

欧洲鳗配合饲料中大豆蛋白替代鱼粉的研究

STUDIES ON SOYBEAN PROTEIN AS A SUBSTITUTE FOR FISH MEAL IN FORMULATED DIETS FOR *ANGUILLA ANGUILLA*

陈乃松 艾庆辉 王道尊

(上海水产大学渔业学院, 200090)

CHEN Nai-Song AI Qing-Hui WANG Dao-Zun

(Fisheries college, Shanghai Fisheries University, 200090)

关键词 欧洲鳗, 配合饲料, 大豆蛋白, 鱼粉, 替代

KEYWORDS *Anguilla anguilla*, formulated diets, soybean protein, fish meal, replacement

近年来, 用来源广泛的大豆制品(豆粕、全脂豆粉、大豆蛋白)替代水产动物饲料中鱼粉作为蛋白源的研究已成为有关学者关注的热点。Shimeno 等[1995]分别用生豆粕、熟豆粕、熟化全脂豆粉、膨化豆粕、大豆浓缩蛋白、大豆分离蛋白、大豆酶解蛋白替代红鱼粉对 进行了对比试验。Pongmaneerat 和 Watanabe [1992]用豆粉、膨化豆粕、豆粉与玉米蛋白的混合物等替代白鱼粉对虹鳟进行了试验。Kaushik 等[1995]在补充蛋氨酸的情况下用大豆组织蛋白、大豆浓缩蛋白、酪蛋白和大豆组织蛋白的混合物对虹鳟进行部分或全部替代鲱鱼粉的试验。所有这些有关大豆制品替代鱼粉作为鱼类饲料蛋白源的研究为大豆制品作为水产饲料蛋白源提供了理论根据。本文以欧洲鳗为研究对象, 用大豆混合蛋白并添加蛋氨酸的方式替代白鱼粉, 旨在探索以大豆混合蛋白部分替代白鱼粉的可行性, 并通过研究探求欧洲鳗对蛋白质营养需求的特点。

1 材料与方 法

1.1 主要饲料原料

本试验所用原料的营养成分见表 1。试验采用大豆组织蛋白、大豆分离蛋白和游离蛋氨酸制成与白鱼粉的粗蛋白质和蛋氨酸含量相一致的混合物进行替代试验。按表 1 的有关数据, 通过计算求得该大豆蛋白混合物的组成为: 分离蛋白: 组织蛋白: 蛋氨酸= 70.82 27.76 1.42。

1.2 实验用饲料的制备

将所有饲料原料经超微粉碎后过 100 目标标准筛, 然后配制成六种含不同比例大豆蛋白混合物的粉状饲料。饲料配方及有关成分分析结果见表 2, 表 3。

1.3 欧洲鳗鱼苗的驯化培育

欧洲鳗鱼苗(0.8g/尾)由江苏华鑫集团提供, 投喂实验开始前对其进行为期 28 天的驯化培育。

收稿日期: 1998-03-12

表1 不同蛋白源的粗蛋白质和必需氨基酸含量(%)

Tab. 1 Contents of crude protein and essential amino acids of the different protein sources used (%)

必需氨基酸	大豆组织蛋白	大豆分离蛋白	白鱼粉
精氨酸	2.89	5.27	4.72
组氨酸	1.04	2.00	1.54
异亮氨酸	1.85	3.64	3.22
亮氨酸	2.94	6.18	5.73
赖氨酸	2.49	4.81	6.35
蛋氨酸	0.66	0.92	2.23
苯丙氨酸	2.12	4.22	3.02
苏氨酸	1.51	2.93	3.25
缬氨酸	1.99	4.25	3.82
粗蛋白质	51.36	85.07	75.32

表2 实验饲料的配方(%)

Tab. 2 Formulation of the experimental diets (%)

配料	饲料编号					
	A	B	C	D	E	F
白鱼粉	70	60	50	40	30	20
大豆蛋白混合物	0	10	20	30	40	50
其它	30	30	30	30	30	30
合计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表3 实验饲料的一般组成和必需氨基酸含量(%)

Tab. 3 Proximate and essential amino acid composition of the experimental diets (%)

组成成份	饲料编号						鱼体必需氨基酸含量(干基)
	A	B	C	D	E	F	
粗蛋白质	55.63	55.48	54.86	55.45	55.99	55.83	
粗脂肪	6.92	6.81	6.52	6.26	5.63	5.19	
水分	8.88	8.89	8.70	8.72	8.44	8.33	
总能(KJ/100g)	1880	1872	1846	1850	1838	1817	
赖氨酸	4.51	4.26	4.30	4.12	3.57	3.34	4.97
组氨酸	1.20	1.20	1.28	1.33	1.14	1.18	1.59
精氨酸	3.46	3.51	3.31	3.38	3.37	3.53	3.68
亮氨酸	4.42	4.37	4.51	4.54	4.05	4.00	4.69
异亮氨酸	2.62	2.59	2.62	2.60	2.44	2.40	2.57
蛋氨酸	2.17	2.15	1.99	1.98	2.02	1.71	1.66
苯丙氨酸	2.51	2.55	2.59	2.67	2.55	2.63	2.57
苏氨酸	2.16	2.15	2.37	2.36	1.83	1.84	2.74
缬氨酸	2.92	2.84	2.86	2.81	2.67	2.59	2.93
必需氨基酸之和	25.97	25.62	25.83	25.79	23.64	23.22	27.40
必需氨基酸指数	94.98	93.72	95.00	95.50	87.31	85.33	100

注:必需氨基酸含量为干基态含量。

1.4 投喂试验的设计与管理

对经驯化的幼鱼选择大小一致、健康的鱼苗作分组试验用。按六种饲料,每组两平行共分成12组。每

组试验鱼的起始样本均为 30 条。试验鱼养殖于 70cm × 60cm × 45cm 的网箱内,网箱被放置在有同等水质控制条件的六只水族箱内,水箱用黑布遮光。投喂试验开始后的日常管理主要有:每两天换水一次,换水量为 1/3;每天测定水温,试验期间的自然水温为 21~ 25℃。每天按鱼体重的 2~ 3% 的投喂量分两次定时投喂,投喂前将各组粉状饲料按料:鱼油:水= 1: 0. 05: 1. 15 的比例制成练饵,以满足鳗鱼对能量等营养的需求和便于摄食。

1. 5 化学分析方法及统计分析方法

粗蛋白测定用凯氏定氮法。粗脂肪的测定用索氏脂肪抽提法。水分测定用 105℃ 烘干恒重法。灰分测定用 550℃ 灼烧法。氨基酸测定委托中科院上海生化研究所,色氨酸数据空缺。统计学分析方法用方差分析和 Q 法多重比较。

2 结果与讨论

2. 1 不同饲料对增重率、存活率、饲料系数、蛋白质效率的影响

实验鱼历经 42 天的喂养,各组鱼的增重率、存活率、饲料系数、蛋白质效率等结果见表 4。关于增重率、存活率和蛋白质效率,A、B、C、D 组之间差异不显著($P < 0. 05$)但极显著地高于 E、F 组($P < 0. 01$),E、F 组之间差异不显著($P < 0. 05$)。增重率以 D 组最高。关于饲料系数,F 组显著地高于 A、B、C、D、E 组($P < 0. 05$),E 组显著地高于 A、B 组,C、D、E 组之间差异不显著($P < 0. 05$)。说明,当大豆蛋白混合物在欧洲鳗饲料配方中的使用比例不超过 30% 时,衡量饲料的主要技术指标未发生显著改变,然而大豆蛋白替代鱼粉的使用会使饲料成本有所降低。

表 4 不同饲料对增重、存活率、饲料系数、蛋白质效率的影响

Tab. 4 The influence on body weight gain rate, survival rate, feed conversion, protein efficiency rate of the eels fed the diets

饲料种类	组别	鱼的数目		平均体重(g)		增重率* 1 (%)	存活率* 2 (%)	饲料系数* 3	蛋白质效率* 4
		开始	结束	开始	结束				
A	5	30	26	1. 28	4. 08	217. 0 ^{a* 5}	86. 7 ^a	1. 500 ^{ab}	1. 25 ^a
	7	30	26	1. 24	3. 91				
B	1	30	24	1. 21	3. 79	214. 5 ^a	81. 7 ^a	1. 526 ^{ab}	1. 19 ^a
	8	30	25	1. 24	3. 92				
C	3	30	24	1. 28	4. 11	218. 5 ^a	78. 3 ^a	1. 539 ^b	1. 15 ^a
	11	30	23	1. 25	3. 95				
D	4	30	26	1. 30	4. 16	221. 5 ^a	81. 7 ^a	1. 571 ^b	1. 19 ^a
	10	30	23	1. 26	4. 17				
E	2	30	22	1. 22	3. 57	195. 5 ^b	73. 3 ^b	1. 641 ^b	0. 85 ^b
	9	30	22	1. 21	3. 61				
F	6	30	21	1. 27	3. 70	188. 0 ^b	66. 7 ^b	1. 702 ^a	0. 89 ^b
	12	30	19	1. 31	3. 73				

注:* 1 增重率= (结束时平均体重- 开始时平均体重)/ 开始时平均体重× 100%; * 2 存活率= 结束时鱼的条数/ 开始时鱼的条数× 100%; * 3 饲料系数= 饲料的摄取量/ 体重的增加量; * 4 蛋白质效率= 体重的增加量/ 饲料蛋白质的摄取量; * 5 相同标志表示差异不显著($P < 0. 05$)

2.2 不同替代比例对鱼体主要成份积蓄的影响

大豆蛋白替代鱼粉后对鱼体组成产生的影响见表 5。对表 5 的数据进行统计学处理后的结论为: A、B、C、D 饲料组的鱼体的水分、粗蛋白质、粗灰分、必需氨基酸含量、全部氨基酸含量均不存在显著的差异($P < 0.05$), 而 E、F 饲料组的鱼体的水分显著地高于其它试验组($P < 0.05$), 粗蛋白质含量、必需氨基酸含量、氨基酸总含量和粗灰分显著地低于 A、B、C、D 组($P < 0.05$)。各饲料组的鱼体的粗脂肪含量之间存在的差异不显著($P < 0.05$)。本试验的结果说明: 大豆蛋白混合物替代鱼粉使用于欧洲鳗配合饲料中的比例应 $\leq 30%$, 过量的使用会导致欧洲鳗鱼体主要成份的积蓄减少, 从而其商品价值下降。

表 5 鱼体的一般组成(%)
Tab. 5 General composition of the whole body(%)

饲料类别	组分					
	水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗灰分	必需氨基酸总量	氨基酸总量
A	72.88 ^b	17.80 ^a	5.11	2.185 ^a	7.43 ^a	15.61 ^a
B	72.81 ^b	17.72 ^a	5.10	2.185 ^a	7.49 ^a	15.76 ^a
C	72.76 ^b	17.85 ^a	5.07	2.165 ^a	7.45 ^a	15.47 ^a
D	72.71 ^b	18.01 ^a	5.06	2.175 ^a	7.76 ^a	16.17 ^a
E	73.82 ^a	16.45 ^b	5.06	2.075 ^b	7.06 ^b	14.74 ^b
F	74.09 ^a	16.10 ^b	4.98	2.030 ^b	7.12 ^b	14.89 ^b

注: 色氨酸的含量未被包括在必需氨基酸总量和氨基酸总量内; 带有相同右上标记的数值表示差异不显著($P < 0.05$)。

本试验中当大豆蛋白混合物在配方中的比例达 40% 和 50% 时, 鱼体的粗蛋白质、氨基酸含量和灰分的含量显著地低于其它各组。笔者认为蛋白质、氨基酸含量的降低是由于大豆蛋白的过量使用, 使得饲料必需氨基酸比例失衡所致(表 3)。而灰分的减少则可能是由于大豆蛋白的过量使用, 使得饲料中植酸含量增高, 从而影响欧洲鳗对矿物盐的吸收和利用[金征宇和朱建津 1995]。如何消除植酸的影响将是值得探究的问题。

2.3 饲料必需氨基酸指数与增重率的关系

随着大豆蛋白混合物替代鱼粉比例的增加, 各种饲料的必需氨基酸组成随之发生变化(表 3)。以欧洲鳗鱼体的必需氨基酸组成测定值为标准蛋白质的含量, 求出各种饲料的必需氨基酸指数(EAAI)如表 3。求得 EAAI 与各饲料组鱼体增重率(WGR)的回归方程为: $WGR = -73.11 + 3.07 EAAI$ ($R = 0.995, df = 4, P < 0.01$)。这说明必需氨基酸指数与鱼体增重率之间存在着极显著的相关性。从表 3 中我们还能看出 E、F 饲料的赖氨酸、苏氨酸含量的相对不足是 EAAI 值下降的主要原因, 因此可以认为在补充蛋氨酸的情况下, 对于欧洲鳗来说大豆蛋白的赖氨酸、苏氨酸将成为限制性氨基酸。由此对欧洲鳗的蛋白质营养需求特点也可见一斑。

综上所述, 在欧洲鳗配合饲料中, 用大豆蛋白混合物替代鱼粉, 当混合物在配方中的使用比例 $\leq 30%$ 时, 增重率、饲料效率、存活率、饲料的 EAAI 值及试验结束时鱼体生化组成等各项指标均未产生显著性差异, 但在 30% 的替代量时, 饲料的 EAAI 值、增重率、鱼体的蛋白质积蓄率均为最高值, 因此本试验的结论为: 在补充蛋氨酸的情况下, 用大豆蛋白混合物替代鱼粉的最适比例为 30%。

本课题为上海市教委重点学科研究项目。

参 考 文 献

- 金征宇, 朱建津. 1995. 大豆的抗营养因子及其对饲用价值的影响. 饲料工业, 16(12): 22~ 24.
- Kaushik S J, Cravedi J P, Lalles J P, et al. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterol demia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 133: 257~ 274.
- Pongmaneerat J, Watanabe T. 1992. Utilization of soybean meal as protein source in diets for rainbow trout, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58(10): 1983~ 1990.
- Shimeno S, Kanetaka Y, Ruchinat T, et al. 1995. Nutritional evaluation of several soybean proteins for fingerling yellow tail, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 61(6): 919~ 926.