

河蟹、克氏原螯虾、黄鳝摄食生态的研究

张世萍 金 辉 俸艳萍 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原生物的中间宿主, 许多学者对生物灭蚊灭螺进行过研究^[1-9], 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. Milane 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, 是否成在内在联系? 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, 围网养殖河蟹、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网养殖, 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。围网养殖, 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 62m² 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 22m², 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, 计数子子数量。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 alage	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
子子(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 sceel 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	29.71	1	1	4	3
钉螺 <i>Oncomelania</i>	28	92.4	26	1	1	
子子(及蚊蛹) Mosquite 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 黄鳝肠内的食物组成(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 alage	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 <i>Nematoda</i>	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 <i>Cladocera</i>	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、黄鳝对钉螺的摄食

在疫区 4 个网围 62m² 生态小区中, 一个 6m² 小区仅放入钉螺, 另 3 个 14m² 小区各放入 39 尾河蟹、59 尾克氏原螯虾、59 尾黄鳝的 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、黄鳝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、黄鳝

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、黄鳝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、黄鳝对蚊幼虫、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* 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. 11	24. 6℃	2316	7. 71	168	11. 76
5. 12	21℃	3402	11. 33	180	12. 60
5. 13	22℃	2074	6. 91	184	12. 88
5. 14	22. 5℃	2253	7. 50	181	12. 67
5. 15	23℃	3059	10. 19	223	15. 61
5. 16	23. 1℃	1765	5. 88	179	12. 53
5. 17	23. 6℃	2552	8. 50	200	14. 00

续表					
日 期 Date	平均水温 Average water temperature	蚊幼 Mosquito	Larvae	钉螺	<i>Oncomelania</i>
		数量	重量(g)	数量	重量(g)
		Number (Ind.)	Weight	Number (Ind.)	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伏夜出的特点。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	<i>Oncomelania</i>
		数量	重量(g)	数量	重量(g)
		Number (Ind.)	Weight	Number (Ind.)	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,每平方米放鳊鱼 10 尾,子子平均密度下降率为 61.4%—66.2%。这说明黄鳊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 尾黄鳊日摄食钉螺 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,黄鳊具有食螺效果。

表 6 黄鳊对蚊幼和钉螺的日摄食量					
Tab. 6 Daily consumption of <i>Manopteus albus</i> to mosquito larva and <i>Oncomelania</i> 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、大链壶菌和鱼类^[6]。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,每平方米放鳊鱼 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, 子子平均密度下降率为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, 摄食子子能力越强。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, 子子、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 Diseasesa control magarize*, 2000, **13**(2): 148- 150. [王京燕、翟海峰. 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] Wemsdor 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 Journal of edibility to mosquito larvae [J]. *Chnese Parasitic Dieases Control magarize*, 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 Eipression of bacillus [J]. *Thuringiensis cryia gene in Anabaena ActaHydrobiologica sinica*, 1999, **6**: 174—178. [吕颂雅, 刘子铎, 戴径元, 等. 苏云金芽胞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 predacty 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 Affecing 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 sourcesin aquacultural naters [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 *monpterus Albus* feed ing on mosquito, larvae [J]. *Acta Hydrobiologica Siniac*, 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 re-combinat Cyanobacteria *Anabaena* sp. PCC7120 expression gene 51 and gene 42 of *Bacillus sphaerius* sp. 2297[J]. *FEMS Microbiol-ogy Letters*, 1993, **107**: 247—250

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

ZHANG Shi Ping, JIN Hui, FENG Yarr-Ping, ZHANG Li and LÜJirHong
(Fisheries college, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070)

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

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