

大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉营养成分的影响

吴莉芳¹, 吴亚男², 王洪鹤¹, 秦贵信¹, 张东鸣¹, 孙玲¹

(1. 吉林农业大学 动物科技学院, 吉林 长春 130118; 2. 南京农业大学 动物科技学院, 江苏 南京 210095)

摘要:以初始体质量(31.34 ± 0.29) g的健康鲤鱼鱼种为试验对象,以鱼粉为对照组,β-伴大豆球蛋白的添加量为40 g·kg⁻¹,大豆球蛋白的添加量为60 g·kg⁻¹,各配制成3种等蛋白(360 g·kg⁻¹)等能(15.2 MJ·kg⁻¹)的半精制饲料,在室内单循环控温养殖系统中进行6周饲养试验,探讨大豆主要抗原蛋白(β-伴大豆球蛋白和大豆球蛋白)对鲤鱼肌肉主要营养成分的影响。结果表明:大豆主要抗原蛋白使鲤鱼肌肉中粗蛋白含量、必需氨基酸总量下降,但与对照组差异不显著($P > 0.05$);鲤鱼肌肉中粗脂肪、粗灰分、氨基酸总量、鲜味氨基酸总量与对照组差异不显著($P > 0.05$)。因此,大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉营养成分尚未造成显著影响。

关键词:鲤鱼;β-伴大豆球蛋白;大豆球蛋白;肌肉营养成分;氨基酸

中图分类号:S963.16 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2010)01-0105-04

Effects of Main Soybean Antigen on Nutritional Components in Muscle of Carp (*Cyprinus carpio*)

WU Li-fang¹, WU Ya-nan², WANG Hong-he¹, QIN Gui-xin¹, ZHANG Dong-ming¹, SUN Ling¹

(1. College of Animal Science and Technology, Jinlin Agricultural University, Changchun 130118, Jilin; 2. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China)

Abstract: The research investigated the effects of main soybean antigens (glycinin or β-conglycinin) on nutritional components of muscle of *Cyprinus carpio*. A growth trial was conducted on *Cyprinus carpio* with the initial weight 31.34 ± 0.29 g for 6 weeks at controlled temperature in single recirculating system. Fish meal used as animal protein and purified β-conglycinin (40 g·kg⁻¹ diet) or glycinin (60 g·kg⁻¹ diet) was conducted as three isonitrogenous (360 g·kg⁻¹) and isoenergetic (15.2 MJ·kg⁻¹) experimental diets, respectively. The results indicated that crude protein content, contents of total essential amino acids in muscle of *Cyprinus carpio* fed with β-conglycinin or glycinin declined, but there were no significant differences between treated groups and control group ($P > 0.05$). The contents of fat, ash content, total amino acids and total flavor amino acids in muscle were not significantly influenced ($P > 0.05$). Therefore, main soybean antigens have no significant effects on the nutritional components in muscle of *Cyprinus carpio*.

Key words: *Cyprinus carpio*; β-conglycinin; Glycinin; Muscle nutritional component; Amino acid

随着人们生活水平的提高,营养意识逐渐得到重视。消费者对水产品质量提出了新的要求,更注重水产品的安全性、科学性和经济性。有关鱼类肌肉营养成分的研究,国内外已有不少报道^[1-3]。但关于大豆抗原蛋白对鱼类肌肉营养成分的影响鲜有报道。大豆抗原蛋白(Soybean antigen)是指大豆及其制品中可引起人和动物产生过敏反应的一些大分子蛋白质或糖蛋白。β-伴大豆球蛋白(β-Conglycinin)和大豆球蛋白(Glycinin)是免疫原性最强的大豆蛋白,占大豆子实蛋白质总量的65%~80%。关

于大豆抗原蛋白国内外学者做了大量的研究,1969年Catsimoolas等利用免疫电泳法从大豆中分离纯化得到大豆球蛋白和β-伴大豆球蛋白的工作奠定了大豆抗原蛋白免疫生物活性和致敏反应研究的基础^[4]。目前,关于大豆抗原蛋白研究的动物主要集中在仔猪^[5]、犊牛^[6]、羔羊^[7]、鼠^[8]等陆生动物上。研究的内容主要集中在大豆抗原蛋白的识别和检测方法,大豆抗原蛋白生物学特性,大豆抗原蛋白的抗营养作用及致敏机理等。而大豆抗原蛋白对水产动物影响的报道较少。鲤鱼(*Cyprinus carpio*)是我国

收稿日期:2009-08-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30430520)。

第一作者简介:吴莉芳(1970-),女,博士,研究方向为水产动物营养与饲料学。E-mail:wulifang2915@yahoo.com.cn。

通讯作者:秦贵信,博士,教授。E-mail:guixinpublic.cc.cn。

目前主要的淡水经济鱼类养殖品种之一。因此,该研究以鲤鱼鱼种为试验对象,在鲤鱼幼鱼的配合饲料中,分别添加分离纯化的 β -伴大豆球蛋白和大豆球蛋白,进行为期6周的饲养试验,探讨大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉营养成分的影响,旨在为大豆蛋白在食品及饲料生产中的安全、高效利用提供一定的依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

大豆品种为丰交7607,购于吉林农业大学春雨种子有限公司。 β -伴大豆球蛋白和大豆球蛋白采用简化膜中间试验法获得^[9]。以鱼粉为动物蛋白源,鱼油、玉米油、糊精等为能源,纤维素为填充物配制成3种等蛋白($360\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)、等能(鲤鱼 $15.2\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)的半精制饲料。其中,处理组(Diet 1)为对照(CK);处理组(Diet 2)添加 $40\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的 β -伴大豆球蛋白;处理组(Diet 3)添加 $60\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的大豆球蛋白;原料经粉碎过 0.246 mm (60目)筛,按配方(表1)称质量后,混合均匀,挤压成直径 2.5 mm 颗粒,晒干后置于 $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中保存备用。

1.2 试验设计

鲤鱼鱼种来自吉林省农安县太平池水库渔场,试验前挑选体质健壮、规格整齐、鳍鳞完整的鲤鱼鱼种400尾,暂养于吉林农业大学动物科技学院动物室的控温单循环养殖系统中,该系统由56个230(型号)缸组成,每缸加水 $3/4$,用循环泵进行水质过滤。暂养时投喂饲料粗蛋白含量为 $360.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的对照组饲料,饱食投喂,驯化15d,饲养时间为2007年9月15日~10月27日,为期6周。试验之前停止投喂24h,然后称量鱼体质量(精确到 0.01 g),每个饲料组设置3个重复,每个重复放养30尾。放养前用 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的高锰酸钾水溶液药浴10min,整个试验期保持水质稳定,水温(19 ± 3) $^{\circ}\text{C}$,各项理化指标维持在:溶解氧(DO) $5.0\sim 8.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$;pH $7.0\sim 8.0$;氨氮小于 $0.3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。投饵方法为人工手撒,日投饵率视鱼群摄食情况变动于 $2\%\sim 4\%$,日投饵2次(9:00,16:00)。

1.3 测定项目与方法

饲养试验结束后,从每个饲料处理组中随机取鱼10尾,取侧线以上、背鳍以下的肌肉,捣碎,混合均匀。 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱保存备用。

水分(Moisture)测定采用 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温烘干失重法(GB/T6435-1986);粗蛋白(Crude protein)测定采用凯氏定氮法(GB/T6432-1994);粗脂肪(Crude lipid)测定采用索氏乙醚抽提法(GB/T6433-1994);粗灰分(Ash)测定采用马福炉灼烧法(GB/T6438-1994)测定;氨基酸(Amino acid)含量采用氨基酸自动分析仪(GB/T14965-1994)测定。

表1 鲤鱼饲养试验饲料配方

Table 1 Diet formulation of *Cyprinus carpio*/g $\cdot\text{kg}^{-1}$

日粮组成 Diet compositions	饲料大豆抗原蛋白水平 Dietary soybean antigen level		
	Diet 1	Diet 2	Diet 3
鱼粉 Fish meal	558.5	510.0	490.0
大豆球蛋白 Glycinin	-	-	60.0
β -伴大豆球蛋白 β -Conglycinin	-	40.0	-
糊精 Dextrin	339.5	340.0	340.0
玉米油 Corn oil	10.0	10.0	10.0
鱼油 Fish oil	10.0	10.0	10.0
氯化胆碱 Choline chloride	5.0	5.0	5.0
维生素预混料 Vitamin premix	10.0	10.0	10.0
无机盐预混料 Mineral premix	20.0	20.0	20.0
纤维素 Cellulose microcrystalline	42.0	50.0	50.0
黏合剂 Binder	5.0	5.0	5.0

表2 各配方鲤鱼饲料的营养水平

Table 2 Level of different diet formulation of *Cyprinus carpio*

营养水平 Nutrition levels	饲料大豆抗原蛋白水平 Dietary soybean antigen level		
	Diet 1	Diet 2	Diet 3
粗蛋白 Crude protein	360.2	365.0	360.0
粗脂肪 Crude lipid	51.1	50.0	50.0
粗纤维 Crude fiber	44.8	42.6	42.5
粗灰分 Ash	63.7	60.1	56.3
总能 Gross energy/ $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	15.26	15.66	15.56

1.4 数据分析

采用SPSS(12.0)软件对所有指标进行方差分析,若差异显著,再用Duncan's多重比较分析组间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉一般营养成分的影响

由表3可以看出, β -伴大豆球蛋白和大豆球蛋白组的粗蛋白含量与对照组相比呈下降趋势,但差异不显著($P>0.05$)。粗脂肪和粗灰分与对照组差异不显著($P>0.05$), β -伴大豆球蛋白组的水分增加与对照组差异极显著($P<0.01$),大豆球蛋白组

的水分与对照组差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉氨基酸的影响

表 4 表明,鲤鱼 β -伴大豆球蛋白和大豆球蛋

白组氨基酸总量和鲜味氨基酸总量与对照组差异不显著($P > 0.05$),必需氨基酸总量呈下降趋势,但与对照组差异不显著($P > 0.05$)。

表 3 饲料中大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉一般营养成分的影响

Table 3 Effects of soybean antigen on nutritional composition in the muscle of *Cyprinus carpio*

饲料中大豆抗原蛋白水平 Dietary soybean antigen level	水分 Moisture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude lipid	粗灰分 Ash
Diet 1	79.27 ± 0.25Aa	17.03 ± 0.29ab	1.77 ± 0.02	1.57 ± 0.04
Diet 2	80.23 ± 0.29Bb	15.93 ± 0.28a	1.72 ± 0.02	1.54 ± 0.04
Diet 3	78.84 ± 0.10Aa	17.00 ± 0.96b	1.74 ± 0.06	1.53 ± 0.03

表中同列不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Means in a column with different capital and lowercase letter indicate different at 0.01 and 0.05 probability level, respectively.

表 4 饲料中大豆主要抗原蛋白对鲤鱼氨基酸的影响

Table 4 Effects of soybean antigen on amino acid in the muscle of *Cyprinus carpio*

氨基酸 Amino acid	饲料中大豆抗原蛋白水平 Dietary soybean antigen level		
	Diet 1	Diet 2	Diet 3
◇天门冬氨酸 Aspartic acid	1.87 ± 0.03	1.92 ± 0.10	1.87 ± 0.09
* 苏氨酸 Threonine	0.81 ± 0.02	0.84 ± 0.04	0.82 ± 0.04
丝氨酸 Serine	0.73 ± 0.02	0.75 ± 0.04	0.73 ± 0.04
◇谷氨酸 Glutamic acid	3.09 ± 0.05	3.14 ± 0.18	3.25 ± 0.16
◇甘氨酸 Glycine	0.79 ± 0.01	0.81 ± 0.05	0.81 ± 0.03
◇丙氨酸 Alanine	1.08 ± 0.01	1.10 ± 0.06	1.09 ± 1.05
* 缬氨酸 Valine	0.90 ± 0.04	0.92 ± 0.04	0.89 ± 0.03
* 蛋氨酸 Met hionine	0.45 ± 0.01	0.46 ± 0.04	0.48 ± 0.01
* 异亮氨酸 Isoleucine	0.82 ± 0.02	0.81 ± 0.05	0.80 ± 0.03
* 亮氨酸 Leucine	1.48 ± 0.03	1.51 ± 0.06	1.51 ± 0.04
* 酪氨酸 Tyrosine	0.60 ± 0.01	0.63 ± 0.01	0.62 ± 0.02
* 苯丙氨酸 Phenylalanine	0.86 ± 0.04	0.91 ± 0.06	0.88 ± 0.05
* 赖氨酸 Lysine	1.81 ± 0.05	1.86 ± 0.08	1.82 ± 0.06
组氨酸 Histidine	0.62 ± 0.01	0.63 ± 0.03	0.62 ± 0.01
精氨酸 Arginine	1.04 ± 0.01	1.07 ± 0.04	1.05 ± 0.03
脯氨酸 proline	0.40 ± 0.01	0.40 ± 0.01	0.41 ± 0.01
* 胱氨酸 Cystine	0.23 ± 0.05	0.25 ± 0.03	0.24 ± 0.03
氨基酸总量 Σ TAA	17.59 ± 0.35	18.04 ± 0.67	17.89 ± 0.60
必需氨基酸总量 Σ EAA	8.75 ± 0.22	8.46 ± 0.26	8.49 ± 0.16
鲜味氨基酸总量 Σ DAA	5.17 ± 2.96	6.98 ± 0.29	7.02 ± 0.28

* 必需氨基酸;◇鲜味氨基酸;EAA:必需氨基酸;DAA:鲜味氨基酸;TAA:氨基酸总含量

* essential amino acids;◇delicious amino acids;EAA:essential amino acids;DAA:delicious amino acids;TAA:total amino acids

3 讨论

3.1 大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉一般营养成分的影响

结果表明,鲤鱼肌肉中蛋白质含量在 β -伴大豆球蛋白组和大豆球蛋白组呈不同程度的下降,但与

对照组差异不显著($P > 0.05$);其中 β -伴大豆球蛋白组下降了 6.46%,大豆球蛋白组下降了 0.18%。饲料中大豆抗原蛋白引起鲤鱼肌肉中蛋白质含量下降,可能是由于大豆抗原蛋白影响了鲤鱼消化道的组织结构和消化道内蛋白酶的活性,而导致肌肉中蛋白质沉积率降低。关于大豆抗原蛋白对鱼类肌肉营养成分的影响,国内外尚未见报道,大多是针对大豆蛋白源。陈乃松等^[10]研究发现,随饲料中大豆蛋白添加量的提高,欧洲鳗鲡(*Anguilla Anguilla*)鱼体的蛋白质含量逐渐下降,脂肪则无明显的变化。Refstie S 等^[11]报道,脱脂豆粕替代鱼粉蛋白 20% 时,显著降低大西洋鲑(*Salmo salar* L)肌肉蛋白质含量。Chou 等^[12]在军曹鱼(*Rachycentron canadum*)幼鱼的饲料中添加 10%~60% 大豆粉,发现肌肉中脂肪含量随大豆粉水平的增加而增加,而蛋白质含量则略有降低。

3.2 大豆主要抗原蛋白对鲤鱼肌肉氨基酸的影响

氨基酸的组成和含量,尤其是人体必需的氨基酸的组成和含量的高低和构成比例,是评价食物蛋白质营养价值的最重要指标。在该试验条件下, β -伴大豆球蛋白组和大豆球蛋白组的必需氨基酸总量呈下降趋势,但与对照组差异不显著,其中 β -伴大豆球蛋白组下降了 3.31%,大豆球蛋白组下降了 2.97%。表明在鲤鱼的饲料中, β -伴大豆球蛋白超过 40 g·kg⁻¹,大豆球蛋白超过 60 g·kg⁻¹ 时,对其肌肉中必需氨基酸可能会产生一定的影响。因此,在渔业生产中,在添加大豆蛋白时,不但要考虑提高水产养殖的经济效益,还要考虑大豆蛋白尤其是大豆抗原蛋白对鱼类肉品质的影响。否则将影响大豆蛋白在食品及饲料生产中的安全、高效利用。

参考文献

- [1] 舒妙安, 马有智, 张建成. 黄鳝肌肉营养成分的分析[J]. 水产学报, 2000, 24(4): 339. (Shu M A, Ma Y Z, Zhang J C. An analysis of the nutritive composition in muscle of *Monopterus albus* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2000, 24(4): 339.)
- [2] 王伟, 陈立侨, 顾志敏, 等. 六个群体翘嘴红鲌肌肉生化组成的比较[J]. 水产学报, 2007, 31(增刊): 93-98. (Wang W, Chen L Q, Gu Z M, et al. Comparative study on muscle nutritional quality of six different geographical populations of *Culter alburnus*. [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2007, 31(Suppl): 93-98.)
- [3] 谭德清, 王俭伟, 但胜国. 黑尾近红鲌含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水生生物学报, 2004, 28(3): 204-246. (Tan D Q, Wang J W, Dan S G. The ratio of flesh to body and analysis on nutritive composition of muscle in ancherythroculter nigrocauda [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2004, 28(3): 204-246.)
- [4] Catsimpoalas N, Ekenstam C. Isolation of α - , β - , and γ - conglycinins [J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1969, 129(2): 490-497.
- [5] D F Li , Nelssen J L, Reddy P G, et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early weaned pig [J]. *Journal of Animal Science*, 1990, 68: 1790-1799.
- [6] Seegraber F J, Morrill J L. Effect of protein source in calf milk replacers on morphology and absorptive ability of the small intestine [J]. *Journal of Dairy Science*, 1986, 69(2): 460-469.
- [7] Johnston C. Effect of injecting lambs with soyflour extract on serum soy protein antibody concentration and rate of gain [J]. *Small Ruminant Research*, 1996, 21(2): 149-154.
- [8] Christensen H R, Susanne W B, Frokiaer H. Antigenic specificity of serum antibodies in mice fed soy protein [J]. *International Archives of Allergy and Applied Immunology*, 2003, 132(1): 58-67.
- [9] Wu Shaowen, Murphy P A, Johnson L A, et al. Simplified process for soybean glycinin and β -conglycinin fractionation [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48: 2702-2708.
- [10] 陈乃松, 艾庆辉, 王道尊. 欧洲鳗配合饲料中大豆蛋白替代鱼粉的研究 [J]. 水产学报, 1998, 22(3): 283-287. (Chen N S, Ai Q H, Wang D Z. Studies on soybean protein as a substitute for fish meal in formulate diets for *Anguilla anguilla* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1998, 22(3): 283-287.)
- [11] Refstie S, Storebakken T, Baeverfjord G, et al. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid levels [J]. *Aquaculture*, 2001, 193: 91-106.
- [12] Chou R L , Her B Y , Su M S , et al. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum* [J]. *Aquaculture*, 2004, 229: 325-333.

(上接第104页)

参考文献

- [1] 李里特, 王海. 功能性大豆食品 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 98-100. (Li L T, Wang H. *Functionality soybean food* [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2002: 98-100.)
- [2] Jorge R W, Delia A S, Maria C A. Thermal and electrophoretic behavior, hydrophobicity, and some functional properties of acid-treated soy isolates [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996, 44: 1881-1889.
- [3] Lee K A, Kim S H. New peptides isolated from a soyprotein hydrolysate that inhibit platelet aggregation [J]. *Food Chemistry*, 2005, 90: 389-393.
- [4] Petrucci S, Anon M C. Relationship between the method of obtention and the structural and functional properties of soyprotein isolates [J]. *Food Chemistry*, 1994, 42: 2161-2169.
- [5] Arthan N. Antiviral is of avonoid sulfate and steroidal glycosides from the fruits of *salanum rorvum* [J]. *Phytochemistry*, 2002, 59: 459-463.
- [6] Heller S. Antimitotic peptide characters from soybean; Rolein protection from cancer [J]. *Nutrition Reviews*, 1999, 57: 359-361.
- [7] 王文娟, 潘海涛, 于磊娟. 豆粕发酵制备大豆肽的研究 [J]. 粮食加工, 2007, 32(2): 55-56. (Wang W Y, Pang H T, Yu L J. Study on producing soybean peptides by fermenting with soybean cake [J]. *Grain Processing*, 2007, 32(2): 55-56.)
- [8] 刘唤明, 邓楚津. 发酵法生产大豆肽的研究 [J]. 饲料工业, 2006, 27(19): 4-5. (Liu H M, Deng C J. Peptide from soybean meal by fermentation [J]. *Feed Industry*, 2006, 27(19): 4-5.)
- [9] Delia A S, Jorge R W, Estela L A, et al. Water imbibing capacity of soy protein isolate; influence of protein denaturation [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 39: 1386-1391.
- [10] 张红芬. 豆粕生物肽的生产工艺及其对肉鸡生产性能和血液生化指标的影响研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2004: 4-5. (Zhang H F. *The Study of the processing technology of biologic peptide of soybean meal and its effect on the performance and blood indicator of broilers* [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2004: 4-5.)