

陈春秀,马超,贾磊,等.不同月龄云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)杂交后代肌肉营养成分分析与品质评价[J].江苏农业科学,2019,47(6):163-167.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.037

不同月龄云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂) 杂交后代肌肉营养成分分析与品质评价

陈春秀,马超,贾磊,王群山,王钢

(天津渤海水产研究所,天津 300457)

摘要:云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)杂交后代被称为“云龙斑”。利用常规方法对不同月龄云龙斑的含肉率和肌肉营养成分进行了分析,并对其营养价值进行了综合评价,旨在评价各月龄云龙斑的营养价值,为其种质营养学鉴定及配合饲料的研制提供基础数据资料。结果表明,不同月龄云龙斑的含肉率为 64.88%~70.92%,肌肉一般营养成分(水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪)随着月龄的增加出现显著差异,但各成分含量基本保持稳定。不同月龄云龙斑肌肉中检测出 16 种氨基酸,氨基酸总含量为 17.59%~21.65%,其中 7 种必需氨基酸总量为 7.32%~9.13%,占氨基酸总量的 41.10%~42.17%,必需氨基酸组成符合 FAO/WHO 标准。必需氨基酸指数为 83.04~92.13,4 种鲜味氨基酸总量为 7.01%~8.66%。检测出脂肪酸 8 种,包括饱和脂肪酸 3 种、单不饱和脂肪酸 2 种、多不饱和脂肪酸 3 种。云龙斑肌肉中矿物元素种类丰富,5 种常量元素(钾、钙、钠、镁、磷)和 5 种微量元素(铁、锰、铜、锌、硒)均有检出,其中钾元素含量最高,其次为钠元素,硒元素含量最低,且 10 月龄时未检出铁和锰元素。研究结果表明,云龙斑是一种具有杂交优势,且食用价值和营养价值都较高的优良海水养殖品种。

关键词:云龙斑;肌肉;营养成分;评价

中图分类号: S965.334 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)06-0163-04

石斑鱼是我国重要的海水经济鱼类和优良种质资源,主要分布在东海和南海^[1],其肉质鲜嫩、味道鲜美、营养丰富,深受广大消费者的青睐,是一种高档名贵的海水鱼类品种。云龙斑(Yunlong grouper)是云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)(♀*Epinephelus moara*×♂*Epinephelus lanceolatus*)的杂交后代,于 2016 年人工培育成功,属于鲈形目(Perciformes) 鲷科(Serranidae) 石斑鱼亚科(Epinephelinae) 石斑鱼属(*Epinephelus*)^[2]。其父本为鞍带(或龙胆)石斑鱼(*Epinephelus lanceolatus*),是体型较大的石斑鱼种,野生个体可达几百千克;母本为云纹石斑鱼(*Epinephelus moara*),是目前北方养殖的主要石斑鱼种,畸形率低、肉质鲜美,但生长慢,一般养殖 3~5 年才能达到上市要求^[3]。而杂交后代“云龙斑”具有生长速度快、成活率高、适温范围广的优点。养殖 8~10 月可达 500 g,2 年可达 3 kg 以上^[4];最适生长温度为 24~27℃,最适生长盐度为 30~33^[2]。目前,云龙斑的相关研究主要集中在数量遗传性状^[4]、低温胁迫对血清生化指标的影响^[5]、染色体核^[6]等方面。营养学研究仅见王林娜等对

云纹石斑鱼、鞍带石斑鱼及杂交“云龙斑”肌肉的营养组成进行了分析与评价^[3]。本试验对不同月龄的云龙斑含肉率、肌肉营养成分、氨基酸、脂肪酸、矿物质和微量元素的组成及含量进行了分析比较和营养价值评价,旨在为云龙斑进一步推广养殖和人工配合饲料的研制提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验鱼取自天津市兴盛海淡水养殖有限责任公司,其中 2 月龄 25 尾,平均体质量 14.42 g,平均全长 10.43 cm;4 月龄 20 尾,平均体质量 54.10 g,平均全长 16.09 cm;6 月龄 15 尾,平均体质量 190.75 g,平均全长 23.79 cm;10 月龄 10 尾,平均体质量 529.17 g,平均全长 33.47 cm。

1.2 测定方法

1.2.1 样品处理 将试验鱼经纱布擦干后测定全长、体长和体质量,再将其背部的鳞片和皮肤剔除,取两侧的肌肉,切成小块后混匀,小型搅拌机捣碎,然后将样品分为 3 份,1 份用于常规营养成分测定,1 份用于测定氨基酸和脂肪酸,1 份用于测定矿物质含量。

1.2.2 含肉率测定 试验鱼解剖后取出内脏、鳃、鳍、皮肤和鳞等非肉质部分,分别称质量后用于计算内脏含有率、鳃含有率、鳍含有率、皮肤和鳞的含有率;骨骼经微波后剔除肌肉,清洗后自然干燥,称质量后用于计算骨骼含有率;利用减量法计算出肌肉质量,计算含肉率。

1.2.3 常规营养成分测定 水分用常压恒温烘干法(GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》)测

收稿日期:2018-11-27

基金项目:现代农业产业技术体系专项经费(编号:CARS-47-Z1);天津现代产业技术体系-水产-海水鱼养殖岗位项目(编号:ITT-FRS2017011);天津市农业科技成果转化与推广项目(编号:201703050)。

作者简介:陈春秀(1994—),女,安徽宿州人,硕士,工程师,主要从事水产饲料与营养研究。E-mail:xiuxiuchenxx@163.com。

通信作者:贾磊,硕士,高级工程师,主要从事海水养殖方面的研究。E-mail:tianjinbohaisuo@163.com。

定;粗蛋白质含量测定采用凯氏定氮法(GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》);粗脂肪含量测定采用索氏抽提法(GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》);粗灰分含量用 550 ℃ 高温灼烧法(GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》)测定。

1.2.4 氨基酸的测定 肌肉中氨基酸含量参照 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》的方法,使用全自动氨基酸分析仪(日立 L-8900)进行测定。

1.2.5 脂肪酸的测定 肌肉中脂肪酸含量参照 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》的方法,使用 Agilent7890A 型气相色谱仪进行测定。

1.2.6 矿物元素的测定 矿物元素的测定使用日本岛津 AA6800 型原子吸收分光光度计,依据 GB 5009.13—2017《食品安全国家标准 食品中铜的测定》、GB 5009.14—2017《食品安全国家标准 食品中锌的测定》、GB 5009.87—2016《食品安全国家标准 食品中磷的测定》、GB 5009.90—2016《食品安全国家标准 食品中铁的测定》、GB 5009.91—2017《食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定》、GB 5009.92—2016《食品安全国家标准 食品中钙的测定》的方法测定。

1.2.7 营养价值的评价 将样品中各种必需氨基酸的百分含量(%)换算成每克氮中氨基酸的毫克量(mg/g),根据联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)建议的每克氮氨基酸评分标准模式^[7]和全鸡蛋蛋白的氨基酸模式^[8]进行比较。

表 1 不同月龄云龙斑含肉率及其他组织含有率

月龄	含肉率 (%)	含有率(%)				
		内脏	皮肤鳞片	骨骼	鳃	鳍
2	67.35±3.60	7.06±1.20	9.14±2.31	12.40±0.71	3.39±0.65	2.99±0.49
4	67.58±2.21	7.63±1.28	5.32±1.56	13.68±1.02	2.68±0.62	3.11±0.38
6	70.92±1.89	6.82±1.13	5.91±1.14	10.49±1.59	2.75±0.10	3.10±0.05
10	64.88±3.12	8.37±0.74	8.01±0.50	10.87±0.78	2.62±0.29	5.25±2.30

2.2 肌肉营养成分

从表 2 可以看出,不同月龄云龙斑肌肉中水分含量为 75.72%~78.36%,粗蛋白含量为 18.91%~21.42%,粗脂肪含量为 1.44%~1.53%,灰分含量为 1.27%~1.53%。经分析,10 月龄水分、粗蛋白、灰分含量与其他月龄存在显著差异;6 月龄粗脂肪含量显著低于其他月龄,波动较大。

表 2 不同月龄云龙斑肌肉中一般营养成分比较

月龄	营养成分含量(%)			
	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分
2	75.72±0.74b	21.27±0.35b	1.52±0.02b	1.52±0.03b
4	75.94±0.89b	21.40±0.37b	1.52±0.01b	1.53±0.03b
6	76.43±0.61b	21.42±0.23b	1.44±0.02a	1.53±0.02b
10	78.36±0.91a	18.91±0.12a	1.53±0.03b	1.27±0.04a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.3 氨基酸组成和营养价值的评价

不同月龄云龙斑肌肉中共检测出 16 种氨基酸,包括 7 种必需氨基酸:苏氨酸(Thr)、缬氨酸(Val)、蛋氨酸(Met)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、苯丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys);7 种非必需氨基酸:天门冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸

蛋白质的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)计算公式:

$AAS = \text{待评蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g}) / \text{FAO 评分模式氨基酸含量}(\text{mg/g})$;

$CS = \text{待评蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g}) / \text{全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}(\text{mg/g})$ 。

式中:氨基酸含量是指每克氮中氨基酸的毫克量。

$\text{氨基酸含量}(\text{mg/g}) = \text{肌肉氨基酸百分含量} \times 6.25 \times 1\,000 / \text{肌肉蛋白质的百分含量}$;

$EAAI = [(100A/AE) \times (100B/BE) \times (100C/CE) \times \dots \times (100H/HE)]^{1/n}$ 。

式中:n 为比较的必需氨基酸个数;A,B,C,⋯,H 为样品中各必需氨基酸含量(mg/g);AE,BE,CE,⋯,HE 为全鸡蛋蛋白质相对应的必需氨基酸含量(mg/g)^[9]。

1.3 数据处理

数据运用 Excel 2010 和 SPSS 20.0 进行处理,结果采用“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 含肉率

不同月龄云龙斑含肉率及其他组织含有率见表 1。试验测定了每个月龄中 5 尾云龙斑的含肉率,其中 6 月龄含肉率最高,为 70.92%,10 月龄含肉率最低,为 64.88%。鱼体其他组织的含有率中,鳃的含有率最低,为 2.62%~3.39%;骨骼的含有率最高,为 10.49%~13.68%。

(Gly)、丙氨酸(Ala)、丝氨酸(Ser)、脯氨酸(Pro)、酪氨酸(Tyr);2 种半必需氨基酸:组氨酸(His)、精氨酸(Arg)。从表 3 可以看出,不同月龄云龙斑肌肉中总氨基酸含量 4 月龄(21.65%)>6 月龄(21.36%)>2 月龄(20.32%)>10 月龄(17.59%);鲜味氨基酸含量 4 月龄(8.66%)>6 月龄(8.57%)>2 月龄(8.11%)>10 月龄(7.01%);必需氨基酸含量 4 月龄(9.13%)>6 月龄(8.78%)>2 月龄(8.53%)>10 月龄(7.32%)。结果表明,4 月龄云龙斑肌肉总氨基酸含量、鲜味氨基酸含量、必需氨基酸含量、必需氨基酸指数均最高,6 月龄、2 月龄次之,10 月龄最低。

从表 4 可以看出,不同月龄云龙斑肌肉必需氨基酸评分中,蛋氨酸+胱氨酸的 AAS 最小,分别为 0.64、0.82、0.65、0.72,其中苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸含量丰富,AAS 均大于 1,高于 FAO/WHO 评分模式氨基酸含量。必需氨基酸的 CS 均大于 0.41。AAS 或者 CS 评分表明,蛋氨酸+胱氨酸是不同月龄云龙斑肌肉中的第一限制性氨基酸,第二限制性氨基酸是缬氨酸。4 月龄云龙斑的各必需氨基酸评分最高。必需氨基酸指数(EAAI)是评价食物蛋白质营养价值的常用指标之一,它是以鸡蛋蛋白质必需氨

表 3 不同月龄云龙斑肌肉氨基酸组成

氨基酸种类	氨基酸组成(%)			
	2 月龄	4 月龄	6 月龄	10 月龄
天冬氨酸 [*]	2.26	2.38	2.34	1.89
苏氨酸 [#]	1.03	1.10	1.11	0.91
丝氨酸	0.91	0.98	0.96	0.81
谷氨酸 [*]	3.47	3.70	3.56	3.01
甘氨酸 [*]	1.02	1.18	1.28	0.96
丙氨酸 [*]	1.36	1.40	1.39	1.15
缬氨酸 [#]	1.09	1.16	1.14	0.93
蛋氨酸 [#]	0.48	0.62	0.49	0.48
异亮氨酸 [#]	1.05	1.11	1.06	0.86
亮氨酸 [#]	1.82	1.90	1.86	1.53
酪氨酸	0.62	0.69	0.64	0.53
苯丙氨酸 [#]	0.99	1.03	1.02	0.81
赖氨酸 [#]	2.07	2.21	2.10	1.80
组氨酸	0.44	0.48	0.48	0.39
精氨酸	1.30	1.40	1.37	1.19
脯氨酸	0.41	0.31	0.56	0.34
ΣDAA	8.11	8.66	8.57	7.01
ΣEAA	8.53	9.13	8.78	7.32
ΣNEAA	11.79	12.52	12.58	10.27
ΣTAA	20.32	21.65	21.36	17.59
DAA/TAA	39.91	40.00	40.12	39.85
EAA/TAA	41.98	42.17	41.10	41.61
EAA/NEAA	72.34	72.92	69.79	71.28

注: * 为鲜味氨基酸; # 为必需氨基酸; ΣDAA 为鲜味氨基酸总量; ΣEAA 为必需氨基酸总量; ΣNEAA 为非必需氨基酸; ΣTAA 为氨基酸总量。色氨酸在酸水解中被破坏,故未测。

表 4 不同月龄云龙斑肌肉必需氨基酸组成评价

氨基酸种类	鸡蛋蛋白	FAO 评分模式	2 月龄		4 月龄		6 月龄		10 月龄	
			AAS 评分	CS 评分	AAS 评分	CS 评分	AAS 评分	CS 评分	AAS 评分	CS 评分
苏氨酸	292	250	1.21	1.04	1.29	1.10	1.30	1.11	1.20	1.03
缬氨酸	411	310	1.03	0.78	1.09	0.82	1.07	0.81	0.99	0.75
蛋氨酸 + 胱氨酸	386	220	0.64	0.37	0.82	0.47	0.65	0.37	0.72	0.41
异亮氨酸	331	250	1.23	0.93	1.30	0.98	1.24	0.93	1.14	0.86
亮氨酸	534	440	1.22	1.00	1.26	1.04	1.23	1.02	1.15	0.95
苯丙氨酸 + 酪氨酸	565	380	1.24	0.84	1.32	0.89	1.27	0.86	1.17	0.78
赖氨酸	441	340	1.79	1.38	1.90	1.46	1.80	1.39	1.75	1.35
EAAI			84.91		92.13		86.96		83.04	

的影响^[9-11]。各月龄云龙斑的含肉率在 64.88% ~ 70.92%, 与珍珠龙胆石斑鱼(74.43%)^[9]、点带石斑鱼(74.10%)^[12]、美洲黑石斑鱼(73.71%)^[13]、棕点石斑鱼(77.30%)^[14] 比较低;与斑石鲷(66.06%)^[15]、尼罗罗非鱼(67.18%)^[16]、斑点叉尾鲷(65.80%)^[17]相近;高于黄颡鱼(56.29%)^[18]、白班狗鱼(59.64%)^[19]。这可能与鱼体型、生长阶段和肉层厚度有关,由此可见,云龙斑是一种含肉率较高的经济鱼类。

3.2 常规营养成分

肌肉中的一般营养成分是评价鱼类肌肉品质的重要指标,主要取决于肌肉蛋白质和脂肪的含量。本研究表明,各月龄云龙斑肌肉粗蛋白含量为 18.91% ~ 21.42%,粗脂肪含量为 1.44% ~ 1.53%。其粗蛋白含量高于鞍带石斑鱼含量(18.4%)^[3],与云纹石斑鱼含量(19.6%)^[3]相近;其脂肪含

量为 1.44% ~ 1.53%,与云纹石斑鱼(1.44%)^[3]相近;其脂肪含量均显著低于鞍带石斑鱼(10.1%)^[3]、云纹石斑鱼(4.2%)^[3]。通过与其父本、母本比较可以看出,云龙斑是一类蛋白质含量十分丰富且脂肪含量相对适中的海水经济鱼类,具有广阔的市场前景。

2.4 脂肪酸组成

不同月龄云龙斑肌肉中检测出脂肪酸 8 种,包括饱和脂肪酸 3 种、单不饱和脂肪酸 2 种、多不饱和脂肪酸 3 种。从表 5 可以看出,不同月龄组肌肉饱和脂肪酸含量高于饱和脂肪酸含量,且脂肪酸在组成和含量上略有差异,表现为饱和脂肪酸 C16:0、单不饱和脂肪酸 C18:1、多不饱和脂肪酸 C22:6 在各个月龄组含量均较高。脂肪酸含量随着月龄的增长呈递增趋势,2 月龄、4 月龄脂肪酸含量变化差异较小,但 6 月龄、10 月龄中 C16:0、C18:1、C20:5、C22:6 有明显增长。

2.5 矿物质及微量元素组成

云龙斑肌肉中矿物质及微量元素见表 6。云龙斑肌肉中矿物元素种类丰富,5 种常量元素钾(K)、钙(Ca)、钠(Na)、镁(Mg)、磷(P),5 种微量元素铁(Fe)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、硒(Se)均在云龙斑肌肉中检出。常量元素中,各月龄钾含量最高,其次是钠、镁、钙,磷含量最低;微量元素中,铁含量最高,其次是锌、铜、锰,硒的含量最低,10 月龄时微量元素铁、锰未检出。各个月龄间比较发现,2 月龄、4 月龄的常量元素含量高于 6 月龄、10 月龄。

3 讨论与结论

3.1 含肉率

含肉率一般是指可食部分(或肌肉)质量占体质量的比例,也是评价鱼类品质、生产性能和经济价值的重要指标之一,它不仅因品种不同而各异,而且受生长环境以及营养条件

量均显著低于鞍带石斑鱼(10.1%)^[3]、云纹石斑鱼(4.2%)^[3]。通过与其父本、母本比较可以看出,云龙斑是一类蛋白质含量十分丰富且脂肪含量相对适中的海水经济鱼类,具有广阔的市场前景。

3.3 氨基酸分析与营养品质评价

氨基酸种类和含量决定着蛋白质品质的优劣,必需氨基酸是评价鱼类营养水平最主要的指标^[20]。本试验研究表明,不同月龄云龙斑肌肉的氨基酸组成一致,谷氨酸、天冬氨酸、赖氨酸含量均较高,这一特点与鞍带石斑鱼^[3]、云纹石斑鱼^[3]、珍珠龙胆石斑鱼^[9]、点带石斑鱼^[12]氨基酸组成相似。其中赖氨酸被称为生长氨基酸,云龙斑肌肉可以弥补饮食中赖氨酸的不足,能促进饮食者对谷物蛋白质的利用率^[20]。云龙斑肌肉氨基酸总量为 17.59% ~ 21.65%,高于云纹石斑鱼

表 5 不同月龄云龙斑肌肉脂肪酸组成及含量

脂肪酸种类	脂肪酸含量(%)			
	2 月龄	4 月龄	6 月龄	10 月龄
肉豆蔻酸 C14 : 0	ND	0.02	0.02	0.02
棕榈酸 C16 : 0	0.06	0.08	0.11	0.13
棕榈油酸 C16 : 1	ND	0.02	0.03	0.03
硬脂酸 C18 : 0	0.02	0.02	0.03	0.04
油酸 C18 : 1	0.05	0.06	0.10	0.10
亚油酸 C18 : 2	0.03	0.02	0.04	0.02
二十碳五烯酸 C20 : 5(EPA)	0.02	0.03	0.04	0.06
二十二碳六烯酸 C22 : 6(DHA)	0.06	0.06	0.06	0.16
ΣSFA	0.08	0.12	0.16	0.19
ΣMUFA	0.03	0.08	0.13	0.13
ΣPUFA	0.11	0.11	0.14	0.24

注:ND 为未检出,表 6 同。ΣSFA 为饱和脂肪酸总量;ΣMUFA 为单不饱和脂肪酸总量;ΣPUFA 为多不饱和脂肪酸总量。

表 6 不同月龄云龙斑矿物元素组成和含量

矿质元素种类		矿质元素含量(mg/kg FW)			
		2 月龄	4 月龄	6 月龄	10 月龄
常量元素	Na	501	509	465	443
	K	4 460	4 540	4 660	4 140
	Ca	364	367	256	211
	Mg	350	354	339	298
	P	283	281	273	250
微量元素	Fe	12	12	5	ND
	Mn	0.531	0.510	0.416	ND
	Cu	0.956	0.918	0.940	0.943
	Zn	6.650	6.350	8.540	5.340
	Se	0.201	0.213	0.236	0.267

(15.54%)^[3]、鞍带石斑鱼(14.72%)^[3]、淡水石斑鱼(15.74%)^[11]的肌肉氨基酸总量,与点带石斑鱼(18.10%)^[12]、棕点石斑鱼(21.85%)^[14]、七带石斑鱼(18.33%)^[21]肌肉氨基酸总量相近。

目前,FAO/WHO 标准和鸡蛋蛋白质评定标准被广泛应用于食物营养价值的评定。各月龄云龙斑 EAA/TAA 为 41.10%~42.17%,EAA/NEAA 为 69.79%~72.92%,均与 FAO/WHO 规定的标准值相近(EAA/TAA≈40%;EAA/NEAA>60%)^[22]。本研究发现,云龙斑肌肉除蛋氨酸+胱氨酸,其他必需氨基酸 AAS 评分均大于 1,CS 评分均大于 0.5,说明云龙斑必需氨基酸含量丰富,且其组成相对平衡。而云龙斑必需氨基酸指数为 83.04~92.13,要高于淡水石斑鱼^[11]为 74.84、云纹石斑鱼^[3]为 75.19、鞍带石斑鱼^[3]为 74.93、珍珠龙胆石斑鱼^[9]为 77.21,与美洲黑石斑鱼^[13]为 91.18 接近,低于点带石斑鱼^[12]为 103。

鲜味氨基酸包括天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸 4 种,它们决定着鱼肉的鲜美程度。云龙斑肌肉中鲜味氨基酸总量为 7.32%~9.13%,高于云纹石斑鱼(5.57%)^[3]、鞍带石斑鱼(5.3%)^[3]、珍珠龙胆石斑鱼(6.96%)^[9]、棕点石斑鱼(7.11%)^[14]、七带石斑鱼(6.86%)^[21]。

综上所述,作为杂交后代的云龙斑明显优于父母本和其他经济鱼类,不仅氨基酸含量丰富、组成平衡合理,而且还是具有一定杂交优势、营养价值高、味道鲜美的优质海水鱼。

3.4 脂肪酸

脂肪是鱼类活动中重要的代谢能源,其中多不饱和脂肪酸含量最高,也是人体必需的脂肪酸,且具有降血脂、预防心脑血管疾病、促进生长发育、提高幼体成活率等功效^[9,23]。本研究发现,云龙斑肌肉 MUFA 为 0.03%、PUFA 为 0.11%),与王林娜等对云龙斑脂肪酸研究结果^[3]不尽相同,可能是由于云龙斑生长阶段、营养水平、生长环境不同造成的。

3.5 矿物元素

矿物元素对保持人体健康密切相关,在人体内不能自行合成,需要通过膳食进行补充,而且每种元素也都具有特殊的生理功能^[9,24]。本研究发现,各月龄云龙斑中富含常量元素和微量元素,其中钾元素含量最高,其次为钠元素,硒元素含量最低,且 10 月龄时未检出铁和锰元素。与其他石斑鱼相比,其中钙元素含量高于云纹石斑鱼^[3]、珍珠龙胆石斑鱼^[9]、棕点石斑鱼^[14]、七带石斑鱼^[21];锌和铜元素的含量也较高,能为人体提供良好的微量元素来源。铁、锌和铜参与体内多种酶活性中心的构成,并参与渗透压调节,在核酸及蛋白质合成、免疫过程、抑制体内自由基反应等方面均有一定的促进作用^[11,25];硒具有保护细胞膜、抗衰老与抗癌性能^[26]。但过量摄入微量元素也会对人体造成危害。由此可见,云龙斑在矿物营养上具有良好的营养保健作用。

本研究通过对不同月龄云龙斑肌肉营养成分与营养价值的评价,发现其肌肉中含有全面、丰富的营养物质,氨基酸种类丰富,比例均衡,人体必需氨基酸含量较高,鲜味氨基酸含量丰富,脂肪酸含量较低,且矿物元素种类齐全,富含多种对人体新陈代谢所必需的微量元素,具有较高的营养价值。可以认为,云龙斑是一种极具杂交优势,值得进一步进行推广养殖和培养的优良海水鱼品种。

参考文献:

[1]孟庆闻,苏锦祥,缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京:中国农业出版社,1995:606-622.

[2]邢道超,宋协法,彭磊,等. 温度与盐度对云龙斑幼鱼耗氧率和排氨率的影响[J]. 渔业现代化,2017,44(3):7-14.

[3]王林娜,田永胜,唐江,等. 云纹石斑鱼、鞍带石斑鱼及杂交“云龙斑”肌肉营养成分分析及品质评价[J]. 水产学报,2018,42(7):1085-1093.

[4]田永胜,段会敏,唐江,等. 石斑鱼杂交种“云龙斑”与亲本的表型数量性状判别分析[J]. 上海海洋大学学报,2017,26(6):808-817.

[5]邵彦翔,陈超,李炎璐,等. 低温胁迫对云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)杂交后代血清生化指标的影响[J]. 渔业科学进展,2017,38(2):70-76.

[6]成美玲,田永胜,吴玉萍,等. 云纹石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)杂交后代染色体核型分析[J]. 渔业科学进展,2018,39(2):67-75.

[7]Pellett P L,Young V R. Nutritional evaluation of protein foods[D]. Tokyo:the United National University Press,1980.

[8]中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表[M]. 北京:人民卫生出版社,1991.

[9]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[J]. 海洋湖沼通报,2015(4):61-69.

朱淑云,杨靖,张玉梅,等. 醋粉的体外抗氧化活性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(6):167-169.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.038

醋粉的体外抗氧化活性研究

朱淑云^{1,2}, 杨靖¹, 张玉梅¹, 梁嘉欣¹, 董英¹, 余永建²

(1. 江苏大学食品与生物工程学院, 江苏镇江 212013; 2. 江苏恒顺集团有限公司, 江苏镇江 212143)

摘要:通过测定醋粉的·OH(羟自由基)和 DPPH·(二苯基苦味酰基苯肼自由基)的清除率、总抗氧化能力等指标,研究醋粉的体外抗氧化活性;通过将离体的小鼠肝线粒体和红细胞作为氧化损伤模型,研究醋粉对小鼠红细胞和肝线粒体氧化应激损伤的保护作用。结果表明,醋粉具有较强的清除·OH 和 DPPH·的能力,其还原力和总抗氧化能力也很强;醋粉可以明显抑制红细胞的氧化溶血和丙二醛的产生,对肝线粒体的氧化损伤也具有很好的保护作用,说明醋粉的抗氧化活性较强,是天然抗氧化剂的良好来源。

关键词:醋粉;自由基;氧化损伤;抗氧化活性

中图分类号: TS201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)06-0167-03

醋是一种历史悠久的调味品,它营养丰富,含有人体所必需的糖类、氨基酸、蛋白质和有机酸等营养物质。研究表明,醋有良好的降血脂、抗氧化和防治心血管疾病的功能^[1-4]。另有研究发现,镇江香醋具有保护肝脏的作用,醋中含有多种肝脏所需的营养物质,对肝脏组织损伤有修复作用,并可提高肝脏的解毒功能,促进新陈代谢^[5]。而醋粉作为食醋家族中的新成员,既保留了食醋原有的营养功能特性,又降低了食醋原有的刺激性,增加了其携带运输的方便性。动物试验表明,醋粉具有较好的降血脂、预防胰岛素抵抗的功能,从醋粉中分离纯化得到的川芎嗪和外环二肽具有显著的降血脂活性,醋粉中富含的多酚和黄酮类化合物具有较强的抗氧化活

性^[6-7]。但目前关于醋粉的相关研究甚少,因此本试验以醋粉为原料,研究其体外抗氧化活性,以期对醋粉的进一步开发利用提供理论基础和依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料和试剂 醋粉,由江苏恒顺集团有限公司提供;ICR 小鼠,购自江苏大学实验动物中心;二苯基苦味酰基苯肼(DPPH),Sigma 公司;其他试剂均为分析纯。

1.1.2 仪器与设备 WFJ 7200 可见分光光度计,尤尼柯上海仪器有限公司生产;旋转蒸发仪,上海亚荣生化仪器厂生产;T8 电动均浆器,德国 IKA 公司生产;L500 离心机,长沙湘仪离心机仪器有限公司生产。

1.2 方法

试验时间为 2016 年 4—6 月,整个试验均在江苏大学食品与生物工程学院完成。试验具体采取的方法如下:

收稿日期:2017-11-03

基金项目:江苏省高校自然科学研究面上项目(编号:16KJB550001);江苏省博士后科研资助计划(编号:1601058A)。

作者简介:朱淑云(1975—),女,山东青岛人,博士,副教授,主要从事食品营养与功能方面的研究。E-mail:shyzyhu@eyou.com。

[10]樊佳佳,朱冰,白俊杰,等. 白金丰产鲫含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 大连海洋大学学报,2018,33(3):347-352.

[11]黄海,杨宁,张希. 淡水石斑鱼含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水产科技情报,2012(2):87-91.

[12]徐大为,邢克智,张树森,等. 点带石斑鱼的肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业,2008,3:54-56.

[13]党冉,竺俊全,邱新志. 美洲黑石斑鱼含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 海洋学研究,2010,28(2):60-66.

[14]郭永军,邢克智,徐大为,等. 棕点石斑鱼的肌肉营养成分分析[J]. 水产科学,2009,28(11):635-638.

[15]尤宏争,李文雯,夏苏东,等. 斑石鲷含肉率与肌肉营养成分分析[J]. 大连海洋大学学报,2016,31(2):174-179.

[16]郝淑贤,李来好,杨贤庆,等. 5 种罗非鱼营养成分分析及评价[J]. 营养学报,2007,29(6):614-615.

[17]马玲巧,亓成龙,曹静静,等. 水库网箱和池塘养殖斑点叉尾鲷肌肉营养成分和品质的比较分析[J]. 水产学报,2014,38(4):532-537.

[18]马玲巧,李大鹏,田兴,等. 1 龄黄颡鱼的肌肉营养成分及品质

特性分析[J]. 水生生物学报,2015(1):193-196.

[19]陈玉珍,唐黎,申晓东,等. 白斑狗鱼含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水产科学,2010,29(10):578-582.

[20]刘海珍,罗琳,蔡德陵,等. 不同生长阶段鳊鱼肌肉营养成分分析与评价[J]. 核农学报,2015,29(11):2150-2157.

[21]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[J]. 渔业科学进展,2009,30(5):51-57.

[22]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):77-83.

[23]陈星星,柯爱英,潘齐存,等. 珍珠龙胆石斑鱼营养成分分析与品质评价[J]. 海洋湖沼通报,2018(1):90-95.

[24]钟全福. 黑莓鲈的含肉率及营养价值评价[J]. 福建农业学报,2016,31(10):1116-1121.

[25]王志芳,郭忠宝,罗永巨,等. 淡水石斑鱼与 3 种罗非鱼肌肉营养成分的分析比较[J]. 南方农业学报,2018,49(1):164-171.

[26]马爱军,刘新富,翟毓秀,等. 野生及人工养殖半滑舌鳎肌肉营养成分分析研究[J]. 渔业科学进展,2006,27(2):51-56.