

# 中华绒螯蟹蟹种配饵中豆饼替代部分鱼粉的适宜含量

陈立桥 堵南山 赖 伟

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

**提 要** 本试验以不同比例的豆饼、鱼粉为主要蛋白源,配以菜饼、麸皮、玉米粉、复合维生素和无机盐等组成五组精制饵料,配饵的蛋白质含量为 36.64~37.23%,脂肪 2.75~3.10%,动、植物蛋白比 1:0.13~2.43,每公斤饵料含总能 451.51~462.23 千卡。在室内水泥池中用上述配饵时规格约 5 克的蟹种进行精心喂养 40 天,试验期间水温控制在  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ,试验结束时,以饵料的必需氨基酸组成、河蟹的特定生长率、饵料蛋白质利用率、蟹体生化组成等作为评价指标,结果表明,蟹种实用配饵中用 30%左右的豆饼替代鱼粉是合适的。豆饼添加过量或不足均会造成配饵中某些必需氨基酸比例失调而降低蟹的生长速度。

**关键词** 中华绒螯蟹,配合饵料,豆饼含量

营养元素齐全的配合饵料,不仅可以降低饵料成本,而且是提高养殖产量的基础。有关虾、蟹配饵中动、植物蛋白质的适宜配比问题,胡连元[1988]的研究表明,饵料中含 35%鱼粉时中国对虾生长率最高,增加鱼粉的比例会使虾的生长减慢和养殖成本增高。梁亚全等[1988]则认为配饵中含蛋白质 46%,动、植物蛋白比为 1:1.2 时对虾生长最快,但配饵中鱼粉比例过高会抑制虾充分生长的原因尚不清楚。Piedaepascual 等[1990]在网箱试验中分别用含脱脂鱼粉 15~55%、总蛋白质 40%和脂肪 10%的配饵饲养斑节对虾幼体,结果各组虾的生长无差异,但含豆粉 35%,秘鲁鱼粉 16%配饵组虾的产量最高。Chhorn[1990]报道配饵中豆粉代替鱼粉量大于 42%时,白脚对虾的增重率明显下降,综合考虑生长、生存率、饵料消耗系数等指标,结果表明用豆饼代替 28%动物蛋白的配饵适合幼虾的生长,如能改善饵料在水中的稳定性和可食性,豆粉的替代量可达 56%。Venketaramiah[1975]指出饵料中含有一定植物性蛋白质可促进虾的生长、提高成活率和饵料利用率。以上结果说明植物蛋白取代动物蛋白的适宜量因虾的种类及生长阶段不同而异。在河蟹(中华绒螯蟹)的研究中,徐一枝[1989]通过比较试验,发现用混合饵料(精料:动物性饵料:青料 = 3:3:4)投喂时,河蟹生长快,肉质好,与全动物性饵料有相同的饲养效果。但有关河蟹配饵中动植物蛋白的适宜比例问题,目前尚未见详细的报道。

本研究以生产中常用的豆饼、鱼粉为原料,制成配饵对河蟹进行喂养试验,旨在探讨河蟹配饵中豆饼替代鱼粉的适宜添加量,为应用配饵的研制提供参考,具有现实的意义。

## 一、材料与方 法

试验蟹购自上海宝山区庭院特种试验场,规格约为5克/只,在室内暂养一周后择优随机分组。试验从1991年10月25日~12月3日(共40天)在上海金山漕泾对虾养殖公司育苗池中进行,共5组,各组设一重复,每池放蟹25只。池水体积约为 $2 \times 2 \times 0.5 \text{m}^3$ ,试验用水取自当地天然河水,池中每天间断充气12小时以上。试验期间,水温控制在 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , $\text{DO} \geq 5 \text{mg/l}$ , $\text{NH}_3 - \text{N} \leq 0.05 \text{mg/l}$ ,并用生石灰将池水pH调至7.5~8.0,水中钙硬度 $\geq 50 \text{mg/l}$ ,饵料的配方和营养成分见表1。其中主要原料先过60目的筛,再将其精制成粒径 $\leq 2 \text{mm}$ 的硬颗粒沉性饵料,60°C烘干至含水量 $\leq 10\%$ ,颗粒饵料在水中的稳定性大于3小时。每日定时投饵2次(12:00,18:00),月投饵量约占蟹体湿重的5%,投饵前回残饵,每周抽样称重并调整投饵量。每2—3天排污换水约 $\frac{1}{3}$ ,水泥池内设置充足数量的拱形瓦供蟹藏匿并避免其相互残杀。试验前和试验结束时分别将蟹饥饿2天,用布吸干后逐只称重(精确至0.01g),并测量体宽(至0.01cm)。蟹体组织的营养成分用常规分析法分析。用 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 间接指示法测定蛋白质表观消化率。氨基酸用氨基酸自动分析仪分析;以方差分析法对试验结束时蟹的体重、体宽及蟹体生化组成进行显著性差异检验。

计算公式(见第26页):

表1 试验饵料的组成和营养成分

Table 1 Ingredients and nutrient composition of the test diets

项 目	组 别(饵 料 号)				
	1	2	3	4	5
饵料配方(%)					
鱼粉	20	30	40	50	60
豆饼	57	43	29	14	0
菜饼	5	5	5	5	5
麸皮	5	5	5	5	5
玉米粉	3	7	11	16	20
复合维生素 <sup>(1)</sup>	2	2	2	2	2
无机盐混合物 <sup>(2)</sup>	4	4	4	4	4
添加物 <sup>(3)</sup>	4	4	4	4	4
饵料分析					
蛋白质(%)	36.77	37.01	36.64	37.23	37.16
脂肪(%)	2.85	3.10	3.10	2.75	3.07
纤维(%)	4.34	3.71	3.07	2.41	1.78
动物蛋白:植物蛋白	1:2.43	1:1.29	1:0.71	1:0.35	1:0.13
能量蛋白比(C/P)	12.57	12.45	12.51	12.18	12.18
能量(KCal/kg)	462.23	460.88	458.26	453.47	452.51

注:(1)上海兽药厂产品;(2)参考李爱杰等(1986)"不同蛋白含量对中国对虾生长的影响"(私人通信);(3)添加物:褐藻胶3%, $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 0.5%,甘氨酸0.5%。

$$\text{体重之特定生长率 (SGR}_w) = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100$$

$$\text{体宽之特定生长率 (SGR}_L) = \frac{\ln L_t - \ln L_0}{t} \times 100$$

$$\text{饵料转化率 (FCR)} = (W_t N_t - W_0 N_0) / (G - g)$$

$$\text{蛋白质效率 (PER)} = (W_t N_t - W_0 N_0) / (G - g) f_1$$

$$\text{蛋白质利用率 (PUR)} = (W_t N_t - W_0 N_0) f_2 / (G - g) f_1$$

$$\text{体蛋白增加量 (GBP)} = (W_t - W_0) f_2$$

$$\text{必需氨基酸指数 (EAAI)} = \sqrt[n]{\frac{100A_1}{B_1} \cdot \frac{100A_2}{B_2} \cdots \frac{100A_n}{B_n}}$$

$$\text{必需氨基酸供求比 (ESDR)} = \frac{\text{蟹体蛋白必需氨基酸}}{\text{饵料蛋白必需氨基酸}}$$

$$\text{蛋白价 (PS)} = \frac{\text{饵料中赖氨酸} + \text{蛋氨酸}}{\text{蟹体赖氨酸} + \text{蛋氨酸}}$$

$$\text{蜕壳率 (MF)} = 2n / (N_t + N_0)$$

其中： $W_t(L_t)$ 、 $W_0(L_0)$ 为试验结束和试验开始时蟹体平均湿重(体宽)； $N_t$ 、 $N_0$ 为试验结束和开始时的蟹体数； $n$ 为蟹蜕壳次数； $G$ 、 $g$ 为试验期间总投饵干重和校正后残饵量； $f_1$ 、 $f_2$ 分别为饵料和试验结束时蟹体蛋白含量； $t$ 为试验时间(以月表示)； $A$ 、 $B$ 分别为饵料蛋白和蟹体蛋白必需氨基酸。

## 二、结 果

1. 饵料组成对河蟹生长的影响 研究用各饵料配方的蛋白质含量为36.64~37.23%，脂肪2.75~3.10%，动、植物蛋白比1:0.13~2.43，每公斤饵料含452.51~462.23%千卡能量，能量水平随豆饼添加量的增大而提高，能量蛋白比(C/P)为12.18~12.57(表1)。各配方蛋白质含量与蟹种对饵料蛋白质适宜需求量35~40%基本吻合，能量蛋白比略高于7.1~8.7的适宜需求范围(陈立侨等,1992)。

各饵料配方氨基酸含量见表2，将试验前蟹体蛋白氨基酸测定值作为标准蛋白氨基酸含量。计算结果表明，必需氨基酸指数(EAAI)与饵料的豆饼添加量(B)成正比： $EAAI = 73.6615 + 24.4634B$  ( $R = 0.9960$ ,  $df = 3$ ,  $P \leq 0.01$ )，而必需氨基酸供求比(ESDR)、蛋白价(PS)则随豆饼百分比的增加而下降，相关方程分别为  $ESDR = 12.1785 - 3.1916B$  ( $R = -0.9830$ ,  $df = 3$ ,  $P \leq 0.01$ )、 $PS = 74.9843 - 2.1728B$  ( $R = -0.9179$ ,  $df = 3$ ,  $P \leq 0.025$ )。其中，1、2组饵料中供求比值大于或接近于1.5的必需氨基酸均为蛋氨酸，3、4、5组则为精氨酸和组氨酸。

试验结束时，各组蟹的生长率、蜕壳率与成活率等见表3。从表3可见，各试验组蟹的平均体宽差异不明显( $P > 0.05$ )，平均体重在2、3、4、5组间差异不大( $P > 0.05$ )，但2、3、4、5组与1组间均有显著差异( $P < 0.05$ )。相应地，第3组蟹的体重生长率最大，以下

(1) 陈立侨等,1992. 中华绒螯蟹饵料中适宜能量蛋白比的研究,首届中国青年水产学术大会论文集。

表2 饵料的必需氨基酸及其化学值

Table 2 Composition analysis and chemical score of essential amino acids in the diets

项 目	试验前蟹体	组 别(饵料号)				
		1	2	3	4	5
氨基酸(%)						
赖氨酸	1.879	1.481	1.463	1.444	1.414	1.395
异亮氨酸	1.290	1.260	1.211	1.161	1.100	1.051
亮氨酸	2.170	2.197	2.124	2.052	1.963	1.891
缬氨酸	1.404	1.418	1.402	1.386	1.362	1.346
精氨酸	2.400	1.803	1.626	1.448	1.257	1.080
组氨酸	0.630	0.576	0.498	0.420	0.338	0.260
苏氨酸	1.145	1.049	1.028	1.006	0.977	0.956
蛋氨酸	0.680	0.403	0.434	0.464	0.493	0.523
苯丙氨酸	1.860	1.909	1.992	2.076	2.146	2.230
∑氨基酸	13.458	12.096	11.778	11.457	11.050	10.732
必需氨基酸指数		87.05	84.48	81.33	77.24	73.19
蛋白价		73.62	74.13	74.56	74.52	74.95
必需氨基酸供求比		10.45	10.73	11.14	11.83	12.74
总和 <sup>(1)</sup>		(蛋氨酸)	(蛋氨酸)	(精氨酸) (组氨酸)	(精氨酸) (组氨酸)	(精氨酸) (组氨酸)

注: (1)括号内为限制性氨基酸。

依次为 4、5、2 和 1 组,体宽生长率( $SGR_L$ )与体重生长率( $SGR_w$ )、体重生长率和体蛋白增加量( $GBP$ )均呈正比关系; $SGR_w = 0.4505 + 0.1541SGR_L (R = 0.9370, df = 8, P < 0.01)$ ;  $GBP = -2.1100 + 4.0401SGR_w (R = 0.9700, df = 8, P < 0.01)$ 。据表 1 和表 3,当饵料中鱼粉升至 40%(豆饼降至 29%),动、植物蛋白比为 1:0.71 时,蟹的生长速度最快。但进一步提高鱼粉量,蟹体生长率不再增大,即河蟹对饵料中豆饼、鱼粉的添加量有其适合配比范围。从成活率统计结果来看,各组蟹的成活率相差不大,表明饵料中豆饼添加量低于 57%时对蟹的成活无明显影响。蜕壳率除 1 组略低外,其余各组变动在 76~84%之间(表 3),该表中同栏内标有不同字母的数值表示差异显著( $P < 0.05$ )。

2. 蛋白质表观消化率、蛋白质利用率与饵料组成的关系 蟹对各种饵料的蛋白质表观消化率、饵料转化率等的测定结果如表 4。由表 4,1、2 组的蛋白质表观消化率虽略低于 3、4、5 组,但各组之间的差异并不显著( $P > 0.05$ )。随着饵料中豆饼量增加和鱼粉百分比下降,饵料转化率( $FCR$ )、蛋白质效率( $PER$ )和蛋白质利用率( $PUR$ )均与配饵中植物蛋白质含量( $VP$ )呈明显的负相关关系; $FCR = 0.6063 - 0.2481VP (R = -0.9663, df = 8, P < 0.01)$ ;  $PER = 1.6281 - 8.0000VP (R = -0.9620, df = 8, P < 0.01)$ ;  $PUR = 0.2222 - 0.1268VP (R = -0.9409, df = 8, P < 0.01)$ 。

3. 试验后蟹体的生化组成 分析结果表明,1、2 组蟹体的水份含量明显高于 3、4 两组( $P < 0.05$ );而 1、2 组的蛋白质含量明显低于 3、4、5 组( $P < 0.05$ );2、3、4、5 组间的脂肪含量差异不明显,仅 2、5 组与 1 组间有显著差异( $P < 0.05$ );4、5 组灰分的测定值明显高于 2 组( $P < 0.05$ );各组无氮浸出物的含量与灰分含量的趋势相反(表 5)。

表3 试验结束时河蟹的特定生长率和体蛋白增加量

Table 3 Specific growth rate and gains of body protein of the final crab

组别	样本数	试验前		试验后		特定生长率 (%/月)		体蛋白 增加量 (g/只)	成活率 (%)	蜕壳率 (%)
		体宽(cm)	体重(g)	体宽(cm)	体重(g)	体宽	体重			
1	25	2.30±0.35	4.93±0.81	2.98±0.52a	13.50±1.21c	19.43	75.55	0.952	84	72
	25	2.30±0.40	5.01±0.92	3.00±0.47a	13.70±1.04c	19.93	75.45	0.965	88	76
2	25	2.35±0.37	5.08±0.82	3.32±0.51a	15.20±0.97b	25.92	82.20	1.159	88	76
	25	2.29±0.36	4.92±0.80	3.31±0.48a	15.12±1.02b	27.63	84.20	1.168	80	80
3	25	2.34±0.41	4.98±0.96	3.32±0.51a	16.01±1.71b	26.24	87.58	1.451	92	84
	25	2.33±0.40	5.04±0.90	3.49±0.42a	17.54±1.73a	30.30	93.53	1.644	84	84
4	25	2.39±0.37	5.11±0.80	3.37±0.47a	16.33±1.88b	25.77	87.14	1.488	88	80
	25	2.31±0.39	4.98±0.86	3.33±0.45a	16.09±1.80b	27.43	87.96	1.473	88	84
5	25	2.30±0.31	4.90±0.70	3.32±0.46a	15.54±1.77b	27.53	86.56	1.377	84	84
	25	2.34±0.35	5.04±0.72	3.32±0.48a	15.74±1.82b	26.24	85.41	1.385	88	80

表4 各试验饵料的饵料转化率、蛋白质效率和蛋白质利用率

Table 4 Effects of different diets on feed conversion ratio, protein efficiency ratio and protein utilization ratio of the crab

组别	饵料总消耗量(g)	饵料转化率	蛋白质效率	蛋白质利用率	蛋白质表现消化率(%)
1	438	0.411	1.12	0.124	81.39±0.31a
	454	0.421	1.15	0.127	82.07±0.27a
2	473	0.471	1.27	0.146	82.11±0.32a
	421	0.484	1.31	0.150	80.77±0.28a
3	502	0.505	1.38	0.181	84.11±0.45a
	505	0.520	1.42	0.187	86.11±0.47a
4	438	0.563	1.51	0.201	85.07±0.51a
	459	0.533	1.43	0.190	84.11±0.44a
5	391	0.572	1.54	0.199	85.03±0.39a
	420	0.561	1.51	0.195	86.11±0.41a

表5 试验结束时蟹体的生化成份

Table 5 Nutritional composition of the experimental crab

组别	蟹体组成(%)				
	水份	蛋白质	脂肪	无氮浸出物	灰份
1	72.49±3.64a	11.11±0.82b	2.30±0.11b	6.02±0.17a	8.08±0.18ab
2	71.92±2.76a	11.45±0.71b	2.69±0.09a	5.96±0.15a	7.98±0.16b
3	69.26±3.65b	13.15±0.81a	2.75±0.12ab	5.77±0.24ab	9.07±0.17ab
4	68.99±3.66b	13.26±0.82a	2.83±0.08ab	5.49±0.17b	9.43±0.17a
5	70.48±3.15ab	12.94±0.83a	2.76±0.14a	4.85±0.17b	8.97±0.18a

### 三、讨 论

据报道,饵料中豆粉添加量不当会抑制鱼类的生长。其主要原因有:处理不当的豆粉

中残存抗胰蛋白酶;能量供应不足;豆粉蛋白较动物蛋白难消化生物学价低;饵料中必需氨基酸含量不足,或鱼对鱼粉和豆饼的利用率不同而导致饵料新的氨基酸缺乏和不平衡等[Andrews等,1974;Viola,1982]。对鲤等鱼的研究表明,适当的热处理可破坏豆粉中所含的生长抑制素[Abel,1984]。本试验采用的豆饼曾经90°C左右的干热处理,作为配饵添加成份应该是适宜的。另从测定结果来看,每公斤饵料含能量452.51~462.23千卡,理论上完全能满足河蟹蟹种对能量的需求量,但经热处理的豆饼是否会使某些糖粘结在蛋白质上,不易被消化利用以及蟹对较复杂糖的水解消化能力如何尚不清楚,二者都会降低饵料中的可消化能值。当豆饼添加量超过43%时,河蟹对饵料的蛋白质表观消化率虽有所降低,但并不明显,表明对各饵料消化率的差异不是抑制河蟹生长的主要原因。以蟹体蛋白必需氨基酸为标准氨基酸,当受试饵料蛋白必需氨基酸供求比大于1.5时,则表明该氨基酸缺乏,难于满足河蟹的营养需求。从表2可见,豆饼添加量超过43%,会引起蛋氨酸不足,缺乏量随豆饼量的增加而加大;但当豆饼替代量低于29%,鱼粉超过40%时,则会造成精氨酸和组氨酸不足,且短缺量随鱼粉升高而增大,上述结果表明,饵料中豆饼超过43%时,抑制河蟹生长的主要原因是饵料蛋白中蛋氨酸含量偏低,同时还可能与蟹对饵料中有效赖氨酸的利用率受到限制,造成必需氨基酸之间的不平衡有关。豆饼和鱼粉的合理搭配能较好地发挥饵料氨基酸的互补作用,取得好的饲养效果。但过量添加鱼粉、降低豆饼比例,蟹的生长速度不再明显提高则与饵料中精氨酸、组氨酸含量不足,必需氨基酸指数下降有关。

对大部分鱼类而言,在用大豆粉代替鱼粉的配饵中添加某些必需氨基酸(主要是赖氨酸和蛋氨酸)、补充部分能量则可明显改善饵料的营养价值[Viola等,1982]。但虾、蟹的情况有所不同,有研究表明游离氨基酸在对虾的胃、中肠腺处即大部分被吸收,而结合态氨基酸大部分由中肠吸收,致使两者在体内不能同步吸收利用,难于达到平衡互补的效果[侯文璞,1990],河蟹与对虾在营养需求及生理机能上有许多相似之处,为消除游离、结合态氨基酸在吸收上的“时间差”,从应用角度出发,在饵料中添加能发挥所缺氨基酸互补作用的蛋白源;或添加部分水解蛋白饵料,均能较好地解决氨基酸的连续吸收问题;此外,把游离氨基酸制成微囊或合成小分子肽后添加,也是一个值得研究的方向。本试验条件下,用30%左右的豆饼替代鱼粉、配饵中动、植物蛋白之比为1:0.71时有利于促进河蟹的快速生长,如欲增大豆饼的比例,可添加富含蛋氨酸、赖氨酸的蛋白源或部分水解蛋白饵料,以取得理想的饲养效果和良好的经济效益。

饵料蛋白质的营养价主要由其氨基酸、特别是必需氨基酸的组成和消化吸收率决定。营养价可用饵料转化率、蛋白质效率和蛋白质利用率等指标来评价,饵料转化率与饵料蛋白质含量和能量水平密切相关。本试验所用饵料上述二项指标接近,故饵料转化率的差异主要是因动、植物蛋白质含量不同,致使饵料中缺乏某些营养物质(如必需氨基酸),影响蟹的代谢和组织生长造成的。试验结果证明增加饵料中动物蛋白含量有利于提高饵料转化率,同时,饵料蛋白质总量相同时,随着豆饼添加量的减少和鱼粉含量的升高,河蟹用于体组织更新生长的比例增大而使蛋白质效率上升,这与前面讨论的生长率及饵料转化率的结果是一致的。

河蟹的生长过程是伴随蜕壳而进行的,蟹蜕壳时吸收大量水份,湿重迅速增加,而后

的蜕壳间期生长中,水份逐渐为组织生长所代替,从营养学含义可知,采用蛋白质利用率更能客观地评价饵料蛋白质的营养价。由测定结果,各饵料组的蛋白质利用率随植物蛋白源添加量增加而减小,添加29%豆饼时饵料的蛋白质利用率值较高,平均值可达14%豆饼和不添加豆饼组的94.1、93.4%。综合考虑各饵料的饲养效果、饵料的经济成本和蛋白质利用率等指标,河蟹蟹种饵料中豆饼代替鱼粉量约占30%,动、植物蛋白之比为1:0.71为宜。

从试验后蟹体的生化组成来看,当配饵的豆饼量超过43%时,蟹体中水份明显上升,体蛋白量则显著下降,这与河蟹对其饵料蛋白质的利用率较低、蛋白沉积量不能充分替代体内水份而实现组织生长有关。脂肪含量的分析结果表明,各组蟹的体脂值均在正常范围之内,组间差异与动、植物蛋白比之间无一定规律可寻,表明用低于57%的豆饼替代配饵中鱼粉不会引起河蟹体脂的明显变化。此外,灰份含量有随豆饼添加量降低而逐渐上升的趋势,这可能与河蟹对鱼粉中矿物质的利用率高于豆饼有关。无氮浸出物则随灰份含量的升高而下降,这是否与河蟹对不同饵料中糖类利用率或作为能源的转化率差异有关,尚需进一步研究。

国家博士后科学基金资助项目。

### 参 考 文 献

- [1] 胡连元等,1988. 配饵内不同鱼粉含量对对虾生长的影响. 全国鱼虾饲料学术讨论会论文集, 180~184. 学术期刊出版社(京)。
- [2] 徐一枝,1989. 不同饲料对中华绒螯蟹生长和肉质影响的初步研究. 水产科技情报,(5):139~141。
- [3] 侯文璞等,1990. 对虾配合饵料学,69~81. 海洋出版社(京)。
- [4] 梁亚全等,1988. 对虾配合饵料中动、植物蛋白质的适当比例. 全国鱼虾饲料学术讨论会论文集, 177~180. 学术期刊出版社(京)。
- [5] Abel, HJ. *et al.*, 1984. Possibilities of heat-treated full-fat soybeans in carp feeding. *Aquaculture*, 42(2): 97-108.
- [6] Andrews, J. W. *et al.*, 1974. Growth factors in the fish meal component of catfish diets. *J. Nutr.* 104:1091-1096.
- [7] Chhorn, L., 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp. *Aquaculture*, 87(1): 53-63.
- [8] Piedraepascual, F. *et al.*, 1990. Supplemental feeding of *Penaeus mondon* juveniles with diets containing various levels of defatted soybean meal. *Ibid*, 89(2): 183-191.
- [9] Venketaramiah, A., 1975. Effect of protein level and vegetable matter on growth and food conversion efficiency of brown shrimp. *Ibid*, 6(2):115-125.
- [10] Viola, S. *et al.*, 1982. Partial and complete replacement of fishmeal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp. *Ibid*, 26(3-4): 223-236.

## EVALUATION OF SOYBEAN CAKE AS A SUBSTITUTE FOR PARTIAL FISH MEAL IN FORMULATED DIETS FOR CHINESE MITTEN-HANDED CRAB JUVENILE

Chen Liqiao, Du Nanshan and Lai Wei

(Department of Biology, East China Normal University, 200062 Shanghai)

**ABSTRACT** The suitable soybean cake as a substitute for partial fish meal in formulated diets for the Chinese mitten-handed crab, *Eriocheir sinensis*, was studied. The tested material was purified diet consisting of different contents of soybean cake, fish meal and maize flour, etc. The tested diets were divided into five groups containing 36.64—37.23% of protein, 2.75—3.10% of lipid and 452.51—462.23 KCal/kg of energy, and animal-vegetable protein ratio was 1:0.13—2.43. The experiment results indicated that 30% soybean cake as a substitute for partial fish meal in formulated diets for the crab juvenile was suitable, taking the essential amino acids of the diets, specific growth rate, protein utilization ratio and the nutritional composition of the crab, etc, as evaluation indices after 40 days feeding experiment at  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ . The insufficient or excessive soybean cake content in diets caused the essential amino acids' imbalance and decreased the growth rate of the crab.

**KEYWORDS** Chinese mitten-handed crab, *Eriocheir sinensis*, formulated diet, soybean cake content