

张燕萍, 刁宏斌, 阙江龙, 等. 赣江中华鳖(♀)、黄沙鳖(♂)及杂交鳖 F₄ 代肌肉营养成分分析比较[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(8): 158–162.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.08.028

赣江中华鳖(♀)、黄沙鳖(♂)及杂交鳖 F₄ 代肌肉营养成分分析比较

张燕萍¹, 刁宏斌², 阙江龙¹, 付辉云¹, 王生¹, 王昌来¹, 傅培峰¹

(1. 江西省水产科学研究所, 江西南昌 330039; 2. 江西省峡江县渔业局, 江西峡江 331400)

摘要:为科学评价生长速度快、抗病力强、裙边宽厚的杂交鳖 F₄ 代(赣江中华鳖♀×黄沙鳖♂)肌肉营养价值, 测定其肌肉常规营养成分、氨基酸和脂肪酸的含量和组成, 并与亲本进行比较。结果显示, 杂交鳖 F₄ 代肌肉水分和粗灰分含量与亲本差异不显著($P>0.05$), 而粗蛋白和粗脂肪含量均略低于母本鳖($P>0.05$), 显著高于父本鳖($P<0.05$); 赣江中华鳖、黄沙鳖和杂交鳖 F₄ 代肌肉中共检测出 18 种氨基酸, 总含量分别 19.63、17.75、18.52 g/100 g。3 种鳖的 EAA/TAA 的值均在 40% 以上, EAA/NEAA 的值均远高于 60%; 杂交鳖 F₄ 代 DAA/TAA、EAA/TAA 和 EAA/NEAA 值均高于亲本鳖; 杂交鳖 F₄ 代的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)均与母本鳖无显著差异($P>0.05$), 但均高于父本鳖($P<0.05$)。杂交鳖 F₄ 代肌肉中富含人体必需脂肪酸, 含量高达 25.83%, 略高于其母本鳖肌肉中必需脂肪酸含量($P>0.05$), 显著高于其父本鳖肌肉中必需脂肪酸含量($P<0.05$); 杂交鳖的多不饱和脂肪酸及 EPA+DNA 含量最高。综上, 杂交鳖 F₄ 代与双亲的营养组成相近, 考虑到生长、裙边宽厚、抗病力等优势并结合亲本的优良性状, 可以将杂交鳖 F₄ 代作为一种高经济价值的养殖品种。

关键词:中华鳖; 黄沙鳖; 杂交鳖 F₄ 代; 肌肉; 营养成分

中图分类号:S966.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)08-0158-05

中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)是一种名特水产品, 作为滋补佳品其在不同地域形成了不同的地方种群, 如黄河鳖、淮河鳖、太湖鳖、平南墨底鳖、日本鳖、鄱阳湖鳖、崇明鳖及台湾鳖等^[1-3]。江西省峡江县生态甲鱼养殖合作社在 2012 年以赣江本地中华鳖为母本、黄沙鳖为父本开展杂交选育工作, 以生长速度、裙边和抗病性为主要目标进行选育, 获得杂交鳖 F₄ 代继承了母本赣江中华鳖抗病力强的性状, 同时又继承了父本黄沙鳖快速生长、裙边宽厚的性状。

随着人们生活质量的提高, 中华鳖的营养品质和风味已成为消费者关注的重要问题。迄今, 国内外学者在鳖类的生物特征、繁育、生长、分布、亲缘关系、育种、养殖等方面进行大量研究^[4-7], 对不同品系、不同生长环境的鳖类营养成分也进行了分

析^[8-10]。目前, 关于杂交鳖以及亲本肌肉的营养成分分析与评价尚未见报道。因此, 本研究分析了赣江中华鳖、黄沙鳖及其杂交鳖 F₄ 代的肌肉营养成分, 了解其营养状况, 并对杂交鳖与双亲的肌肉营养品质进行评价, 旨在为中华鳖人工选育提供基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

中华鳖(赣江野生鳖)、黄沙鳖(广西)及其杂交鳖 F₄ 代取自江西省峡江县生态甲鱼养殖专业合作社。样本于 2019 年 7 月随机选择同期孵化养殖群体各 6 只(雌雄各 3 只)。各鳖体质量 800~900 g, 健康、活力强。采用颈部放血致死, 打开背甲, 收集鳖四肢肌肉和裙边组织, 装在封口袋内, 置于 -20℃ 冰柜中保存备用。

1.2 营养成分测定方法

水分含量的测定采用 105℃ 烘干法^[11]; 粗蛋白含量的测定采用凯氏定氮法^[12]; 粗灰分含量的测定采用高温灼烧法^[13]; 粗脂肪含量的测定采用索氏抽提法^[14]。色氨酸含量的测定参照文献^[15], 其他氨基酸含量的测定参照文献^[16], 采用高速氨基酸

收稿日期: 2020-07-30

基金项目: 江西省重点研发计划(编号: 20192BBF60022)。

作者简介: 张燕萍(1979—), 女, 江西吉安人, 博士, 副研究员, 从事鱼类育种和渔业资源调查研究。E-mail: zhangyanpingxie@163.com。

通信作者: 付辉云, 研究员, 从事水产养殖研究。E-mail: 1743979304@qq.com。

分析仪测定。肌肉脂肪酸含量的测定:水解-提取法^[17]处理干样,再使用气相-质谱联用仪测定其含量。

1.3 评价方法

根据 FAO/WHO 于 1973 年建议的氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式比较,按以下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[18]:

$$ASS = \frac{C_{aa}}{C_{AAO}}; \tag{1};$$

$$CS = \frac{C_{aa}}{C_{AA(Fegg)}}; \tag{2};$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100C_A}{C_{AE}} \times \frac{100C_B}{C_{BE}} \times \frac{100C_C}{C_{CE}} \times \cdots \times \frac{100C_H}{C_{HE}}}。 \tag{3}$$

式中: C_{aa} 为试验样品中氨基酸含量,% ; C_{AAO} 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量,% ; $C_{AA(Fegg)}$ 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量,% (DW) ; n 为比较的必需氨基酸个数; C_A 、 C_B 、 C_C 、 \cdots 、 C_H 为样品蛋白质的必需氨基酸含量,% ; C_{AE} 、 C_{BE} 、 C_{CE} 、 \cdots 、 C_{HE} 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量,% (DW)。

1.4 数据处理

试验所得数据以“平均值±标准差”表示,部分数据以 SPSS 16.0 软件进行统计分析,采用 One - Way ANOVA 法进行显著性检验,并用 Duncan’s 检验法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 常规营养成分分析

由中华鳖、黄沙鳖及其杂交鳖 F₄ 代肌肉的营养成分测定结果(表 1)可知,3 种鳖的水分和灰分含量差异不显著($P>0.05$) ; 杂交鳖 F₄ 代粗蛋白含量与母本鳖差异不显著($P>0.05$) , 但两者均显著高于父本黄沙鳖($P<0.05$) ; 杂交鳖 F₄ 代粗脂肪含量位于两亲本间,与其母本鳖无显著差异($P>0.05$) , 但显著高于父本鳖($P<0.05$)。

表 1 中华鳖、黄沙鳖及其杂交鳖 F₄ 代肌肉的一般营养成分

样本鳖	各营养成分的含量(% ,FW)			
	水分	灰分	粗蛋白	粗脂肪
中华鳖	79.31 ± 1.08	1.68 ± 0.12	17.53 ± 0.82a	1.52 ± 0.10a
黄沙鳖	79.76 ± 1.13	1.74 ± 0.14	16.36 ± 0.74b	1.21 ± 0.09b
杂交鳖 F ₄ 代	79.43 ± 1.11	1.70 ± 0.17	17.31 ± 0.69a	1.46 ± 0.11a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.2 氨基酸组成和含量分析

中华鳖、黄沙鳖及其杂交鳖 F₄ 代肌肉均检测出 18 种常见氨基酸。由表 2 可知,必需氨基酸(EAA) 8 种,半必需氨基酸(TSEAA) 2 种,非必需氨基酸(NEAA) 8 种。其中,杂交鳖 F₄ 代组氨酸含量显著高于亲本鳖($P<0.05$) ; 异亮氨酸的含量显著高于父本黄沙鳖($P<0.05$) , 而与母本鳖无显著差异($P>0.05$) ; 赖氨酸含量介于两亲本间,差异显著($P<0.05$) ; 天冬氨酸、谷氨酸、精氨酸、苏氨酸、亮氨酸及酪氨酸的含量均显著低于母本鳖($P<0.05$) , 而与父本鳖无显著差异($P>0.05$) ; 其余氨基酸含量与亲本均无显著差异($P>0.05$)。3 种鳖均以谷氨酸含量最高,分别占 15.03%、15.15% 和 14.79% ; 而胱氨酸含量最低,分别占 0.36%、0.45% 和 0.43%。

表 2 中华鳖、黄沙鳖及其杂交鳖 F₄ 代肌肉中氨基酸组成

氨基酸	含量(%)		
	中华鳖	黄沙鳖	杂交鳖 F ₄ 代
天冬氨酸 Asp°	1.82 ± 0.060a	1.64 ± 0.060b	1.66 ± 0.050b
谷氨酸 Glu°	2.95 ± 0.130a	2.69 ± 0.060b	2.74 ± 0.010b
丝氨酸 Ser	0.76 ± 0.040	0.66 ± 0.010	0.70 ± 0.070
组氨酸 His×	0.58 ± 0.010a	0.54 ± 0.130a	0.65 ± 0.050b
精氨酸 Arg×	1.60 ± 0.070a	1.41 ± 0.050b	1.43 ± 0.110b
甘氨酸 Gly°	1.06 ± 0.120	0.96 ± 0.050	0.99 ± 0.110
苏氨酸 Thr*	0.86 ± 0.020a	0.76 ± 0.020b	0.79 ± 0.020b
脯氨酸 Pro	0.94 ± 0.030	0.82 ± 0.060	0.90 ± 0.270
丙氨酸 Ala°	1.44 ± 0.080	1.41 ± 0.030	1.43 ± 0.110
缬氨酸 Val*	1.07 ± 0.020a	0.94 ± 0.050b	1.01 ± 0.060ab
蛋氨酸 Met*	0.59 ± 0.010	0.53 ± 0.030	0.57 ± 0.040
胱氨酸 Cys	0.07 ± 0.006	0.08 ± 0.007	0.08 ± 0.060
异亮氨酸 Ile*	0.98 ± 0.050a	0.87 ± 0.050b	0.94 ± 0.007a
亮氨酸 Leu*	1.63 ± 0.040a	1.46 ± 0.050b	1.49 ± 0.100b
苯丙氨酸 Phe*	0.86 ± 0.020	0.86 ± 0.040	0.87 ± 0.040
赖氨酸 Lys*	1.83 ± 0.070a	1.61 ± 0.050b	1.76 ± 0.080c
酪氨酸 Tyr	0.48 ± 0.020a	0.42 ± 0.007b	0.42 ± 0.020b
色氨酸 Try*	0.11 ± 0.007	0.09 ± 0.001	0.10 ± 0.020
TAA	19.63 ± 0.410a	17.75 ± 0.630b	18.53 ± 0.570c
DAA	7.27 ± 0.370a	6.70 ± 0.210b	6.82 ± 0.330a
EAA	7.93 ± 0.120a	7.12 ± 0.140b	7.53 ± 0.120b
TSEAA	2.18 ± 0.080a	1.95 ± 0.090b	2.08 ± 0.060a
NEAA	9.52 ± 0.260a	8.68 ± 0.170b	8.92 ± 0.200a
EAA/TAA	0.40	0.40	0.41
EAA/NEAA	0.83	0.82	0.84
DAA/TAA	0.37	0.38	0.37

注:TAA 为氨基酸总量;DAA 为呈味氨基酸总量;EAA 为必需氨基酸总量;TSEAA 为半必需氨基酸总量;TNEAA 为非必需氨基酸总量。* 表示必需氨基酸;× 表示半必需氨基酸;° 表示呈味氨基酸;A 表示限制性氨基酸。

3 种鳖的氨基酸总量 (TAA) 分别为 19.63、17.75、18.53 g/100 g, 赣江中华鳖 TAA 含量最高, 显著高于黄沙鳖和杂交鳖 F_4 代 ($P < 0.05$), 杂交鳖 F_4 代介于两亲本之间 ($P < 0.05$)。必需氨基酸总量、呈味氨基酸总量均以母本鳖含量最高, 杂交鳖 F_4 代含量次之, 黄沙鳖含量最低。8 种必需氨基酸中基本以母本鳖的含量最高, 杂交鳖介于亲本之间。鳖肉的鲜美程度与呈味氨基酸的组成和含量有关, 3 种鳖呈味氨基酸含量分别为 7.27、6.70、6.82 g/100 g, 3 种鳖的 DAA/TAA 值分别为 37.04%、37.46% 和 37.73%。赣江中华鳖、黄沙鳖以及杂交鳖 F_4 代肌肉必需氨基酸总量占氨基酸总量的比值 (EAA/TAA) 分别为 40.40%、40.11% 和 40.64%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 (EAA/NEAA) 分别为 83.30%、82.03% 和 84.42%, 3 种鳖

DAA/TAA、EAA/TAA 和 EAA/NEAA 的值均为杂交鳖大于亲本鳖。

2.3 肌肉必需氨基酸组成评价

根据测定氨基酸含量、FAO/WHO 评分标准模式同种氨基酸含量及全鸡蛋蛋白质模式同种氨基酸含量, 分别计算出赣江中华鳖、黄沙鳖、杂交鳖 F_4 代肌肉的 AAS、CS 和 EAAI。由表 3 可知, 赣江中华鳖、黄沙鳖、杂交鳖 F_4 代 AAS 和 CS 评价基本一致, 评分最高的均为赖氨酸, 且均大于 1, 限制氨基酸均为蛋氨酸 + 胱氨酸。杂交鳖 F_4 代 AAS 和 CS 评分结果基本位于两亲本之间, 即低于赣江中华鳖, 而高于黄沙鳖。此外, 赣江中华鳖、黄沙鳖和杂交鳖 F_4 代的 EAAI 值分别为 82.83、76.24 和 79.07, 表明杂交鳖 F_4 代的氨基酸营养价值位于两亲本之间, 且杂交鳖 F_4 代与亲本营养价值相近。

表 3 中华鳖、黄沙鳖、杂交鳖 F_4 代肌肉必需氨基酸组成的评价

氨基酸	赣江中华鳖		黄沙鳖		杂交鳖 F_4 代		FAO/WHO 的 氨基酸含量 (mg/g)	全鸡蛋蛋白质 (mg/g)
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS		
苏氨酸	1.03	0.89	0.94	0.80	0.96	0.82	2.5	2.92
缬氨酸	1.04	0.78	0.94	0.71	0.99	0.75	3.1	4.11
赖氨酸	1.62	1.25	1.46	1.13	1.57	1.21	3.4	4.41
异亮氨酸	1.18	0.89	1.07	0.81	1.14	0.86	2.5	3.31
亮氨酸	1.12	0.92	1.02	0.84	1.03	0.85	4.4	5.34
苯丙氨酸 + 酪氨酸	1.06	0.72	1.04	0.70	1.03	0.69	3.8	5.65
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.90	0.52	0.86	0.49	0.90	0.51	2.2	3.86
EAAI	82.83		76.24		79.07			

注: 将表 2 中的数据换成 1 g 氮含有的氨基酸量 (mg) 即乘以 62.5% 后再计算 AAS、CS、EAAI。

2.4 脂肪酸组成比较

由表 4 可知, 这 3 种鳖肌肉脂肪酸种类丰富, 富含不饱和脂肪酸和人体必需脂肪酸 (EFA) (亚油酸和亚麻酸)。3 个鳖之间的花生酸、二十碳一烯酸和芥酸含量差异不显著 ($P > 0.05$); 中华鳖的十四碳酸、亚油酸、亚麻酸、二十碳六烯酸含量与杂交鳖无显著差异 ($P > 0.05$), 但两者明显高于黄沙鳖 ($P < 0.05$); 黄沙鳖的棕榈酸、棕油酸、二十碳三烯酸以及二十碳五烯酸含量与杂交鳖无显著差异 ($P > 0.05$), 但两者明显高于中华鳖 ($P < 0.05$); 其他脂肪酸含量在 3 个品系鳖之间均差异显著 ($P < 0.05$)。赣江中华鳖、黄沙鳖和杂交鳖 F_4 代饱和脂肪含量分别为 25.27%、32.06% 和 29.81%, 杂交鳖 F_4 代饱和脂肪酸含量位于两亲本之间 ($P < 0.05$); 不饱和脂肪酸含量分别为 70.23%、63.37% 和 68.45%, 杂交鳖 F_4 代不饱和脂肪酸含量位于亲本

之间 ($P < 0.05$), 其中单不饱和脂肪酸含量为 30.19%, 显著低于母本鳖 ($P < 0.05$), 而显著高于父本鳖 ($P < 0.05$)。杂交鳖 F_4 代多不饱和脂肪酸含量为 38.26%, 显著高于其母本鳖 ($P < 0.05$), 但与其父本鳖差异不显著 ($P > 0.05$)。杂交鳖 F_4 代肌肉中 EPA + DHA 含量显著高于两亲本 ($P < 0.05$)。杂交鳖 F_4 代肌肉中亚油酸和亚麻酸种必需脂肪酸含量均高于亲本, 与其母本鳖差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于父本鳖 ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 亲本与杂交鳖肌肉基本营养成分比较

营养成分是衡量鳖品质和营养价值的重要标准, 常规营养成分包括水分、灰分、粗脂和粗蛋白等。在本研究中, 杂交鳖与亲本鳖的差异主要体现在在粗蛋白和粗脂肪含量上, 水分和灰分含量无明

表 4 中华鳖、黄沙鳖及其杂交鳖 F₄ 代肌肉中脂肪酸的含量

%

种类	脂肪酸	含量		
		赣江中华鳖	黄沙鳖	杂交鳖 F ₄ 代
饱和脂肪酸 (SFA)	十四碳酸(14:0)	1.14 ± 0.08a	0.98 ± 0.03b	1.24 ± 0.09a
	棕榈酸(16:0)	16.84 ± 0.31a	19.72 ± 0.24b	19.25 ± 0.47b
	硬脂酸(18:0)	7.11 ± 0.53a	11.19 ± 0.50b	9.12 ± 0.46c
	花生酸(20:0)	0.18 ± 0.005	0.17 ± 0.005	0.20 ± 0.003
	Σ SFA	25.27 ± 1.04a	32.06 ± 1.26b	29.81 ± 1.29c
单不饱和脂肪酸(MUFA)	油酸(18:1)	27.51 ± 1.29a	21.13 ± 1.32b	23.73 ± 1.78b
	棕榈油酸(16:1)	3.81 ± 0.29a	2.42 ± 0.24b	2.88 ± 0.23b
	二十碳一烯酸(20:1)	2.23 ± 0.35	1.94 ± 0.31	2.49 ± 0.37
	芥酸(22:1)	0.96 ± 0.17	0.82 ± 0.15	1.09 ± 0.21
	Σ MUFA	34.51 ± 1.68a	26.31 ± 1.82b	30.19 ± 1.49c
多不饱和脂肪酸(PUFA)	亚油酸(18:2)*	23.28 ± 1.43a	22.66 ± 1.54b	23.86 ± 0.72a
	亚麻酸(18:3)*	1.84 ± 0.12a	1.71 ± 0.16b	1.97 ± 0.11a
	二十碳二烯酸(20:2)	0.47 ± 0.06a	1.11 ± 0.19b	0.78 ± 0.07c
	二十碳三烯酸(20:3)	0.27 ± 0.04a	0.66 ± 0.16b	0.56 ± 0.10b
	花生四烯酸(20:4)	1.66 ± 0.23a	3.08 ± 0.41b	2.35 ± 0.39c
	二十碳五烯酸(20:5)(EPA)	2.53 ± 0.19a	2.80 ± 0.54b	2.83 ± 0.15b
	二十二碳六烯酸(22:6)(DHA)	5.67 ± 0.49a	5.04 ± 0.73b	5.91 ± 0.46a
	人体必需不饱和脂肪酸总量(ΣEFA)	25.12 ± 1.02a	24.37 ± 1.15b	25.83 ± 1.21a
	Σ PUFA	35.72 ± 1.13a	37.06 ± 1.22b	38.26 ± 1.17b
	亚油酸/亚麻酸	12.65 ± 1.42	13.25 ± 1.51	12.11 ± 1.47
其他	EPA + DHA	8.20 ± 0.15a	7.84 ± 0.21b	8.74 ± 0.19c
		4.50 ± 0.61a	4.75 ± 0.74a	1.74 ± 0.68b

注: * 表示必需脂肪酸。

显差异。其中,杂交鳖 F₄ 代肌肉中粗蛋白和粗脂肪含量与其母本鳖含量差异不显著,但显著高于父本鳖。本研究中 3 种鳖养殖条件相同,但其肌肉中粗蛋白和粗脂肪含量存在差异可能是因为种群不同所导致。占秀安研究的野生和养殖中华鳖肌肉的粗蛋白和粗脂肪含量均高于本研究的 3 种中华鳖^[19],而喻亚丽等研究的黄河鳖、淮河鳖和日本鳖粗脂肪含量低于本研究^[20],粗蛋白和水分含量基本一致,这可能是由于鳖种群及其养殖环境、饲料等不同所致。

3.2 亲本与杂交鳖肌肉氨基酸差异的比较

本研究中,母本鳖、父本黄沙鳖以及杂交鳖 F₄ 代肌肉中共检测出 18 种氨基酸,3 个鳖肌肉氨基酸的种类及含量高低顺序基本一致,均以谷氨酸含量最高,天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸次之,胱氨酸含量最低。喻亚丽等研究的黄河鳖、淮河鳖、日本鳖^[20],赖春华等研究的黄沙鳖肌肉组织中氨基酸的组成^[21]同本研究一致。

鳖肉的鲜美程度与肌肉中呈味氨基酸的含量有关,呈味氨基酸包括 Glu、Asp、Ala 和 Gly^[22-23],谷氨酸不仅是鲜味最为强烈的氨基酸,还是生物体内氮代谢的基本氨基酸之一^[24]。由表 2 可知,3 种鳖肌肉的呈味氨基酸总量以母本赣江中华鳖最高,杂交鳖 F₄ 代位于两亲本之间。杂种鳖 F₄ 代呈味氨基酸总量与母本鳖差异不显著,但与父本鳖差异显著,即杂交鳖 F₄ 代呈味氨基酸含量高于黄沙鳖,略低于母本赣江鳖。DAA/TAA 结果显示,3 个鳖差异不显著,推测杂交鳖 F₄ 代肌肉组织的风味可能与亲本无差异。

必需氨基酸是人体蛋白质合成的重要原料,必须由食物提供^[19]。3 个鳖的必需氨基酸含量存在差异,杂交鳖 F₄ 代必需氨基酸含量低于母本鳖,而高于父本鳖。母本赣江中华鳖、父本黄沙鳖及杂交鳖 F₄ 代肌肉中 EAA/TAA 和 EAA/NEAA 的值分别为 40.40%、40.11%、40.65%,83.30%、82.03%、84.42%,杂交鳖 F₄ 代与亲本均无显著差异(P >

0.05)。3 个鳖均超过了 FAO/WHO 提出的理想蛋白质氨基酸的参考蛋白模式,且杂交鳖 F_4 代的 EAA/TAA 和 EAA/NEAA 的值最高。因此,3 种鳖肌肉都属于优质蛋白。

根据 AAS、CS 和 EAAI 比较结果可看出,杂交鳖 F_4 代的氨基酸营养价值介于两亲本之间。本研究中的 3 个鳖养殖在相同环境下投喂相同的饲料,其营养价值的比较结果具有说服力。

3.3 亲本与杂交鳖肌肉脂肪酸组成与比较

脂肪酸的营养价值由不饱和脂肪酸的含量和组成决定,动物体内能合成饱和脂肪酸和部分单不饱和脂肪酸,不能合成如油酸、EPA 和 DHA 等用于维持动物正常生长发育需要的不饱和脂肪酸。本研究中母本赣江中华鳖、父本黄沙鳖以及杂交鳖 F_4 代肌肉中脂肪酸组成和含量表现为 Σ UFA(不饱和脂肪酸总量) $>$ Σ SFA,其中 Σ MUFA 分别占脂肪酸总量的 26.31% ~ 34.51%, Σ PUFA 分别占脂肪酸总量的 35.72% ~ 38.26%,与已报道的中华鳖肌肉中含有较高不饱和脂肪酸的结果^[9]一致。杂交鳖 F_4 代肌肉多不饱和脂肪酸和必需脂肪酸含量均高于亲本,说明杂交鳖 F_4 代具有明显的脂肪酸营养价值优势。

EPA 和 DHA 是评价鱼类肌肉中脂肪酸营养价值的重要指标^[25]。本研究发现,杂交鳖 F_4 代肌肉中 EPA 和 DHA 的总量为 $(8.74 \pm 0.19)\%$,显著高于母本赣江中华鳖 $(8.20 \pm 0.15)\%$ 和父本黄沙鳖 $(7.84 \pm 0.21)\%$,且杂交鳖 F_4 代肌肉多不饱和脂肪酸和必需脂肪酸含量均高于亲本。因此,本研究认为相对赣江中华鳖和黄沙鳖,杂交鳖 F_4 代的食用口感更佳。

参考文献:

- [1] 刘至治,蔡完其,李思发. 中华鳖五群体遗传变异的 RAPD 分析[J]. 水产学报,2004,28(2):119-126.
- [2] 张君,余鹏,沈保平,等. 中华鳖(墨鳖)人工养殖技术总结及形态学特征描述[J]. 水产养殖,2016,37(9):45-47.
- [3] 张林,吴涛,何力. 4 个不同地理群体中华鳖 *pomc* 基因 PCR-RFLP 分析[J]. 华中农业大学学报,2013,32(5):106-111.
- [4] 蔡完其,李思发,刘至治,等. 中华鳖七群体稚鳖一成鳖阶段养殖

- 性能评估[J]. 水产学报,2002,26(5):433-439.
- [5] 梁宏伟,曹力欢,李翔,等. 三个不同品系中华鳖形态差异分析[J]. 淡水渔业,2017,47(4):91-96.
- [6] 朱道玉. 中华鳖性腺的发生与发育研究[J]. 水生生物学报,2009,33(5):924-930.
- [7] 曾丹,王晓清. 中华鳖遗传育种研究现状及进展[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2017,40(4):40-44.
- [8] 宋理平,王爱英,冒树泉,等. 野生与仿生中华鳖营养成分分析[J]. 广东海洋大学学报,2012,32(6):21-26.
- [9] 张丹. 中华鳖营养特征分析及评价[D]. 上海:上海海洋大学,2015:20.
- [10] 张君,陈露,余鹏,等. 中华鳖 4 个品系营养成分分析与比较[J]. 水生生物学报,2018,42(4):770-778.
- [11] 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [12] 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [13] 食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [14] 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB/T 5009.6—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [15] 食品安全国家标准 饲料中色氨酸的测定:GB/T 15400—2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [16] 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定:GB 5009.124—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [18] Pellett P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.
- [19] 占秀安. 野生鳖与养殖鳖肌肉营养、保健价值的比较研究[J]. 大连水产学院学报,2000,15(2):108-112.
- [20] 喻亚丽,周运涛,唐雨甜,等. 3 种品系中华鳖的肌肉品质分析与评价[J]. 中国渔业质量与标准,2019,9(5):61-70.
- [21] 赖春华,李军生,廖永聪,等. 黄沙鳖与中华鳖肌肉氨基酸的分析及评价[J]. 食品工业科技,2011,32(5):373-374,378.
- [22] 郭永军,邢克智,杨广,等. 美洲鲈鱼肌肉营养成分测定及分析[J]. 中国饲料,2010(8):39-41.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 施东魁,胡春梅. 花生四烯酸的主要作用和提取方法[J]. 中国中药杂志,2007,32(11):1009-1011.