

斑节对虾饲料配方研究^{*}

刘栋辉, 刘永坚, 田丽霞, 梁桂英
(中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 试验了几种特殊蛋白源: 青霉素渣、B12 渣、Vc 渣、酪蛋白、喷干血粉在斑节对虾幼虾饲料中的效果. 在室外水泥池养殖初始体质量为 0.2 g 左右的斑节对虾 (*Penaeus monodon*) 70 d. 从存活率、增重率、蛋白质保留效率、饲料系数等指标评估表明, 效果优劣依次是喷干血粉、Vc 渣、酪蛋白、青霉素渣、B12 渣, 但它们的效果都比用鱼粉差. 饲料组成影响斑节对虾全虾蛋白含量, 但不影响虾体总必需氨基酸与虾体总蛋白之比以及各必需氨基酸在总必需氨基酸中的比值, 这为斑节对虾饲料必需氨基酸组成模式提供了配方基础. 综合斑节对虾虾体必需氨基酸组成模式, 提出 w 为 40% 饲料蛋白的斑节对虾幼虾饲料必需氨基酸模式为 ($w/\%$): 精氨酸 3.00, 赖氨酸 2.75, 蛋氨酸 1.00, 苏氨酸 1.56, 异亮氨酸 1.76, 亮氨酸 2.90, 缬氨酸 2.03, 苯丙氨酸 1.62, 组氨酸 0.92, 色氨酸 0.44.

关键词: 斑节对虾 (*Penaeus monodon*); 必需氨基酸

中图分类号: S963.16 **文献标识码:** A

虾类如同所有单胃动物一样对蛋白质没有确切的需求量, 为了维持正常的生长和代谢需要, 饲料中必需提供足够的必需氨基酸. Shiau 等^[1]报道斑节对虾幼虾在咸淡水中 (1.6%) 中饲料的最适蛋白含量为 40%~44%, 在海水中 (3.2%) 则为 36%~40%, 最佳蛋能为 25 mg/kJ.

由于在虾类中还未能设计出一种能使实验动物生长良好的氨基酸试验饲料, 因此在虾类中确定必需氨基酸的需求量往往只能以全虾或肌肉的必需氨基酸组成作为对必需氨基酸需求的一种参考^[2,3]. 最近, Oseni 等^[4,5]用酪蛋白和明胶作为主要蛋白源添加混合晶体氨基酸试验饲料确定 $w=40\%$ 蛋白水平的斑节对虾饲料必需氨基酸需求量大大低于用虾体必需氨基酸组成所推荐的必需氨基酸模式, 这些数据在饲料配方中的实用价值值得探讨. 本研究针对目前斑节对虾必需氨基酸需求模式中存在的缺限进一步研究了斑节对虾的必需氨基酸需求模式, 作为斑节对虾实用饲料配方的基础.

1 实验材料与方法

1.1 试验虾和饲养条件

试验斑节对虾苗来自南海水产研究所深圳盐田试验基地育苗场, 体质量 0.2 g 左右. 试验虾饲养在露天水泥池 (3 m×2 m×1 m) 中, 池底铺一层珊瑚砂. 共设计 7 个试验组, 每试验组 3 个水泥池, 每池饲养 50 尾试验虾. 放苗 1 周前用将池水盐度调为 1.6%, 每池

^{*} 基金项目: 广东恒兴饲料集团有限公司资助

收稿日期: 2000-01-03; 作者简介: 刘栋辉 (1972~), 男, 讲师.

设置 4 个充气石充气. 养殖期间每天巡池观察虾的活动情况和水质, 测定水温; 投饲 2 次, 分别为 9: 00 和 18: 00, 投饲率为 5% ~ 8%, 上午投每天投饲量的 40%, 下午投 60%; 晴天中午充气 4 h, 阴雨天全天充气. 每周每池投放 1 kg 沸石粉, 测定盐度、pH 值和溶氧, 保证盐度在 $(1.6 \pm 0.2)\%$, pH 在 7.0 ~ 9.0, 溶氧在 6 mg/L 以上. 每 10 天用 1.5×10^{-6} 的漂白粉全池消毒, 用抄网检查虾的体质量情况, 调整投饲量. 整个养殖期间除添加少量淡水外不换水.

1.2 试验饲料组成

试验饲料参照斑节对虾全虾必需氨基酸组成模式和美国大豆协会 Keefe (1999) 推荐的“对虾饲料配方指南”进行配方, 用双螺杆挤压机共制成 7 种粒径为 1.5 mm 的颗粒饲料, 分别命名为半纯化组、青霉素渣组、B12 渣组、Vc 渣组、酪蛋白组、血粉组、鱼粉组. 饲料的组成和营养成分见表 1.

表 1 试验饲料的组成和分析值
Tab 1 Formulation and approximate composition of experimental diets w/ %

成 分	饲料组						
	1	2	3	4	5	6	7
秘鲁鱼粉	17.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
青霉素渣	/	5.0	/	/	/	/	/
B12 渣	/	/	5.0	/	/	/	/
Vc 渣	/	/	/	5.0	/	/	/
酪蛋白	16.5	/	/	/	/	3.0	/
血粉	/	/	/	/	3.0		
微晶纤维素	5.5	/	/	/	2.0	2.0	1.0
共同组分 ¹⁾	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
成分分析	饲料组						
	1	2	3	4	5	6	7
干物质	90.14	90.87	90.24	90.11	90.44	90.75	89.98
粗蛋白	41.77	41.12	41.41	41.85	41.36	41.87	41.56
粗脂肪	7.12	6.62	6.75	6.82	6.83	6.48	6.87
灰分	9.14	10.21	10.25	10.45	10.36	10.61	10.32
精氨酸	2.78	3.11	2.86	2.92	2.88	3.05	3.05
赖氨酸	2.45	2.35	2.12	2.20	2.10	2.11	2.23
蛋氨酸	0.85	0.74	0.69	0.72	0.74	0.74	0.87
苏氨酸	1.70	1.67	1.51	1.57	1.50	1.45	1.64

1) 共同组分(w/ %): 面粉 20.0 花生粕 10.0 大豆粕 10.0 啤酒酵母 5.0, 虾头粉 7.0, 鲑鱼内脏粉 3.0, 苏氨酸 0.2 大豆油 1.0 鱼油 1.0, 复合无机盐 2.4, 复合维生素 0.2, 大豆磷脂 1.0, 氯化胆碱 0.2

1.3 样品采集和分析

养殖试验结束时, 称质计数. 每池随机抽出 6 尾, 分别称量, 测量体长. 用注射器从虾头胸甲背部后缘进入围心窦取血淋巴, 每 6 尾虾的血淋巴作一个混样. 然后在碎冰中放置 10 min 后以 6 000 r/min 离心 5 min, 吸取上层血清冰箱中保存. 取过血淋巴的虾再取出肝胰脏并分别称量. 另取 3 尾虾于 105 ℃下烘干测量蛋白质和氨基酸组成.

饲料、全虾和血清中的蛋白用微量凯氏定氮法（Tecator，Sweden）测定，饲料和全虾中的氨基酸用高速氨基酸分析仪（Hitachi，Japan）测定，粗脂肪用索氏抽提法（Tecator，Sweden），灰分用干法灰化法。

所有的数据资料用单因素方差分析处理，若有显著差异存在则用 Duncans 多重比较法确定组间差异。

2 结 果

2.1 斑节对虾的相对增重率、存活率、饲料系数和蛋白保留效率

由表 2 可知，饲养 70 d 后，存活率以鱼粉组> 血粉组> 半纯化组> VC 渣组> 酪蛋白组> 青霉素组> B12 渣组，其中鱼粉组、血粉组、半纯化组的存活率显著大于酪蛋白组，酪蛋白组又显著大于 B12 渣组。相对增重率以鱼粉组> 血粉组> 半纯化组> VC 渣组> 酪蛋白组> 青霉素渣组> B12 渣组，其中血粉组显著大于酪蛋白组，酪蛋白组又显著大于 B12 渣组，其它各组之间无显著差异。饲料系数则以鱼粉组< 血粉组< 半纯化组< VC 渣组< 酪蛋白组< 青霉素渣组< B12 渣组，其中鱼粉组、血粉组显著低于 VC 渣组，VC 渣组又显著低于青霉素渣素和 B12 渣组。蛋白质保留效率以鱼粉组> 血粉组> 半纯化组> VC 渣组> 酪蛋白组> 青霉素渣组> B12 渣组。从存活率、相对增重率、饲料系数和蛋白保留效率这几项指标来看，鱼粉组、血粉组和半纯化组明显好于 VC 渣组、酪蛋白组、青霉素渣组，而以 B12 渣组最差。

表 2 斑节对虾摄食 7 种饲料 70 d 后的相对增重率、存活率、饲料系数和蛋白保留效率

Tah 2 Weight gain, survival rate, feed conversion ratio and feed protein retention efficiency of *P. monodon* fed experimental diets for 70 days

组别	开始质量/g	存活率/%	相对增重率/%	饲料系数	蛋白保留效率/%
半纯化组	0.28±0.02	52.7±7.0 ^c	765.7±176.8 ^{abc}	3.00±0.51 ^{ab}	17.00±2.00 ^b
青霉素渣组	0.31±0.06	39.0±7.1 ^{abc}	578.5±144.1 ^{abc}	6.49±0.32 ^c	8.50±0.70 ^a
B12 渣组	0.30±0.03	32.7±4.6 ^a	532.4±56.7 ^a	9.96±1.51 ^d	7.67±0.58 ^a
VC 渣组	0.30±0.03	46.7±5.8 ^{bc}	673.4±57.9 ^{bc}	4.01±0.37 ^b	13.33±1.53 ^b
酪蛋白组	0.29±0.03	40.7±1.2 ^b	602.1±109.4 ^b	5.86±1.78 ^{bc}	9.67±1.53 ^a
血粉组	0.28±0.05	56.7±6.1 ^c	867.2±120.5 ^c	2.34±0.29 ^a	19.67±2.08 ^{bc}
鱼粉组	0.29±0.06	65.0±7.1 ^c	908.7±171.4 ^{bc}	1.88±0.13 ^a	23.50±0.71 ^c

同列数据右上角有相同英文上标字母表示无差异显著（ $P>0.05$ ），数据为平均值±标准差，以下各表相同。

存活率（%）= 终末尾数/初始尾数×100；相对增重率（%）=（末质量－初质量）/初质量×100；

饲料转换系数= 摄食饲料总量/（末质量－初质量）；

蛋白质保留效率（%）=（末蛋白质量－初始重蛋白质量）/摄食蛋白总质量

2.2 虾体蛋白和必需氨基酸组成

由表 3 可知，斑节对虾摄食 7 种试验饲料 70 d 后，虾体干物质粗蛋白质量含量以青霉素渣组最低，为 62.63%，鱼粉组最高，为 66.63%，鱼粉组显著高于其它各组，青霉素渣组除了和酪蛋白组之间无显著差异外显著低于其它各组。各试验组 TEAA 与粗蛋白之比相差较小，约占总蛋白的 40%，每一必需氨基酸与 TEAA 之比值相差也较小，各必需氨基酸

的质量含量与 TEAA 之平均比值分别为：精氨酸 18.67%，赖氨酸 15.96%，蛋氨酸 5.90%，苏氨酸 8.17%，缬氨酸 11.36%，异亮氨酸 9.49%，亮氨酸 15.99%，苯丙氨酸 10.12%，组氨酸 4.33%。

表 3 对虾体蛋白、虾体总必需氨基酸与总蛋白比率及各必需氨基酸与总必需氨基酸比率

Tah 3 Whole body protein levels ratios of total essential amino acids to total protein and individual essential amino acid to total essential amino acids of *P. monodon* fed

组别	总蛋白	TEA/ TP ¹⁾	EAA/ TEAA ²⁾								
			Arg	Lys	Met	Thr	Ile	Leu	Val	His	Phe
半纯化组	65.04±0.46 ^c	41.1	18.19	15.48	5.73	8.26	9.67	16.07	11.46	4.56	10.57
青霉素渣组	62.63±0.11 ^a	40.0	18.60	15.97	5.91	8.18	9.54	15.97	11.34	4.39	10.10
B12 渣组	64.30±0.25 ^c	38.9	18.86	16.11	5.92	8.23	9.39	15.99	11.23	4.28	9.99
VC 渣组	65.54±0.29 ^{cd}	39.0	18.97	16.24	5.99	8.29	9.43	15.77	11.35	4.11	9.86
酪蛋白组	63.44±0.32 ^{ab}	39.7	18.94	15.97	5.88	8.02	9.37	16.08	11.40	4.29	10.05
血粉组	63.16±0.06 ^b	40.8	18.45	15.99	5.90	8.03	9.54	16.10	11.41	4.35	10.24
鱼粉组	66.63±0.19 ^e	40.3	18.68	15.97	5.94	8.17	9.51	15.97	11.36	4.34	10.06
平均值		40.0	18.67	15.96	5.90	8.17	9.49	15.99	11.36	4.33	10.12

1) 总必需氨基酸与总蛋白之比； 2) 某一必需氨基酸占总必需氨基酸（TEAA）的百分比

3 讨 论

3.1 饲料必需氨基酸组成和虾体必需氨基酸组成

由于 Mardson 等^[2]和 Pascal 等^[3]所推荐的斑节对虾必需氨基酸求模式在苏氨酸和精氨酸上相差很大，本试验综合了他们的数据推出配方标准为粗蛋白 40%，精氨酸 3.00%，赖氨酸 2.75%，蛋氨酸 0.90%，苏氨酸 1.74%，色氨酸 0.44%，异亮氨酸 1.80%，亮氨酸 3.00%，缬氨酸 2.04%，苯丙氨酸+酪氨酸 2.76%，组氨酸 0.95%。试验饲料测定结果发现赖氨酸和蛋氨酸与配方标准相差最大，半纯化组各必需氨基酸的达标率是最好的，B12 渣组最差。由于 B12 渣组的存活率、相对增重率、蛋白质保留效率都显著低于半纯化组和鱼粉组，很显然蛋氨酸和赖氨酸成了饲料中的限制性氨基酸。从虾体最后必需氨基酸测定结果看来，饲料的必需氨基酸组成虽然影响斑节对虾的生长以及虾体蛋白含量，但对总必需氨基酸与总蛋白的比率以及各种必需氨基酸与总必需氨基酸的比率影响不大。以粗蛋白 40%为基准，则各必需氨基酸的比例分别为：精氨酸 3.01%，赖氨酸 2.60%，蛋氨酸 0.94%，苏氨酸 1.32%，亮异氨酸 1.53%，亮氨酸 2.57%，缬氨酸 1.82%，苯丙氨酸 1.62%，组氨酸 0.70%，这一必需氨基酸模式显然 Pascual 和 Marsden 所推荐的必需氨基酸需求模式。但值得一提的是，本试验所测定虾体蛋氨酸的组成比配方标准有所提高，从鱼粉组饲料的蛋氨酸含量达标率最高以及存活率、增重率和蛋白保留效率表现最好说明了配方标准中蛋氨酸标准可能偏低。综上所述，我们认为以粗蛋白 40%为基准，斑节对虾幼虾饲料必需氨基酸组成模式以精氨酸 3.00%，赖氨酸 2.75%，蛋氨酸 1.00%，苏氨酸 1.56%，异亮氨酸 1.76%，亮氨酸 2.90%，缬氨酸 2.03%，苯丙氨酸 1.62%，组氨酸 0.92%是比较理想的。

3.2 蛋白源与斑节对虾饲料

虾的最适蛋白水平与蛋白质的质量有很大的关系，不同蛋白源对虾的生长影响很大。

在本试验中, 主要用秘鲁鱼粉、虾头粉、鱿鱼内脏粉、花生粕、大豆粕作为蛋白源, 发现用酪蛋白跟上述通用蛋白源配成的半纯化饲料饲料在存活率、增重率和蛋白质保留效率上不如秘鲁鱼粉对照饲料, 说明酪蛋白对斑节对虾并不是很理想的蛋白源. 分别添加 5% 的 B12 渣、Vc 渣、青霉素渣以及 3% 的血粉、酪蛋白作为蛋白源时, 均不如用秘鲁鱼粉完全取代这些蛋白源, 看来鱼粉在斑节对虾饲料中还是具有决定性的作用, 其它蛋白源对它的替代效果不是很理想. 从本试验中可以认为, 在斑节对虾饲料中, 这几种蛋白源的优劣依次为秘鲁鱼粉、血粉、VC 渣、酪蛋白、青霉素渣和 B12 渣.

参考文献:

- [1] SHIAU S Y, KWOK C G, CHOU B S. Optimal dietary protein level of *Penaeus monodon* reared in seawater and brackishwater[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1991, 57(4): 711 ~ 716
- [2] MARSDEN G, MCGUREN M, SARAC H Z et al. Nutrition composition of some marine feeds used in prawn maturation[A]. In: Proc. aquaculture nutrition workshop NSW fisheries. Brackish Water Fish Culture Research Station, Salamander Bay[D]. Australia 1991.
- [3] PASCUAL F R, KANAZANA A. Specific amino acid-free semi-purified diets for *Penaeus monodon* juveniles[J]. Mem Kagoshima Univ Res Center South Pacific, 1986, 7: 65 ~ 72.
- [4] OSENI M, MILLAMENA M, TERUEL M B et al. Quantitative dietary requirement of postlarval tiger shrimp *Penaeus monodon* for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan[J]. Aquaculture, 1999, 179(1-4): 169 ~ 179.
- [5] OSENI M, MILLAMENA M, TERUEL M B, et al. Requirements of juvenile marine shrimp *Penaeus monodon* for lysine and arginine[J]. Aquaculture, 1998, 164(1-4): 95 ~ 105.

Study on Feed Formulation of Tiger Shrimp *Penaeus monodon*

LIU Dong-hui^{*}, LIU Yong-jian, TIAN Li-xia, LIANG Gui-yin

Abstract: This study aimed to investigate the effect of 5 special protein sources including penicillin dregs, vitamin B12 dregs, vitamin C dregs, casein and spray blood meal in place of fish meal respectively in diets on tiger shrimp *Penaeus monodon*. Juvenile tiger shrimps weighing about 0.2 g were reared in outdoor cement pools for 70 days. Results assessed by weight gain, survival rate, feed conversion ratio and feed protein retention efficiency indicated that effect from the best to the worst was spray blood meal, vitamin C dregs, casein, Penicillin dregs, vitamin B12 dregs successively, but they were all worse than fish meal. While protein levels of tiger shrimp whole body were affected by feed composition, ratio of total essential amino acids to whole body protein and each essential amino acids to total essential amino acids were relatively constant. Based on tiger shrimp whole body essential amino acids composition profile, we recommended the essential amino acids profile of juvenile tiger shrimp feed containing $w=40\%$ protein was arginine 3.00%, lysine 2.75%, methionine 1.00%, threonine 1.56%, isoleucine 1.76%, leucine 2.90%, valine 2.03%, phenylalanine 1.62%, histidine 0.92%, tryptophan 0.44%.

Keywords: tiger shrimp *Penaeus monodon*; essential amino acids

^{*} School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China