

文章编号:1005-8737(2001)04-0062-05

饲料蛋白能量比、非植酸磷水平对中华绒螯蟹 氮、磷排泄和转氨酶活力的影响

林仕梅, 罗 莉, 叶元土, 尹 恒, 周继术
(西南农业大学 水产系, 重庆 400716)

摘 要: 试验所用饲料蛋白能量比(P/E)分别为 27.10、29.91、32.31, 非植酸磷水平(N-Phy-P)质量比分别为 1.52×10^{-2} 、 1.98×10^{-2} 、 2.32×10^{-2} 。中华绒螯蟹体重 8~10.5 g。结果表明: ① 中华绒螯蟹总氮(TN)、氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)以及总磷(TP)和磷酸盐($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)的排泄率分别与饲料蛋白 P/E 和 N-Phy-P 水平呈正相关。氮/磷排泄率比(TN/TP)也与饲料氮/磷比(N/N-Phy-P)呈显著的线性正相关。② 在摄食后排泄率测定中, TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排泄率在摄食后 3~6 h 达最大值, 而 TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 则在 6~9 h 达最大值。前 9 h TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 以及 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 平均排泄率分别占总排泄率的 78.34%~82.12%、79.57%~83.23%、61.54%~75.22% 和 62.60%~64.52%。9 h 以后, 其排泄率基本保持稳定。③ 中华绒螯蟹肌肉、肝胰脏内谷草转氨酶(GOT)和谷丙转氨酶(GPT)活力受饲料 P/E 不同程度的影响, 表现出随饲料 P/E 增加而呈升高趋势。*

关键词: 中华绒螯蟹; 营养水平; 排泄率; 谷草转氨酶; 谷丙转氨酶
中图分类号: S966.16 **文献标识码:** A

饲料投喂对水环境产生的影响, 以残余饲料、粪便和排泄废物为主要形式。而鱼体正常生长均有一定的氮和磷排泄, 如何使非必要排泄的氮和磷减少到最低限度, 是营养学家和水产养殖者共同关注的问题^[1]。目前, 国内外对鱼类 N、P 排泄的影响研究较多^[2~3], 而对甲壳动物研究较少。中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*, 河蟹)是我国特有的经济甲壳动物, 关于河蟹营养需要及其对饲料的消化利用已有报道^[4~6], 但营养水平对河蟹 N、P 排泄影响的研究尚未见报道。为此, 探讨河蟹生产饲料蛋白能量比(P/E)、非植酸磷(N-Phy-P)水平对河蟹 N、P 排泄量的影响, 并对 N 代谢的机理作了初步探讨, 以期优化河蟹饲料、保护养殖环境提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 蟹种 当年蟹种, 购自海口市。体重 8~10.5 g, 平均体重(9.2 ± 1.1)g。饲养于室内循环水簇箱(1.0 m×0.5 m×0.5 m), 内置砖瓦块、竹筒等隐避物, 人工搭设一食台。

1.1.2 饲料 以鱼粉、豆粕、面粉、次粉、麸皮为基础饲料原料配制而成。配方及营养水平见表 1。

1.2 试验设计与管理

设 3 个蛋白能量比、非植酸磷水平, 即蛋白能量比与非植酸磷质量比分别为 I 27.10、1.52%; II 29.93、1.98%; III 32.31、2.32%。每水平 3 个平行, 每平行 12 只河蟹。每天 17:00 投饵 1 次, 日投饵量为蟹体重的 3%~5%。

饲养 30 d 后, 于河蟹摄食后放入预先装有 10 L 经充分曝气的自来水自制代谢桶(50 L)中, 让其自然排泄, 并随时虹吸出河蟹排出的粪便。另设一无

收稿日期: 2001-01-02

作者简介: 林仕梅(1970-), 男, 讲师, 从事水产动物营养与饲料研究。E-mail: lsm@swau.edu.cn

蟹代谢桶作对照。保持水温(23 ± 0.5)℃。排泄实验 24 h 结束,测定水样中氮、磷总量。每次各平行组取河蟹 3 只进行测定,并作标记,每平行测定 3 次,连续测定 2 周。其余河蟹按以上进行饲养管理。

1.3 测定方法

1.3.1 河蟹 N、P 排泄率的测定 摄食后河蟹在代谢桶中,于 3 h, 3~6 h, 6~9 h, 9~12 h, 12~24 h 各取水样 100 ml, 分别测定河蟹氮、磷排泄率及 24 h 总氮(TN)、氨态氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、总磷(TP)及磷酸盐($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)的排泄率。

TN、TP 采用过硫酸钾消解法测定^[7]; $\text{NH}_3\text{-N}$ 采用纳氏比色法测定^[7]; $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 采用钼-锑-抗分光光度法测定^[7]。排泄率用每 kg 体重单位时间的排泄量来表示($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)。

表 1 试验饲料配方及营养组成^①

Table 1 Formulation and nutrient composition of test diets

配方 Formulation	饲料组 Diet group		
	I	II	III
鱼粉 Fish meal	27	35	44
豆粕 Soybean meal	39	35	27
面粉 Wheat flour	10	10	10
次粉 Wheat middlings	5	5	5
麸皮 Wheat bran	10	6	5
菜油 Repseed oil	2	2	2
粘合剂 Adhesive	1	1	1
矿物质 Mineral premix	3	3	3
维生素 Vitamin premix	2	2	2
粗蛋白 Crude protein	36.1 ± 0.54	38.64 ± 0.37	40.46 ± 0.28
粗脂肪 Crude lipid	8.37 ± 0.36	8.17 ± 0.41	7.97 ± 0.24
粗灰分 Crude ash	15.8 ± 1.23	17.57 ± 1.67	17.23 ± 1.12
总磷 Total phosphorus	1.78 ± 0.13	2.21 ± 0.15	2.49 ± 0.21
非植酸磷 N-Phy-P	1.52 ± 0.16	1.98 ± 0.20	2.32 ± 0.23
氮/非植酸磷 N/N-Phy-P	3.80 ± 0.34	3.12 ± 0.28	2.79 ± 0.31
总能量(kJ/kg)	13236.74	13292.48	13348.15
Gross energy	± 234.93	± 342.81	± 473.19
Ca	2.37 ± 0.35	3.04 ± 0.29	3.28 ± 0.46
蛋白质能量比(mg/kJ) protein/energy	27.10 ± 2.31	29.93 ± 2.56	32.31 ± 2.78
其他 ^② Others	1	1	1

注:①均为实测值($n=3$)。Observed values. ②脱壳酶 Ecdyson、卵磷脂 Lecithin、胆固醇 Cholesterol.

1.3.2 GOT、GPT 活力的测定 50 d 养殖试验结束时,各平行组取河蟹 3 只,取其各组织在冰水浴中进行组织匀浆、离心,然后混合。分别测定河蟹肌肉、肝胰脏 GOT、GPT 活力, GOT、GPT 活力测定及酶活力,采用改良金(King)氏法^[8]。酶活性单位为每 ml 组织匀浆液与基质在 37℃ 下作用 60 min,生成 1 μmol 丙酮酸为 1 个单位。结果以每 kg 组织中

转氨酶的活力单位数表示(μmol 丙酮酸/kg 组织)。

2 结果

2.1 河蟹 N、P 的排泄率

2.1.1 与 P/E 的关系 河蟹 TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的排泄率均随 P/E 的升高而呈上升趋势(表 1、2)。河蟹 N 排泄率与 P/E 呈正相关。P/E 由 27.10 增加到 29.93,即增加 10.44% 时,河蟹 TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的排泄率分别增加 9.92%、15.66%,无明显差异($P > 0.05$); P/E 由 29.93 增加到 32.31,即增加 7.95% 时,河蟹 TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的排泄率分别增加 15.11%、29.55%,差异显著($P < 0.05$)。

2.1.2 与非植酸磷水平的关系 河蟹 TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的排泄率分别随饲料非植酸磷水平的升高而呈上升趋势。非植酸磷水平对河蟹 TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的排泄率影响极大,差异极显著($P < 0.01$)。非植酸磷由 1.52% 增加到 1.98%,即增加 30.26% 时,TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的排泄率分别增加 38.05%、46.77%;当非植酸磷由 1.98% 增加到 2.32%,即增加 17.17% 时,TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的排泄率分别增加 29.49%、35.16%。回归分析表明,TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 排泄率分别与饲料非植酸磷水平呈显著的线性正相关,回归方程为:

$$Y_{\text{TP}} = -0.568 + 1.102 X \quad (R = 0.994, n = 12)$$

$$Y_{\text{PO}_4^{3-}\text{-P}} = -0.545 + 0.755 X \quad (R = 0.993, n = 12)$$

表 2 河蟹的 N、P 排泄率(平均值 ± 标准差, $n=4$)

Table 2 Nitrogen and phosphorus excretion rate of Chinese mitten crab (means ± s.d. $n=4$) $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$

项目 Item	饲料组 Diet group		
	I	II	III
TN	213.74 ± 23.38	234.91 ± 21.93	270.43 ± 35.51
$\text{NH}_3\text{-N}$	126.43 ± 15.46	146.27 ± 16.84	189.42 ± 27.63
TP	11.35 ± 3.42	15.6 ± 5.34	20.26 ± 6.92
$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	6.27 ± 0.94	9.16 ± 2.24	12.36 ± 4.62
N/N-phy-P	189.14 ± 15.73	150.64 ± 17.35	133.94 ± 13.25

2.1.3 对饲料 N/N-Phy-P 比的影响 由表 2 可知,河蟹 TN/TP 排泄率比值随饲料 N/N-Phy-P 比的降低而呈下降趋势。回归分析表明,二者呈线性正相关,回归方程为:

$$Y_{\text{TN/TP}} = -1.998 + 5.495 X \quad (R = 0.999, n = 12)$$

2.1.4 随时间的变化 图 1~4 显示,河蟹 TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 以及 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的排泄率随摄食后不同

时间呈先升高后下降趋势。TN、NH₃-N 排泄率在摄食后 3~6 h 达到最大值。而 TP、PO₄³⁻-P 则在 6~9 h 达到最高。前 9 h 河蟹 TN、NH₃-N、TP 以及 PO₄³⁻-P 分别占 24 h 总排泄率的 78.34%~82.12%、79.57%~83.23%、61.54%~75.22% 和 62.60%~64.52%；9 h 以后，其排泄率基本保持稳定。

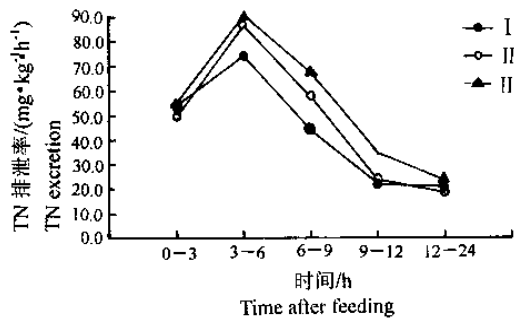


图 1 总氮排泄随摄食后时间的变化 ($n=4$)

Fig.1 Variation of total nitrogen excretion with time

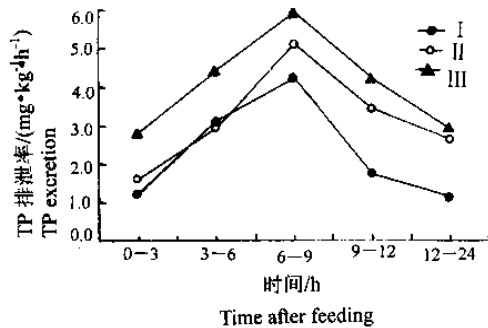


图 3 总磷排泄随摄食后时间的变化 ($n=4$)

Fig.3 Variation of total phosphorus excretion with time

2.2 河蟹 GOT、GPT 活力

河蟹肌肉、肝胰脏均有 GOT、GPT 存在，且肝胰脏的 GOT 活力较高。这表明氨基酸的合成和脱氨作用主要局限于这个器官中。由表 3 可见，饲料蛋白能量比对河蟹肌肉、肝胰脏 GOT、GPT 活力均有不同程度的影响，表现出肌肉、肝胰脏的 GOT、GPT 活力随蛋白能量比增加而呈上升趋势。

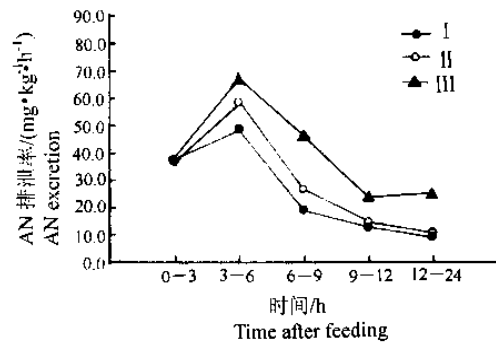


图 2 NH₃-N 排泄随摄食后时间的变化 ($n=4$)

Fig.2 Variation of NH₃-N excretion with time

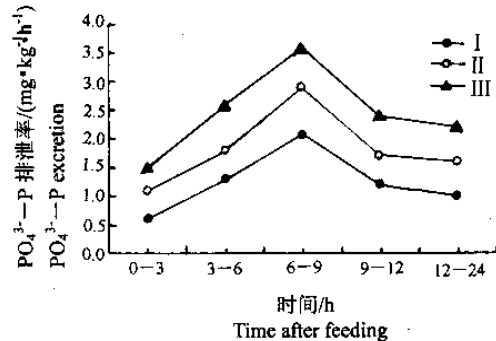


图 4 PO₄³⁻-P 排泄随摄食后时间的变化 ($n=4$)

Fig.4 Variation of PO₄³⁻-P excretion with time

表 3 河蟹肌肉、肝胰脏 GOT、GPT 活力 (平均值 ± 标准差 $n=4$)

饲料组 Diet group	GPT		GOT	
	肌肉 Muscle	肝胰脏 Hepatopancreas	肌肉 Muscle	肝胰脏 Hepatopancreas
I	4069.82 ± 56.25	5883.76 ± 72.43	13103.98 ± 201.36	23765.24 ± 320.25
II	4302.36 ± 67.51	6151.29 ± 85.42	14432.67 ± 218.62	27411.78 ± 338.47
III	4720.98 ± 79.23	6744.28 ± 91.74	15854.39 ± 238.34	30176.45 ± 327.38

3 讨论

3.1 饲料蛋白能量比对河蟹氮排泄的影响

目前，关于鱼类 N 排泄的研究主要见于鲤、鲢、鳙等^[9-11]。而关于甲壳动物 N 排泄方面的报道较

少。鱼类的氮排泄物主要来源于饲料蛋白。但影响鱼类氮排泄的因素较多，如鱼的体重、温度、饲料成分以及投饲方式等^[12-14]。本试验表明，河蟹 TN、NH₃-N 排泄率随饲料蛋白能量比增加而升高。河蟹 N 排泄率与饲料蛋白能量比呈正相关。本试验

中蛋白能量比在 29.93 以下时河蟹氮的排泄量小于蛋白能量比 29.93 以上时河蟹氮的排泄量,说明河蟹饲料可能有一最佳饲料蛋白能量比,在此水平下鱼体的生长、氮沉积与饲料蛋白能量比呈正相关,而高于此水平会导致更多的氮的排泄。当然,河蟹的适宜蛋白能量比是否为 29.93 值得进一步的探讨。

据报道,氨氮占淡水鱼总氮排泄的 80%~90%,占海水鱼的 75%~85%^[15]。由表 2 可知, $\text{NH}_3\text{-N}$ 排泄率占 TN 的 59.15%~70.04%,总平均达 64.01%。这说明 $\text{NH}_3\text{-N}$ 是河蟹含 N 排泄物的主要成分,但与鱼类相比差别较大。董双林等^[15]发现日本沼虾尿素氮约占所测总排泄氮($\text{NH}_3\text{-N}$ 加尿素氮)的 38%。Parry^[16]也曾报道,甲壳动物的排泄成分与其食物成分有关。因此,河蟹其他含 N 排泄物还有待进一步研究。

3.2 饲料非植酸磷水平对河蟹磷排泄的影响

Kuenzler^[17]报道了贻贝 (*Modiolus demissus*) 在 16~24℃ 的磷酸盐排泄率为 64 mg/(kg·d), Jøhannes^[18]报道一海水端足类 (*Lembos intermedius*) 的磷酸盐排泄率为 1.4 mg/(kg·h),即 33.6 mg/(kg·d)。本试验结果表明,饲料含 1.52%~2.32% 非植酸磷时,河蟹的磷酸盐排泄率为 (6.2~12.3) mg/(kg·h),与前二者的结果相差较大,这可能是由于种类不同,或是营养水平及实验方法造成的。回归分析表明,河蟹 TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 排泄率与饲料非植酸磷水平呈显著的线性正相关 ($R>0.98$)。与崔奕波等^[19]在金鱼报道的结果一致。本试验中非植酸磷由 1.52% 增加到 1.98%,即增加 30.26% 时,TP 的排泄率增加 38.05%;当非植酸磷由 1.98% 增加到 2.32%,即增加 17.17% 时,TP 的排泄率增加 29.49%,说明饲料非植酸磷水平对河蟹磷的排泄产生极大的影响。当饲料非植酸磷大于 1.52% 时,河蟹摄入非植酸磷的增加量小于其磷的排泄量,更多的磷被排泄掉。这说明河蟹饲料有一适宜的磷添加水平,在此水平下河蟹的生长、磷的沉积达到最佳,而高于此水平会导致更多的磷排泄。河蟹饲料的适宜非植酸磷水平值,尚待深入研究。

由表 2 可知,河蟹 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 排泄率占 TP 的 54.87%~60.89%, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 排泄率的总平均值达 58.03%。说明 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 是河蟹磷排泄的主要成分。但也说明河蟹以其他形式排泄的 P 占相当大的比例。对河蟹磷排泄的形式还有待于深入研究。

本试验探讨了河蟹 N、P 排泄率比与饲料 N、P 比的关系。由于 N、P 对河蟹的生理作用不同,河蟹对两种营养素排泄率的差异是代谢过程中物质的量变化差异的反映,说明河蟹 N、P 排泄强度增加一致。

3.3 河蟹 N、P 排泄率随时间的变化

图 1~4 的变化趋势与 Kikuchi^[20]、菊池等^[21]在日本鳊、鲟上得到的结果一致。河蟹摄饵后排泄率增加,可能是摄饵后代谢强度增加所致。本试验表明,河蟹摄饵后的前 9 h TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 以及 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 排泄率占 24 h 总排泄率的百分比均达 60% 以上。张硕等^[22]发现,中国对虾摄食配合饲料和沙蚕后的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排泄率比未摄食时分别高出 1.54~1.85 和 0.94~1.31 倍。

Mather 等^[23]报道大鳍鳞鲷太阳鱼 (*Lepomis macrochirus*)、大西洋鲈 (*Dorosoma cepedianum*) 在摄饵后 N/P 比排泄率迅速升高,然后下降,这是由于磷排泄率比 N 排泄率下降得更快所致。本试验也取得一致的结果。河蟹 N/P 排泄率随饲料 N/P 比的降低而呈下降趋势,并且在 9 h 以后,河蟹 N、P 排泄率比值基本保持稳定。

3.4 饲料 P/E 对河蟹 GPT、GOT 活力的影响

GOT、GPT 在转氨酶中作用最强,在机体蛋白质代谢中起着重要作用。转氨酶活力大小反映了氨基酸代谢强度的大小。本试验表明,饲料 P/E 对河蟹肌肉、肝胰脏的 GOT、GPT 活力均有不同程度的影响。这说明转氨酶活性能够依营养条件而改变,并且随饲料 P/E 增加而升高。在适宜的营养条件下,动物蛋白周转代谢保持稳定。当饲料营养水平发生变化时,破坏了蛋白周转代谢向有利的方向进行,从而使过多的氨基酸氧化分解以氨的形式代谢排出。河蟹组织转氨酶活性的提高,说明机体内氨基酸氧化分解加强了,相应有更多的氮排出体外。与前面讨论氮排泄的讨论相符,证明河蟹组织转氨酶活性可反映氮排泄率的强弱。这与库里洛夫^[24]在大白鼠、猪和鸡上所得结论一致。

参考文献:

- [1] 林仕梅,叶元上,罗莉.水产养殖的绿色饲料开发研究[J].中国饲料,1999,(15):23-25.
- [2] 李军,徐世宏,薛玉平.日粮水平对黑鲟幼鱼氮收支的影响[J].海洋与湖泊,1998,29(4):368-373.
- [3] Lanari D, D'Agaro E, Ballestrazzi R. Dietary N and P levels effluent water characteristics and performance in rainbow trout[J].

- Nutritional Strategies and Management of Aquaculture Waste, 1995, 31(10):157-165.
- [4] 陈立侨, 周忠良. 中华绒螯蟹的摄食与营养生理研究[J]. 上海水产大学学报(增刊), 1998, 7:24-31.
- [5] 钱国英, 朱秋华. 中华绒螯蟹配合饲料中蛋白质、脂肪、纤维素的适宜含量[J]. 中国水产科学, 1999, 6(3):61-65.
- [6] 钱国英, 朱秋华. 配饵中能量蛋白比与中华绒螯蟹生长之间的关系[J]. 中国水产科学, 2000, 7(1):55-59.
- [7] 金相灿. 湖泊富营养化调查规范[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [8] 清水祥一. 酶分析法的原理和应用[M]. 上海: 上海科技出版社, 1982. 113-114.
- [9] Chakraborty S C, Ross I. G, Ross B. The effect of dietary protein level and ration level on excretion of ammonia in common carp, *Cyprinus carpio* [J]. Comparative Biochemistry and Physiology. 1992, 103(2):801-808.
- [10] Yongjiu C, Julie W, Adelman R. 氮排泄的比率表明适应于鱼类饲料蛋白的含量[J]. 黑龙江水产, 1997, (1):45-47.
- [11] Hardy R W, Fairgrieve W T, Scott T M. Periodic feeding of low-phosphorus diet and phosphorus retention in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [A]. Fish nutrition in practice: 4th international symposium on fish nutrition and feeding [C]. Paris: Koushik-Luquet, 1993. 403-412.
- [12] Elliot J M. Energy losses in the waste products of brown trout (*Salmo trutta* L.) [J]. J Anim Ecol, 1976, 45:561-580.
- [13] Sadasivam J K, Emidio G. Effect of frequency of feeding on nitrogen and energy balance in rainbow trout under maintenance conditions [J]. Aquac, 1988, 73:207-216.
- [14] Kaushik S J. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture [J]. Aquac, 1995, 129:225-241.
- [15] 董双林, 堵南山, 横 伟. 日本沼虾生理生态学研究. 温度和体重对其代谢的影响[J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(3):233-237.
- [16] Parry G. Excretion [A]. Physiology of Crustacea. Metabolism and Growth, Vol. 1 [R]. New York: Academic Press. 1960. 341-365.
- [17] Kuenzler E J. Phosphorus budget of a mussel population [J]. Limnol Oceanogr, 1961, 6:400-415.
- [18] Johannes R E. Uptake and release of phosphorus by a benthic amphipod [J]. Limnol Oceanogr, 1964, 9:235-242.
- [19] 崔奕波, 刘建康, 华 俐. 摄食水平和食物种类对金鱼生长及氮、磷排泄的影响[J]. 水生生物学报, 1991, 15(3):200-206.
- [20] Kikuchi K. Nitrogen excretion rate of Japanese flounder a criterion for designing closed recirculating culture systems [J]. Israeli Journal of Aquaculture, 1995, 47(3/4):112-118.
- [21] 菊 池, 弘太郎. 高效率鱼类生产技术开发-鲜的氮排泄量 [J]. 国外水产, 1993, 2:27-30.
- [22] 张 硕, 王 芳, 董双林. 摄食对中国对虾能量代谢影响的初步研究[J]. 海洋科学, 1998, (2):49-51.
- [23] Mather M E, Vanni M J, Wissing T E, et al. Regeneration of nitrogen and phosphorus by bluegill and gizzard shad: effect of feeding history [J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1995, 52(11):2 327-2 338.
- [24] 库里洛夫 H B. 家畜对饲料蛋白质的利用 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1982. 278-291.

Effects of dietary protein to energy ratio and N-Phy-P levels on nitrogen and phosphorus excretion and activities of GOT and GPT in *Eriocheir sinensis*

LIN Shi-mai, LUO Li, YE Yuan-tu, YIN Heng, ZHOU Ji-shu

(Fisheries Department, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Three diets were designed on the basis of different dietary protein to energy ratios (P/E) and N-Phy-P levels, which were I P/E 27.10, N-Phy-P mass fraction 1.52%; II 29.93, 1.98%; and III 32.3, 2.32%. The body weight of *Eriocheir sinensis* was 8~10.5g. The results show that: (1) Total nitrogen, $\text{NH}_3\text{-N}$, total phosphorus, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ excretion rates are correlated positively with dietary P/E and N-phy-p levels. Moreover, the N/P in the excreta of *E. sinensis* is correlated positively with dietary N/P-Phy-P. (2) Total nitrogen and $\text{NH}_3\text{-N}$ excretion rates get to their maximums in 3~6 h after feeding, and total phosphorus and $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ do in 6~9 h. During the first 9 h after feeding, the average excretion rates of TN, $\text{NH}_3\text{-N}$, TP and $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ make up 78.34%~82.12%, 79.57%~83.23%, 61.54%~75.22% and 62.60%~64.52% of the 24 h total excretion rate, respectively. Nine hours excretion rates keep steady. (3) The GOT and GPT activities of muscle and hepatopancreas increase with the increase of dietary P/E.

Key words: *Eriocheir sinensis*; nutrient level; excretion rates; GOT; GPT