

网络出版时间:2014-07-09 11:51 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.08.012
网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.08.012.html>

黄金鲈肌肉营养成分与品质的评价

杨 媚¹, 吴莉芳¹, 杨欢欢², 邢秀苹¹, 秦贵信¹, 张东鸣¹

(1 吉林农业大学 动物科学技术学院, 吉林 长春 130118; 2 厦门利洋水产科技有限公司, 福建 厦门 361012)

[摘要] 【目的】分析测定黄金鲈(*Perca flavescens*)的肌肉营养成分, 对其营养价值进行综合评价。【方法】以 20 尾体质量为 (142.29 ± 4.31) g 的黄金鲈为检测对象, 采用国家标准方法测定其肌肉粗蛋白、粗脂肪、水分、灰分及氨基酸含量。【结果】黄金鲈肌肉中水分含量为 779.1 g/kg, 粗蛋白、粗脂肪、粗灰分含量分别为 186.2, 12.1 和 12.6 g/kg。氨基酸总量为 84.07% (质量分数, 干样, 下同), 必需氨基酸(EAA)总量为 36.66%, 占氨基酸总量的 43.62%, 其必需氨基酸的构成比例符合联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的标准。必需氨基酸指数(EAAI)为 62.57, 非必需氨基酸(NEAA)总量为 42.06%, 氨基酸中鲜味氨基酸(DAA)总量为 33.14%。鱼肉中富含 Ca、Mg、Zn 等矿物质元素。【结论】黄金鲈肌肉中蛋白质含量较高, 必需氨基酸和鲜味氨基酸含量较丰富, 粗脂肪含量较低, 是营养价值和经济价值较高的优质鱼类, 经常食用有利于人体健康。

[关键词] 黄金鲈; 含肉率; 营养成分; 氨基酸

[中图分类号] TS254.1; TS201.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2014)08-0132-06

Evaluation of nutrient components and quality in the muscle of *Perca flavescens*

YANG Hua¹, WU Li-fang¹, YANG Huan-huan², XING Xiu-ping¹,
QIN Gui-xin¹, ZHANG Dong-ming¹

(1 College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China;

2 Liyang Aquatic Technology Company Limited, Xiamen, Fujian 361012, China)

Abstract: 【Objective】This study aimed to analyze the nutrition components in the muscle of *Perca flavescens*, and evaluate their nutritional values. 【Method】*P. flavescens* with weight of (142.29 ± 4.31) g were chosen to measure the contents of crude protein, crude fat, moisture, ash and amino acids in the muscle using national standard methods. 【Result】The moisture content was 779.1 g/kg, the crude protein content was 186.2 g/kg, the crude fat content was 12.1 g/kg, and the crude ash content was 12.6 g/kg in muscle of *P. flavescens*. The content of total amino acids was 84.07% (mass fraction, dry sample), and the content of 8 essential amino acids (EAA) was 36.66%, accounting for 43.62% of total amino acids. The proportion of EAA was in line with the United Nations food and agricultural organization (FAO)/World Health Organization (WHO) standard. Content of essential amino acid index (EAAI) was 62.57. Content of non-essential essential amino acid (NEAA) was 42.06% and content of delicious amino acids (DAA) was 33.14%. Ca, Mg, Zn and other essential minerals were rich in the muscle of *P. flavescens*. 【Conclusion】*P. flavescens* has high protein content, abundant EAA and DAA, and low crude fat content, suggesting high nutritional value and economic value.

[收稿日期] 2013-05-21

[基金项目] 吉林省科技厅发展计划资助项目(20110233)

[作者简介] 杨 媚(1990—), 女, 黑龙江七台河人, 硕士, 主要从事水产动物营养与饲料学研究。E-mail: yh5079@yeah.net

[通信作者] 吴莉芳(1970—), 女, 吉林农安人, 教授, 博士, 主要从事水产动物营养与饲料学研究。E-mail: wulifang2915@126.com

Key words: *Perca flavescens*; muscle ratio; nutritive component; amino acid

黄金鲈(*Perca flavescens*)又名丝绸鲈,隶属于鲈形目(Perciformes)、鲈科(Percidae)、鲈属(*Perca*),是美国最著名的名贵鲈鱼,也是最受欢迎的温、冷水性淡水游钓鱼类之一,广泛分布于美国中部及北部地区^[1]。我国1997年从美国引进该品种,2000-03首次人工繁殖成功。目前,已经完善了黄金鲈的人工繁殖、苗种培育、成鱼养殖等关键技术。黄金鲈不仅体形优美,而且具有肉质细嫩、味道鲜美、生长迅速、适温范围广、适应性强、病害少、商品价值高等特点,是广大养殖户的理想养殖品种之一,可进行池塘、网箱、工业化等养殖,具有广阔的发展前景。目前,国内外水产养殖工作者对黄金鲈进行了广泛研究,Patrice等^[2]、Vincent等^[3]分别研究了重金属对野生黄金鲈的影响,Kyeong等^[4]研究了饲料中添加维生素C和E对黄金鲈生长的影响,Kamal等^[5]研究了饲喂不同饲料对黄金鲈生长性能和脂肪酸组成的影响,Ciereszko等^[6]研究了饲料中添加棉籽或有机质对黄金鲈生殖能力的影响。本研究对黄金鲈的含肉率及肌肉中常规营养成分、氨基酸组成和含量进行了测定与分析,旨在为评价其营养价值、丰富鱼类营养学研究内容提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

黄金鲈于2012-12购自江苏省镇江市,均为活体。随机取鱼20尾,测量体长((18.96±0.19)cm)、体质量((142.29±4.31)g)后去皮,用不锈钢手术刀取侧线以上、背鳍以下肌肉剪碎,搅拌均匀,于超低温冰箱中保存备用。

1.2 黄金鲈含肉率的测定

随机取鱼15尾,用于测定其含肉率。吸干鱼体表水分,测定体长和体质量。按常规方法解剖分离性腺、内脏、鳃、皮肤、鳞片、鳍和骨骼等非肉质部分,分别称其质量。含肉率=(鱼体肉质部分质量/鱼体质量)×100%。

1.3 黄金鲈肌肉中营养成分的检测方法

1.3.1 一般营养成分 水分含量测定采用105℃常压烘干法(GB 5009.3—2010);粗灰分含量测定采用550℃灰化法(GB 5009.4—2010);粗蛋白含量测定采用微量凯氏定氮法(GB 5009.5—2010);粗脂肪含量测定采用索氏抽提法(GB 5009.6—

2010);矿物元素测定时先采用湿式消化法消化,再用原子吸收法测定。

1.3.2 氨基酸 将样品先按照GB/T 5009.124—2003的方法处理,再使用日立L-8800全自动氨基酸分析仪测定除色氨酸外的其余17种氨基酸的质量分数。

1.4 黄金鲈肌肉的营养评价

根据1973年FAO/WHO建议的人体必需氨基酸均衡模式和鸡全卵蛋白质的氨基酸模式,氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)按照下列公式计算:

$$\text{AAS} = \frac{\text{待测蛋白质氨基酸含量 (mg/g)}}{\text{WHO/FAO评分模式氨基酸含量 (mg/g)}}$$

$$\text{CS} = \frac{\text{待测蛋白质氨基酸含量 (mg/g)}}{\text{鸡蛋蛋白中同种氨基酸含量 (mg/g)}}$$

$$\text{EAAI} = (\frac{\text{赖氨酸 } t}{\text{赖氨酸 } s} \times 100 \times \frac{\text{亮氨酸 } t}{\text{亮氨酸 } s} \times 100 \times \dots \times \frac{\text{缬氨酸 } t}{\text{缬氨酸 } s} \times 100)^{1/n}$$

式中: n 为比较氨基酸数, t 为待评价蛋白质的氨基酸含量, s 为鸡蛋蛋白质的氨基酸含量。

1.5 数据的统计分析

试验数据采用SPSS17.0软件进行生物学统计,描述性统计值使用“平均数±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 黄金鲈的含肉率

含肉率是衡量鱼类品质、生产性能的重要指标之一,因鱼的种类、生活环境、饲料的不同而不同。本研究结果表明,黄金鲈的含肉率较高,为70.78%,具有较好的生产性能。

2.2 黄金鲈肌肉中一般营养成分的含量

从表1可知,黄金鲈背部肌肉中粗蛋白含量为186.2 g/kg,粗脂肪含量12.1 g/kg,水分含量779.1 g/kg,粗灰分含量12.6 g/kg。本试验共检测了黄金鲈肌肉中6种矿物质元素的含量,在常量矿物质元素中,镁的含量高于钙;微量元素中锌的含量最高,其次为锰、铁,铜的含量最低。各矿物质元素含量分别为:锰1.52 mg/kg,钙91.94 mg/kg,镁265.21 mg/kg,铁1.42 mg/kg,锌3.79 mg/kg,铜0.19 mg/kg。与表1中其他经济鱼类相比,黄金鲈肌肉中水分、粗脂肪和粗灰分含量相对较低,粗蛋白含量较高,是一种营养价值较高的优质名贵鱼类。

表 1 黄金鲈与其他几种经济鱼类肌肉中一般营养成分的比较

Table 1 Comparison of nutrient components in muscle of *Perca flavescens* and other economic fishes g/kg

种类 Species	水分 Moisture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗灰分 Crude ash	文献来源 Source
黄金鲈 <i>Perca flavescens</i>	779.10±3.60	186.20±2.30	12.10±2.20	12.60±0.60	
榧镜鲤 <i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i>	803.80±4.20	148.30±0.70	15.00±1.10	8.70±0.10	[7]
瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	801.67±8.88	144.52±2.42	24.08±1.70	8.51±3.69	[8]
云斑鮰 <i>Lctalurus nebulosus</i>	787.78±7.69	153.41±4.42	12.19±3.26	15.77±1.08	[8]
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	786.00±10.22	162.39±5.61	12.56±6.03	13.69±2.80	[8]
鳡鱼 <i>Elopichthys bambusa</i>	679.90±17.00	135.00±5.10	138.40±6.90	43.00±10.50	[9]
红鳍鲌 <i>Culter erythropterus</i>	782.90±3.40	183.10±3.20	9.70±0.10	11.70±2.40	[10]
鳜鱼 <i>Siniperca chuatsi</i>	797.60	175.60	15.00	10.60	[11]
白斑狗鱼 <i>Esox lucius</i>	779.00	191.00	14.00	12.20	[12]

2.3 黄金鲈肌肉中氨基酸的组成、质量分数及营养评价

2.3.1 氨基酸的种类和比例 表 2 表明,黄金鲈肌肉中氨基酸总量为 84.07% (质量分数,干样),含有常见的 17 种(由于采用酸水解法预处理样品,色氨酸被破坏而未测得)氨基酸,包括人体必需氨基酸 7 种(赖氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和缬氨酸),半必需氨基酸 2 种(组氨酸和精氨

酸),非必需氨基酸 8 种(甘氨酸、酪氨酸、丙氨酸、半胱氨酸、天门冬氨酸、脯氨酸、丝氨酸和谷氨酸)。从氨基酸组成上看,谷氨酸(Glu)质量分数最高,为 15.52%(干样),其次是天门冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸,半胱氨酸含量最低。必需氨基酸占总氨基酸的比例(EAA/TAA)为 43.62%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)为 87.17%。

表 2 黄金鲈肌肉的氨基酸组成及质量分数

Table 2 Composition and contents of amino acids in muscle of *Perca flavescens*

氨基酸 Amino acid	占鲜样的质量分数 Percentage of wet weight	占干样的质量分数 Percentage of dry weight	氨基酸 Amino acid	占鲜样的质量分数 Percentage of wet weight	占干样的质量分数 Percentage of dry weight
天门冬氨酸 Asp	1.86±0.09	8.40±0.26	苏氨酸 Thr	0.86±0.04	3.89±0.09
丝氨酸 Ser	0.78±0.01	3.55±0.04	组氨酸 His	0.60±0.01	2.73±0.03
谷氨酸 Glu	3.43±0.11	15.52±0.28	精氨酸 Arg	1.11±0.04	5.04±0.12
甘氨酸 Gly	0.87±0.03	3.93±0.08	脯氨酸 Pro	0.62±0.07	2.81±0.19
丙氨酸 Ala	1.17±0.05	5.29±0.14	半胱氨酸 Cys	0.22±0.08	1.01±0.21
缬氨酸 Val	0.96±0.05	4.36±0.14	TAA	18.57±0.70	84.07±1.83
蛋氨酸 Met	0.61±0.03	2.74±0.09	EAA	8.09±0.20	36.66±0.52
异亮氨酸 Ile	0.85±0.03	3.83±0.07	NEAA	9.28±0.16	42.06±1.29
亮氨酸 Leu	1.46±0.04	6.60±0.11	DAA	7.32±0.29	33.14±0.76
酪氨酸 Tyr	0.34±0.01	1.55±0.02	EAA/TAA	43.62	43.62
苯丙氨酸 Phe	0.94±0.09	4.27±0.25	EAA/NEAA	87.17	87.17
赖氨酸 Lys	1.86±0.05	8.41±0.14	DAA/TAA	39.42	39.42

注: TAA 为氨基酸总量, EAA 为必需氨基酸总量, NEAA 为非必需氨基酸总量, DAA 为鲜味氨基酸总量。

Note: TAA is total amino acids, EAA is total essential amino acids, NEAA is total nonessential amino acids, and DAA is total delicious amino acids.

2.3.2 氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数
氨基酸评分是目前广为应用的一种食物蛋白质营养价值评价方法。由表 3 可知,黄金鲈肌肉中赖氨酸的 AAS 和 CS 最高,必需氨基酸(除赖氨酸外)的 AAS 均大于或接近 1,CS 均大于或接近 0.5,这表明黄金鲈氨基酸含量丰富且组成比较均衡。按 AAS 模式,黄金鲈的第 1、第 2 限制性氨基酸分别为缬氨酸、异亮氨酸;根据 CS 模式,黄金鲈的第 1、第 2 限制性氨基酸分别为蛋氨酸+半胱氨酸和苯丙氨

酸+酪氨酸。EAAI 是评价蛋白质营养价值的常用指标之一,黄金鲈的 EAAI 为 62.57,显著高于一般经济鱼类。

2.3.3 鲜味氨基酸含量 由表 4 可知,黄金鲈肌肉鲜味氨基酸中以谷氨酸含量(质量分数)最高,为 15.52%(干样),其次为天门冬氨酸(8.40%)、丙氨酸(5.29%)、甘氨酸(3.93%)。4 种鲜味氨基酸(天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸)的总量为 33.14%(干样)。

表 3 黄金鲈肌肉中必需氨基酸组成及含量的评价

Table 3 Evaluation of essential amino acids composition in muscle of *Perca flavescens*

必需氨基酸 Essential amino acid	黄金鲈/ (mg · g ⁻¹) <i>Perca</i> <i>flavescens</i>	FAO 评分模式/ (mg · g ⁻¹) FAO evaluation mode	鸡蛋蛋白/ (mg · g ⁻¹) Egg protein	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	2.34	2.50	3.31	0.936	0.71
亮氨酸 Leu	4.13	4.40	5.34	0.939	0.77
赖氨酸 Lys	5.26	3.40	4.41	1.55	1.19
苏氨酸 Thr	2.43	2.50	2.92	0.97	0.83
缬氨酸 Val	2.73	3.10	4.10	0.88	0.67
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	2.35	2.20	3.86	1.07	0.61
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	3.64	3.80	5.65	0.96	0.64
EAACI			62.57		

表 4 黄金鲈肌肉中鲜味氨基酸的组成及与其他经济鱼类的比较

Table 4 Comparison of delicious amino acids contents in muscle of *Perca flavescens* and other fishes

鲜味氨基酸 DAA	黄金鲈/ <i>Perca</i> <i>flavescens</i>	瓦氏黄颡鱼 ^[8] <i>Pelteobagrus</i> <i>fulvidraco</i>	鳜鱼 ^[11] <i>Siniperca</i> <i>chuatsi</i>	云斑鮰 ^[8] <i>Lctalurus</i> <i>nebulosus</i>	框镜鲤 ^[7] <i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i>	红鳍鲌 ^[10] <i>Culter</i> <i>erythropterus</i>
天门冬氨酸 Asp	8.40±0.26	8.536±0.677	9.30±0.063	8.113±0.586	8.15±0.22	8.22±0.01
谷氨酸 Glu	15.52±0.28	13.554±1.238	14.75±0.171	12.665±1.087	14.04±0.52	9.36±0.03
甘氨酸 Gly	3.93±0.08	3.894±0.328	4.07±0.074	3.451±0.246	6.11±0.56	3.42±0.01
丙氨酸 Ala	5.29±0.14	5.131±0.404	5.53±0.206	4.775±0.37	5.75±0.16	4.57±0.02
合计 Total	33.14±0.76	31.142±2.628	33.65	29.004±2.274	34.05	31.61±0.01

3 讨 论

3.1 黄金鲈肌肉中的一般营养成分

鱼类的营养价值主要取决于鱼肉蛋白质和脂肪含量的多少。在通常情况下,鱼肉中蛋白质、脂肪含量高,鱼相对肥嫩,鱼肉品质好。蛋白质是动物及人类营养物质中最主要的成分之一,蛋白质含量是衡量食品营养价值的主要指标。本研究结果表明,黄金鲈肌肉中粗蛋白含量为186.20 g/kg(鲜样),粗脂肪含量为12.10 g/kg。粗蛋白含量高于框镜鲤(148.30 g/kg)^[7]、瓦氏黄颡鱼(144.52 g/kg)^[8]、云斑鮰(153.41 g/kg)^[8]、泥鳅(162.39 g/kg)^[8]、鳜鱼(175.60 g/kg)^[11]及人工养殖的鳡鱼(135.00 g/kg)^[9],与河鲈(187.30 g/kg)、加州鲈(183.90 g/kg)、红鳍鲌(183.10 g/kg)^[10]相近,低于白斑狗鱼(191.00 g/kg)^[12]。据报道,在一定范围内,肌肉中脂肪含量与肉品质的风味呈正相关,即风味随着肌肉脂肪含量的增加而持续改变,当肌肉中脂肪含量达到鲜样的3.5%~4.5%时,才会有良好的适口性^[13]。因此,黄金鲈肌肉水分、粗脂肪和粗灰分含量相对较低,蛋白质含量较高,是一种营养价值高的优质名贵鱼类。

含肉率是评价鱼类品质、经济性状和生产性能的重要指标之一,因鱼的种类及品种而不同,但在一定程度上受营养条件以及生理状况的影响。本研究

结果表明,黄金鲈的含肉率为70.78%,高于斑驳尖塘鳢(*Oxyeleotris marmoratus*)(64.45%)^[14]、鳡鱼(67.62%)^[11]、泥鳅(65.954%)^[8]、黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)(67.4%)^[15]、白斑狗鱼(64.8%)^[12],低于瓦氏黄颡鱼(73.632%)^[8]、云斑鮰(74.484%)^[8]。可见,黄金鲈是一种含肉率较高的淡水鱼类,具有较好的经济性状和生产性状。

矿物质元素是维持机体生命及正常新陈代谢所必需的物质,不能在人体内合成,故其在日常膳食中的含量尤显重要。黄金鲈肌肉中含矿物质元素Ca 91.94 mg/kg,高于黄斑篮子鱼(*Siganus oramin*)(87.12 mg/kg)^[16]; Mg 265.21 mg/kg, Fe 1.42 mg/kg, Zn 3.79 mg/kg, Mn 1.52 mg/kg, Cu 0.19 mg/kg。这些元素不仅对维持人体的生理功能起到特殊作用,而且还是鱼类呈鲜味不可缺少的因子。我国中小学生营养失衡现象严重,缺Ca、Fe、Zn人數居高不下^[17],因此,经常食用黄金鲈有利于补充Ca、Fe、Zn。

3.2 黄金鲈肌肉中氨基酸的组成、含量及营养评价

评价蛋白质的营养价值,必须依据氨基酸的含量与组成,特别是人体必需氨基酸含量的高低和构成比例,是决定蛋白质营养价值的重要因素^[18]。从黄金鲈氨基酸的组成来看,谷氨酸含量最高,占3.43%(质量分数,鲜样),谷氨酸不仅是鲜味氨基酸,还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸,参与多种

生理活性物质的合成。其次是天门冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸,半胱氨酸含量最低。这一组成特点与黄斑篮子鱼^[16]、达氏鳇(*Huso dauricus*)^[19]、施氏鲟(*Acipenser schrencki*)^[19]是一致的。在必需氨基酸中,赖氨酸含量最高,占 8.41%(质量分数,干样),高于黄斑篮子鱼(6.43%)^[16],赖氨酸是人乳中第 1 限制性氨基酸,因而,黄金鲈是优质的催乳食品。

根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质,其组成氨基酸的 EAA/TAA 为 40% 左右,EAA/NEAA 在 60% 以上^[20]。黄金鲈的 EAA/TAA 为 43.62%,EAA/NEAA 为 87.17%。可见,黄金鲈肌肉氨基酸组成符合上述指标要求,即氨基酸平衡效果好,属于优质的蛋白质。按照 AAS 模式,黄金鲈的第 1、第 2 限制性氨基酸分别为缬氨酸、异亮氨酸,这与戴阳军等^[9]报道的野生鱥鱼相一致。根据 CS 模式,黄金鲈的第 1、第 2 限制性氨基酸分别为蛋氨酸+半胱氨酸和苯丙氨酸+酪氨酸。必需氨基酸指数是评价蛋白质营养价值的常用指标之一。黄金鲈必需氨基酸指数为 62.57,接近或高于一般经济鱼类(草鱼为 62.71,鲫鱼为 68.96,鲢鱼为 60.73)^[21]。动物蛋白质味道鲜美程度与其鲜味氨基酸的含量有关。谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸的组成和含量可以决定鱼肉的鲜美程度。黄金鲈肌肉中鲜味氨基酸总量为 33.14%(质量分数,干样)。天门冬氨酸和谷氨酸为呈鲜味的特征氨基酸,其中,谷氨酸的鲜味最强,黄金鲈肌肉中鲜味氨基酸以谷氨酸含量最高,为 15.52%(质量分数,干样)。因此,黄金鲈是营养价值高、味道鲜美的鱼种。

参考文献

- [1] Malison J. A white paper on the status and needs of yellow perch aquaculture in the North Central Region [M]. Wisconsin, USA: North Central Regional Aquaculture, 2000;5-13.
- [2] Patrice C, Puja R. Impairment of metabolic capacities in copper and cadmium contaminated wild yellow perch (*Perca flavescens*) [J]. Aquatic Toxicology, 2003, 64:107-120.
- [3] Vincent B, Patrice C, Peter G. Evolutionary ecotoxicology of wild yellow perch (*Perca flavescens*) populations chronically exposed to a polymetallic gradient [J]. Aquatic Toxicology, 2008, 86:76-90.
- [4] Kyeong L, Konrad D. Long-term effects and interactions of dietary vitamins C and E on growth and reproduction of yellow perch, *Perca flavescens* [J]. Aquaculture, 2004, 230:377-389.
- [5] Kamal M, Kurt A, Michael L, et al. Culture performance and tissue fatty acid compositions of yellow perch (*Perca flavescens*) fed different dietary lipids [J]. Aquaculture, 2012, 360:17-24.
- [6] Ciereszko A, Dabrowski K. In vitro effect of gossypol acetate on yellow perch (*Perca flavescens*) spermatozoa [J]. Aquatic Toxicology, 2000, 49:181-187.
- [7] 艾明艳,胡筱波,熊善柏. 框镜鲤肌肉主要营养成分测定评价 [J]. 营养学报, 2011, 33(1):87-89.
- [8] Ai M Y, Hu X B, Xiong S B. Analysis and evaluation of the nutrition components of *Cyprinus carpio* var. *specularis* [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2011, 33(1):87-89. (in Chinese)
- [9] 黄 钧,杨 淳,覃志彪,等. 云斑鮰、泥鳅和瓦氏黄颡鱼的含肉率及营养价值比较研究 [J]. 水生生物学报, 2010, 34(5):990-997.
- [10] Huang J, Yang S, Qin Z B, et al. Comparative study about flesh contents and nutrient values in broun bullhead, loach and dark-barbel catfish [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2010, 34(5):990-997. (in Chinese)
- [11] 戴阳军,刘峰兆,王雪峰,等. 野生与养殖鱥鱼肌肉的营养成分比较 [J]. 食品科学, 2012, 33(17):258-262.
- [12] Dai Y J, Liu Z Z, Wang X F, et al. Comparison of nutrient composition in muscles of wild and farmed yellowcheek carp [J]. Food Science, 2012, 33(17):258-262. (in Chinese)
- [13] 李 华,夏春丽,李树国,等. 内蒙古呼伦湖红鳍鲌的肌肉营养成分分析与营养价值评价 [J]. 营养学报, 2009, 31(3):285-288.
- [14] Li H, Xia C L, Li S G, et al. The nutrient contents in the muscle of *Culter erythropterus* and its nutritional evaluation [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2009, 31(3):285-288. (in Chinese)
- [15] 严安生,熊传喜,钱健旺,等. 鲢鱼含肉率及鱼肉营养价值的研究 [J]. 华中农业大学学报, 1995, 14(1):80-84.
- [16] Yan A S, Xiong C X, Qian J W, et al. A study on the rate of flesh content of mandarin fish and nutritional quality of the flesh [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1995, 14(1):80-84. (in Chinese)
- [17] 韩小丽,杜劲松,刘立志,等. 白斑狗鱼含肉率及其营养价值的分析 [J]. 动物学杂志, 2009, 44(3):70-75.
- [18] Han X L, Du J S, Liu L Z, et al. Analysis on the ratio of flesh content and nutritional quality of *Esox lucius* [J]. Chinese Journal of Zoology, 2009, 44(3):70-75. (in Chinese)
- [19] 孙中武,李 超,尹洪滨,等. 不同品系虹鳟的肌肉营养成分分析 [J]. 营养学报, 2008, 30(3):298-302.
- [20] Sun Z W, Li C, Yin H B, et al. Analysis of the nutritional composition in muscle of five varieties of *Oncorhynchus mykiss* [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2008, 30(3):298-302. (in Chinese)
- [21] 邵旭文,张宪中. 斑驳尖塘鳢肌肉营养成分与品质的评价 [J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(1):107-111.
- [22] Bing X W, Zhang X Z. Evaluation of nutritional components and nutritive quality of the muscle of *Oxyeleotris marmoratus* Bleeker [J]. Periodical of Ocean University China, 2006, 36(1):107-111. (in Chinese)
- [23] 张 明,陶其辉,肖秀兰,等. 鄱阳湖黄颡鱼含肉率及肌肉营养分析 [J]. 江西农业学报, 2001, 13(3):39-42.
- [24] Zhang M, Tao Q H, Xiao X L, et al. Analysis of meat rate of *Pseudobagrus fulvidraco* from Poyang Lake and nutrient

- composition in its muscle [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2001, 13(3): 39-42. (in Chinese)
- [16] 庄 平,宋 超,章龙珍,等. 黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价 [J]. 水产学报, 2008, 32(1): 77-82.
- Zhuang P, Song C, Zhang L Z, et al. Evaluation of nutritive quality and nutrient components in the muscle of *Siganus oramin* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2008, 32(1): 77-82. (in Chinese)
- [17] 朱爱意,谢佳彦,吴常文. 锈凹螺营养成分分析与评价 [J]. 中国食品学报, 2008(6): 165-170.
- Zhu A Y, Xie J Y, Wu C W. Analysis and evaluation of the nutritional composition in *Chlorostoma rusticum* [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2008 (6): 165-170. (in Chinese)
- [18] 邵旭文,蔡宝玉,王利平. 中华倒刺鲃的肌肉营养成分与品质的评价 [J]. 中国水产科学, 2005, 12(2): 211-215.
- Bing X W, Cai B Y, Wang L P. Evaluation of nutritive quality and nutritional components in *Spinibarbus sinensis* muscle [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2005, 12(2): 211-215. (in Chinese)
- [19] 尹洪滨,孙中武,孙大江,等. 6 种养殖鲟鳇鱼肌肉营养成分的比较分析 [J]. 大连水产学院学报, 2004, 19(2): 92-96.
- Yin H B, Sun Z W, Sun D J, et al. Comparison of nutritive compositions in muscles among six farmed sturgeon species [J]. *Journal of Dalian Fisheries University*, 2004, 19(2): 92-96. (in Chinese)
- [20] 孙 雷,周德庆,盛晓风. 南极磷虾营养评价与安全性研究 [J]. 海洋水产研究, 2008, 29(2): 57-64.
- Sun L, Zhou D Q, Sheng X F. Nutrition and safety evaluation of Antarctic krill [J]. *Marine Fisheries Research*, 2008, 29 (2): 57-64. (in Chinese)
- [21] 高春生,范光丽. 漓河鲫肌肉营养成分分析及营养价值评定 [J]. 淡水渔业, 2006, 36(5): 33-36.
- Gao C S, Fan G L. Analysis of nutritional composition and evaluation of nutritional quality in muscle of Qi-river crucian carp [J]. *Freshwater Fisheries*, 2006, 36(5): 33-36. (in Chinese)

(上接第 131 页)

- [10] 马海乐,杨巧绒,邝利兵,等. 超声波对螺旋藻蛋白质酶解促进作用的试验研究 [J]. 食品科学, 2003, 24(10): 35-37.
- Ma H L, Yang Q R, Kuang L B, et al. Experimental study on promotion effected of ultrasonic treatment on enzymatic hydrolysis of apirulina plantansis protein [J]. *Food Science*, 2003, 24(10): 35-37. (in Chinese)
- [11] 何荣海,马海乐. 超声波在酶法生产紫菜降血压肽过程中的应用 [J]. 江苏大学学报:自然科学版, 2007, 28(1): 4-7.
- He R H, Ma H L. Application of ultrasound technology to enzyme hydrolysis processs in producing antihypertensive peptides from porphyra yezoensis [J]. *Journal of Jiangsu University: Natural Science Edition*, 2007, 28(1): 4-7. (in Chinese)
- [12] 韩 扬. 超声辅助酶法制备燕麦 ACE 抑制肽的研究 [D]. 北京:北京工商大学, 2010.
- Han Y. Ultrasonic-assisted enzymatic method preparing oat ACE inhibitory peptides [D]. Beijing: Beijing Technology and Business University, 2010. (in Chinese)
- [13] 韩 扬,何聪芬,董银卯,等. 响应面法优化超声波辅助酶法制备燕麦 ACE 抑制肽的工艺研究 [J]. 食品科学, 2009, 30 (22): 44-49.
- Han Y, He C F, Dong Y M, et al. Response surface optimization of ultrasonic-assisted enzymatic preparation of ACE inhibitory peptides from oat [J]. *Food Science*, 2009, 30 (22): 44-49. (in Chinese)
- [14] 龚 琴. 绿豆粉丝废水生物法制备降血压肽的研究 [D]. 武汉:湖北工业大学, 2011.
- Gong Q. The study on preparing antihypertensive peptides with green bean fan wastewater [D]. Wuhan: Hubei Industry University, 2011. (in Chinese)
- [15] 赵新淮,冯志彪. 蛋白质水解物水解度的测定 [J]. 食品科学, 1994, 1(11): 65-67.
- Zhao X H, Feng Z B. The methods for determination of hydrolyzed degree of protein [J]. *Food Science*, 1994, 1(11): 65-67. (in Chinese)
- [16] 余冰宾. 生物化学实验指导 [M]. 北京:清华大学出版社, 2004: 54-62, 133-136.
- Yu B B. Instruction on biochemistry experiment [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004: 54-62, 133-136. (in Chinese)
- [17] 龚 琴,吴 莎,罗栋源,等. 响应面法优化酶解制备绿豆 ACE 抑制肽的研究 [J]. 食品工业科技, 2011(7): 312-315.
- Gong Q, Wu S, Luo D Y, et al. Study on optimization of enzymatic hydrolysis to prepare mung bean, protein ACE inhibition peptides by response surface method [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2011(7): 312-315. (in Chinese)