

孙丽慧,陈建明,黄爱霞,等. 瓯江彩鲤和青田田鲤肌肉营养成分的比较分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):205-208.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.048

瓯江彩鲤和青田田鲤肌肉营养成分的比较分析

孙丽慧¹,陈建明¹,黄爱霞¹,沈斌乾¹,姜建湖¹,屠仁千²,林 锋¹

(1. 浙江省淡水水产研究所/农业农村部淡水渔业健康养殖实验室/浙江省鱼类健康与营养重点实验室,浙江湖州 313001;

2. 浙江省杭州市富阳区灵桥镇人民政府农业公共服务站,浙江杭州 311418)

摘要:为了比较分析青田田鲤与瓯江彩鲤的肌肉营养成分,以野生鲤鱼为对照,对两者的肌肉营养成分构成进行系统性分析。结果表明,野生鲤鱼、青田田鲤的肌肉水分含量显著高于瓯江彩鲤($P < 0.05$),野生鲤鱼、瓯江彩鲤的肌肉粗蛋白含量显著高于青田田鲤($P < 0.05$),瓯江彩鲤、青田田鲤的肌肉粗脂肪含量显著高于野生鲤鱼($P < 0.05$),3种鲤鱼的肌肉灰分含量间差异不显著;瓯江彩鲤的肌肉总氨基酸、必需氨基酸含量显著高于野生鲤鱼和青田田鲤($P < 0.05$),鲜味氨基酸含量显著高于青田田鲤($P < 0.05$),但与野生鲤鱼间差异不显著。根据氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS),野生鲤鱼、青田田鲤以及化学评分模式下瓯江彩鲤的第1限制性氨基酸均为甲硫氨酸+胱氨酸,氨基酸评分模式下瓯江彩鲤的第1限制性氨基酸为缬氨酸,野生鲤鱼、瓯江彩鲤、青田田鲤的肌肉必需氨基酸指数分别为80.57、78.84、76.32,其构成比例符合FAO(联合国粮食及农业组织)/WHO(世界卫生组织)的标准;野生鲤鱼肌肉的多不饱和脂肪酸(PUFA)含量显著高于瓯江彩鲤和青田田鲤($P < 0.05$),3种鲤鱼的肌肉二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)含量差异不显著。由结果可知,从营养学角度分析,野生鲤鱼、瓯江彩鲤、青田田鲤肌肉均为优质的动物蛋白食品,野生鲤鱼的蛋白质、脂肪营养价值较优。

关键词:野生鲤鱼;瓯江彩鲤;青田田鲤;肌肉;营养成分

中图分类号: S963;S965.116 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0205-04

鲤鱼(*Cyprinus carpio*)生长速度快、产量高、肉质鲜美,深受广大消费者喜爱,是我国养殖最广泛的淡水鱼种类之一。瓯江彩鲤(*Cyprinus carpio* var. color),属于鲤形目鲤科鲤亚科,俗称田鲤,主要分布于浙西南的瓯江等水系^[1],是一种颇具地方特色的优良淡水鱼类。青田田鲤系稻田养殖,主要分布在浙南山区青田县,因其无泥腥味、味道鲜美等优点而广受好评^[2]。虽然从种属上分析,青田田鲤与瓯江彩鲤应相似,但是浙江青田当地民众普遍认为,青田田鲤无论在鱼体的滑嫩度还是烹饪后的鲜美度上都优于其他地域的瓯江彩鲤。鉴于此,笔者采用生化分析方法,对青田田鲤、瓯江彩鲤和野生鲤鱼的肌肉常规营养成分、氨基酸和脂肪酸组成进行测定和比较,旨在对3种鲤鱼的营养品质和风味作出科学评估,同时也为瓯江彩鲤、青田田鲤饲料配方的改进及其品质和保健功能的提升提供基础资料和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

用于分析的野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤于2018年5月由浙江省青田县某稻鱼混养养殖企业提供,其中野生鲤鱼2

尾,瓯江彩鲤和青田田鲤各5尾,鱼体体长(21.50 ± 1.50) cm,体质量(212.04 ± 23.77) g。样品处理与分析在浙江省淡水水产研究所农业农村部淡水渔业健康养殖实验室开展。

1.2 样品处理

吸干鱼体表面的水分,测定体质量。从鱼背部两侧头后至背鳍前去皮取肌肉,剪碎,混合均匀,冷冻干燥后,用于常规营养成分、氨基酸和脂肪酸含量的测定。每个测定指标均采用3个平行样本。

1.3 肌肉生化成分分析

水分的测定采用冷冻干燥法;灰分的测定采用马福炉灰化法(GB/T 6438—2007《饲料中粗灰分的测定》);粗蛋白含量的测定采用凯氏定氮法(GB/T 6432—1994《饲料中粗蛋白测定方法》);粗脂肪含量的测定采用索氏抽提法(GB/T 6433—1994《饲料粗脂肪测定方法》)。17种氨基酸含量的测定采用盐酸水解法(GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》),用日立L8900氨基酸自动分析仪测定,由于色氨酸在水解过程中被破坏而没有测定。脂肪酸含量采用气相色谱法测定(GB/T 5009.168—2003《食品中二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸的测定》)。

1.4 肌肉营养品质评价

将已测得的试验鱼肌肉氨基酸含量[% DW(干质量)]除以16,即换算成1 g氮中氨基酸的质量(mg/g)^[3],与1973年WHO(世界卫生组织)/FAO(联合国粮食及农业组织)提出的必需氨基酸评分标准^[4]和中国预防医学科学院、营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白模式进行比较^[5],氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)分别按以下公式求得^[6]:

收稿日期:2018-09-25

基金项目:国家大宗淡水鱼产业技术体系湖州综合试验站(编号:CARS-45-39);浙江省重点研发计划(编号:2018C02019)。

作者简介:孙丽慧(1984—),女,山东菏泽人,硕士研究生,工程师,研究方向为水产动物营养与饲料。E-mail: miduo1984422@126.com。

通信作者:林 锋,博士,助理研究员,研究方向为水产养殖与病害防控。E-mail: wwlinfeng@163.com。

$$AAS = \frac{\text{试验中蛋白质氨基酸含量 (mg/g)}}{\text{FAO/WHO 评分标准模式氨基酸含量 (mg/g)}};$$
$$CS = \frac{\text{试验中蛋白质氨基酸含量 (mg/g)}}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量 (mg/g)}};$$
$$EAAI = \left(\frac{t_{\text{赖氨酸}}}{s_{\text{赖氨酸}}} \times 100 \times \frac{t_{\text{亮氨酸}}}{s_{\text{亮氨酸}}} \times 100 \times \cdots \times \frac{t_{\text{缬氨酸}}}{s_{\text{缬氨酸}}} \times 100 \right)^{1/n}。$$

式中: n 为比较的氨基酸数; t 为试验蛋白质的氨基酸含量,mg/g; s 为鸡蛋蛋白质的氨基酸含量,mg/g。

1.5 数据处理

试验数据采用平均值 ± 标准差表示,用 SPSS 16.0 统计

软件进行单因子方差分析(one-way ANOVA),如差异显著($P < 0.05$),则作 SNK 多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 常规营养成分

由表 1 可知,瓯江彩鲤的肌肉水分含量显著低于野生鲤鱼和青田田鲤($P < 0.05$),野生鲤鱼、瓯江彩鲤的肌肉粗蛋白含量显著高于青田田鲤($P < 0.05$),瓯江彩鲤、青田田鲤的肌肉粗脂肪含量显著高于野生鲤鱼($P < 0.05$),3 种鲤鱼肌肉灰分含量间差异不显著。

表 1 野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤肌肉营养成分含量

鱼的名称	成分含量(%)			
	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分
野生鲤鱼	78.65 ± 0.07b	19.23 ± 0.18b	1.60 ± 0.11a	0.89 ± 0.04a
瓯江彩鲤	76.95 ± 0.05a	19.85 ± 0.29b	2.27 ± 0.01b	0.91 ± 0.00a
青田田鲤	78.53 ± 0.07b	17.99 ± 0.04a	2.60 ± 0.21b	0.84 ± 0.03a

注:不同品种的同一指标后标有不同小写字母的进行表示差异显著($P < 0.05$)。表 2、表 4 同。

2.2 氨基酸组成及含量

除了色氨酸(Typ)含量未进行测定以外,本研究分别测定了 17 种常见氨基酸含量,其中必需氨基酸(EAA)7 种,半必需氨基酸(HEAA)2 种,非必需氨基酸(NEAA)8 种。由表 2 可知,瓯江彩鲤的肌肉总氨基酸(TAA)、必需氨基酸含量较高,瓯江彩鲤的肌肉鲜味氨基酸(DAA)含量显著高于青田田鲤($P < 0.05$),与野生鲤鱼间差异不显著。

2.3 肌肉蛋白的营养价值

肌肉的氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数等见表 3。在 AAS 模式下,野生鲤鱼和青田田鲤肌肉第 1 限制性氨基酸为 Met + Cys,瓯江彩鲤第 1 限制性氨基酸为 Val。在 CS 模式下,3 种鲤鱼肌肉第 1 限制性氨基酸均为 Met + Cys,第 2 限制性氨基酸均为 Val。EAAI 是衡量食品蛋白营养的重要指标^[7],野生鲤鱼、瓯江彩鲤、青田田鲤的 EAAI 分别为 80.57、78.84、76.32,说明 3 种鲤鱼都是营养价值较好的鱼类,并且野生鲤鱼的营养价值更优。

表 2 野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤肌肉氨基酸组成及含量(湿质量)

氨基酸	含量(%)		
	野生鲤鱼	瓯江彩鲤	青田田鲤
天冬氨酸(Asp)*	2.01 ± 0.05a	2.13 ± 0.00b	1.94 ± 0.01a
苏氨酸(Thr)	0.87 ± 0.02a	0.91 ± 0.00b	0.83 ± 0.00a
丝氨酸(Ser)	0.75 ± 0.02a	0.80 ± 0.01b	0.72 ± 0.00a
谷氨酸(Glu)*	3.07 ± 0.11a	3.11 ± 0.00a	2.88 ± 0.01a
甘氨酸(Gly)*	1.05 ± 0.12a	1.23 ± 0.02a	1.10 ± 0.05a
丙氨酸(Ala)*	1.16 ± 0.02b	1.22 ± 0.01c	1.11 ± 0.01a
半胱氨酸(Cys)	0.13 ± 0.02a	0.18 ± 0.01a	0.15 ± 0.01a
缬氨酸(Val)	1.00 ± 0.04a	1.06 ± 0.01a	0.96 ± 0.03a
甲硫氨酸(Met)	0.57 ± 0.03a	0.58 ± 0.00a	0.50 ± 0.06a
异亮氨酸(Ile)	0.88 ± 0.02ab	0.92 ± 0.02b	0.84 ± 0.00a
亮氨酸(Leu)	1.65 ± 0.05ab	1.73 ± 0.00b	1.58 ± 0.00a
酪氨酸(Tyr)	0.64 ± 0.01b	0.66 ± 0.01b	0.60 ± 0.00a
苯丙氨酸(Phe)	0.84 ± 0.03a	0.88 ± 0.03a	0.83 ± 0.00a
赖氨酸(Lys)	1.91 ± 0.06a	2.01 ± 0.01b	1.82 ± 0.01a
组氨酸(His)	0.63 ± 0.02b	0.64 ± 0.00b	0.56 ± 0.01a
精氨酸(Arg)	1.16 ± 0.02b	1.21 ± 0.00c	1.09 ± 0.00a
脯氨酸(Pro)	0.58 ± 0.00a	0.59 ± 0.04a	0.51 ± 0.02a
总氨基酸	18.88 ± 0.41b	19.87 ± 0.02c	18.00 ± 0.14a
必需氨基酸	7.28 ± 0.06b	7.70 ± 0.04c	7.02 ± 0.05a
鲜味氨基酸	7.71 ± 0.24ab	8.10 ± 0.07b	7.35 ± 0.07a
m_{EAA}/m_{TAA} (%)	40.86 ± 0.42	40.74 ± 0.40	40.84 ± 0.05
m_{EAA}/m_{NEAA} (%)	69.09 ± 1.19	68.75 ± 1.14	69.02 ± 0.14

注: m_{EAA} 表示必需氨基酸总量, m_{TAA} 表示氨基酸总量, m_{NEAA} 表示非必需氨基酸总量,*表示鲜味氨基酸。

表 3 野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤肌肉必需氨基酸组成评价结果

必需氨基酸	氨基酸含量(mg/g)		野生鲤鱼		瓯江彩鲤		青田田鲤	
	FAO 评分模式	鸡蛋蛋白模式	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
Ile	250	331	1.03	0.78	1.00	0.75	0.97	0.73
Leu	440	534	1.10	0.90	1.06	0.88	1.04	0.86
Lys	340	441	1.64	1.26	1.60	1.24	1.56	1.20
Met + Cys	220	386	0.93 *	0.53 *	0.93 **	0.53 *	0.86 *	0.49 *
Phe + Tyr	380	565	1.13	0.76	1.10	0.74	1.09	0.73
Thr	250	292	1.01	0.87	0.99	0.85	0.96	0.82
Val	310	410	0.94 **	0.71 **	0.93 *	0.70 **	0.89 **	0.68 **
必需氨基酸指数			80.57		78.84		76.32	

注：* 表示第 1 限制性氨基酸；** 表示第 2 限制性氨基酸。

2.4 脂肪酸组成

3 种鲤鱼的肌肉脂肪酸组成见表 4,本研究共测出主要脂肪酸 21 种,其中饱和脂肪酸(SFA)5 种,不饱和脂肪酸(UFA)16 种,包括 5 种单不饱和脂肪酸(MUFA)和 11 种多不饱和脂肪酸(PUFA)。由表 4 还可知,野生鲤鱼肌肉的 PUFA 含量显著高于瓯江彩鲤、青田田鲤($P < 0.05$);3 种鲤鱼肌肉的 EPA + DHA 含量间差异不显著。

表 4 野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤的肌肉脂肪酸组成及含量

脂肪酸	含量(%)		
	野生鲤鱼	瓯江彩鲤	青田田鲤
C _{14:0}	0.79 ± 0.10a	1.15 ± 0.01b	1.46 ± 0.01c
C _{16:0}	18.35 ± 0.50ab	17.48 ± 0.01a	18.93 ± 0.04b
C _{18:0}	8.74 ± 0.16b	7.03 ± 0.12a	7.26 ± 0.01a
C _{20:0}	0.32 ± 0.02a	0.32 ± 0.02a	0.26 ± 0.06a
C _{22:0}	0.09 ± 0.03a	0.07 ± 0.00a	0.07 ± 0.01a
Σ SFA	28.28 ± 0.51b	26.04 ± 0.16a	27.96 ± 0.10b
C _{14:1n-9}	0.02 ± 0.01a	0.05 ± 0.01a	0.05 ± 0.01a
C _{16:1n-7}	1.90 ± 0.06a	3.24 ± 0.00b	3.63 ± 0.00c
C _{18:1n-9}	32.33 ± 0.10a	34.11 ± 0.15b	32.42 ± 0.11a
C _{20:1n-9}	2.33 ± 0.07b	2.47 ± 0.05b	1.77 ± 0.01a
C _{22:1n-9}	0.78 ± 0.30a	0.22 ± 0.02a	0.12 ± 0.02a
Σ MUFA	37.36 ± 0.35a	40.07 ± 0.11b	37.98 ± 0.06a
C _{18:4n-3}	1.64 ± 0.13a	1.92 ± 0.01b	2.63 ± 0.00c
C _{20:3n-3}	0.16 ± 0.01a	0.12 ± 0.04a	0.18 ± 0.01a
C _{20:5n-3}	0.33 ± 0.05a	0.35 ± 0.00a	0.42 ± 0.01a
C _{22:5n-3}	0.41 ± 0.04a	0.32 ± 0.06a	0.36 ± 0.00a
C _{22:6n-3}	3.41 ± 0.28a	3.19 ± 0.01a	2.87 ± 0.00a
Σ ω ₃ PUFA	5.94 ± 0.13a	5.90 ± 0.12a	6.46 ± 0.01b
C _{18:2n-6}	22.04 ± 0.25a	22.43 ± 0.13a	22.46 ± 0.05a
C _{18:3n-6}	0.33 ± 0.04a	0.36 ± 0.06a	0.34 ± 0.01a
C _{20:2n-6}	1.02 ± 0.11a	0.86 ± 0.01a	0.82 ± 0.00a
C _{20:3n-6}	1.36 ± 0.00c	1.05 ± 0.01a	1.08 ± 0.00b
C _{20:4n-6}	2.62 ± 0.04b	2.53 ± 0.03b	2.37 ± 0.01a
C _{22:5n-6}	1.07 ± 0.07c	0.79 ± 0.00b	0.55 ± 0.01a
Σ ω ₆ PUFA	28.44 ± 0.29b	28.01 ± 0.15ab	27.60 ± 0.04a
Σ PUFA	34.38 ± 0.16b	33.90 ± 0.03a	34.06 ± 0.04a
EPA + DHA	3.73 ± 0.23a	3.54 ± 0.01a	3.29 ± 0.01a
Σ ω ₃ : Σ ω ₆	0.21 ± 0.01a	0.21 ± 0.01a	0.23 ± 0.00b

3 讨论

野生和养殖鱼类在口感上一直或多或少地存在差异,从

肌肉常规营养成分上比较可知,两者之间通常会存在一定的差异。野生鱼类生活空间大、食性广、饵料少、捕食耗能大,因此野生鱼类脂肪含量较低;而养殖鱼类饲料充足、易获得,且养殖池塘中活动空间小,捕食耗能少,因此养殖鱼类较野生鱼类而言,通常具有脂肪含量高、蛋白含量低的特点。本研究结果表明,野生鲤鱼、瓯江彩鲤肌肉中的粗蛋白含量显著高于青田田鲤,野生鲤鱼的肌肉脂肪含量显著低于瓯江彩鲤、青田田鲤,与鲤鱼^[8]、中华鲟^[9]、欧洲鲈^[10]、黄金鲈^[11]、大黄鱼^[12]等鱼类的野生与养殖群体肌肉营养成分测定结果基本一致。但也有研究者得出的结论不同,如野生刀鲚肌肉中粗脂肪含量显著高于养殖种群^[13],这可能与养殖种群的饵料是营养价值较高的日本沼虾有关。因此,野生与养殖群体肌肉营养成分的差异除了受生长环境影响,也与养殖饲料有关。

蛋白质在食物营养中的作用明显,但机体并不能直接利用蛋白质,而是要将其分解成氨基酸等小分子后才可利用^[14]。因此,蛋白质的氨基酸组成及含量决定了其营养价值的高低,含有人体所需氨基酸种类多、含量高的蛋白质的营养价值相对较高^[15]。本研究结果表明,野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤肌肉氨基酸组成和含量存在差异,肌肉总氨基酸、必需氨基酸含量的排序为瓯江彩鲤 > 野生鲤鱼 > 青田田鲤。肌肉的鲜美程度由鲜味氨基酸的组成和含量决定^[12]。呈鲜味的氨基酸有天冬氨酸和谷氨酸,其中谷氨酸鲜味最强;呈甘味的氨基酸有甘氨酸和丙氨酸。对肌肉鲜味氨基酸含量的对比可知,虽然瓯江彩鲤的肌肉鲜味氨基酸含量显著高于青田田鲤($P < 0.05$),但野生鲤鱼与瓯江彩鲤、青田田鲤间的差异并不显著。这一方面表明青田田鲤与瓯江彩鲤之间在肌肉鲜味上的差异并不显著,另一方面也说明,养殖的瓯江彩鲤、青田田鲤与野生鲤鱼相比并未降低肌肉鲜味。虽然大黄鱼^[12]、石斑鱼^[16]、暗纹东方鲀等鱼类的鲜味氨基酸总量大于养殖群体^[17],与本研究结果不同,但这可能与生长环境、饵料的不同有关。青田田鲤在养殖模式上广泛采用稻鱼共生的生态模式,而瓯江彩鲤也是被大量增殖放流于自然水域,这些都有利于它们的自然生长。FAO/WHO 提出,质量较好的蛋白质理想模式为组成氨基酸 WEAA/WTAA 为 40% 左右,WEAA/WNEAA 在 60% 以上^[4],3 种鲤鱼肌肉的 WEAA/WTAA 为 40.74% ~ 40.86%,均高于 WHO/FAO 的标准(35.38%),WEAA/WNEAA 为 68.75% ~ 69.09%,因此可以认为,3 种鲤鱼的肌肉氨基酸组成完全符合上述理想模式,均属于优质的

蛋白质。

除此之外,3种鲤鱼的限制性氨基酸为 Met + Cys 和 Val,与中华倒刺鲃^[18]、月鳢^[19]、南美鲱鱼^[20]的限制性氨基酸基本一致。有研究表明,人体第1限制性氨基酸是赖氨酸,同时赖氨酸也是一般谷类和人乳的第1限制性氨基酸^[21~22]。在3种鲤鱼的2种评分模式下,赖氨酸含量均最高,故食之可弥补谷类食品中赖氨酸的不足,从而提高人体对蛋白质的利用率。必需氨基酸指数是评价食物营养价值的常用指标,野生鲤鱼、瓯江彩鲤、青田田鲤的必需氨基酸指数分别为80.57、78.84、76.32,明显高于草鱼(62.71)、鲢(60.73)、团头鲂(67.13)、青鱼(67.62)^[23]及养殖大黄鱼(62.1~64.7)^[24],这进一步说明这3种鲤鱼的肌肉蛋白质营养价值较高。

脂肪酸在人类的营养生理活动中发挥着十分重要的作用。相关研究表明,不饱和脂肪酸,尤其是PUFA,具有降血脂和胆固醇、降血压、调节免疫系统及降低心血管疾病发生率等功效^[25],其中,高含量的PUFA还可显著增加肌肉的香味,并在一定程度上反映肌肉的多汁性^[26]。3种鲤鱼的PUFA含量测定结果分别为34.38%、33.90%、34.06%,高于石斑鱼(19.6%~23.4%)^[27]、日本鳎(7.36%~18.55%)^[28],低于中华鲟(35.98%~38.28%)^[9]、翘嘴红鲌(56.8%)^[29]、翘嘴鲌(56.2%)^[29],与团头鲂(33.4%)^[29]相当。据报道,DHA(二十二碳六烯酸)、EPA(二十碳五烯酸)对人体,尤其对脑部有保健和降低血糖、保护脑血管、提高记忆力和视力等作用^[30],而野生鲤鱼、瓯江彩鲤和青田田鲤的DHA+EPA含量分别为3.73%、3.54%、3.29%,高于黄鳝(2.07%)^[31]、鲤(0.45%)^[31]和水库放养的日本鳎(2.47%)^[28],低于中华倒刺鲃(3.95%)^[18]、中华鲟(野生:22.99%,养殖:7.15%)^[9],造成这种差异的原因可能与鱼的种类、规格、养殖方式、摄食饲料的不同有关。

综上,从肌肉营养组分的比较可以看出,瓯江彩鲤和青田田鲤在鲜味氨基酸上有所差异,瓯江彩鲤的鲜味相关氨基酸含量显著高于青田田鲤,这与目前市场上反馈的青田田鲤触感、口感明显优于瓯江彩鲤的现实相悖,因此,是否鲜味相关氨基酸并非决定鱼肉鲜美度的唯一因素,需要进一步研究分析。

参考文献:

- [1]毛节荣,徐寿山. 浙江动物志 淡水鱼类[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1991:109-110.
- [2]饶汉宗. 传统田鲤鱼苗繁育技术[J]. 现代农业科技,2007(14):188.
- [3]黄峰,严安生,熊传喜,等. 黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养评价[J]. 淡水渔业,1999,29(10):3-6.
- [4]FAO/WHO. Expert committee on energy and protein requirement [R]. FAO Nutrition Meeting Report Series,1973,52:40-73.
- [5]中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所编著. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京:人民卫生出版社出版,1991:30-82,92-104.
- [6]Pellett P L,Young V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Japan; the United National University Publishing Company, 1980:26-29.
- [7]尤宏争,孙志景,张勤,等. 豹纹鳃棘鲈肌肉营养成分分析与品

- 质评价[J]. 水生生物学报,2014,38(6):1168-1172.
- [8]过正乾,蒋飞,许祥,等. 野生和养殖鲤鱼肌肉营养成分的比较研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(31):15292-15294,15296.
- [9]宋超,庄平,章龙珍,等. 野生及人工养殖中华鲟幼鱼肌肉营养成分的比较[J]. 动物学报,2007,53(3):502-510.
- [10]Fuentes A, Fernández - Srgovia I, Serra J A, et al. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality[J]. Food Chemistry,2010,119(4):1514-1518.
- [11]Gonzalez S, Flick G J, O' Keefe S F, et al. Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*) [J]. Journal of Food Composition and Analysis,2006,19(6/7):720-726.
- [12]徐继林,朱艺峰,严小军,等. 养殖与野生大黄鱼肌肉脂肪酸组成的比较[J]. 动物营养学报,2005,27(3):256-260.
- [13]唐雪,徐钢春,徐跑,等. 野生与养殖刀鲚肌肉营养成分的比较分析[J]. 动物营养学报,2011,23(3):514-520.
- [14]尹莉芳,涂秋榕,曹林,等. 复方氨维胶囊及其制备方法:CN103446157A[P]. 2013-09-11.
- [15]高露姣,黄艳青,夏连军,等. 不同养殖模式下红鳍东方鲀的品质比较[J]. 水产学报,2011,35(11):1668-1676.
- [16]陈学豪,林利民,洪惠馨,等. 野生与饲养赤点石斑鱼肌肉营养成分的比较研究[J]. 厦门水产学院学报,1994,16(1):1-5.
- [17]顾曙宏,赵清良,赵强,等. 野生与养殖暗纹东方鲀脂肪酸组成的含量的初步研究[J]. 南京师大学报(自然科学版),1999,22(2):74-77.
- [18]邴旭文,蔡宝玉,王利平. 中华倒刺鲃肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国水产科学,2005,12(2):211-215.
- [19]黄钧,程光平,夏中生. 月鳢肌肉营养成分分析及营养价值评定[J]. 广西科学院学报,1999,15(2):69-72,80.
- [20]陈琴,黄钧,唐章生,等. 南美鲱鱼的含肉率及肌肉营养评价[J]. 动物学杂志,2002,37(1):53-57.
- [21]张颖,李亮,李昌甫,等. 生物化学[M]. 北京:人民卫生出版社,1988:305-561.
- [22]Benoit F, Hélène A D, Michel L, et al. Growth and meat quality relations in carp [J]. Aquaculture, 1995, 129 (1/2/3/4):265-297.
- [23]刘健康. 东湖生态学研究(一)[M]. 北京:科学出版社,1990:307-311.
- [24]林利民,王秋荣,王志勇,等. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较[J]. 中国水产科学,2006,13(2):286-291.
- [25]杭晓敏. 多不饱和脂肪酸的研究进展[J]. 生物工程进展,2001,21(4):18-21.
- [26]毛同祥,赵万里. 新太湖鹅、太湖鹅和隆昌鹅肌肉品质比较研究[J]. 动物科学与动物医学,2000,17(1):16-19.
- [27]林建斌,陈度煌,朱庆国,等. 3种石斑鱼肌肉营养成分比较初探[J]. 福建农业学报,2010,25(5):548-553.
- [28]王志铮,付英杰,杨磊,等. 三种养殖模式下日本鳎鳃腺体色和肌肉品质的差异[J]. 海洋与湖沼,2013,44(4):1042-1049.
- [29]何周玲,刘少军,肖军,等. 翘嘴鲌及其亲本肌肉营养成分分析[J]. 水产学报,2014,38(10):1786-1792.
- [30]张越华,曾和平. 脂肪酸在生命过程中的作用研究进展[J]. 中国油脂,2006,31(12):11-16.
- [31]谢巧雄,刘玉峰,肖斌,等. 中华倒刺鲃营养成分的初步分析[J]. 水利渔业,2004,24(1):17-18.