

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20180511002

http://www.yykxjz.cn/

赵亭亭, 陈超, 邵彦翔. 雌雄条纹锯鲷肌肉营养成分的比较与评价. 渔业科学进展, 2019, 40(3): 151-159
Zhao TT, Chen C, Shao YX. Comparison and evaluation of nutritional components in the muscle of male and female *Centropristis striata*. Progress in Fishery Sciences, 2019, 40(3): 151-159

雌雄条纹锯鲷肌肉营养成分的比较与评价*

赵亭亭^{1,2} 陈超^{1①} 邵彦翔¹

(1. 农业农村部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;
2. 水产科学国家级实验教学示范中心 上海海洋大学 上海 201306)

摘要 本研究对雌雄条纹锯鲷(*Centropristis striata*)肌肉的营养成分进行了比较分析,并对其品质进行了评价与对比。结果显示,雌性条纹锯鲷肌肉中的水分极显著低于雄性($P<0.01$),粗脂肪极显著高于雄性($P<0.01$),粗蛋白质和灰分含量无显著差异($P>0.05$)。雌雄条纹锯鲷肌肉中均检测出 16 种氨基酸,除蛋氨酸、赖氨酸和甘氨酸的含量具有显著性差异($P<0.05$)外,其他 13 种氨基酸以及氨基酸总量(TAA)、必需氨基酸总量(EAA)和鲜味氨基酸含量(DAA)都不存在显著性差异($P>0.05$)。依据氨基酸评分标准(AAS)和化学评分标准(CS)分值,雌雄条纹锯鲷肌肉的第一限制性氨基酸均为蛋氨酸,第二限制性氨基酸均为缬氨酸。雄性条纹锯鲷肌肉的必需氨基酸指数高于雌性,雌性为 84.83,雄性为 85.28。其必需氨基酸的组成比例均符合 FAO/WHO 标准。雄性条纹锯鲷肌肉的支链氨基酸和芳香族氨基酸的比值(F 值)略高于雌性,雄鱼为 2.28,雌鱼为 2.24。雄性条纹锯鲷的单不饱和脂肪酸(MUFA)极显著高于雌性($P<0.01$),多不饱和脂肪酸(PUFA)和 EPA+DHA 的含量差异均不显著($P>0.05$)。雄性肌肉的 $\sum n-3\text{PUFA}/\sum n-6\text{PUFA}$ 高于雌性,雄性为 6.43,雌性为 5.51。另外,雄性肌肉的钾钠比(K/Na)也高于雌性,雌鱼为 8.27,雄鱼为 14.27。研究表明,雄性条纹锯鲷比雌性具有更高的食用价值。

关键词 条纹锯鲷; 肌肉; 雌雄; 营养成分; 评价

中图分类号 S965.334 文献标识码 A 文章编号 2095-9869(2019)03-0151-09

条纹锯鲷(*Centropristis striata*)又称美洲黑石斑,常简称为黑石斑,属于鲈形目(Perciformes)、鲷科(Serranidae)、石斑鱼亚科(Serraninae)、锯鲷属(*Centropristis*),是美国大西洋沿岸 3 种重要的经济锯鲷类之一。条纹锯鲷属底栖杂食性鱼类,因其体表绚丽、身形优美,所以有翡翠斑、珍珠斑、天星斑、宝石斑等多种美誉。它的肉质肥美白嫩、口感鲜美嫩滑、

营养丰富且可食比高、肉多无小刺且骨肉易分离,加工方便,符合欧美人的口味,因此深得美国和加拿大广大消费者的喜爱,是重要的经济养殖、商业捕捞、娱乐消遣和观赏鱼种。另外,因其适应性强,属于暖水性的广温、广盐性鱼类,能耐较高的养殖密度,能够很快适应干性颗粒饲料,而且生长快速,抗逆性强,成活率高,所以具有很大的生产潜力,可以在我国温

* 中国-东盟海上合作基金(2016-2018)、农业农村部农业国际合作交流项目-热带国家水产养殖科技创新合作和“海上丝路”国家鱼类养殖关键技术研究共同资助 [This work was supported by China ASEAN Maritime Cooperation Fund Project (2016-2018), Projects of International Exchange and Cooperation in Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China-Science, Technology and Innovation Cooperation in Aquaculture with Tropical Countries, and Key Techniques of National Fish Culture of Maritime Silk Road]. 赵亭亭, E-mail: 2467832293@qq.com

① 通讯作者: 陈超, 研究员, E-mail: ysfriuchencao@126.com

收稿日期: 2018-05-11, 收修改稿日期: 2018-05-29

带、亚热带海域开展对该种鱼的规模化养殖,其市场发展前景广阔。我国山东省于2002年引入条纹锯鲂(王波等,2003),于2006年驯化及人工繁育成功(雷霖霖等,2007),条纹锯鲂人工养殖与育苗技术的突破,为其养殖产业的兴起与壮大奠定了基础。

目前,国内外对条纹锯鲂的研究均有相关报道,如国外 Charles 等(2004)对该鱼食物种类及投喂频率的研究, Able 等(1997)对条纹锯鲂幼鱼在美国新泽西湾生活习性的研究,国内卢继武等(2006)对其生物学特性与养殖潜力的报道,周书洪等(2008)对其工厂化养殖技术的报道,郭雄通(2009)和周明涛(2011)报道了其网箱养殖的研究,林国清(2012)对条纹锯鲂胚胎发育与规模化繁育技术的报道,张廷廷等(2017)对该种鱼进行了消化系统胚后发育的组织学观察,林星(2011)对其幼鱼配合饲料的研究,陈建国等(2017)对其“突眼症”病症的研究报道,党冉等(2010)对其肌肉营养成分的研究等。但是迄今为止对雌雄亲鱼条纹锯鲂肌肉营养成分的对比评价还没有过相关报道。本研究利用常规肌肉检测方法对雌雄条纹锯鲂肌肉营养成分做了较为系统的测定与比较,以期为条纹锯鲂种质标准的建立、保存和合理地加工利用以及在养殖业上条纹锯鲂的选育和改良工作提供基础数据和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验所用雌雄条纹锯鲂均为本实验室养殖于山东省日照某养殖场的同一批规格一致且体质健壮无伤病的石斑鱼。雌雄鱼均养殖于同一个水泥池中,采用溢流水养殖方式,每天饱食投喂2次(07:00和17:00),饲料蛋白水平52%,脂肪水平8%。雌雄条纹锯鲂的平均体长分别为(26.30±1.31) cm、(25.50±1.27) cm;平均体重分别为(470.00±20.50) g、(450.00±18.90) g。

1.2 样品处理

雌雄条纹锯鲂各取样10尾,样品鱼经MS-222麻醉后,测量体重和体长,清水洗净后解剖,取性腺拍照,做组织切片,每尾鱼取头背部两侧侧线上方至背鳍下面之间的肌肉,编号后在-40℃条件下冷冻保存。待鉴别雌雄后,按雌雄分别将肌肉切小块,雌雄每组样品均3个重复,肌肉混合方法均按照随机分配3尾鱼的肌肉等比例混合为1个样品,然后将剩下的1尾鱼的肌肉平均到3个重复里。用组织粉碎机搅碎、

混匀,置于-40℃备用。肌肉组织样品送青岛市华测检测技术有限公司进行检测。

1.3 雌雄鉴别

本次实验取样正处于亲鱼繁殖期,条纹锯鲂在繁殖期会出现婚姻色,有明显的差异性。在生殖季节,雄性黑石斑鱼鱼嘴至两眼中间直至背鳍鳍条会呈现出明显又绚丽的蓝绿色或翡翠色,自两眼中间的背侧向背面鳍条直至尾部会出现白色的条纹(贾瑞锦,2014);而雌性黑石斑在体色上可明显区别于雄鱼,表现为光亮的黑灰色,并且腹部明显隆起。另,取肌肉样品时同时取实验鱼的性腺,编号,切小块后 Bouin 氏固定液固定24 h,后用梯度酒精脱水浸蜡,石蜡包埋,切片,展片,烤片,脱蜡后染色,中性树胶封片后晾干,光镜下观察、拍照,鉴别雌雄。

1.4 测试项目与方法

采用直接干燥法(GB 5009.3-2016)测定水分含量;使用全自动凯氏定氮仪(GB 5009.5-2010)测定粗蛋白质含量;粗脂肪含量采用索氏抽提法(GB/T 5009.6-2003)测定;灰分测定采用马弗炉550℃高温灼烧法(GB 5009.4-2016)。氨基酸的测定依据 GB/T 5009.124-2003 使用日立 L-8800 型氨基酸分析仪测定。使用美国安捷伦公司 7890A 气相色谱仪(GB/T 22223-2008)测定脂肪酸的含量。采用 GB/T 5009.13、14、87、90、91、92)-2003 和 GB 5009.93-2010 方法测定各种矿物质含量。

1.5 营养品质评价方法

根据 FAO/WHO 建议的氨基酸评分标准模式(Pellet *et al*, 1980)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的氨基酸模式,计算雌雄条纹锯鲂的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)、必需氨基酸指数(EAAI)及氨基酸的支芳值(F值)。公式如下:

$$AAS = \frac{\text{待测蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\text{mg/g N})}{\text{FAO评分模式某种必需氨基酸含量}(\text{mg/g N})}$$

$$CS = \frac{\text{待测蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\text{mg/g N})}{\text{鸡蛋蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\text{mg/g N})}$$

式中,氨基酸含量指每克氮中氨基酸的毫克数。

$$\text{氨基酸含量}(\text{mg/g N}) = \frac{\text{氨基酸含量}\%(\text{鲜样})}{\text{粗蛋白质含量}\%(\text{鲜样})} \times 6.25 \times 1000$$

$EAAI = (100CS_1 \times 100CS_2 \times \dots \times 100CS_n)^{1/n}$ n 为比较的必需氨基酸数。

F 值是支链氨基酸(BCAA)与芳香族氨基酸(AAA)的比值(黄薇等, 2014), 公式如下:

$$F=(\text{缬氨酸}+\text{亮氨酸}+\text{异亮氨酸})/(\text{苯丙氨酸}+\text{酪氨酸})$$

1.6 数据处理与分析

实验结果用 Excel 2007 进行统计计算, 用 SPSS 17.0 软件中的独立样本 t 检验对数据进行分析, 描述性统计值以平均值 \pm 标准差(Mean \pm SD)表示。

2 结果与分析

2.1 肌肉常规营养成分

条纹锯鲈雌雄鱼肌肉中的常规营养成分与含量见表 1。研究表明, 雌雄条纹锯鲈肌肉的水分含量和粗脂肪含量差异极显著($P<0.01$), 粗蛋白质和灰分的含量无显著性差异($P>0.05$)。其中, 二者肌肉中的粗蛋白质含量均较高, 分别为 20.52%和 20.44%。条纹锯鲈雌鱼肌肉中粗脂肪的含量较高, 为 6.75%; 雄鱼较低, 为 3.42%。

2.2 肌肉氨基酸组成与品质评价

2.2.1 氨基酸组成与含量 雌雄条纹锯鲈肌肉中的氨基酸组成与含量见表 2。条纹锯鲈雌雄鱼肌肉中均检测出 16 种常见氨基酸(样品检测经酸处理, 色氨酸被破坏, 未检测), 包括 7 种人体必需氨基酸(Thr、Val、Met、Ile、Leu、Phe 和 Lys)、2 种半必需氨基酸(His 和 Arg)和 7 种非必需氨基酸(Asp、Glu、Gly、Ala、Tyr、Pro 和 Ser)。条纹锯鲈雌鱼肌肉鲜样中的必需氨基酸含量为 7.81%, 略低于雄鱼(7.87%), 二者差异不显著($P>0.05$)。雌鱼肌肉中的半必需氨基酸、鲜味氨基酸、氨基酸总量分别占鲜样的 1.72%、7.51%和 19.46%, 雄鱼肌肉中的半必需氨基酸、鲜味氨基酸、氨基酸总量均低于雌鱼, 分别占鲜样的 1.70%、7.40%和 19.33%, 但差异均不显著($P>0.05$)。条纹锯鲈雌鱼肌肉中非必需氨基酸占肌肉鲜样的 9.93%, 雄鱼肌肉中的非必需氨基酸含量显著低于雌鱼($P<0.05$), 为

9.76%。条纹锯鲈雌鱼肌肉中必需氨基酸含量与氨基酸总量的比值(W_{EAA}/W_{TAA})与雄鱼相近, 分别为 40.15%和 40.74%, 但条纹锯鲈雌鱼肌肉中必需氨基酸含量与非必需氨基酸含量的比值(W_{EAA}/W_{NEAA})低于雄鱼的, 分别为 78.71%和 80.70%。FAO/WHO 提出, 若蛋白质的必需氨基酸含量占氨基酸总量(W_{EAA}/W_{TAA})的 40%左右, 必需氨基酸含量与非必需氨基酸含量的比值(W_{EAA}/W_{NEAA})在 60%以上则是品质优良的, 符合蛋白质的理想模式(邢旭文等, 2005)。因此, 雌雄条纹锯鲈肌肉氨基酸的组成比值均符合以上指标要求, 说明条纹锯鲈肌肉中的氨基酸具有良好的平衡性, 属于优质的蛋白质源。

在雌雄条纹锯鲈肌肉中检测出的 16 种常见氨基酸中, 氨基酸含量由高到低的顺序几乎一致, 皆是谷氨酸含量最高, 分别为 3.14%和 3.12%, 其次为天门冬氨酸(2.05%和 2.02%)、赖氨酸(1.87%和 1.90%)、亮氨酸(1.69%和 1.69%)。含量较低的氨基酸为以下 4 种: 酪氨酸、丝氨酸、蛋氨酸和组氨酸。二者肌肉中的氨基酸除蛋氨酸、赖氨酸和甘氨酸具有显著性差异($P<0.05$)外, 其他氨基酸差异均不显著($P>0.05$)。

2.2.2 肌肉必需氨基酸组成评价 根据蛋白质评价标准, 将雌雄条纹锯鲈肌肉中的必需氨基酸含量转换为每克氮中所含氨基酸的毫克数(mg/g N), 计算出二者肌肉中各个必需氨基酸的 AAS 和 CS 分值和 EAAI(表 3)。由表 3 可知, 雌雄条纹锯鲈肌肉中的必需氨基酸均以蛋氨酸的 AAS 分值最小, 分别为 0.89 和 0.86, 其次是缬氨酸, 分别为 0.90 和 0.96。以 CS 分值为标准时, 二者肌肉中必需氨基酸的 CS 分值最小的也是蛋氨酸, 分别为 0.51 和 0.49, 其次是缬氨酸, 分别为 0.68 和 0.72。由此可见, 不管是 AAS 分值为标准还是以 CS 分值为标准, 雌雄条纹锯鲈亲鱼肌肉的第一限制性氨基酸和第二限制性氨基酸相同, 分别为蛋氨酸和缬氨酸。除蛋氨酸和缬氨酸外, 雌雄条纹锯鲈肌肉中必需氨基酸的 AAS 分值均大于 1。除蛋氨酸外, 雌雄条纹锯鲈肌肉中必需氨基酸的 CS 分值均大于 0.6。这说明条纹锯鲈肌肉的

表 1 雌雄条纹锯鲈肌肉中常规营养成分的比较(湿重, %)

Tab.1 Nutrients in the muscle of female and male *C. striata* (Wet weight, %)

样品 Sample	水分 Moisture	粗蛋白质 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	灰分 Ash
♀	72.22 \pm 0.26 ^A	20.52 \pm 0.10	6.75 \pm 0.46 ^A	1.20 \pm 0.11
♂	73.40 \pm 0.34 ^B	20.44 \pm 0.05	3.42 \pm 0.85 ^B	1.44 \pm 0.24

注: 同列数据肩标大写字母不同者表示差异极显著($P<0.01$), 下同

Note: Values in same row with different superscripts mean highly significant differences ($P<0.01$), the same as below

表2 雌雄条纹锯鲷肌肉氨基酸组成及含量(湿重, %)
Tab.2 Amino acids in the muscle of female and male *C. striata* (Wet weight, %)

氨基酸 Amino acids		样品 Samples	
		♀	♂
苏氨酸	Thr [*]	0.96±0.21	0.95±0.08
缬氨酸	Val ^{**}	0.92±0.02	0.97±0.09
蛋氨酸	Met [*]	0.64±0.01 ^a	0.62±0.01 ^b
异亮氨酸	Ile ^{**}	0.94±0.02	0.93±0.11
亮氨酸	Leu ^{**}	1.69±0.01	1.69±0.03
苯丙氨酸	Phe ^{*●}	0.80±0.20	0.81±0.16
赖氨酸	Lys [*]	1.87±0.07 ^a	1.90±0.04 ^b
天门冬氨酸	Asp [#]	2.05±0.09	2.02±0.13
谷氨酸	Glu [#]	3.14±0.10	3.12±0.06
甘氨酸	Gly [#]	1.07±0.02 ^a	1.03±0.02 ^b
丙氨酸	Ala [#]	1.25±0.01	1.23±0.03
酪氨酸	Tyr [●]	0.78±0.01	0.76±0.05
脯氨酸	Pro	0.86±0.08	0.83±0.04
丝氨酸	Ser	0.77±0.06	0.77±0.13
组氨酸	His ^{&}	0.48±0.01	0.47±0.04
精氨酸	Arg ^{&}	1.24±0.22	1.23±0.13
必需氨基酸	Essential amino acids (EAA)	7.81±0.06	7.87±0.09
非必需氨基酸	Nonessential amino acids (NEAA)	9.93±0.04 ^a	9.76±0.08 ^b
半必需氨基酸	Semi-essential amino acids (SEAA)	1.72±0.03	1.70±0.01
鲜味氨基酸	Delicious amino acids (DAA)	7.51±0.02	7.40±0.11
总氨基酸	Total amino acids (TAA)	19.46±0.11	19.33±0.04
支链氨基酸	Branched-chain amino acid (BCAA)	3.55±0.05	3.59±0.55
芳香族氨基酸	Aromatic amino acid (AAA)	1.59±0.01	1.57±0.10
W_{EAA}/W_{TAA}		40.15	40.74
W_{EAA}/W_{NEAA}		78.71	80.70
W_{DAA}/W_{TAA}		38.61	38.27
$F(BCAA/AAA)$		224	228

* 为必需氨基酸, &为半必需氨基酸, #为鲜味氨基酸, ※为支链氨基酸, ●为芳香族氨基酸。同行数据肩标小写字母不同者表示差异显著($P<0.05$), 下同

※: Essential amino acid (EAA); &: Semi-essential amino acid (SEAA); #: Delicious amino acid (DAA); ※: Branched-chain amino acid (BCAA); ●: Aromatic amino acid (AAA). Values in the same row with different superscripts mean significant differences ($P<0.05$), the same as below

必需氨基酸含量丰富且组成相对均衡。雌雄条纹锯鲷肌肉的必需氨基酸指数(EAAI)分别为 84.83 和 85.28。
2.2.3 肌肉鲜味氨基酸组成评价 由表 4 可知,雌雄条纹锯鲷肌肉中的鲜味氨基酸除甘氨酸具有显著性差异外,其他 3 种鲜味氨基酸均无显著性差异。研究结果显示,条纹锯鲷肌肉中的谷氨酸含量可高达

3.14%,天门冬氨酸的含量可高达 2.05%。条纹锯鲷雌雄鱼肌肉中鲜味氨基酸的总量略有差异,分别为 7.51%和 7.40%,但差异不显著($P>0.05$)。雌雄鱼肌肉中鲜味氨基酸分别占氨基酸总量的 38.61%和 38.27%。可见,条纹锯鲷肌肉中鲜味氨基酸含量很高,说明该鱼肉质较为鲜美。

表 3 雌雄条纹锯鲷肌肉中必需氨基酸组成评价
Tab.3 Evaluation on essential amino acid components in the muscle of female and male *C. striata*

必需氨基酸 Essential amino acids	样品 Samples		FAO/WHO 标准 FAO/WHO standard	鸡蛋蛋白标准 Egg protein standard	AAS		CS	
	♀	♂			♀	♂	♀	♂
苏氨酸 Thr	292.40	290.48	250	292	1.17	1.16	1.00	0.99
缬氨酸 Val	280.21	296.60	310	411	0.90 ^{&}	0.96 ^{&}	0.68 ^{&}	0.72 ^{&}
蛋氨酸 Met	194.93	189.58	220	386	0.89 [*]	0.86 [*]	0.51 [*]	0.49 [*]
异亮氨酸 Ile	286.30	284.37	250	331	1.15	1.14	0.86	0.86
亮氨酸 Leu	514.74	516.76	440	534	1.17	1.17	0.96	0.97
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	481.24	480.06	380	565	1.27	1.26	0.85	0.85
赖氨酸 Lys	569.57	580.97	340	441	1.68	1.71	1.29	1.32
合计 Total	2619.40	2638.82	2190	2960				
EAAI							84.83	85.28

*为第一限制氨基酸; &为第二限制氨基酸

* means the first limiting amino acids; & means the second limiting amino acids

表 4 雌雄条纹锯鲷肌肉中鲜味氨基酸的组成(湿重, %)
Tab.4 Delicious amino acid contents in the muscle of female and male *C. striata* (Wet weight, %)

样品 Samples	天门冬氨酸 Asp	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	总量 W _{DAA}
♀	2.05±0.09	3.14±0.10	1.07±0.02 ^a	1.25±0.01	7.51±0.02
♂	2.02±0.13	3.12±0.06	1.03±0.02 ^b	1.23±0.03	7.40±0.11

2.3 脂肪酸组成分析与评价

由表 5 可知, 雌雄条纹锯鲷肌肉中均检测出 17 种脂肪酸, 包括 5 种饱和脂肪酸(SFA)、12 种不饱和脂肪酸(UFA), 其中, 单不饱和脂肪酸(MUFA)5 种, 多不饱和脂肪酸(PUFA)7 种。研究表明, 雌性条纹锯鲷肌肉中 C14 : 0、C15 : 0、C18 : 2n6 的含量显著高于雄性条纹锯鲷($P < 0.05$), C18 : 1n6、C18 : 3n3 的含量极显著高于雄性条纹锯鲷($P < 0.01$); 雄性条纹锯鲷肌肉中 C18 : 0、C18 : 1n9 和 C18 : 1n11 的含量均极显著高于雌性条纹锯鲷($P < 0.01$), 其余脂肪酸的含量差异均不显著。在脂肪酸组成上, 雄性条纹锯鲷的 Σ MUFA 极显著高于雌性($P < 0.01$), Σ SFA 和 Σ PUFA 差异均不显著($P > 0.05$)。另外, 雌性条纹锯鲷的 Σ n-6PUFA 极显著高于雄鱼($P < 0.01$), 而 Σ n-3PUFA 差异不显著($P > 0.05$), 导致了雄性的 Σ n-3PUFA/ Σ n-6PUFA 大于雌性。此外, 雌性条纹锯鲷肌肉中的 EPA+DHA 之和略高于雄性, 但差异不显著($P > 0.05$)。

2.4 矿物元素含量分析

本研究检测了雌雄条纹锯鲷肌肉中的 10 种矿物质元素, 检测结果见表 6。由表 6 可知, 除 Mn 未检出外, 其他 9 种元素均有检出。雌雄条纹锯鲷肌肉中的 Ca 含量均较低, 雌鱼为 77.67 mg/kg, 雄鱼为 69.33 mg/kg。雄性条纹锯鲷肌肉中 Cu 的含量显著高于雌性($P < 0.05$),

P 的含量极显著高于雌性($P < 0.01$); 雌性条纹锯鲷肌肉中 Na 的含量极显著高于雄性($P < 0.01$), 其他元素差异均不显著。二者肌肉中常量元素均是 K 含量最高, 微量元素均为 Zn 含量最高。

3 讨论

3.1 雌雄条纹锯鲷肌肉常规营养成分

条纹锯鲷肌肉中蛋白质和脂肪含量的多少决定了其营养价值的高低。研究表明, 雌雄条纹锯鲷肌肉中的粗蛋白质含量无显著差异, 含量均较高, 雌性略高于雄性, 分别高达 20.52%和 20.44%, 高于棕点石斑鱼 (*Epinephelus fuscoguttatus*)18.80%(郭永军等, 2009)、点带石斑鱼 (*Epinephelus malabaricus*) 19.14%(徐大为等, 2008)、淡水石斑鱼 (*Cichlasoma managuense*)18.90%(黄海等, 2012)、赤点石斑鱼 (*Epinephelus akaara*)19.15%(林建斌等, 2010)、珍珠龙胆石斑鱼(♀*Epinephelus fuscoguttatus* × ♂ *Epinephelus lanceolatus*) 19.95%(王际英等, 2015)、云纹石斑鱼 (*Epinephelus moara*) 20.60% (赵亭亭等, 2018)和七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*) 19.60%(程波等, 2009)等多种石斑鱼肌肉的粗蛋白质含量。另外, 本研究中雌雄条纹锯鲷肌肉中粗蛋白质的含量均高于党冉等(2010) 19.09%的研究结果。这可能是受饵料、生长阶段的不同所致, 也可能是受生存环境的影响。

雌性条纹锯鲈肌肉中粗脂肪的含量极显著高于雄性，雌性为 6.75%，雄性为 3.42%。鲈科海产鱼类被认为是低脂鱼类，其粗脂肪含量低于 5%(Periago *et al.*, 2005)，而本研究中雌性条纹锯鲈的粗脂肪含量高达 6.75%，这可能是由于本次取样正处于样品鱼的繁殖期，雌性条纹锯鲈在体内积累储备更多的脂肪，以作为繁育消耗的能量来源。条纹锯鲈雄鱼肌肉中的水分含量极显著高于雌鱼，这说明理论上雄性条纹锯鲈比雌性条纹锯鲈肌肉的肉质更加鲜嫩。因此，条纹锯鲈是一种蛋白质含量丰富的优质海水鱼类，且雄性比雌性的肉质更加鲜嫩，更加低脂。

表 5 雌雄条纹锯鲈肌肉脂肪的脂肪酸组成及含量(湿重, %)

Tab.5 Fatty acids of crude fat in the muscle of female and male *C. striata* (Wet weight, %)

脂肪酸 Fatty acids	♀	♂
C14 : 0*	5.86±0.40 ^a	4.87±0.38 ^b
C15 : 0*	0.63±0.12 ^a	0.53±0.03 ^b
C16 : 0*	23.08±0.74	24.36±1.01
C17 : 0*	0.40±0.02	0.42±0.08
C18 : 0*	3.21±0.08 ^A	4.39±0.11 ^B
C16 : 1 [#]	10.35±0.38	9.44±0.44
C18 : 1n6 [#]	0.51±0.02 ^A	0.39±0.22 ^B
C18 : 1n9 [#]	15.12±0.20 ^A	17.15±0.22 ^B
C18 : 1n9t [#]	—	0.13±0.01
C18 : 1n11 [#]	2.89±0.03 ^A	3.04±0.04 ^B
C20 : 1n7 [#]	1.61±0.13	1.44±0.11
C22 : 1n9 [#]	0.33±0.06	0.36±0.03
C24 : 1 [#]	0.97±0.04	1.02±0.04
C18 : 2n6 ^{&}	2.67±0.09 ^a	2.22±0.01 ^b
C18 : 3n3 ^{&}	1.32±0.06 ^A	1.09±0.08 ^B
C20 : 2 ^{&}	0.18±0.06	0.18±0.05
C20 : 4n6(ARA) ^{&}	0.56±0.04	0.49±0.03
C20 : 5n3(EPA) ^{&}	6.66±0.35	7.17±0.44
C22 : 5n3(DPA) ^{&}	1.13±0.07	1.06±0.09
C22 : 6n3(DHA) ^{&}	11.5±0.76	10.61±0.78
Σ SFA	33.19±1.10	34.58±1.36
Σ MUFA	31.76±0.09 ^A	32.97±0.10 ^B
Σ PUFA	24.02±1.31	22.83±1.33
EPA+DHA	18.16±1.11	17.78±1.19
Σ n-3PUFA	20.61±1.20	19.93±1.28
Σ n-6PUFA	3.74±0.13 ^A	3.10±0.03 ^B
Σ n-3PUFA/Σ n-6PUFA	551.24	642.95

*为饱和脂肪酸；#为单不饱和脂肪酸；&为多不饱和脂肪酸

*: Saturated fatty acid (SFA); #: Monounsaturated fatty acid (MUFA); &: Polyunsaturated fatty acid

表 6 雌雄条纹锯鲈肌肉矿物质含量(湿重, mg/kg)
Tab.6 Contents of minerals in the muscle of female and male *C. striata* (Wet weight, mg/kg)

矿物质元素 Mineral elements (mg/kg)	♀	♂
钾 K	4396.67±164.29	4243.33±175.72
钠 Na	531.33±18.57 ^A	297.33±9.07 ^B
钙 Ca	77.67±3.51	69.33±5.69
镁 Mg	355±25.29	360±24.58
磷 P	2178.67±31.21 ^A	2334.67±42.71 ^B
铜 Cu	0.08±0.01 ^a	0.19±0.03 ^b
锌 Zn	3.27±0.15	3.37±0.15
铁 Fe	1.31±0.14	1.55±0.11
硒 Se	0.36±0.02	0.33±0.04
锰 Mn	—	—
钾/钠 K/Na	8.27	14.27
钙/磷 Ca/P	0.04	0.03

-为未检出

-: Undetectable

3.2 雌雄条纹锯鲈肌肉氨基酸组成与营养品质

研究结果显示，雌雄条纹锯鲈肌肉中均含有 16 种常见氨基酸，除蛋氨酸、赖氨酸和甘氨酸的含量具有显著性差异外，其他氨基酸差异均不显著。雌性条纹锯鲈肌肉中非必需氨基酸的含量显著高于雄性，必需氨基酸含量、氨基酸总量及鲜味氨基酸总量差异均不显著。雌雄条纹锯鲈肌肉中赖氨酸的含量(湿重)分别高达 1.87%和 1.90%，分别占氨基酸总量的 9.61%和 9.83%，赖氨酸含量高。赖氨酸是一种碱性氨基酸，有利于促进钙的吸收。我国居民普遍以谷物为主食，而赖氨酸是一般谷类和人乳蛋白质的第一限制性氨基酸(徐善良等, 2012)，由此雌雄条纹锯鲈均可为国民弥补因以谷物为主食所引起的赖氨酸摄入不足，同时也可以开发为优质的催乳食品(徐革锋等, 2013)。其中由于雄性条纹锯鲈肌肉中必需氨基酸含量略高于雌性且赖氨酸的含量显著高于雌性，所以雄性比雌性具有更高的营养保健价值。

FAO/WHO 根据婴儿的必需氨基酸需求量(各年龄段人群中最高)制定了最低限度的评分标准(AAS)。鸡蛋蛋白质被认为是营养最全面的，因此也被制定为蛋白质的评定标准(CS)(刘俊利等, 2011)。EAAI 以 CS 为参评标准，数值越大，营养价值越高。三者被广泛认为是评定食品中氨基酸营养价值的重要指标。经检测计算可知，不管是以 AAS 分值为标准还是以 CS 分值为标准，雌雄条纹锯鲈的第一限制性氨基酸和第二限制性氨基酸相同，分别为蛋氨酸和缬氨酸。因此，

在对条纹锯鲈进行饲养或食品加工时,额外添加这2种必需氨基酸,能够进一步提高该鱼的鱼肉品质。另外,雄性条纹锯鲈肌肉的EAAI高于雌性,说明以EAAI为标准时,雄性条纹锯鲈的营养价值要优于雌性。

肉肉的滋味是否鲜美以及鲜美的水平依赖于其肌肉中鲜味氨基酸含量的多少以及组成模式。雌雄条纹锯鲈肌肉中鲜味氨基酸的含量差异不显著。这说明雌雄条纹锯鲈肌肉肉质均较为鲜美。

支链氨基酸可以有效降低胆固醇、保肝控癌。支链氨基酸与芳香族氨基酸的比值称为支芳值,简称 F 值。人和哺乳动物的 F 值在正常情况下为3.0~3.5,而当肝受损伤时,则降为1.0~1.5,因此支链氨基酸可用于治疗肝硬化(黄薇等,2014)。雌雄条纹锯鲈肌肉的 F 值均明显高于人体肝脏受损时的水平,因此,二者肌肉均可作为肝病患者的补充支链氨基酸,具有良好的保肝护肝作用。

3.3 雌雄条纹锯鲈肌肉脂肪酸组成分析与营养品质

脂肪酸是维持细胞正常生理代谢必不可少的营养物质之一。脂肪是食物加热产生香气不可或缺的重要成分,多不饱和脂肪酸含量越高食品加热过程中产生的香气越明显,而且在一定程度上可体现肌肉的多汁性(邴旭文等,2005),并且具有降血脂、降血压、抗肿瘤和调节免疫力的作用(周礼敬等,2013);单不饱和脂肪酸具有降血糖、降血脂,调节胆固醇的功能(王炜等,2005)。检测结果显示,雌雄条纹锯鲈肌肉中的 Σ PUFA差异不显著,雄性条纹锯鲈肌肉中的 Σ MUFA极显著高于雌性。

EPA和DHA是最为重要的不饱和脂肪酸,EPA俗称“血管清道夫”,DHA俗称“脑黄金”,二者均是动物生长发育的必需脂肪酸,具有增强心脑血管健康和促进胎婴儿智力和视力发育的重要作用(周礼敬等,2013)。雌雄条纹锯鲈肌肉中的EPA+DHA的含量分别为18.16%和17.78%,二者差异不显著。因此,条纹锯鲈作为一种优质的海水鱼类,具有一定的保健价值。

多不饱和脂肪酸主要分为n-3和n-6系列, Σ n-3PUFA/ Σ n-6PUFA被作为一个重要的营养价值指标,主要是因为现代人们在膳食中摄入了过多的n-6PUFAs,导致其含量远超出人体需要量,而n-3PUFAs的量严重不足以至于无法满足需求,从而引发各种现代疾病。雌雄条纹锯鲈肌肉中 Σ n-3PUFA/ Σ n-6PUFA分别为5.51和6.43,该比值雄性高于雌性,所以雄性条纹锯鲈较雌性更能为人类有效补充n-3PUFAs,预防心脑血管疾病、提高人体免疫力。

3.4 雌雄条纹锯鲈肌肉矿物质元素组成评价

随着人们生活水平提高,生活节奏加快,即食品备受欢迎,饮食习惯也普遍偏向高盐高钠,长期食用高盐高钠食品,容易使人患上高血压、糖尿病等多种现代病。本研究检测的雌雄条纹锯鲈肌肉中的10种矿物质元素中,均是K的含量最高,K通常与Na配合发挥作用,维持人体体液的酸碱平衡和神经肌肉的应激性,调节机体渗透压,参与维持机体多种代谢平衡。K可以促进Na的排除,能够通过扩张血管,降低血管阻力从而降低血压。另外,胰岛素的分泌受K的影响,K会刺激胰岛素的分泌,预防糖尿病的发生。因此,K/Na对人体健康至关重要。本研究中雌性条纹锯鲈肌肉中Na的含量极显著高于雄性,K含量差异不显著,雌雄鱼肌肉中的K/Na分别为8.27和14.27。因此,条纹锯鲈适合高血压及心血管疾病患者食用,具有很好的保健价值,理论上,雄性更优于雌性。

对鱼类而言,肌肉中有恒定的钙磷比。检测计算可知,雌性条纹锯鲈肌肉中的Ca/P为0.04,雄性为0.03,均低于珍珠龙胆石斑鱼的0.09(王际英等,2015)、棕点石斑鱼的0.06(郭永军等,2009)、点带石斑鱼1.67(徐大为等,2008)、淡水石斑鱼0.29(黄海等,2012)、七带石斑鱼0.05(程波等,2009)等多种石斑鱼。雌雄条纹锯鲈肌肉中Ca的含量相对较低,仅为77.67、69.33 mg/kg,低于多种鱼类。因此,在配制饲料的过程中,需要注意饲料中的钙磷比例。一般鱼体内钙磷比为0.7~1.6之间(刘修英,1999),鱼类饲料中钙和磷也应有一定比例以满足鱼类正常的生长及繁育过程,但海水鱼除了通过饲料获取Ca这一途径外,还可从水中获取,因此饲料中Ca的添加量还需依据其生存水环境中 Ca^{2+} 的浓度,因此,饲料中的Ca/P一般难以直接确定,需要进一步深入研究。

4 结论

通过对雌雄条纹锯鲈肌肉营养成分的分析与评价可知,雌雄条纹锯鲈均是营养丰富的优质海水经济鱼类。其中雄性条纹锯鲈肌肉的必需氨基酸指数高于雌性,支芳值略高于雌性, Σ n-3PUFA/ Σ n-6PUFA和钾钠比(K/Na)也高于雌性。因此,在食品的食用价值上,雄性略优于雌性。

参 考 文 献

- Able KW, Stanton Hales J. Movement of juvenile black sea bass *Centropristis striata* (Linnaeus) in a southern New Jersey

- estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1997, 213(2): 153–167
- Bing XW, Cai BY, Wang LP, *et al.* Evaluation of nutritive quality and nutritional components in *Spinibarbus sinensis* muscle. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2005, 12(2): 211–215 [邴旭文, 蔡宝玉, 王利平, 等. 中华倒刺鲃的肌肉营养成分与品质评价. *中国水产科学*, 2005, 12(2): 211–215]
- Charles FC, Randal LW. Comparison of four commercial diets and three rates for black sea bass *Centropristis striata*, fingerling. *Journal of Applied Aquaculture*, 2004, 16(3–4): 385–394
- Chen JG, Chen C, Li YL, *et al.* Isolation and classification of exophthalmic disease-inducing pathogenic bacterium from *Centropristis striata*. *Progress in Fishery Sciences*, 2017, 38(5): 32–40 [陈建国, 陈超, 李炎璐, 等. 美洲黑石斑鱼 (*Centropristis striata*)“突眼症”的病原菌分离鉴定. *渔业科学进展*, 2017, 38(5): 32–40]
- Cheng B, Chen C, Wang YG, *et al.* Nutritional components analysis and nutritive value evaluation in *Epinephelus septemfasciatus* muscles. *Progress in Fishery Sciences*, 2009, 30(5): 51–57 [程波, 陈超, 王印庚, 等. 七带石斑鱼肌肉营养成分分析与品质评价. *渔业科学进展*, 2009, 30(5): 51–57]
- Dang R, Zhu JQ, Qiu XZ. Analysis of flesh content and nutrient components in the muscle of *Centropristis striata*. *Journal of Marine Sciences*, 2010, 28(2): 60–66 [党冉, 竺俊全, 邱新志. 美洲黑石斑含肉率及肌肉营养成分分析. *海洋学研究*, 2010, 28(2): 60–66]
- Guo XT. Preliminary investigation on the technology of cage culture of *Centropristis striata*. *Scientific Fish Farming*, 2009(5): 22–23 [郭雄通. 美洲黑石斑网箱养殖技术初探. *科学养鱼*, 2009(5): 22–23]
- Guo YJ, Xing KZ, Xu DW, *et al.* Evaluation of nutritive quality and components in muscle of brownmarbled grouper *Epinephelus fuscoguttatus*. *Fisheries Science*, 2009, 28(11): 635–638 [郭永军, 邢克智, 徐大为, 等. 棕点石斑鱼的肌肉营养成分分析. *水产科学*, 2009, 28(11): 635–638]
- Huang H, Yang N, Zhang X. Analysis of the ration of flesh content and nutrition composition of the muscle of *Cichlasoma managuense*. *Fisheries Science and Technology Information*, 2012, 39(2): 87–91 [黄海, 杨宁, 张希. 淡水石斑鱼含肉率和肌肉营养成分分析. *水产科技情报*, 2012, 39(2): 87–91]
- Huang W, Zhang ZH, Shi YH, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional components in muscle of cultured *Synechogobius ommaturus*. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2014, 26(9): 2866–2873 [黄薇, 张忠华, 施永海, 等. 养殖斑尾复虾虎鱼肌肉营养成分的分析和评价. *动物营养学报*, 2014, 26(9): 2866–2873]
- JIA RJ. Studies on the annual change of ovarian development and regulation technical of sex reversal in *Centropristis striata*. Master's Thesis of Shanghai Ocean University, 2014, 18–33 [贾瑞锦. 条纹锯鲷 (*Centropristis striata*) 卵巢发育及性逆转调控技术研究. 上海海洋大学硕士研究生学位论文, 2014, 18–33]
- Lei JL, Lu JW. The breed predominance and culture prospects of *Centropristis striata* Linnaeus. *Marine Fisheries Research*, 2007, 28(5): 110–115 [雷霖霖, 卢继武. 美洲黑石斑的品种优势和养殖前景. *海洋水产研究*, 2007, 28(5): 110–115]
- Lin GQ. Studies on embryonic development and scale manual breeding techniques of *Centropristis striata*. *Journal of Fujian Fisheries*, 2012, 34(1): 55–60 [林国清. 美洲黑石斑胚胎发育的观察及其规模化繁育技术研究. *福建水产*, 2012, 34(1): 55–60]
- Lin JB, Chen DH, Zhu QG, *et al.* Nutritional quality and composition in flesh of three species of groupers. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2010, 25(5): 548–553 [林建斌, 陈度煌, 朱庆国, 等. 3种石斑鱼肌肉营养成分分析比较初探. *福建农业学报*, 2010, 25(5): 548–553]
- Lin X. The optimum nutrient requirements of protein, lipid and energy-protein ratio in formulated feed in juvenile *Centropristis striata*. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science)*, 2011, 40(4): 401–406 [林星. 条纹锯鲷幼鱼配合饲料适宜的蛋白质、脂类含量及能蛋比. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2011, 40(4): 401–406]
- Liu JL, Xiong BX, Lü GJ. Comparison on muscle composition of *Hypophthalmichthys molitrix* and *Arisichthys mobilis* in two reservoirs with different trophic levels. *Journal of Fisheries of China*, 2011, 35(7): 1098–1104 [刘俊利, 熊邦喜, 吕光俊, 等. 两种不同营养类型水库鲢、鳙肌肉营养成分的比较. *水产学报*, 2011, 35(7): 1098–1104]
- Liu XY. The demand and utilization rate of calcium and phosphorus in feed in fishes. *Henan Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 1999, 20(7): 13 [刘修英. 鱼类对饲料中钙磷的需要和利用率. *河南畜牧兽医*, 1999, 20(7): 13]
- Lu JW, Liu M, Li H. Biological characteristics and aquaculture potential of *Centropristis striata*. *Fishery Modernization*, 2006, 6: 21–22 [卢继武, 刘敏, 李豪. 美洲黑石斑鱼的生物学特性与养殖潜力. *渔业现代化*, 2006, 6: 21–22]
- Pellet PL, Young VR. *Nutritional evaluation of protein foods. Food and nutrition.* Tokyo: the United National University Publishing Company, 1980, 26–29
- Periago MJ, Ayala MD, Lopez-Albors O, *et al.* Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 2005, 249(1–4): 175–188
- Wang B, Zhu MY, Mao XH. New Breed—*Centropristis striata*. *Hebei Fisheries*, 2003(5): 26–27 [王波, 朱明远, 毛兴华. 养殖新品种—美洲黑石斑鱼. *河北渔业*, 2003(5): 26–27]
- Wang JY, Zhang DR, Ma JJ, *et al.* Nutritional components analysis and nutritive value evaluation of ♀ *Epinephelus fuscoguttatus* × ♂ *E. lanceolatus* muscles. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2015(4): 61–69 [王际英, 张德瑞, 马晶晶, 等. 珍珠龙胆石斑鱼肌肉营养成分分析与品质评价. *海洋湖沼通报*, 2015(4): 61–69]
- Wang W, Zhang HM. Functional properties of monounsaturated fatty acids. *Food and Nutrition in China*, 2005(4): 44–46 [王炜, 张伟敏. 单不饱和脂肪酸的功能特性. *中国食物与营养*, 2005(4): 44–46]
- Xu DW, Xing KZ, Zhang SS, *et al.* Analysis of nutritional components in muscle of *Epinephelus malabaricus*. *Reservoir Fisheries*, 2008, 28(3): 54–56 [徐大为, 邢克智, 张树森, 等. 点带石斑鱼的肌肉营养成分分析. *水利渔业*, 2008, 28(3): 54–56]
- Xu GF, Wang YY, Bai QL, *et al.* Analysis of nutrient components

- and evaluation of nutritive quality in muscle of *Lota lota* (Linnaeus). Chinese Journal of Animal Nutrition, 2013, 25(12): 3027–3032 [徐革锋, 王裕玉, 白庆利, 等. 江鲢肌肉营养成分分析与品质评价. 动物营养学报, 2013, 25(12): 3027–3032]
- Xu SL, Wang DL, Xu JL, et al. Analysis and evaluation of nutritional components in muscle of *Pampus argenteus*, *P. cinereus* and *P. sinensis* from the East China Sea. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2012, 43(4): 775–782 [徐善良, 王丹丽, 徐继林, 等. 东海银鲳(*Pampus argenteus*)、灰鲳(*P. cinereus*)和中国鲳(*P. sinensis*)肌肉主要营养成分分析与评价. 海洋与湖沼, 2012, 43(4): 775–782]
- Zhang TT, Chen C, Shao YX, et al. Histological observation on post-embryonic development of digestive system of *Centropristis striata*. Progress in Fishery Sciences, 2017, 38(3): 78–85 [张廷廷, 陈超, 邵彦翔, 等. 美洲黑石斑鱼(*Centropristis striata*)消化系统胚后发育的组织学观察. 渔业科学进展, 2017, 38(3): 78–85]
- Zhao TT, Zhang Y, Chen C, et al. Analysis of nutrient components and evaluation of nutritive quality in flesh of three species of cultured groupers. Progress in Fishery Sciences, 2018, 39(6): 89–96 [赵亭亭, 张岩, 陈超, 等. 3种养殖石斑鱼的肌肉营养成分分析与品质评价. 渔业科学进展, 2018, 39(6): 89–96]
- Zhou LJ, Shen DX, Zhan HX. Studies on the nutritional components of fish muscles and human health. Animal Husbandry and Feed Science, 2013, 34(5): 69–71 [周礼敬, 沈东霞, 詹会祥. 鱼类肌肉营养成分与人体健康研究. 畜牧与饲料科学, 2013, 34(5): 69–71]
- Zhou MT. Experiment on sea cage culture of induced *Centropristis striata*. Modern Fisheries Information, 2011, 26(8): 28–29 [周明涛. 引进美洲黑石斑海水网箱养殖试验. 现代渔业信息, 2011, 26(8): 28–29]
- Zhou SH, Jiang T, Xiao WQ, et al. Industrial aquaculture of *Centropristis striata*. China Fisheries, 2008(11): 64 [周书洪, 姜涛, 肖文青, 等. 美洲黑石斑工厂化养殖技术. 中国水产, 2008(11): 64]

(编辑 陈辉)

Comparison and Evaluation of Nutritional Components in the Muscle of Male and Female *Centropristis striata*

ZHAO Tingting^{1,2}, CHEN Chao^{1①}, SHAO Yanxiang¹

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

Abstract *Centropristis striata* is an economically important marine fish worldwide. In this study, the nutritional content in the muscle of *C. striata* was compared and evaluated by routine biochemical analysis methods between males and females. The results showed that the female *C. striata* contained significantly lower moisture than the males ($P < 0.01$). However, the crude fat content in the fresh muscle of females was significantly higher ($P < 0.01$) than that in the muscle of males. There was no significant difference in the crude protein and crude ash content in fresh muscle between females and males ($P > 0.05$). Sixteen common amino acids were detected in the muscles of both males and females. Except for methionine, lysine, and glycine content, there were no significant differences between the other 13 amino acids, total amino acids (TAA), essential amino acids (EAA), and delicious amino acids (DAA) ($P > 0.05$). According to the amino acid score (AAS) and chemical score (CS), the first limiting amino acid for both male and female *C. striata* was methionine, and the second was valine. The essential amino acids index (EAAI) of the male *C. striata* was 85.28, a little higher than that of female *C. striata* (84.84). The composition proportions of the essential amino acids in the muscles of *C. striata* are all in accordance with the FAO/WHO Standard. The ratios of branched chain amino acids to aromatic amino acids (F values) in the flesh of male and female *C. striata* were 2.28 and 2.24, respectively. The monounsaturated fatty acid (MUFA) concentration in the male *C. striata* was higher than that in females, the difference was highly significant ($P < 0.01$), but the polyunsaturated fatty acid (PUFA) and EPA+DHA (Eicosapentenoic acid+docosahexenoic acid) content were not significantly different between the males and females. The ratio of $\sum n-3$ PUFA to $\sum n-6$ PUFA in the flesh of the male *C. striata* was 6.43, which was higher than that of the females (5.51). In addition, the ratio of K to Na in the muscles of the males (14.27) was higher than that of the females (8.27). In conclusion, it can be suggested that male *C. striata* has a higher edible value than females.

Key words *Centropristis striata*; Muscle; Male and female; Nutritional component; Evaluation

① Corresponding author: CHEN Chao, E-mail: ysfrichenchao@126.com