



鳄鱼肉主要营养成分及与其他畜禽肉比较

卢涵¹, 陈孙福², 罗永康^{1,*}

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;

2. 广西盟展鳄鱼科技开发有限公司, 广西南宁 530028)

摘要: 为了充分了解鳄鱼肉的营养特性, 更好地利用鳄鱼资源, 本实验分析鳄鱼肉的主要组分、脂肪酸及氨基酸的构成, 并与羊肉、猪肉、牛肉和鸡肉进行比较。结果表明: 与其他畜禽肉相比, 鳄鱼肉是一种高蛋白、低脂肪的优质肉品, 多不饱和脂肪酸含量丰富, 尤其是花生四烯酸、二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)。鳄鱼肉富含必需氨基酸, 尤其是赖氨酸。且根据必需氨基酸指数, 鳄鱼肉的营养价值高于其他畜禽肉。综合看来, 鳄鱼肉是较理想的动物蛋白及脂肪来源。

关键词: 鳄鱼; 组分; 脂肪酸; 氨基酸

Comparison of Major Nutritional Components of Crocodile, Livestock and Poultry Meats

LU Han¹, CHEN Sun-fu², LUO Yong-kang^{1,*}

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Guangxi Mengzhan of the Crocodile Science and Technology Development Co. Ltd., Nanning 530028, China)

Abstract: In order to better understand the nutritional quality of crocodile meat and utilize crocodile resource, the major nutrient composition, fatty acid composition and amino acid composition of crocodile meat were analyzed and compared with those of mutton, pork, beef and chicken. Crocodile meat was high in protein and low in fat and contained abundant polyunsaturated fatty acids, especially arachidonic acid, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). Moreover, abundant amounts of essential amino acids were found in crocodile meat, especially lysine, and the nutritional value of crocodile meat was higher than that of livestock and poultry meats as evaluated from the viewpoint of essential amino acid index. In general, crocodile meat is an ideal animal source of protein and fat.

Key words: crocodile; composition; fatty acid; amino acid

中图分类号: TS254.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2012)07-0025-04

鳄鱼属脊椎类两栖爬行动物, 据记载, 世界上现存的鳄鱼类共有20余种, 我国的扬子鳄、泰国的湾鳄、暹罗鳄以及南美的短吻鳄等都是较有名的品种^[1]。随着人工养殖技术的快速发展及日渐成熟, 人工养殖鳄鱼已属常见, 且鳄鱼肉价格越来越低。如何更加有效开发利用人工养殖的鳄鱼资源, 为消费者提供更多的选择, 已成为亟待解决的问题。

鳄鱼除了具有观赏价值和经济价值外, 还具有很高的食用价值和药用价值。鳄鱼胆, 具有解热、平热、促进新陈代谢的作用, 尤其对脂肪肝和肝硬化有显著疗效。鳄鱼骨可治风湿痛, 鳄鱼血对致癌有一定疗效。鳄鱼皮与中药配合, 具有极强的“走窜行散、活血化淤、通利经络、透达关窍”之功效^[2-3]。鳄鱼肉能滋阴润肺, 化痰止咳, 干肉可治哮喘。其中富含蛋白质和人体所需

的氨基酸、脂肪、碳水化合物、维生素以及多种稀有生物元素, 营养丰富, 味道鲜美, 能降低胆固醇, 培补气血, 强身健体, 提高人体免疫力^[4]。目前国内对于畜禽肉的营养成分已有很多报道^[5-9], 但是对鳄鱼营养成分方面的报道较少, 为了充分了解鳄鱼肉的成分组成及营养特性, 更好地利用鳄鱼资源, 本实验对鳄鱼肉的主要组分、脂肪酸及氨基酸进行测定, 并与其他畜禽肉进行比较。

1 材料与amp;方法

1.1 材料、试剂与仪器

鳄鱼由广西盟展鳄鱼科技开发有限公司提供, 将鳄鱼肉、骨、皮分割并分装, 鳄鱼肉冻藏备用。

无水乙醚、NaOH、硼酸、0.1mol/L盐酸、氯仿-甲

收稿日期: 2011-05-25

作者简介: 卢涵(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品营养与安全。E-mail: jingmaoluhan@126.com

*通信作者: 罗永康(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为水产品贮藏与加工。E-mail: luoyongkang@263.net

醇溶液、NaOH-甲醇、三氟化硼-甲醇、NaCl、乙腈均为分析纯。

LC3000高效液相色谱仪 北京创新通恒有限公司；
GC-8600气相色谱仪 北京北分天普仪器技术有限公司；
KDY-9830凯氏定氮仪 北京通润源机电仪器设备公司；
SZF-06C粗脂肪测定仪 浙江托普仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 营养成分的测定

水分：直接干燥法，参照 GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》；灰分：高温灼烧法，参照 GB 5009.3—2010《食品中灰分的测定》；蛋白质：凯氏定氮法，参照 GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》；脂肪：索氏抽提法，参照 GB 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》。

1.2.2 脂肪酸的测定

采用氯仿-甲醇浸提法提取总脂肪。取样品4g，加入20mL氯仿-甲醇混合液(2:1, V/V)，搅碎混匀，静置提取24h后过滤，加水10mL，常温2000r/min离心5min，取下层液体，用氮气吹干得总脂肪。然后取0.1g抽提物，加入3mL的0.5mol/L NaOH-甲醇溶液，沸水浴10min后，加入5mL体积分数13%~15%三氟化硼-甲醇，沸水浴2min后，加入5mL庚烷提取酯化的脂肪酸。溶解物冷却至室温，加入NaCl至溶液饱和以防止乳化。最后，庚烷提取的上层部分用氮气吹干。贮存于-20℃以备。

制备好的样品采用气相色谱法测定脂肪酸，氢火焰离子化检测器(FID)，其色谱条件为色谱柱：100m×0.25mm毛细管柱，柱温140℃，检测器250℃，进样口温度250℃，进样量1.0μL；载气为高纯氮气，流速30mL/min。含量按百分比计算。

1.2.3 氨基酸测定^[10]

采用液相色谱法进行测定。液相色谱条件如下：色谱柱：Venusil-AA 氨基酸分析专用柱(100Å, 4.6mm×250mm, 5μm)，检测波长：254nm；柱温：40℃。

2 结果与分析

2.1 鳄鱼肉的组分

表1 鳄鱼肉与其他畜禽肉的组分含量比较

Table 1 Comparison of the chemical composition of crocodile, livestock and poultry meats

肉类	水分	蛋白质	脂肪	灰分	%
鳄鱼肉	77.0±0.2	21.4±1.0	1.0±0.8	0.6±0.05	
羊肉 ^[11]	71.1	20.5	7.0	1.1	
猪肉 ^[11]	71.0	20.3	6.6	1.0	
牛肉 ^[11]	72.9	20.1	5.7	1.0	
鸡肉 ^[11]	72.0	19.4	5.0	1.0	

由表1可知，鳄鱼肉的蛋白含量高于其他畜禽肉，而脂肪含量却远远低于其他畜禽肉。鳄鱼肉的脂肪含量为1.0%，而羊肉、猪肉、牛肉及鸡肉的脂肪含量是鳄鱼肉的5~7倍。可见鳄鱼肉具有高蛋白、低脂肪的特点。

2.2 鳄鱼肉脂肪酸组成及分析

表2 鳄鱼肉与其他畜禽肉的脂肪酸含量比较

Table 2 Comparison of the fatty acid composition of crocodile, livestock and poultry meats

脂肪酸组成	鳄鱼肉	羊肉 ^[11]	猪肉 ^[11]	牛肉 ^[11]	鸡肉 ^[11]	%
肉豆蔻酸C _{14:0}	2.8±1.9	2.8	1.5	2.8	0.8	
棕榈酸C _{16:0}	23.6±3.9	26.3	28.5	26.3	37.3	
硬脂酸C _{18:0}	11.6±4.1	15.0	14.9	21.4	14.5	
饱和脂肪酸	39.6±1.8	44.2	45.0	50.5	53.0	
肉豆蔻油酸C _{14:1}	1.7±1.1	—	—	—	—	
棕榈油酸C _{16:1}	1.9±0.6	—	4.8	3.7	4.0	
油酸C _{18:1n-7c}	12.4±6.2	44.6	45.6	40.8	37.0	
单不饱和脂肪酸	17.3±5.8	44.6	50.4	44.5	41.0	
亚油酸C _{18:2n-6c}	9.7±4.1	8.2	3.3	3.9	5.4	
花生四烯酸C _{20:4n-6}	9.2±4.9	—	—	—	—	
α-亚麻酸C _{18:3n-3}	1.4±0.8	2.3	1.2	0.7	0.4	
二十碳五烯酸(EPA) C _{20:5n-3}	1.5±0.2	—	—	—	—	
二十二碳六烯酸(DHA) C _{22:6n-3}	4.1±0.5	—	—	—	—	
多不饱和脂肪酸	32.9±2.7	10.5	4.5	4.6	5.8	
其他	10.2±1.7	0.7	0.1	0.4	0.2	

注：—表示微量，即低于目前检测方法的检出限或未检出。下同。

由表2可知，鳄鱼肉的饱和脂肪酸含量不到40%，低于其他畜禽肉。其中棕榈酸含量最多，为23.6%，硬脂酸次之。一般认为饱和脂肪酸是一类比较容易沉积在动脉管壁的脂类，因而必须限制膳食中饱和脂肪酸含量^[12]。因此与其他畜禽肉相比，鳄鱼肉更适于人们食用。

鳄鱼肉的单不饱和脂肪酸占17.3%，以油酸含量最高。其他畜禽肉的单不饱和脂肪酸含量丰富，尤其是猪肉，达到了50.4%。然而鳄鱼肉的多不饱和脂肪酸含量远远超过其他畜禽肉，是羊肉的3倍多，是猪肉、牛肉、鸡肉的6倍之多。多不饱和脂肪酸主要功效是保持细胞膜的相对流动性，以保证细胞的正常生理功能，并且使胆固醇酯化，降低血中胆固醇和甘油三酯；降低血液黏稠度，改善血液微循环，还可提高脑细胞的活性，增强记忆力和思维能力^[13]。鳄鱼肉的多不饱和脂肪酸含量为32.9%，其中亚油酸含量最高，占9.7%，其他畜禽肉的亚油酸含量均低于鳄鱼肉，其中猪肉的含量最低，只占3.3%。鳄鱼肉中花生四烯酸含量为9.2%，

而其他畜禽肉中未检测出花生四烯酸。由此看来，鳄鱼肉各组分中的n-6脂肪酸含量丰富。而多不饱和脂肪酸中的n-3脂肪酸也是极其重要的。n-3脂肪酸同维生



素、矿物质一样是人体的必需营养物质，摄入不足容易导致心脏和大脑等重要器官障碍。*n*-3脂肪酸中对人体最重要的是二十碳五烯酸(EPA)和二十碳六烯酸(DHA)。EPA具有清理血管中的垃圾(胆固醇和甘油三酯)的功能，俗称“血管清道夫”；DHA具有软化血管、健脑益智、改善视力的功效，俗称“脑黄金”^[13]。鳄鱼肉中EPA占1.5%，DHA占4.1%，而其他畜禽肉中未能检测到这两种脂肪酸。因此鳄鱼肉一定程度上能够预防高血压、高血脂、冠心病等疾病。

2.3 鳄鱼肉氨基酸组成及含量

表3 鳄鱼肉及其他畜禽肉各氨基酸含量比较

Table 3 Comparison of the amino acid composition of crocodile, livestock and poultry meats

氨基酸组成	鳄鱼肉	羊肉 ^[14]	猪肉 ^[14]	牛肉 ^[14]	鸡肉 ^[14]	%
异亮氨酸	4.6±1.3	4.8	4.9	4.9	—	
亮氨酸	7.9±1.6	7.4	7.5	8.4	11.2	
赖氨酸	11.6±0.6	7.6	7.8	8.4	8.4	
蛋氨酸	2.9±0.1	2.3	2.5	2.3	3.4	
苯丙氨酸	5.6±0.01	3.9	4.1	4.0	4.6	
苏氨酸	3.8±1.4	4.9	5.1	4.0	4.7	
缬氨酸	5.6±0.1	5.0	5.0	5.7	—	
组氨酸	2.3±1.1	2.7	3.2	2.9	2.3	
精氨酸	5.8±0.4	6.9	6.4	6.6	6.9	
丙氨酸	5.4±0.2	6.3	6.3	6.4	2.0	
天门冬氨酸	4.6±2.1	8.5	8.8	8.9	3.2	
谷氨酸	10.7±1.3	14.4	14.5	14.4	16.5	
甘氨酸	7.4±0.8	6.7	6.1	7.1	1.0	
胱氨酸	6.4±0.4	1.3	1.3	1.4	—	
脯氨酸	7.0±0.3	4.8	4.6	5.4	—	
丝氨酸	3.4±0.2	3.9	4.6	3.8	4.7	
酪氨酸	4.8±0.1	3.2	3.2	3.2	3.4	

由表3可知，鳄鱼肉中的必需氨基酸含量丰富，占42.1%。其中含量最高的是赖氨酸，占11.6%，含量最低的是蛋氨酸，仅占2.9%。非必需氨基酸占57.9%，其中含量最高的是谷氨酸，占10.7%，最低的是组氨酸，占2.3%。

与其他畜禽肉相比，鳄鱼肉的必需氨基酸含量最高，比羊肉高6.2%，比猪肉高5.2%，比牛肉高4.4%，比鸡肉高9.8%。尤其是赖氨酸和苯丙氨酸，含量明显高于其他畜禽肉。赖氨酸是人体第一必需氨基酸，可以起到促进食欲，促进幼儿生长和发育的作用，还能提高钙的吸收在机体内的积累，加速骨骼生长，它是合成大脑神经再生性细胞等重要蛋白质所需的必需氨基酸^[15]。鳄鱼肉中的赖氨酸含量十分丰富，具有较高的营养价值。鳄鱼肉的非必需氨基酸中胱氨酸、脯氨酸、酪氨酸也明显高于其他畜禽肉。

表4 鳄鱼肉及其他畜禽肉与鸡蛋蛋白氨基酸模式的比较

Table 4 Comparison of the amino acid patterns of crocodile, livestock and poultry meats and chicken egg white

氨基酸种类	鳄鱼肉	羊肉	猪肉	牛肉	鸡肉	鸡蛋蛋白 ^[16]	FAO/WHO标准 ^[17]
异亮氨酸	45.6	48	49	49	—	80	40
亮氨酸	79.2	74	75	84	112	136	70
赖氨酸	116.4	76	78	84	84	104	55
蛋氨酸+胱氨酸	93.1	23	25	23	34	94	35
苯丙氨酸+酪氨酸	104.8	39	41	40	46	154	60
苏氨酸	38.0	49	51	40	47	65	40
缬氨酸	56.5	50	50	57	—	96	50

蛋白质营养的高低不完全看氨基酸含量的高低，还要看氨基酸是否符合人体需要。由表4可以看出，鳄鱼肉的必需氨基酸中，除了赖氨酸含量高于鸡蛋蛋白，其余6种必需氨基酸均低于鸡蛋蛋白。而鳄鱼肉的必需氨基酸中除了苏氨酸低于FAO/WHO标准模式外，其余6种必需氨基酸均高于FAO/WHO标准模式。表明鳄鱼肉的必需氨基酸含量较符合人体对氨基酸的需要量。

表5 鳄鱼肉与其他畜禽肉氨基酸评分的比较

Table 5 Comparison of the amino acid scores of crocodile, livestock and poultry meats

氨基酸种类	鳄鱼肉	羊肉	猪肉	牛肉	鸡肉
异亮氨酸	1.14	1.20	1.23	1.23	—
亮氨酸	1.13	1.06	1.07**	1.20	1.60
赖氨酸	2.12	1.38	1.42	1.53	1.53
蛋氨酸+胱氨酸	2.66	1.03**	1.09	1.06**	0.97**
苯丙氨酸+酪氨酸	1.75	1.18	1.22	1.20	1.33
苏氨酸	0.95*	1.23	1.28	1.00*	1.18*
缬氨酸	1.13**	1.00*	1.00*	1.14	—
异亮氨酸	0.57*	0.60	0.61	0.61	—
亮氨酸	0.58**	0.54	0.55	0.62	0.82
赖氨酸	1.12	0.73	0.75	0.81	0.81
蛋氨酸+胱氨酸	0.99	0.38*	0.40*	0.39*	0.36*
苯丙氨酸+酪氨酸	0.68	0.46**	0.47**	0.47**	0.52**
苏氨酸	0.58	0.75	0.78	0.62	0.72
缬氨酸	0.59	0.52	0.52	0.59	—
必需氨基酸指数	70.45	61.88	63.89	62.58	69.64

注：* 第一限制氨基酸；** 第二限制氨基酸。

根据中国预防医学科学营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白模式^[16]以及1973年FAO/WHO的建议^[17]评定氨基酸的营养价值，计算出鳄鱼肉蛋白质的氨基酸评分、化学评分和必需氨基酸指数。由表5可知，根据氨基酸评分，鳄鱼肉的第一限制氨基酸为苏氨酸，第二限制



氨基酸为缬氨酸。而羊肉、猪肉的第一限制氨基酸为缬氨酸。第二限制氨基酸分别为蛋氨酸+胱氨酸和亮氨酸。牛肉和鸡肉的两种限制氨基酸均相同,为苏氨酸和蛋氨酸+胱氨酸。根据化学评分,鳄鱼肉的第一限制氨基酸为异亮氨酸,第二限制氨基酸为亮氨酸。其他畜禽肉的限制氨基酸与鳄鱼肉有很大不同,第一限制氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸,第二限制氨基酸均为苯丙氨酸+酪氨酸。表中鳄鱼肉的必需氨基酸指数高于其他畜禽肉,特别是明显高于羊肉、猪肉和牛肉,表明鳄鱼肉的营养价值高较高。

3 结 论

鳄鱼肉与其他畜禽肉相比,具有高蛋白、低脂肪的特点,是高血压、肥胖症、动脉硬化患者理想的肉食品;与其他畜禽肉相比,富含多不饱和脂肪酸,尤其是花生四烯酸、EPA和DHA,鳄鱼肉一定程度上能够预防高血压、高血脂、冠心病等疾病;与其他畜禽肉相比,必需氨基酸含量丰富,尤其是赖氨酸,根据氨基酸评分,第一限制氨基酸为苏氨酸,根据化学评分,第一限制氨基酸为异亮氨酸。根据必需氨基酸指数,鳄鱼肉的营养价值优于其他畜禽肉;与其他畜禽肉相比,鳄鱼肉是一种优质动物性资源,具有很好的开发前景。

参考文献:

- [1] 温成器. 鳄鱼-具有发展前景的养殖新品种[J]. 渔业致富指南, 2006(15):8.
- [2] 章松. 人工养殖扬子鳄的利用与加工[J]. 安徽林业科技, 2007(1): 50-51.
- [3] 温文. 沿海地区发展鳄鱼养殖业将大有可为[J]. 海洋信息, 1998(6): 4.
- [4] 陈海艳, 张鼎华. 浅谈鳄鱼养殖技术及前景分析[J]. 水产养殖, 2011(12): 10-14.
- [5] 罗建学. 羊肉脂肪酸的研究概况[J]. 肉类研究, 2010, 24(1): 12-15.
- [6] 任琳, 张春江, 赵冰. 北京黑猪的肉质特性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(23): 43-46.
- [7] 麻海峰, 常征, 杨光辉. 牛肉的营养价值及排酸、速冻工艺研究[J]. 农业机械与装备, 2010(7): 34-36.
- [8] 陆宽, 张孝刚, 陈育涛, 等. 柳源香鸡营养成分分析与评价[J]. 肉类研究, 2012, 26(1): 41-44.
- [9] 尤娟, 罗永康, 张岩春, 等. 驴肉主要营养成分及与其他畜禽肉的分析比较[J]. 肉类研究, 2008, 22(7): 20-22.
- [10] ZHONG Saiyi, MA Changwei, LIN Y C, et. al. Antioxidant properties of peptide fractions from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) processing by-product protein hydrolysates evaluated by electron spin resonance spectrometry[J]. Food Chemistry, 2011, 126: 1636-1642.
- [11] 杨月欣. 中国食物成分表2004: 第二期[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2004: 256-263.
- [12] 陈银基, 鞠兴荣, 周光宏. 饱和脂肪酸分类与生理功能[J]. 中国油脂, 2008, 33(3): 35-38.
- [13] 崔佳, 李绍钰. 多不饱和脂肪酸与居民营养[J]. 中国食物与营养, 2007(5): 46-48.
- [14] 佚名. 几种肉的氨基酸含量比较[J]. 保鲜与加工, 2003(3): 38.
- [15] 吕自治. 猪肉的营养价值及其科学食用[J]. 肉类研究, 2003, 17(2): 49-50.
- [16] PELLETT P L, YONG V R. Nutritional evaluation of protein foods