

# 生物饲料对克氏原螯虾生长及性腺发育的影响

徐增洪 周 鑫 水 燕 赵朝阳

(中国水产科学研究院 淡水渔业研究中心 农业部淡水渔业和种质资源利用重点实验室 江苏 无锡 214081)

**摘要:**应用生物饲料饲养克氏原螯虾并和普通饲料进行营养评价及养殖效果比较,通过对克氏原螯虾的生长速度和性腺发育指标的测定和观察,研究和评价生物饲料对克氏原螯虾的养殖效果。试验结果表明,生物饲料和普通饲料相比其氨基酸数量、种类更为齐全,尤其是必需氨基酸含量更为丰富、比例更为平衡,即两者的必需氨基酸指数EAAI有显著性差异( $P < 0.01$ )。生物饲料组和普通饲料组经2个月的比较饲喂养殖,平均生长速度(日均增重率)分别为1.75%、1.48%;性腺成熟系数、肝体比和相对怀卵量等指标经数理统计检验显示,在2种饲料之间均存在不同程度的差异性( $P < 0.05$ ),即生物饲料对克氏原螯虾的生长和性腺成熟发育和普通饲料相比具有显著性差异,表明生物饲料对克氏原螯等水产养殖有着较好的饲养效果,具有良好的推广价值。

**关键词:**生物饲料;克氏原螯虾;生长;性腺发育

中图分类号:S917 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2013)增刊-0283-04

## Study on the Effect of Body and Gonad Growth of Crayfish Feeding Biology Feed

XU Zeng-hong ZHOU Xin SHUI Yan ZHAO Chao-yang

(Key Laboratory of Freshwater Fisheries and Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center of Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China)

**Abstract:** Compare the effect of feeding biology feed and general feed to breed crayfish, to value the biology feed effect by observing and mensurating the crayfish's growth rate and the gonad growth. The results show that the biology feed are excelled than the general feed on the amino acids kinds and the content of the EAA especially, namely the otherness on EAAI is prominent. The average growth rate of the biology feed and general feed are 1.75% and 1.48% after two months feeding. There are some different degree otherness on the gonad growth coefficients, the ratio of the liver to body and the comparative eggs quantity, after math statistic checkout, the otherness on body growth and gonad growth between biology feed and general feed to feed crayfish is prominent, the study indicate that the biology feed have good value to crayfish and aquiculture.

**Key words:** Biology feeds; Crayfish; Growth; Gonad growth

生物饲料又称生物发酵饲料,含有经过益生菌发酵的次级产物,因此,它与传统的配合饲料相比存在较大差别,其最大的不同是生物饲料中的部分物料经益生菌降解后,以易消化吸收的小分子蛋白、小肽、核苷酸和寡糖等营养成分的形式存在,其中的植物蛋白被转化为微生物的菌丝蛋白(属动物性蛋白),同时富含耐高温益生菌和各种酶类,具有提高饲料诱食性和利用率、促进水产动物免疫器官发育和机体的生长、增强免疫力和提高养殖成活率的功能<sup>[1]</sup>,因此,生物饲料作为微生态理论在饲料领域

应用的成果,在养殖业中已不断得到推广应用,产生了良好的经济效益和社会效益<sup>[2-5]</sup>。

克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)俗称小龙虾、淡水小龙虾,国外称之为红沼泽螯虾(Red Swamp Crayfish)。该虾原产于北美地区,1918年被引入到日本,1929年再由日本移至我国<sup>[6-7]</sup>,经几十年的扩散,在我国已形成了庞大的自然种群,目前几乎遍布于除新疆、西藏以外的所有省份。由于该虾生长迅速,肉味鲜美,近年来国内外的消费需求量快速增长,人工养殖随之得到了快速发展<sup>[8-10]</sup>,国外对克

收稿日期:2013-08-26

基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目(201003070)

作者简介:徐增洪(1970-),男,浙江桐庐人,副研究员,主要从事水产养殖学研究。

通讯作者:周鑫(1956-),男,浙江瑞安人,研究员,主要从事水产养殖学研究。

氏原螯虾生物学研究已有较多报道<sup>[11-12]</sup> ,国内对养殖技术的相关研究也已陆续开展。本研究以生物饲料对克氏原螯虾养殖生长开展应用研究,为生物饲料的应用价值和克氏原螯虾养殖的饲料源开发提供理论依据和应用试验研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

普通克氏原螯虾配合饲料(粗蛋白 38.5%)和 BGB 生物饲料(粗蛋白 41.7%,北京某生物科技有限公司生产),用这 2 种饲料分别进行克氏原螯虾池塘养殖比较试验。

### 1.2 饲料营养价值评定方法

对 2 种饲料进行氨基酸分析测定评价,根据 FAO/WHO 1973 年建议的氨基酸评分标准模式和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式,分别按下式计算氨基酸评分值(AAS)和必需氨基酸指数(EAAI)。

$$AAS = \frac{aa}{AA_{(FAO/WHO)}} \times 100; EAAI = \left( \frac{100A}{A_0} \times \frac{100B}{B_0} \times \frac{100C}{C_0} \times \frac{100G}{G_0} \right)^{1/n}$$

式中: aa 为试验样品氨基酸含量(%),  $AA_{(FAO/WHO)}$  为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量(%), A、B、C...G 为样品中必需氨基酸含量(%),  $A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ ... $G_0$  为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%), n 为比较的必需氨基酸个数<sup>[13-14]</sup>。

### 1.3 克氏原螯虾生长及性腺发育指标跟踪测定

定期对投喂普通饲料和生物饲料的克氏原螯虾养殖池每隔 15~20 d 进行抽样(20~30 尾)测定,包括增重率、性腺成熟系数、肝体比和相对怀卵率各项指标,在克氏原螯虾主要生长和繁殖季节(7~10 月)进行 5 次抽样测定,设置一个重复,即一种饲料平行投喂 2 口养殖池。

相关公式: 相对日增重率 = (末体重 - 初体重) / 初体重 × 养殖天数 × 100%; 性腺成熟系数 = 性腺重 / 体重 × 100%; 肝体比指数(HSI) = 肝脏重 / 体重 × 100%; 相对怀卵量 = 绝对怀卵量 / 体重, (单位: 粒/g)。

## 2 结果与分析

### 2.1 普通克氏原螯虾配合饲料和 BGB 生物饲料氨基酸测定和分析

### 2.2 普通配合饲料和 BGB 生物饲料营养价值评定

将表 1 中的必需氨基酸换算成每克氮所含氨基酸毫克数后,分别计算出普通克氏原螯饲料和 BGB

生物饲料中的氨基酸评分值(AAS)和必需氨基酸指数(EAAI)结果见表 2。

根据表 1、2 结果,经分析测定普通饲料和生物饲料其氨基酸总量分别占 26.16% 和 36.57%,必需氨基酸总量分别占 9.45% 和 16.15%,必需氨基酸指数分别为 45.59 和 77.79,比较两者必需氨基酸评分值(AAS),显示生物饲料的各项指标均要明显高于普通饲料,此外,必需氨基酸占总氨基酸比例即  $W_{EAA}/W_{TAA}$  比值普通饲料和生物饲料两者分别为 36.12% 和 44.16%,必需氨基酸占非必需氨基酸比例即  $W_{EAA}/W_{NEAA}$  比值两者分别为 56.55% 和 79.09%。

表 1 普通配合饲料、BGB 生物饲料氨基酸分析测定值

Tab. 1 Amino acids analyse of general feed and BGB biology feed %

氨基酸 Amino acids	普通配合饲料 (粗蛋白 38.5) General feed (Coarse protein content 38.5)	BGB 生物饲料 (粗蛋白 41.7) BGB biology feed (Coarse protein content 41.7)
蛋氨酸* Met	0.98	1.77
赖氨酸* Lys	2.18	3.43
缬氨酸* Val	1.17	1.94
异亮氨酸* Ile	1.12	2.25
亮氨酸* Leu	1.38	2.96
苯丙氨酸* Phe	1.34	1.95
苏氨酸* Thr	1.28	1.85
组氨酸 His	1.86	2.06
精氨酸 Arg	2.29	2.32
丝氨酸 Ser	1.28	1.57
甘氨酸 Gly	2.29	2.38
丙氨酸 Ala	2.14	2.41
谷氨酸 Glu	2.09	2.31
脯氨酸 Pro	1.35	1.68
天门冬氨酸 Asp	1.93	2.15
谷氨酰胺 Gln	-	0.89
酪氨酸 Tyr	1.48	1.71
半胱氨酸 Cys	-	0.76
氨基酸总量 $W_{TAA}$	26.16	36.57
必需氨基酸总量 $W_{EAA}$	9.45	16.15
$W_{EAA}/W_{TAA}$	36.12	44.16
$W_{EAA}/W_{NEAA}$	56.55	79.09

注: \* . 必需氨基酸; - . 未检出;  $W_{TAA}$  . 氨基酸总量;  $W_{EAA}$  . 必需氨基酸总量;  $W_{NEAA}$  . 非必需氨基酸总量。

Note: \* . Denote EAA; - . Denote not examining out;  $W_{TAA}$  . Denote total amino acids;  $W_{EAA}$  . Denote total EAA;  $W_{NEAA}$  . Denote total NEAA.

表2 普通配合饲料、BGB 生物饲料必需氨基酸营养评价

Tab.2 EAA analyse of General feed and BGB biology feed

氨基酸 Amino acids	普通配合饲料含量 General feed content AAS		BGB 生物饲料含量 BGB biology feed content AAS		全鸡蛋蛋白 质标准值 Egg protein standard	FAO/WHO 评价 模式标准值 FAO/WHO evaluation mode standard
蛋氨酸 + 胱氨酸 Mer + Cys	0.98	0.28	2.53	0.72	3.86	2.2
赖氨酸 Lys	2.18	0.40	3.43	0.63	4.41	3.4
缬氨酸 Val	1.17	0.24	1.94	0.39	4.10	3.1
异亮氨酸 Ile	0.92	0.23	2.25	0.56	3.31	2.5
亮氨酸 Leu	1.16	0.16	2.96	0.42	5.34	4.4
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	2.82	0.46	3.66	0.60	5.65	3.8
苏氨酸 Thr	1.28	0.32	1.85	0.46	2.92	2.5
必需氨基酸指数 EAAI	45.59	77.79				

注: AAS 为氨基酸评分值。  
Note: AAS denote amimo evaluation.

2.3 对投喂 BGB 生物饲料和普通饲料养殖池定期进行克氏原螯虾生长指标抽样测定

表3 显示,用普通饲料和生物饲料投喂克氏原螯虾,经2个月的饲喂养殖,生物饲料组其相对日均增重率每次都要高于普通饲料组,总体平均值分别为1.48%和1.75%。经数理统计分析(*t*检验),在5次抽样检测中,平均体重有4次呈显著性差异,平均体长有2次呈显著性差异,体重差异性要高于体长差异性。

表3 投喂普通饲料组和生物饲料组克氏原螯虾生长抽样测定记录 (n = 25)

Tab.3 The results of crayfish growth of general feed and BGB biology feed (n = 25)

抽样日期 (月-日) Sample date	抽样尾数 Sample number	普通饲料养殖池 General feed ponds			BGB 生物饲料养殖池 BGB biology feed ponds		
		平均体长/cm Middle length	平均体重/g Middle weight	相对日均增重率/% Relative growth rate	平均体长/cm Middle length	平均体重/g Middle weight	相对日均增重率/% Relative growth rate
07-20	25	7.3 ± 0.4a	12.97 ± 1.33a	-	7.2 ± 0.4a	13.26 ± 1.25a	-
08-07	25	7.6 ± 0.5a	16.12 ± 1.57a	1.35	7.8 ± 0.6a	18.57 ± 1.46b	2.22
08-22	25	8.3 ± 0.6a	21.38 ± 1.95a	2.18	8.6 ± 0.5b	24.89 ± 2.23b	2.27
09-05	25	9.1 ± 0.4a	25.78 ± 2.32a	1.58	9.6 ± 0.5b	30.19 ± 2.56b	1.64
09-21	25	9.6 ± 0.5a	29.16 ± 2.18a	0.82	9.9 ± 0.6a	34.35 ± 2.79b	0.86

注: 同项比较中字母同为 a 表示两者差异不显著, 若为 a、b 则表示两者差异显著。表4同。  
Note: The two same items's letter a denote no significant difference, letters are a and b denote significant difference. The same as Tab. 4.

2.4 对投喂普通饲料和生物饲料养殖池定期进行克氏原螯虾性腺发育指标测定

表4表明,投喂普通饲料和生物饲料的池塘克氏原螯虾其性腺发育情况(性腺成熟系数、肝体比和相对怀卵量),经差异显著性数理统计分析(*t*检验),在5次抽样测定中,性腺成熟系数和相对怀卵量均有4次呈差异显著,肝体比指标有3次呈差异显著,表明总体存在不同程度的差异显著性。

表4 普通饲料组和 BGB 生物饲料组克氏原螯虾性腺发育指标抽样测定 (n = 20)

Tab.4 The results of crayfish gonad growth of general feed and BGB biology feed (n = 20)

抽样日期 (月-日) Sample date	普通饲料养殖池			BGB 生物饲料养殖池		
	性腺成熟系数/% Mature coefficient of gonad	肝体比/% (HIS) Ratio of liver to body	相对怀卵量 (粒/g 体重) Relative fecundity	性腺成熟系数/% Mature coefficient of gonad	肝体比/% (HIS) Ratio of liver to body	相对怀卵量 (粒/g 体重) Relative fecundity
07-05	1.81 ± 0.23a	5.38 ± 1.22a	7.93 ± 2.13a	1.95 ± 0.32b	6.21 ± 1.34b	8.55 ± 1.34b
07-20	2.59 ± 0.28a	4.69 ± 1.07a	11.65 ± 1.78a	3.13 ± 0.24b	5.08 ± 1.19b	12.07 ± 1.32a
08-05	3.25 ± 0.33a	4.37 ± 1.15a	8.67 ± 1.88a	3.79 ± 0.44b	4.75 ± 1.22b	10.37 ± 1.98b
09-05	2.88 ± 0.19a	4.25 ± 1.18a	10.12 ± 2.35a	3.36 ± 0.40b	4.33 ± 1.31a	13.79 ± 1.76b
10-03	1.84 ± 0.27a	3.76 ± 1.26a	9.26 ± 3.21a	1.93 ± 0.38a	4.14 ± 1.36a	10.39 ± 2.03b

### 3 讨论

#### 3.1 生物饲料与普通饲料的营养成分和营养价值的差异

生物饲料是利用低值饼粕类、虾蟹壳或各类农副产品加工废弃物经微生物发酵处理后制成的一种饲料,含有经益生菌发酵降解后的次级产物,以易消化吸收的小分子蛋白、小肽、核苷酸和寡糖等营养成分的形式存在。植物蛋白被转化为微生物菌体蛋白,其中的抗营养因子得到降解,这种发酵生物蛋白可部分或全部替代进口优质鱼粉,同时富含耐高温益生菌和各种酶类,具有提高饲料诱食性和利用率、促进水产动物机体的生长和增强免疫力提高养殖成活率的功能,因此它与传统的普通配合饲料相比存在较大差别。根据本试验对 BGB 生物饲料与普通饲料的分析测定结果,氨基酸总量分别占 36.57%, 26.16%, 必需氨基酸总量分别占 16.15%, 9.45%, 必需氨基酸指数分别为 77.79, 45.59, 以及比较两者必需氨基酸评分值(AAS),显示生物饲料的各项指标均要明显高于普通饲料。除了氨基酸总量受饲料总蛋白含量影响外,其必需氨基酸种类、比例和平衡效果即必需氨基酸指数存在明显的差异性,根据 FAO/WHO 的理想蛋白质评价模式标准,质量较好的蛋白质其组成的氨基酸的  $W_{EAA}/W_{TAA}$  在 40% 左右,  $W_{EAA}/W_{NEAA}$  在 60% 以上<sup>[12-13]</sup>,结果显示生物饲料其氨基酸平衡效果、蛋白质质量要明显优于传统的普通配合饲料。

#### 3.2 生物饲料对克氏原螯虾生长和性腺发育的影响

通过对生物饲料和普通配合饲料养殖克氏原螯虾的对比试验,表明两者对克氏原螯虾生长和性腺发育存在不同程度的差异性,反映出投喂不同饲料后两者个体营养和发育状况的差异性。在主要生长和繁殖季节(5-10月)经5次抽样测定,相对日均增重率生物饲料组每次均要高于普通饲料组,经差异显著性检验体重增长较体长生长差异性更为显著。在性腺发育相关指标中,性腺成熟系数和相对怀卵量存在较为明显的差异性,其次是肝体比指标,数据显示性腺成熟度和肝体比指标并不同步而存在一个相应的时间差,即当前者性腺成熟指数处于上升时(峰值出现在8-9月)后者肝体比指标则开始下降(峰值出现在7-8月),这符合营养积累和性腺发育的相互关系,即肝脏为性腺发育提供营养储备。进入10月以后性腺成熟系数、肝体比指标差异显著性下降或无差异性情况,这是由于进行繁殖高峰期后亲虾陆续开始产卵而影响测定数值。以上各项生

理指标的相互关系再次表明机体的营养状况直接影响个体的生长和繁殖发育状况。

生物饲料作为一种新型饲料,其应用前景将随着研究的不断深入而得到拓展。生物饲料对开发植物性饲料蛋白源具有重要的意义;其消化与吸收率得到明显提高,有利于降低饲料系数和饲料成本,提高生产收益;生物饲料投喂后降低水体污染,改善养殖生态环境,抗病力和养殖成活率得到显著提高,可减少化学药物的使用,具有加快虾蟹生长速度和改善虾蟹商品品质的作用,生态效益好,有利于绿色无公害食品生产,因此,生物饲料在水产高效养殖中具有很好的推广应用前景<sup>[3-4]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 赵朝阳,王天神,周鑫,等.生物饲料在虾蟹健康养殖中的应用前景[J].饲料研究,2011(6):69-71.
- [2] 刘立鹤,姚娟,李彪,等.酵母源生物饲料在水产养殖中的应用[J].饲料与畜牧,2008(2):51-55.
- [3] 李德发.生物饲料的生产工艺[J].新农业,2010(12):2-30.
- [4] 高秀兰.大力开发微生物饲料的重要性[J].内蒙古农业科技,2009(1):80-81.
- [5] 李瑞玲,高沂,宋献艺,等.后抗生素时代生物饲料添加剂研发状况与对策[J].山西农业科学,2011,39(2):170-173.
- [6] 舒新亚,何裕康.克氏原螯虾生物学研究[J].湖北渔业,1991(3):22-26.
- [7] 李文杰.值得重视的淡水渔业对象-螯虾[J].水产养殖,1990(1):19-20.
- [8] 唐建清,滕忠祥,周继刚.淡水虾规模养殖关键技术[M].南京:江苏科学技术出版社,2002:4-5.
- [9] 董卫军,李铭,徐加元,等.克氏原螯虾繁殖生物学研究[J].水利渔业,2007,27(6):27-104.
- [10] 赵朝阳,周鑫,徐增洪,等.克氏原螯虾人工诱导繁殖的初步研究[J].经济动物学报,2008,12(4):222-224.
- [11] Huner Jay V, Lindqvist, Qssi V, et al. Physiological adaptations of freshwater crayfishes that permit successful aquacultural enterprises[J]. Integrative and Comparative Biology, 1995, 35(1):12-19.
- [12] Avery J L, Romaine R P, McClain W R. Crawfish production. Production economics, pond construction and water supply[J]. USA: Southern Regional Aquaculture Center (SRAC), 1998, 24(2):1-4.
- [13] 丁建英,康琰,徐建荣.克氏原螯虾肌肉营养成分分析与评价[J].水产科技情报,2010,37(6):298-301.
- [14] 庄平,宋超,章龙珍.长江口安氏白虾与日本沼虾营养成分比较[J].动物学报,2008,54(5):822-829.