

# 方格星虫苗种池塘中间培育过程水环境因子变化研究\*

## Variation in Seawater Environmental Factors of Intermediate Culture of *Sipunculus nudus* Linnaeus Seed in Pond

刘旭佳<sup>1</sup>, 蒋艳<sup>1</sup>, 蔡德建<sup>1</sup>, 许明珠<sup>1,2</sup>, 陈江虹<sup>1,2</sup>, 黄国强<sup>1</sup>

LIU Xu-jia<sup>1</sup>, JIANG Yan<sup>1</sup>, CAI De-jian<sup>1</sup>, XU Ming-zhu<sup>1,2</sup>, CHEN Jiang-hong<sup>1,2</sup>, HUANG Guo-qiang<sup>1</sup>

(1. 广西海洋研究所海洋生物技术重点实验室, 广西北海 536000; 2. 广西大学动物科学技术学院, 广西南宁 530004)

(1. Key laboratory of Marine Biotechnology, Guangxi Institute of Oceanology, Beihai, Guangxi, 536000, China; 2. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

**摘要:** 2011年7月18日至11月8日, 从广西海洋研究所竹林海水增殖试验基地的5口中间培育方格星虫苗种的池塘采集水样, 监测和分析中培过程中水温、盐度、溶解氧、pH值、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮及溶解性磷酸盐等水环境因子。结果发现, 5口池塘水环境因子的变化趋势基本一致, 水温 21.133~33.170℃、盐度 23‰~31‰、溶解氧 4.926~8.873mg/L、pH值 7.910~9.487、化学需氧量 1.067~3.999 mg/L、生化需氧量 1.686~5.247 mg/L、氨氮 0.004~0.160 mg/L、亚硝酸盐氮 0.001~0.012 mg/L、硝酸盐氮 0.014~0.103 mg/L、溶解性磷酸盐 0.012~0.145 mg/L, 除了最大 pH 值超过渔业水质标准的规定外, 其它环境因子基本符合规定。

**关键词:** 方格星虫 水环境因子 中间培育

中图法分类号: S968.9 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2012)03-0289-04

**Abstract:** Several seawater environmental factors were monitored and analyzed in the intermediate culture of *Sipunculus nudus* Linnaeus seed in pond in Guangxi Institute of Oceanology from July 18th to November 8th in 2011. The variation range of seawater temperature, salinity, dissolved oxygen, pH value, chemical oxygen demand, biochemical dissolved oxygen, ammonia nitrogen, nitrite, nitrate and soluble phosphorus in five ponds were 21.133~33.170℃, 23‰~31‰, 4.926~8.873mg/L, 7.910~9.487, 1.067~3.999 mg/L, 1.686~5.247 mg/L, 0.004~0.160 mg/L, 0.001~0.012 mg/L, 0.014~0.103 mg/L, and 0.012~0.145 mg/L, respectively. Except of the max pH value that exceeded the up limitation of water quality standard for fisheries, the seawater environmental factors complied with basic standards, which should be monitored and controlled timely for the growth of *Sipunculus nudus* Linnaeus seed.

**Key words:** *Sipunculus nudus* Linnaeus, seawater environmental factor, intermediate culture

方格星虫 (*Sipunculus nudus* Linnaeus), 又称光

裸方格星虫, 俗称“沙虫”, 是全球分布种, 我国山东、福建、广东、广西和台湾沿海均有分布, 以广西资源最为丰富, 自然繁殖季节为 5~9 月。由于其味道鲜美, 营养和药用价值较高, 近年来近海渔民过渡采挖, 导致其自然资源急剧减少, 消费市场对成品需求量增加。因此滩涂人工养殖苗种的研究对方格星虫自然

收稿日期: 2012-03-13

修回日期: 2012-05-16

作者简介: 刘旭佳 (1986-), 女, 硕士, 主要从事养殖生态学和海草生态学研究。

\* 国家自然科学基金项目 (31160532) 资助。

广西科学 2012年8月 第19卷第3期

289

资源的保护和恢复,以及广西海洋渔业经济将会起到重要的促进作用。20世纪90年代以来,国内许多学者对方格星虫繁殖生物学方面进行了相关研究<sup>[1~6]</sup>。广西海洋研究所率先开始进行方格星虫规模化育苗技术研究,包括亲体养殖与培育<sup>[7,8]</sup>、消化道发育与摄食<sup>[9]</sup>,其中蒋艳等<sup>[10]</sup>对池塘中间培育大规格苗种进行探索,发现中细河沙加饲料底质的池塘,中间培育苗种生长速度最快,成活率最高,为80.2%,较大规格方格星虫苗种养殖成活率远大于未经中间培育的小规格苗种直接投放滩涂养殖的成活率。在池塘中间培育过程中,水质是影响稚虫生长发育的关键因子,良好的水质能为方格星虫提供优质的天然饵料与适宜的生活环境。目前,有关水环境因子对方格星虫苗种影响的研究还未见报道。本研究于2011年7月18日至11月8日对苗种池塘中间培育过程的水环境因子进行跟踪监测与分析,以期对方格星虫苗种池塘中间培育水质建立评价标准和苗种健康管理提供重要的科学依据。

## 1 培育地点与条件

### 1.1 培育地点及池塘条件

培育地点在北海市竹林镇盐场内的广西海洋研究所竹林海水增养殖试验基地。基地内的中间培育池塘为水泥硬底池塘,共8口。进行水质监测的池塘编号为2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>、6<sup>#</sup>和7<sup>#</sup>。平均每口池塘0.2hm<sup>2</sup>,为了满足方格星虫的钻沙埋栖生活,在池底均匀铺设1层厚度为5cm左右的中粗沙。池塘安装80目水门网,以防止鱼虾蟹等敌害生物进入。每两口池塘配备1台功率为2.2kW的抽水泵,作为低潮位时的抽水设备。在中间培育池塘之间留有人行管理通道,每隔1.5m左右间距留20~30cm的空隙,以便于日常检查与管理,同时避免操作过程中踩踏培养底质,影响苗种生长。

### 1.2 放苗方法及投饵情况

培育用的苗种均来源于广西海洋研究所自主培育的室内小规格人工苗种。选择规格均匀,苗体肥壮,活力强,不含杂质和泥沙的苗种进行培育。苗种规格为体长5~12mm,每条体重约0.05g,每口池塘投苗约120万条,平均放苗密度600条/平方米。

池塘的底质需要进行饵料预处理,即在放苗前15d,排干池水后将人工配合饲料均匀播撒在底质表面,并用钉耙将底质翻耕1遍,使饵料与沙质混合均匀,增加沙质的肥沃度。饵料施放量约22.5g/m<sup>2</sup>。放苗时,将方格星虫苗种收集在塑料盆中,慢慢添加池塘海水,用水勺搅拌均匀后,全池泼洒。

放苗后,定期泼洒投喂人工配合饲料,对虾配合开口料。每周投喂1次,投喂量约7.5g/m<sup>2</sup>,用于肥水培养单胞藻类及微生物。

2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>、6<sup>#</sup>和7<sup>#</sup>池塘放苗时间和收苗时间分别为2011年8月8日和11月9日、7月17日和9月7日、8月15日和10月19日、8月29日和11月9日、9月5日和11月9日。培育天数分别为93d、52d、65d、72d和65d。

### 1.3 水样的采集和测定

从2011年7月18日至11月8日,每周采集1次水样,用采水器分别在每口池塘对角线的两侧和正中间取3份水样。现场测定并记录水温、盐度和pH值;溶解氧(DO)进行现场固定,然后带回实验室分析测定,5d后再测定并计算生化需氧量(BOD<sub>5</sub>);其它水样尽快带回实验室冷冻保存并集中分析,包括化学需氧量(COD)、氨氮(NH<sub>4</sub>-N)、亚硝酸盐氮(NO<sub>3</sub>-N)、硝酸盐氮(NO<sub>3</sub>-N)、溶解性磷酸盐(PO<sub>4</sub>-P)。水样的测定方法参照海洋监测规范(GB17378.4-2007)进行,溶解氧采用碘量法,化学需氧量采用碱性高锰酸钾法,氨氮采用次溴酸盐氧化法,亚硝酸盐氮采用苯乙二胺分光光度法,硝酸盐氮采用铈-镉还原法。记录监测数据,结合方格星虫苗种的池塘中间培育条件进行分析。

### 1.4 日常管理和检查

中间培育过程根据潮汐情况,在大潮时期将池水排干,彻底换水1次,必要时泼洒有益微生物进行水质调节,创造最佳中间培育环境条件。每天检查池塘堤坝是否有漏、塌现象,如果发现问题,要及时修补。苗种入池后每天监测水环境及生物饵料情况,每15d根据潮汐情况定期排干池水,下塘采样以检查苗种生长存活和塘内敌害生物(青苔、鱼虾蟹等)情况,如果发现敌害生物,应该及时进行人工清除。中间培育池塘水位保持1m左右,每月换水2次,每次换水过程可以保持沙面露空2~6h。

## 2 结果与分析

5口中间培育池塘水环境因子的变化趋势基本一致。水温变化为21.133~33.170℃,最低温度出现在10月4日,最高温度出现在8月23日。8月份的水温较高,进入9月份,水温开始逐渐下降,10月4日北海出现台风天气,水温最低,1周后水温开始回升,11月8日,温度再次降低至22℃(图1)。盐度变化为23‰~31‰,7月18日至9月27日,盐度值波动不明显,最大值出现在8月2日,受台风天气的影响,10月4日海水的盐度最低(图2)。

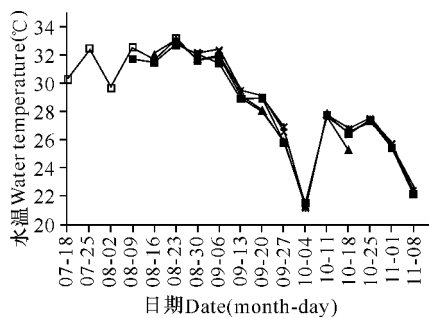


图1 水温随时间的变化

Fig. 1 Changes of seawater temperature with time in five ponds

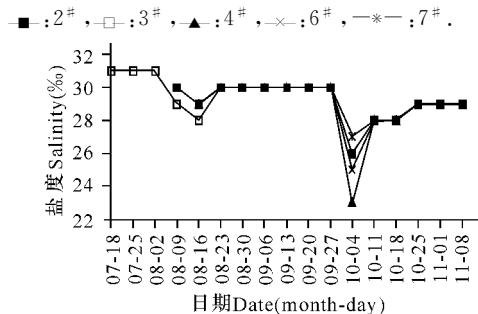


图2 盐度随时间的变化

Fig. 2 Changes of salinity with time in five ponds

溶解氧变化为 4.926~8.873mg/L,最小值出现在 9 月 27 日,最大值出现在 11 月 8 日。7 月 18 日至 9 月 27 日,受较高水温的影响,溶解氧的含量表现出一直下降的趋势,10 月份开始升高,10 月 25 日溶解氧含量再次降低,进入 11 月开始回升(图 3)。溶解氧基本符合 GB11607—89《渔业水质标准》中关于溶解氧含量高于 5 mg/L 的标准。

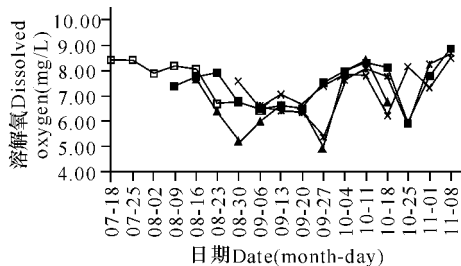


图3 溶解氧含量随时间的变化

Fig. 3 Changes of dissolved oxygen concentration with time in five ponds

■:2#, □:3#, ▲:4#, ×:6#, \*—:7#.

pH 值一直处于波动变化中,范围为 7.910~9.487,最小值出现在 9 月 6 日,最大值出现在 9 月 27 日。《渔业水质标准》规定:海水养殖 pH 值一般控制在 7.0~8.5 之间,实际水产养殖一般在 6.5~9.0 之间,不得高于 9.2。2# 池塘在 9 月 27 日和 10 月 4 日的 pH 值超过了标准(图 4),主要是由于台风期间养殖水体中的溶氧含量较高而二氧化碳含量较

低导致。

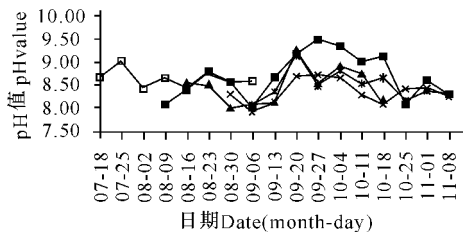


图4 pH 值随时间的变化

Fig. 4 Changes of pH value with time in five ponds

■:2#, □:3#, ▲:4#, ×:6#, \*—:7#.

化学需氧量变化为 1.067~3.999 mg/L,最小值出现在 9 月 6 日,最大值出现在 10 月 11 日,10 月 4 日和 11 日的化学需氧量在整个监测过程中偏高(图 5),主要是由于暴雨天气的影响。生化需氧量变化范围为 1.686~5.247 mg/L,最小值出现在 9 月 6 日,最大值出现在 8 月 30 日(图 6),基本符合《渔业水质标准》中小于 5 mg/L 的标准。

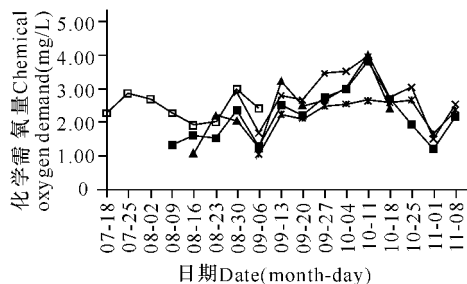


图5 化学需氧量随时间的变化

Fig. 5 Changes of chemical oxygen demand with time in five ponds

■:2#, □:3#, ▲:4#, ×:6#, \*—:7#.

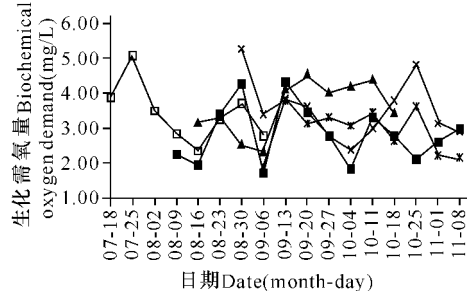


图6 生化需氧量随时间的变化

Fig. 6 Changes of biochemical oxygen demand with time in five ponds

■:2#, □:3#, ▲:4#, ×:6#, \*—:7#.

氨氮变化为 0.004~0.160 mg/L,最小值出现在 10 月 25 日,8 月 30 日 4# 号池塘表现异常,水色混浊,氨氮含量最高(图 7),可能是由于池水和底泥中含氮有机物含量过高导致。

亚硝酸盐氮变化为 0.001~0.012 mg/L,最大值出现在 9 月 13 日。7 月 18 日至 8 月 30 日含量变化不明显,之后由于溶解氧含量的降低,亚硝酸盐氮含量开始升高,在 10 月 4 日溶解氧大幅升高,亚硝酸盐氮含量急剧下降,11 月 1 日值最低(图 8)。亚硝酸盐

氮符合《渔业水质标准》中小于 0.2 mg/L 的标准。

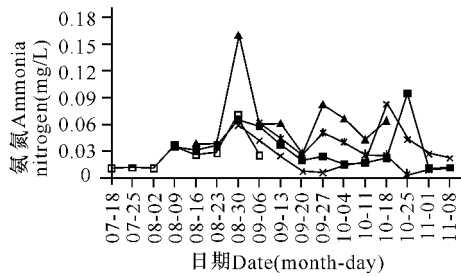


图 7 氨氮含量随时间的变化

Fig. 7 Changes of ammonia nitrogen concentration with time in five ponds

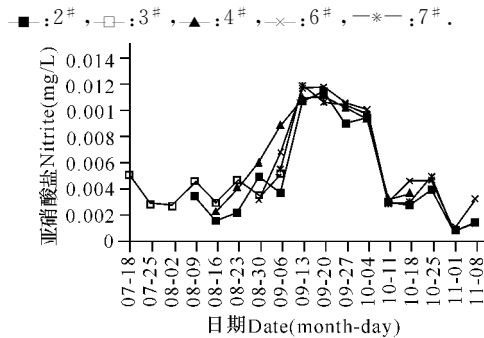


图 8 亚硝酸盐氮含量随时间的变化

Fig. 8 Changes of nitrite concentration with time in five ponds

硝酸盐氮变化范围为 0.014~0.103 mg/L, 最小值出现在 9 月 6 日, 最大值出现在 10 月 25 日。开始硝酸盐氮的含量持续下降, 8 月 9 日至 9 月 20 日含量变化幅度较小, 9 月 27 日开始逐渐表现出上升的趋势(图 9), 与亚硝酸盐氮的变化基本相反。

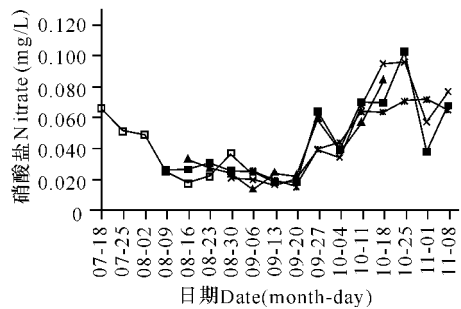


图 9 硝酸盐氮含量随时间的变化

Fig. 9 Changes of nitrate concentration with time in five ponds

溶解性磷酸盐变化为 0.012~0.145 mg/L, 最小值出现在 11 月 1 日, 最大值出现在 10 月 18 日。从 7 月 18 日开始溶解性磷酸盐的含量变化不明显, 9 月 20 日之后急剧增加, 11 月 1 日降至最低。在 9 月 20 日至 11 月 1 日监测期间, 溶解性磷酸盐含量较高(图 10), 可能是投放的饵料在底质中积累, 很大一部分磷

进入底泥环境, 加上台风天气的影响, 底质中很大一部分磷会进入水体中。底泥磷含量与水中磷含量呈负相关, 底泥磷释放会导致水中磷含量增加。

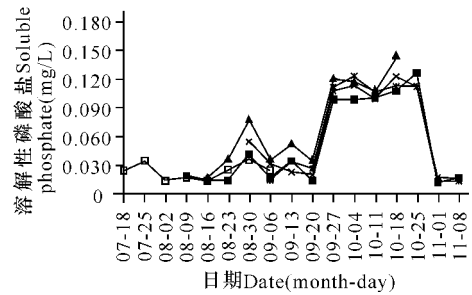


图 10 溶解性磷酸盐含量随时间的变化

Fig. 10 Changes of soluble phosphate concentration with time in five ponds

### 3 讨论

水温、盐度、pH 值、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮和溶解性磷酸盐等水环境因子之间是相互联系又相互制约的关系。

水温是养殖过程中的重要环境因子, 水温过高或过低都会对方格星虫的生长产生严重的影响。此次监测过程中, 10 月 4 日出现台风和暴雨天气, 水温和盐度值急剧降低, 溶解氧含量迅速升高, 化学需氧量偏高, 并且在台风天气期间, 亚硝态氮含量较高, 硝态氮含量偏低。氨氮、亚硝酸盐氮是对水生动物产生毒害的常见因子<sup>[11]</sup>。因此在方格星虫苗种培育的过程中, 需要密切关注水环境中氨氮和亚硝酸盐的含量, 这是决定方格星虫育苗保苗是否成功的关键因素之一。当养殖水体变浑浊, 透明度降低, 氨氮含量较高时, 要及时彻底换水或者抽去池塘 1/3 底层水体, 保持水体的健康, 才能培育出优质苗种。此次监测过程中, 方格星虫苗种基本上都正常生长, 成活率约 80%, 达到商品规格约 0.625 克/条(合计 800 条/500 克)。

在整个中间培育过程中, 水体中硝酸盐和磷酸盐含量出现积累上升现象, 主要是由于底质中投饵和沙虫排泄导致两者的积累, 使两者向水体释放的速率逐步增加引起。水体中硝酸盐和磷酸盐含量在 10 月 25 日后明显下降, 这是由于水温下降后停止投饵并进行换水, 同时由于沙虫排泄物导致的积累速率也迅速下降。亚硝酸盐含量在中间培育过程的中期出现累积上升现象, 但随后下降至较低水平, 这可能是由于池塘中硝化细菌菌群数量在初期尚未成熟因而导

(下转第 296 页 Continue on page 296)

苗种消毒有很好的效用,而高铁酸盐符合剂亦在水产品苗种的消毒作用上有更好的提升<sup>[7,8]</sup>。对于极易受伤的鱼类,其消毒试剂的选择很关键,开发更加安全、环保和实用的新型试剂很有必要,所以应该加强对消毒剂的效果和开发方面的研究。

参考文献:

- [1] 孟庆闻. 鱼类学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987:261-263.
- [2] 李刘冬,陈毕华,冯娟,等. 军曹鱼营养成分的分析及评价[J]. 热带海洋学报,2002,21(1):76-82.
- [3] 罗杰,刘楚吾,罗伟林. 网箱养殖条件下军曹鱼人工育苗研究[J]. 海洋水产研究,2005,26(2):18-26.
- [4] 陈浩如,孙丽华,王肇鼎,等. 军曹鱼 *Rachycentron*

*canadum* (Linnaeus) 早期发育阶段的摄食及其影响因素[J]. 生态科学,2004,23(4):299-304.

- [5] 刘付永忠,王云新,黄国光,等. 星斑裸颊鲷亲鱼强化培育及自然产卵研究[J]. 水产学报,2002,26(增刊):27-30.
- [6] 柴学军,徐君卓,吴祖杰. 日本黄姑鱼全人工繁育技术研究[J]. 浙江海洋学院学报,2007,26(2):168-173.
- [7] 陈昌福,孟长明. 用稳定性二氧化氯对亲鱼、受精卵和苗种的消毒方法[J]. 中国水产,2004(4):93-95.
- [8] 姜礼燧,朱大白. 高铁酸盐复合剂在水质净化和鱼病防治上的应用[J]. 水产科技情报,2003,30(5):228-230.

(责任编辑:陈小玲)

(上接第 292 页 Continue from page 292)

致亚硝酸盐的积累,中后期硝化细菌数量增加后硝化速度提高,因此亚硝酸盐含量下降,形成的硝酸盐增加,表现出后期硝酸盐的不断积累。

本次研究只是对方格星虫苗种池塘中间培育过程中的水环境因子进行监测和分析,并没有对水温、盐度、pH 值以及氨氮对方格星虫苗种的影响进行系统地研究,进而找出对方格星虫苗种敏感的水环境因子。随着水环境的日益恶化,水环境因子对方格星虫及其苗种生长的影响必然成为关注的焦点,因此要加强这方面的研究,以期对方格星虫苗种池塘中间培育的水质建立评价标准和苗种健康管理提供科学依据。

参考文献:

- [1] 郭学武,李复雪. 光裸星虫生殖周期的研究[J]. 热带海洋,1993,12(2):69-75.
- [2] 兰国宝,阎冰. 方格星虫繁殖生物学研究[J]. 水产学报,2002,26(6):50-53.
- [3] 兰国宝,阎冰,廖思明. 方格星虫胚胎与幼体发育的研究

[J]. 热带海洋学报,2003,22(6):70-75.

- [4] 兰国宝,廖思明,阎冰. 水温对方格星虫幼体发育及变态的影响[J]. 水产学报,2007,31(5):633-638.
- [5] 王庆恒,杜晓冬,黄洪艳,等. 湛江地区光裸星虫的生殖细胞发育和生殖周期[J]. 湛江海洋大学学报,2005,25(1):5-9.
- [6] 吴斌. 光裸方格星虫生殖细胞及胚胎发育[J]. 广西科学,1999,6(3):222-226.
- [7] 邹杰,彭慧婧,童潼,等. 方格星虫亲体养殖与生殖细胞发育[J]. 水产科学,2011,30(8):467-470.
- [8] 邹杰,彭慧婧,蒋艳,等. 方格星虫亲体培育试验[J]. 渔业现代化,2010,37(3):30-33.
- [9] 童潼,邹杰,蔡德建,等. 方格星虫消化道发育与摄食研究[J]. 广西科学院学报,2011,27(3):218-220.
- [10] 蒋艳,蔡德建,邹杰,等. 方格星虫苗种池塘中间培育试验研究[J]. 广西科学,2010,17(2):175-177.
- [11] 张东明,余涛,周景祥,等. 氨态氮在渔业生产中的作用评述[J]. 吉林农业大学学报,1999,21(3):124-128.

(责任编辑:陈小玲)