

草鱼日粮中小肽对幼龄草鱼生长性能的影响

冯 健 刘栋辉
(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘要: 本实验研究了草鱼日粮中不同种类与含量的小肽对幼龄草鱼生长性能的影响。450 尾 $3.74 \pm 0.23\text{g}$ 的草鱼分为 6 组, 每组 75 尾鱼, 每 25 尾鱼饲养于 0.25m^3 的水族箱中, 每组设 3 个平行水族箱。试验 1、2、3、4、5 组日粮中分别添加 0.25%、0.5%、1% 的虾蛋白肽和 0.5% 鱼粉水解物、0.5% 酶解酪蛋白, 对照组为 1% 的鱼粉。水温为 $27.6 \pm 3.1^\circ\text{C}$, 试验期为 56d。结果表明: (1) 试验各组草鱼其相对生长率、饲料效率、饲料蛋白保留效率和血浆中钙、磷、镁含量与小肽总量均高于对照组, 与对照组有显著性差异; (2) 草鱼日粮中最适宜的虾蛋白肽添加量为 0.5%; (3) 草鱼日粮中添加一定比例的小肽可提高饲料表观消化率和蛋白消化率, 增加血液循环中生物活性肽的含量, 增加体内氮沉积, 减少肝胰脏和肠系膜脂肪储积, 从而提高草鱼对日粮中蛋白质的利用率和机体自身蛋白质合成能力。

关键词: 草鱼; 营养; 小肽
中图分类号: S965 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2005)01-0020-06

鱼类日粮中蛋白质不仅为氮沉积和利用提供氨基酸的来源, 而且蛋白质中所含的小肽可以在消化道中随着消化过程而释放, 其中具有生物活性的小肽可影响鱼类消化吸收和血液循环中小肽种类和含量, 从而影响机体吸收与对氨基酸的利用^[1,2]。据报道, 在猪禽日粮中, 添加一定比例的小肽制品可改善猪禽对日粮蛋白质的利用, 提高生长性能^[3,4]。但小肽在鱼类营养中的作用尚不清楚。因此, 了解不同种类小肽在鱼类营养中的作用, 探讨其对鱼类

生长的影响与机理具有重要的理论意义。

1 材料与方法

1.1 试验鱼与基础日粮组成 450尾均重为 $3.74 \pm 0.23\text{g}$ 的草鱼由中山大学水生经济动物研究所鱼场提供。饲料日粮配方组成见表 1, 投饲为体重 4%—3%, 每天投喂 2 次, 分别为 9:00 和 16:00。每 2 周称重一次, 调整投饲量。

表 1 试验饲料配方和化学成分(%)
Tab.1 Composition and chemical composition of the experimental diets(%)

原料名称 Ingredient	对照组 C. group	试验 1 T. group1	试验 2 T. group2	试验 3 T. group3	试验 4 T. group4	试验 5 T. group5
次粉 wheat meal by products	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
小麦麸 Wheat meal bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
大豆粕 Soybean meal	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
菜籽粕 Rapeseed meal	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
麦芽根 Root of malt	15.70	15.70	15.70	15.70	15.70	15.70
统糠 Crude rice bran	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
鱼粉 Fish meal	1.00	0.75	0.50	0.00	0.50	0.50

收稿日期: 2002-11-21; 修订日期: 2004-03-20
基金项目: 广东省自然科学基金(223)资助
作者简介: 冯健, 男(1958—), 四川成都人, 德国慕尼黑大学博士(VMD)。电话: 020-84036107 13824432361

续表						
原料名称	对照组	试验 1	试验 2	试验 3	试验 4	试验 5
Ingredient	C. group	T. group1	T.group2	T. group3	T. group4	T. group5
酶解酪蛋白 Enzymatic casein	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
鱼粉水解物 Hydrolyzed fish meal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
虾蛋白肽 Protein peptides by shrimp waste	0.00	0.25	0.50	1.00	0.00	0.00
大豆油 Soybean oil	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
沸石粉 Zeolite meal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
胆碱 Choline	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
复合矿 ^a Minerals premix	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
黏合剂 Binder	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
多维 ^b Vitamins premix	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
维 C 酯 Ascorbic acid phosphate ester	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cr ₂ O ₃	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Chemical components(湿重) 化学成分%(wet weight)						
干物质 Dry matter	88.74	88.53	89.03	88.58	88.92	88.64
粗蛋白 Crude protein	28.14	28.02	28.31	28.22	28.30	28.50
粗脂肪 Crude lipid	3.23	3.36	3.14	3.30	3.10	3.01
粗纤维 Crude fiber	6.69	6.54	6.94	6.57	6.67	6.65
粗灰分 Crude ash	7.31	7.27	7.41	7.44	7.12	7.30
无氮浸出物 Total carbohydrate	26.93	27.02	26.41	26.99	27.11	26.90
可消化磷(计算值)	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Digestible phosphor(Count value)						
消化能 KJ/kg ^c	7546	7456	7515	7583	7552	7534
Digestible energy(DE)KJ/kg						

a 复合矿物盐(%) : Ca(HPO₄)₂61.71, Na₂(HPO₄)₂4.20, NaCl 3.23, K₂SO₄ 16.38, KCl 6.58, FeSO₄ 1.07, Citric acid iron 3.83, MgSO₄4.42, ZnSO₄ 0.47, MnSO₄0.033, CuSO₄0.022, CrCl₂0.043, KI 0.022. b 复合维生素(%) : Inositol 2.22, Vit C 1.11, Calpanate 0.83, Vit B₁ 0.22, Vit B₂ 0.56, Vit B₆ 0.06, Vit K 0.06, Folic acid 0.02, Vit B₁₂ 0.012, Vit. H₂O. 006, Vit. E 0.44, Cellulose 94.42. c 可消化能: 按蛋白质 17.1J/g, 脂肪 34.2J/g, 糖 6.9J/g 计算。DE: Protein= 17.1J/g, Lipid= 34.2J/g, Carbohydrate= 6.9J/g。

1.2 虾蛋白肽的制备 参考 GilbergA 等人方法^[5], 由水产加工中废弃虾头壳中提取, 将新鲜废弃的虾头壳粉碎, 使用混合蛋白酶水解虾头壳提取其中的虾蛋白肽液体, 浓缩虾蛋白肽液体, 加入玉米淀粉, 真空干燥。根据水解前后虾蛋白肽中氨基酸含量计算的平均链长为 3.61。HPLC 分析结果表明虾蛋白肽主要为 2– 7 肽。用 CarSephadex G 10 柱分离 FAA 后, 测定出肽占虾蛋白 81.02%。

1.3 鱼粉水解物的制备 参考 Buchmann 等人方法, 鱼粉水解物由胰酶、肠肽酶水解鱼粉制备^[6]。根据水解前后氨基酸含量计算鱼粉水解物的平均链长为 5.43。HPLC 分析结果表明酶解酪蛋白主要为 3– 9 肽。用 CarSephadex G 10 柱分离 FAA 后, 测定出肽占 80.75%。

1.4 酶解酪蛋白的制备 鱼粉水解物由胰酶、肠肽

酶水解酪蛋白(Sigma 公司生产), 含氮量 12.7%, 酪蛋白中氨基酸摩尔比(%) 为 Lys9.395, Asp6.528, Glu20.043, Ser5.438, Gly1.926, His2.759, Arg6.200, Thr4.345, Ala4.115, Pro6.981, Tyr4.054, Val6.665, Met2.771, Ile6.002, Leu8.507, Trp0.858, Phe4.493, Cys0.902。根据水解前后氨基酸含量计算酶解酪蛋白的平均链长为 2.98。HPLC 分析结果表明酶解酪蛋白主要含 2, 3 肽。用 CarSephadex G 10 柱分离 FAA 后, 测定出肽占 82.36%。

1.5 试验分组与水质条件 实验草鱼分 6 组, 对照组日粮中未加小肽制品, 试验 1、2、3、4、5 组日粮中分别添加 0.25%、0.5%、1.0% 的虾蛋白肽、0.5% 的鱼粉水解物、0.5% 的酶解酪蛋白。每组 75 尾, 每 25 尾饲养于 0.25m³ 的水族箱中, 每组设 3 个平行水族箱。每天换水 1/3, 饲养期为 56d。其水质条件为水

温 $26.7 \pm 3.1^{\circ}\text{C}$, 溶解氧为 $7.35 \pm 0.36\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH}7.03 \pm 0.4$, 氨氮为 $0.39 \pm 0.28\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 总硬度为 1.51 ± 0.16 , 钙含量为 $25.8 \pm 0.2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 亚硝酸盐为 $0.101 \pm 0.07\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 硝酸盐为 $0.110 \pm 0.014\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

1.6 样品采集和分析 饲养期草鱼每2周称重一次, 计算其特定生长率与饲料系数, 试验结束时每箱取鱼6尾, 测定其肝体比、内脏比与肠脂比; 分别采取血浆、肝胰脏低温冷冻保存。使用“日立”(Hitachi)全自动生化分析仪测定血浆中蛋白种类和钙、磷、镁含量等多项生化指标, 其方法参考日立血生化分析指南。各组草鱼饲料、全鱼、肝胰脏和虾蛋白肽中的蛋白用微量凯氏定氮法测定, 粗脂肪用索氏抽提法, 灰分用干法灰化法。使用HPLC(HP)测定草鱼血浆肽和虾蛋白肽中小肽总量和各肽段小肽含量。使用HP分光光度计测定草鱼对各组饲料表现

消化率、蛋白消化率。
数据统计分析采用SAS软件中Duncan's多重比较法, 显著水平采用 $P > 0.05$ 。

2 结果

2.1 各组草鱼相对生长率、存活率、饲料系数和蛋白保留效率

饲养56d后, 各组草鱼的存活率相似, 无显著性差异($P > 0.05$)。但相对生长率、饲料系数与蛋白保留效率试验各组较对照组表现好, 试验2、3、4、5组较对照组有显著性差异($P < 0.05$) (表3)。表明日粮中添加一定比例的小肽均可提高草鱼体内的蛋白质合成能力, 特别是在草鱼日粮中添加0.5%与1%的虾蛋白肽和0.5%的鱼粉水解物、0.5%的酶解酪蛋白(表2)。

表2 各组草鱼相对生长率、存活率、饲料系数和蛋白保留效率
Tab. 2 The relative growth ratio(RGR), survival ratio(SR), feed conversion ratio(FCR) and protein retention ratio(PRR) in fish

组别 Group	始重(g) IBW	末重(g) FBW	相对生长率(%) RGR	存活率(%) SR	饲料系数 FCR	蛋白保留效率(%) PRR
对照组	3.73	6.38	1.27 ± 0.13^a	100 ± 0.00	2.26 ± 0.05^a	19.67 ± 0.98^a
1组	3.70	6.63	1.41 ± 0.12^a	100 ± 0.00	2.03 ± 0.20^{ab}	20.17 ± 0.83^a
2组	3.76	7.43	1.74 ± 0.12^b	98.7 ± 0.01	1.84 ± 0.10^b	25.71 ± 0.31^b
3组	3.78	7.34	1.68 ± 0.08^b	98.7 ± 0.01	1.89 ± 0.13^b	25.46 ± 0.34^b
4组	3.71	7.47	1.81 ± 0.13^b	100 ± 0.00	1.88 ± 0.09^b	25.34 ± 0.84^b
5组	3.77	7.40	1.72 ± 0.10^b	100 ± 0.00	1.85 ± 0.03^b	25.91 ± 0.65^b

同一行数据右上角不同上标小写字母代表有显著差异($P < 0.05$)。存活率(%) = 终末尾数/初始尾数 $\times 100$; 相对生长率(%) = (末重-初重)/初重/饲养天数 $\times 100$; 饲料转换系数= 摄食饲料总量/(末重-初重); 蛋白质保留效率(%) = (末重蛋白量-初重蛋白量)/摄食蛋白总量。
Notes: Values with different small superscript letters within same column indicate significantly different ($P < 0.05$). Survival rate (SR) % = (the number of fish at the end of test/the number of fish at the beginning of test) $\times 100$; Relative growth rate (RGR) % = (FBW-IBW)/IBM $\times 100$; feed conversion ratio (FCR) = Total amount of feed fed fish/(FBW-IBW); protein retention ratio (PRR) = (FBM of body protein-IBM of body protein)/total amount of feed protein fed fish.

表3 试验各组草鱼肝体指数、内脏指数、肠脂指数和肝胰脏脂肪含量(%)
Tab. 3 The ratio of hepatopancreas/body, bowel/body, fat in mesentery/body and the amount of lipid on hepatopancreas in fish

组别 Group	肝体指数 Hepatopancreas/body	内脏指数 Bowel/body	肠脂指数 Mesentery fat/body	肝胰脏脂肪含量(湿重) Amount of fat on hepatopancreas
对照组	2.34 ± 0.32^a	12.16 ± 1.09^a	3.96 ± 0.59^{Aa}	11.49 ± 1.95^{Aa}
1组	1.98 ± 0.25^{ab}	10.58 ± 1.33^{ab}	2.45 ± 0.38^{ABb}	8.36 ± 1.23^{ABb}
2组	1.75 ± 0.21^b	9.47 ± 0.98^b	1.45 ± 0.21^{Cc}	4.52 ± 0.68^{Cc}
3组	1.47 ± 0.46^b	9.72 ± 1.03^b	1.47 ± 0.16^{Cc}	4.57 ± 0.51^{Cc}
4组	1.69 ± 0.33^b	9.65 ± 0.89^b	2.35 ± 0.44^{ABb}	4.91 ± 0.72^{Cc}
5组	1.88 ± 0.36^{ab}	9.65 ± 1.16^b	1.44 ± 0.22^{Cc}	8.08 ± 1.01^{ABb}

同一行数据右上角不同上标小写字母代表有显著差异($P < 0.05$), 大写字母代表有极显著差异($P < 0.01$)。
Notes: Values with different small superscript letters within same column indicate significantly different ($P < 0.05$); Values with different superscript capital letters within same column indicate significantly highly different ($P < 0.01$).

2.2 试验各组草鱼肝体指数、内脏指数、肠脂指数和肝胰脏脂肪含量

试验测试表明, 对照组草鱼较试验各组肝体指数、内脏指数、肠脂指数和肝胰脏脂肪含量普遍显著 ($P > 0.05$) 或极显著 ($P > 0.01$) 增高, 表明对照组草鱼肝脏相对重量、肝脂肪含量和肠系膜脂肪相对重量均明显高于试验各组。在草鱼日粮中添加一定比例的虾蛋白肽和鱼粉水解物、酶解酪蛋白可降低草鱼体内肝胰脏与肠系膜脂肪的储积。

2.3 试验各组草鱼体组成部分和饲料表观消化率, 蛋白消化率

试验测试表明, 试验各组草鱼鱼体水分含量相似, 组间无显著性差异 ($P > 0.05$)。但脂肪含量与灰分(除试验 3 组外)以对照组最高, 且与各试验组有显著性差异, 试验 1、3、5 组蛋白质含量显著性高于对照组 ($P < 0.05$)。饲料表观消化率与蛋白消化率有随着日粮添加小肽的比例而升高的趋势, 但组间无显著性差异(表 4)。

表 4 试验各组草鱼体组成部分和饲料表观消化率, 蛋白消化率 (%)
Tab. 4 Body composition and ratio of apparent digest, protein digest on fish

组别 Group	蛋白 Protein	脂肪 Lipid	灰分 Ash	水分 Water	表观消化率 Ratio of apparent digest	蛋白消化率 Ratio of protein digest
对照组	12.60±0.18 ^a	7.43±0.10 ^a	2.54±0.07 ^a	75.95±2.69	73.72±2.68	75.55±2.02
1 组	13.49±0.27 ^b	6.76±0.11 ^b	2.40±0.04 ^b	76.28±1.74	76.04±4.47	77.32±6.16
2 组	12.53±0.15 ^a	5.95±0.08 ^c	2.34±0.06 ^b	77.87±2.21	77.39±2.55	78.93±4.87
3 组	14.13±0.22 ^c	6.47±0.12 ^b	2.60±0.08 ^a	75.06±2.01	78.12±4.01	78.70±2.64
4 组	12.46±0.21 ^a	5.73±0.08 ^c	2.36±0.07 ^b	77.64±2.23	78.24±3.99	79.65±3.41
5 组	13.34±0.24 ^b	6.83±0.16 ^b	2.33±0.08 ^b	76.10±1.69	77.58±5.22	77.02±2.33

2.4 试验各组草鱼的血浆钙、磷、镁含量和小肽总量

由表 5 可知, 试验各组草鱼的血浆钙、磷、镁含量和小肽总量较对照组增加, 其中血浆中磷、镁以试

验 2、3 组最高, 且与对照组有显著性差异, 除试验 1 组外, 试验各组草鱼的血浆中小肽总量显著性高于对照组 ($P < 0.05$)。表明日粮中添加一定比例的小肽将提高草鱼血浆中对矿元素的吸收和小肽的含量。

表 5 试验各组草鱼的血浆钙、磷、镁含量和小肽总量
Tab. 5 Contents of Ca, P, Mg and small peptides in blood serum in fish

组别 Group	钙 Ca (mmol/L)	磷 P (mmol/L)	镁 Mg (mmol/L)	小肽总量 Total peptides ($10^3 \times \mu\text{g} / 100 \mu\text{L}$)
对照组	1.93±0.45	3.86±0.86 ^a	1.35±0.21 ^a	14412±3579 ^a
1 组	1.97±0.33	4.84±0.75 ^a	1.67±0.31 ^a	17854±3416 ^a
2 组	2.10±0.41	7.28±1.81 ^b	1.84±0.42 ^a	26288±4889 ^b
3 组	2.17±0.40	6.21±1.55 ^b	2.11±0.36 ^b	26311±3994 ^b
4 组	2.08±0.33	4.04±0.77 ^a	1.91±0.37 ^b	33228±6527 ^b
5 组	1.92±0.38	4.34±0.67 ^a	2.35±0.58 ^b	24224±4012 ^b

3 讨论

本实验在草鱼日粮中添加一定比例的不同种类小肽后, 均提高了草鱼的生长性能。特别是在日粮中添加 0.5% 以上的小肽后, 与对照组相比显著提高了草鱼相对生长率和蛋白保留效率, 降低了饲料

系数和肝胰脏、肠系膜脂肪含量。动物日粮中添加小肽提高其生长性能的机制尚不十分清楚。日粮中添加小肽后, 其提供的氨基酸种类和数量与对照组并无差异, 添加虾蛋白肽后草鱼表现出更高的生长性能, 但不能从增加日粮氨基酸的总量和改善氨基酸的平衡来解释, 而可能与消化道中的小肽底物能

够增加肠道小肽载体对小肽和游离氨基酸的转运能力,提高机体蛋白质合成能力,降低了日粮蛋白质转化为鱼体脂肪沉积。另外,虾蛋白肽中存在多种生物活性肽,如磷肽、阿片肽、内啡肽、促泌肽等,它们可在消化过程中释放出来,发挥其生理作用。促进消化道的蠕动,改善消化机能^[7,8]。这从添加虾蛋白肽后草鱼饲料表观消化率与蛋白消化率有所提高亦得到了一定程度的证实,所以,肽的作用是氨基酸所不能替代的,因为某些肽的生理活性是与其特定的结构有关,在消化过程中发挥重要的生理功能。

对草鱼血浆肽进行 HPLC 分析表明,日粮中添加不同小肽制品后,草鱼血浆中小肽含量较对照组显著提高。传统认为小肽可以完整进入肠上皮细胞内,在细胞浆肽酶的作用下主要以游离氨基酸的形式进入血液循环,但越来越多的研究证实,一些小肽可完整地进入血液循环,血液循环中的小肽量可能受到日粮中肽的影响^[9]。本实验表明,草鱼血液循环中的肽量与其生长性能之间可能存在一定程度的关系,因为消化道中底物肽能影响血液循环中肽含量,而后者影响着草鱼肝胰脏蛋白质合成能力。小肽对草鱼生长性能的促进作用是通过影响蛋白质的消化吸收和作用于蛋白质的代谢表现出来,但进一步的机理尚需要深入研究。

日粮中添加一定比例小肽可以使草鱼血浆中钙、磷、镁的含量增高,特别是后两种元素显著提高,这与许多利用肉类与内脏水解物中的肽所做实验报道相似^[10]。一般认为,提高机体对矿物元素的利用可能与日粮所提供的肽的种类和数量有关。

最后,实验表明,在草鱼日粮中添加小肽对其生长性能的改善与添加比例有关。例如当在日粮中添加虾蛋白肽达到 0.5% 较 0.25% 效果好,但当在日

粮中添加 0.5% 以上时,其生长性能并不能随着日粮中虾蛋白肽比例升高而增高。所以,在草鱼日粮中添加虾蛋白肽不宜超过 0.5% 的限度。而不同种类小肽制品均可以提高草鱼的生长性能,相互间并无显著性差异,但对草鱼血液循环中小肽含量的影响以长链的鱼粉水解物最为明显。

参考文献:

- [1] Takeda M, Takii K. Gustation and nutrition in fishes: application to aquaculture. Fish Chemoreception. [M]. London: Chapman & Hall, 1992, 271—287
- [2] Erba D, Ciappellano S, Testolin G. Effect of caseinphosphopeptides on inhibition of calcium intestinal absorption due to phosphate [J]. *Nutrition Research*, 2001, **21**: 649—656
- [3] Carine J, Minter S, Peer F. Nutritional compositions containing beta casein phosphopeptides [M]. UK patent Application GB(2), 1989, 214810A
- [4] Parisini P, Scipioni P. Effects of peptide components in a proteolysate in piglet nutrition [J]. *Zootecnica e Nutrizione animale*, 1989, **15**: 637—644
- [5] Gilderg A, Stenberg E. A new process for advanced utilization of shrimp waste [J]. *Process Biochem*, 2001, **36**: 809—812
- [6] Buchmann N B, Boza J. Protein v. enzymic protein hydrolysates: Nitrogen utilization in starved rats [J]. *J. Agric. Food Chem*, 1979, **30**: 583—589
- [7] Leonard A, Maynard A B. Animal nutrition. [M] New York: McGraw Hill Book Company, 2000, 165—189
- [8] Infante J L Z. Nutritional rehabilitation of malnourished rats by di and tripeptides: nitrogen metabolism and intestinal response [J]. *J. Nutr. Biochem.*, 1992, **3**: 285—290
- [9] Daneil H, Baumann S A. Physiological importance and characteristics of peptide transport in intestinal epithelial cells [M]. EAAP New York: Publication, 1994, 231—265
- [10] Maria K K, Bamba T. Iron speciation in intestinal contents of rats fed meal composed of meat and non meat sources of protein and fat [J]. *Food Chem*, 1995, **52**: 47—56

EFFECT OF DIETARY SMALL PEPTIDES ON GROWTH PERFORMANCE OF GRASS CARP, *CTENOPHARYNGODON IDELLA*

FENG Jian and LIU Dong-Hui

(Institute of Aquatic Animal, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract:The experiment was conducted to determine the effect of dietary small peptides on growth performance of grass carp *Ctenopharyngodon idella*. 450 grass carp(initial weight ca. 3. 70g) were divided into 6 experimental triplicate groups and fed in aquatic cases(25 grass carp/ 0. 25m³) by a recirculated filtered rearing system maintained for 56 days at 27. 6±3. 1 °C. The diets of control group included in 1% fish meal and test group 1, 2, 3, 4, 5 included in 0. 25% , 0. 5% , 1% proteir peptides by shrimp waste, 0. 5% Hydrolyzed fish meal as small peptides and 0. 5% enzymatic casein as three different kinds of small peptides. The experimental results showed that the survival ratio (SR) of fish in all experimental groups were similar, but the relative growth ratio (RGR) , feed conversion ratio(FCR) and protein retention ratio(PRR) of fish in test group 2, 3, 4 and 5 were significantly better than fish in control group($P < 0. 05$). The ratio of apparent digest and protein digest of fish in test groups were relative higher than fish in control group, but no significant difference($P > 0. 05$). The ratio of hepatopancreas/ body, bowel/ body, fat in mesentery/ body and the amount of fat on hepatopancreas in fish by all test groups were significantly or very significantly lower than control group ($P < 0. 05$) or($P < 0. 01$). In the body composition, content of lipid on all test groups was significantly higher than fish by control group($P < 0. 05$). The feasible amount of proteir peptides from shrimp waste in diet of grass carp was 0. 5% in diet. These results indicated that varied dietary small peptides could increase the total amount of small peptides in blood serum and improve the both ratio of apparent digestibility and protein digestibility. Accordingly to advance the utilization of dietary protein and reduce the store of fat in hepatopancreas, mesentery and body, fish fed diets with three kinds of small peptides increased the ability of nitrogen sediment and protein compound in body. Thereby dietary small peptides could affect utilization of dietary protein and improve the growth performance in grass carp. The dietary peptides provided not only amino acids as materials of protein compound in fish body, but also active biologic small peptides whose could pay an positive role on the process of dietary digest and utilization.

Key words:Grass carp; Nutrition; Small peptides