

李伟峰,林 杰,陈 涛. 大弹涂鱼幼鱼、成鱼消化酶活性及肌肉营养价值分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):152–155.  
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2021.01.027

# 大弹涂鱼幼鱼、成鱼消化酶活性及肌肉营养价值分析

李伟峰<sup>1</sup>, 林 杰<sup>2</sup>, 陈 涛<sup>2</sup>

[1. 广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室(北部湾大学), 广西钦州 535000; 2. 南宁学院, 广西南宁 530200]

**摘要:**测定大弹涂鱼幼鱼、成鱼肌肉组织的常规营养成分及氨基酸含量。结果表明,大弹涂鱼幼鱼、成鱼肌肉组织的粗蛋白质含量较高,分别为 16.44%、16.15%,而粗脂肪含量偏低,属于高蛋白、低脂肪的海产鱼类。幼鱼、成鱼肌肉组织的氨基酸组成基本一致,符合世界卫生组织(WHO)、联合国粮农组织(FAO)及鸡蛋蛋白标准,属于营养价值颇高的天然鱼类。幼鱼肌肉组织的必需氨基酸总量(6.53%)、必需氨基酸含量占氨基酸总量的比例(41.36%)均高于成鱼,说明其氨基酸组成较成鱼为优。根据营养价值评价结果,幼鱼肌肉营养价值高于成鱼,幼鱼、成鱼的第 1 限制性氨基酸均为色氨酸。大弹涂鱼幼鱼胃蛋白酶、淀粉酶活性显著低于成鱼。

**关键词:**大弹涂鱼;肌肉;营养分析;幼鱼;成鱼;消化酶活性

**中图分类号:** S917.4    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1002–1302(2021)01–0152–03

大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*),属鲈形目虾虎鱼科大弹涂鱼属,别称花跳鱼或跳跳鱼,体长约 12 cm,头较大,双眼较凸,鱼体灰褐色,带花斑,腹部有吸盘,习惯穴居,活跃在潮间带滩涂中;该鱼适应温盐度范围广,主要分布在韩国、日本、中国、马来西亚及越南等国的沿海一带,在我国则产于浙、苏、台湾、闽、粤、桂等地沿海滩涂区域,属于名优鱼种<sup>[1]</sup>。在大弹涂鱼的人工养殖<sup>[2]</sup>、生物学<sup>[3]</sup>、性腺结构及性腺发育<sup>[4–5]</sup>、耗氧率及昼夜代谢<sup>[6–7]</sup>、基因克隆与表达<sup>[8–9]</sup>、重金属损伤<sup>[10]</sup>、消化酶活性测定<sup>[11–12]</sup>、鱼体营养<sup>[13–14]</sup>等方面的研究及报道较多,而未见关于大弹涂鱼幼鱼肌肉营养组成及鱼体不同生长阶段肌肉氨基酸组成对比的研究报道。本试验通过测定大弹涂鱼幼鱼、成鱼肌肉组织的营养成分、氨基酸组成等,评价幼鱼和成鱼的营养及经济价值,分析其不同生长阶段所需的必需

氨基酸组成,旨在为商品鱼人工配合饲料的研制和开发提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

野生大弹涂鱼幼鱼于 2018 年 6 月捕于钦州湾海域,幼鱼共 34 尾,平均体长 4.2 cm,平均体质量 9.2 g;成鱼 20 尾,平均体长 12.1 cm,平均体质量 21.6 g。

### 1.2 样品处理

鱼体去鳞片,带皮取背肌,捣碎后充分混合,称取 5 份混合鲜样,每份 1~2 g,分别测定水分、粗蛋白、粗灰分、粗脂肪含量及氨基酸组成。试验时间:2018 年 6 月 15—17 日,试验地点:南宁学院畜牧水产实验室。

### 1.3 常规营养成分的测定

依据 GB 5009.85—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 B2 的测定》,分别测定大弹涂鱼肌肉中水分(105℃烘干失水)、粗蛋白(凯氏氮)、粗脂肪(索氏抽提)及粗灰分(马弗炉灼烧)的含量。使用日立 835–250 氨基酸自动分析仪测定背肌氨基酸组成。

### 1.4 鱼肌肉营养价值评价

根据鸡蛋蛋白标准、WHO/FAO(联合国粮食及农业组织/世界卫生组织)评分标准(中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出),评价大弹涂鱼的营养价值,计算氨基酸评分(AAS)及化学评分(CS)。

$$CS = aa/AA(\text{egg}) \times 100;$$

收稿日期:2020–05–03

基金项目:广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室(北部湾大学)开放项目(编号:2018KB02);广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室(北部湾大学)自主基金(编号:2020ZB05);广西教育厅科研项目(编号:KY2016YB481);钦州学院校级高级别省部级培育项目(编号:2016PY–SJ05);北部湾大学引进高层次人才科研启动项目(编号:2020KYQD02)。

作者简介:李伟峰(1984—),男,山东淄博人,博士研究生,讲师,研究方向为水产动物营养与免疫。E-mail:liweifeng1568@163.com。

通信作者:陈 涛,硕士,副教授,研究方向为水产动物营养与饲料学。E-mail:t\_chen\_1982@163.com。

$$AAS = aa/AA(FAO/WHO) \times 100。$$

式中:*aa* 表示试验样品氨基酸含量(%) ;*AA* (FAO/WHO)表示 FAO/WHO 评分标准中同种氨基酸含量(%) ;*AA* (egg) 表示鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%)。

1.5 消化酶活性测定

使用 Cary 50 分光光度计测定胃蛋白酶<sup>[15]</sup>、脂肪酶<sup>[16]</sup>和淀粉酶<sup>[17]</sup>等消化酶的活性。酶活性单位用 U/g 表示。酶液每 60 s 水解产生 1 μmol 的产物所需酶量为 1 个活性单位。

1.6 数据的统计分析

试验数据在 Excel 中分析,使用 SPSS 11.5 软件分析数据的方差并进行 Duncan’s 多重比较,试验数据以“平均数 ± 标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 常规营养成分

由表 1 可知,大弹涂鱼幼鱼肌肉中粗蛋白质及水分含量均稍高于成鱼,粗灰分含量稍低于成鱼,粗脂肪含量显著低于成鱼( $P < 0.05$ )。大弹涂鱼肌肉组织中粗蛋白含量在 16.00% 以上,蛋白质含量颇高,属于优质的海产鱼类。

表 1 大弹涂鱼肌肉的常规营养成分 %

生长阶段	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分
幼鱼	79.56 ± 6.22a	16.44 ± 1.75a	2.59 ± 0.13a	2.06 ± 0.21a
成鱼	78.34 ± 5.12a	16.15 ± 0.47a	3.79 ± 0.22b	2.11 ± 0.01a

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。表 4 同。

2.2 氨基酸含量的测定

由表 2 可知,大弹涂鱼幼鱼及成鱼肌肉中均检测出 18 种氨基酸,其中人体必需的氨基酸有 8 种(赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、色氨酸、苏氨酸),半必需氨基酸有 2 种(组氨酸、精氨酸),非必需氨基酸有 8 种(丝氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、胱氨酸、酪氨酸、丙氨酸)。幼鱼和成鱼肌肉氨基酸组成基本一致;幼鱼肌肉胱氨酸含量最低(0.12%),成鱼色氨酸含量最低(0.13%);幼鱼、成鱼肌肉的谷氨酸含量均最高,分别为 2.45%、2.40%;幼鱼、成鱼肌肉组织中各种氨基酸含量对应比较差异均不显著( $P > 0.05$ )。幼鱼肌肉氨基酸总量达 15.79%,必需氨基酸含量为 6.53%,非必需氨基酸含量为 7.89%,必需氨基酸含量占氨基酸总量的百分比(TEAA/

TAA)为 41.36%;成鱼肌肉氨基酸总量为 15.59%,必需氨基酸含量为 6.34%,非必需氨基酸含量为 7.76%,TEAA/TAA 为 40.67%。TEAA/TAA 决定了食物的营养价值<sup>[18]</sup>,大弹涂鱼幼鱼和成鱼肌肉 TEAA/TAA 均超过 40.00%,与卢雪芬等的研究结果(TEAA/TAA 为 40.30%)<sup>[14]</sup>一致,属于品质较好的蛋白质食品<sup>[19]</sup>。大弹涂鱼成鱼肌肉氨基酸总量、非必需氨基酸总量、必需氨基酸总量、TEAA/TAA 均低于幼鱼,仅半必需氨基酸含量稍高于幼鱼,说明幼鱼肌肉组织中的氨基酸组成比成鱼好。

表 2 大弹涂鱼幼鱼及成鱼肌肉中的氨基酸含量

氨基酸种类	不同生长阶段氨基酸含量(%)	
	幼鱼	成鱼
天门冬氨酸	1.64 ± 0.18a	1.56 ± 0.11a
苏氨酸	0.72 ± 0.02a	0.68 ± 0.01a
丝氨酸	0.82 ± 0.09a	0.80 ± 0.07a
谷氨酸	2.45 ± 0.22a	2.40 ± 0.08a
脯氨酸	0.48 ± 0.03a	0.48 ± 0.01a
甘氨酸	0.80 ± 0.08a	0.77 ± 0.07a
丙氨酸	0.99 ± 0.10a	0.95 ± 0.21a
胱氨酸	0.12 ± 0.01a	0.19 ± 0.01a
缬氨酸	0.84 ± 0.07a	0.79 ± 0.05a
蛋氨酸	0.53 ± 0.04a	0.64 ± 0.01a
异亮氨酸	0.77 ± 0.06a	0.75 ± 0.06a
亮氨酸	1.35 ± 0.12a	1.34 ± 0.11a
酪氨酸	0.59 ± 0.03a	0.61 ± 0.06a
苯丙氨酸	0.68 ± 0.04a	0.59 ± 0.02a
赖氨酸	1.49 ± 0.10a	1.42 ± 0.14a
组氨酸	0.37 ± 0.01a	0.40 ± 0.01a
精氨酸	1.00 ± 0.08a	1.09 ± 0.09a
色氨酸	0.15 ± 0.01a	0.13 ± 0.01a
氨基酸总量(TAA)	15.79 ± 1.55	15.59 ± 1.17
必需氨基酸总量(TEAA)	6.53 ± 0.65	6.34 ± 0.42
半必需氨基酸总量(HEAA)	1.37 ± 0.13	1.49 ± 0.09
非必需氨基酸总量(TNEAA)	7.89 ± 0.68	7.76 ± 0.71
TEAA/TAA	41.36 ± 3.67	40.67 ± 4.01

注:同行数据后相同小写字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。

2.3 肌肉营养价值的评价

将 8 种必需氨基酸含量换算成每克氮中含氨基酸毫克数(乘以 62.50%),然后与 FAO/WHO 标准及鸡蛋蛋白质的氨基酸标准比较,计算出大弹涂鱼成鱼、幼鱼的 AAS 和 CS。由表 3 可知,除色氨酸、苏氨酸及缬氨酸外,大弹涂鱼成鱼和幼鱼肌肉氨基酸的 AAS 均接近或大于 100.00,除缬氨酸、色氨酸和蛋氨酸 + 胱氨酸外,其他氨基酸的 CS 均接近或

大于 60.00,说明大弹涂鱼幼鱼、成鱼的肌肉必需氨基酸组成基本符合 WHO/FAO 及鸡蛋蛋白标准。比较各类氨基酸发现,幼鱼和成鱼肌肉组织赖氨酸含量最高,均高于其他 7 种必需氨基酸,亮氨酸其次,这与龚艳琴的的研究结果<sup>[13,18,20]</sup>一致。

幼鱼肌肉的 CS 以色氨酸最低(46.09),蛋氨酸 + 胱氨酸次之(51.49),幼鱼 AAS 以色氨酸最低(76.04),缬氨酸其次(82.86)。成鱼肌肉组织的 CS 以色氨酸(37.88)最低,成鱼 AAS 以色氨酸最低(62.50),缬氨酸其次(73.59)。色氨酸可能是大弹

涂鱼成鱼及幼鱼的第 1 限制性氨基酸,蛋氨酸 + 胱氨酸或缬氨酸可能是幼鱼的第 2 限制性氨基酸,缬氨酸可能是成鱼的第 2 限制性氨基酸,这与龚艳琴得出的大弹涂鱼第 1 限制性氨基酸为蛋氨酸 + 胱氨酸、第 2 限制性氨基酸为苯丙氨酸 + 酪氨酸的结论<sup>[13]</sup>不完全相同,这可能跟试验鱼所处的生长阶段不同有关。除蛋氨酸 + 胱氨酸外,大弹涂鱼成鱼肌肉中的各种必需氨基酸的 CS 和 AAS 均低于幼鱼,说明成鱼的氨基酸营养价值低于幼鱼,这与陈涛等的研究结果<sup>[17]</sup>一致。

表 3 大弹涂鱼幼鱼和成鱼肌肉的 AAS 和 CS

必需氨基酸	含量(干样,%)		CS		AAS		鸡蛋蛋白标准 (%)	WHO/FAO 标准 (%)
	幼鱼	成鱼	幼鱼	成鱼	幼鱼	成鱼		
缬氨酸	4.11	3.65	62.50	55.50	82.86	73.59	4.11	3.10
赖氨酸	7.29	6.56	103.32	92.97	134.01	120.59	4.41	3.40
异亮氨酸	3.77	3.46	71.86	65.33	94.25	86.50	3.31	2.50
亮氨酸	6.60	6.19	77.25	72.45	93.75	87.93	5.34	4.40
苏氨酸	3.52	3.14	75.34	67.21	88.00	78.50	2.92	2.50
色氨酸	0.73	0.60	46.09	37.88	76.04	62.50	0.99	0.60
苯丙氨酸 + 酪氨酸	6.21	5.54	68.69	61.28	102.14	91.12	5.65	3.80
蛋氨酸 + 胱氨酸	3.18	3.83	51.49	62.01	90.34	108.81	3.86	2.20

2.4 消化酶活性

由表 4 可知,由于所处生长阶段不同,大弹涂鱼幼鱼各器官的消化酶活性均低于成鱼,其中幼鱼胃蛋白酶、淀粉酶活性显著低于成鱼( $P < 0.05$ ),肠脂肪酶活性在幼鱼及成鱼之间差异不显著( $P > 0.05$ );幼鱼、成鱼胃中淀粉酶活性远高于胃中蛋白酶活性及肠脂肪酶活性。

表 4 大弹涂鱼胃蛋白酶、淀粉酶及肠脂肪酶的活性 U/g

消化酶	胃蛋白酶	淀粉酶	肠脂肪酶
幼鱼	0.36 ± 0.02a	21.46 ± 0.02a	1.57 ± 0.10a
成鱼	0.77 ± 0.05b	30.13 ± 0.01b	1.66 ± 0.13a

3 小结

大弹涂鱼幼鱼和成鱼肌肉组织的必需氨基酸含量占氨基酸总量的百分比均超过了 40.00%,属于质量较高的蛋白质,而幼鱼肌肉组织氨基酸总量、必需氨基酸含量及非必需氨基酸含量均高于成鱼,说明幼鱼肌肉组织的氨基酸组成优于成鱼。色氨酸可能为大弹涂鱼幼鱼、成鱼的第 1 限制性氨基酸,蛋氨酸 + 胱氨酸或缬氨酸可能为幼鱼的第 2 限制性氨基酸,缬氨酸可能为成鱼的第 2 限制性氨基

酸。大弹涂鱼肌肉组织的必需氨基酸组成基本上符合 WHO/FAO 标准和鸡蛋蛋白标准。大弹涂鱼成鱼胃、肠等消化器官的消化酶活性均高于幼鱼,成鱼具有较强的消化能力。

大弹涂鱼是一种人体必需氨基酸含量颇高的海产鱼类,且这些必需氨基酸之间的比例比较均衡,肌肉组织含粗脂肪的量较低,符合食品营养学对于天然优质食品的定义,具有较好的研究和开发前景。

参考文献:

[1]陈 维,洪万树,陈仕玺,等. 西北太平洋大弹涂鱼群体遗传结构的 AFLP 分析[J]. 中国水产科学,2014,21(5):1020-1028.  
[2]阮瑞龙. 大弹涂鱼高产养殖技术与推广[J]. 农业与技术, 2014,34(1):152-152,161.  
[3]张其永,洪万树. 大弹涂鱼研究的回顾与展望[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2006,45(增刊2):97-108.  
[4]陈仕玺,洪万树,张其永,等. 雄性大弹涂鱼贮精囊的形态结构[J]. 中国水产科学,2004,11(5):396-403.  
[5]曹伏君,罗 杰,刘楚吾. 大弹涂鱼性腺发育的组织学观察[J]. 水生生物学报,2010,34(2):418-425.  
[6]周环银,曹伏君,罗 杰,等. 不同温度梯度和规格体重大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)耗氧率(Ro)和排氨率(RN)的影响[J]. 海洋与湖沼,2017,48(2):392-397.

尚卫琼,陈春林,孙承冕,等. 云南大叶种茶多酚和咖啡碱对红茶品质的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):155-159.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.028

# 云南大叶种茶多酚和咖啡碱对红茶品质的影响

尚卫琼,陈春林,孙承冕,唐一春,段志芬,杨盛美,孙雪梅,刘本英

(云南省农业科学院茶叶研究所/云南省茶学重点实验室,云南西双版纳 666201)

**摘要:**茶叶的品质包括外形和内质 2 个方面,而茶叶的生化成分是茶叶内质优劣的主要因素。本研究以 43 份云南大叶种茶为试验材料,测定其茶多酚和咖啡碱含量;按照 NY/T 787—2004《茶叶感官 审评通用方法》将茶的外形、汤色、香气、滋味、叶底设为 5 项审评因子及权重分,对 43 份试验材料进行红茶感官审评,根据审评结果确定红茶适制性;分析试验材料的生化成分与加工成的红茶感官品质、茶类适制性之间的关系,探讨云南大叶种茶生化成分对红茶品质的影响。研究表明,茶多酚含量在一定范围内,适合制作红茶,茶多酚含量与红茶的品质具有一定的正相关性;咖啡碱含量在一定的范围内,适合制作红茶,茶叶中的咖啡碱含量与红茶的品质也呈一定的正相关性。通过研究茶叶生化成分与红茶品质的关系,对利用好云茶资源及筛选出红茶优异品种具有重要的意义。

**关键词:**生化成分;红茶;感官审评;云南;茶多酚;咖啡碱

**中图分类号:** S571.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)01-0155-05

茶作为世界上三大饮料之一,消费量居于首

位<sup>[1]</sup>,我国是世界上最大的茶叶生产国、消费国,也是第二大茶叶出口国。茶叶也是世界上最健康的饮料<sup>[2]</sup>,含有多酚类、茶多糖等多种具有降血糖作用的天然生物活性成分<sup>[3-4]</sup>。另外,茶叶作为一种健康的生活饮品,具有很大的保健功效。红茶是世界上产区最广、产量最多、贸易量最大、消费量最大的茶类。目前全世界已有 40 多个国家生产红茶<sup>[5]</sup>。

红茶是经过鲜叶萎凋、揉捻、干燥所得的成品。一般具有香高味甜、红汤红叶的特点<sup>[6]</sup>。红茶含有

收稿日期:2020-03-31

基金项目:云南省重大科技专项(编号:2018ZG009);农业农村部作物种质资源保护项目(编号:1120162130135252022);云南省基础

研究计划(编号:2017FD206)。  
作者简介:尚卫琼(1990—),女,云南屏边人,硕士,助理研究员,主要从事茶树种质资源研究。E-mail:1718046361@qq.com。

通信作者:刘本英,博士,研究员,主要从事茶树种质资源与遗传改良研究。E-mail:liusuntao@163.com。

[7]曹伏君,郭良珍. 大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)窒息点及昼夜代谢规律[J]. 海洋与湖沼,2011,42(6):759-763.

[8]洪鹭燕,洪万树,刘东腾,等. 大弹涂鱼 *aanat2* 基因 cDNA 克隆及其在生殖季节的表达[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2013,52(5):690-696.

[9]赵 亮,苗 亮,李祥云,等. 浙江沿海大弹涂鱼、弹涂鱼的线粒体 *COI* 基因序列差异及其系统发育[J]. 宁波大学学报(理工版),2016,29(1):13-17.

[10]景丹丹,龚一富,张 燕,等. 铅暴露对大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)组织形态的影响[J]. 生物学杂志,2017,34(4):29-32.

[11]吴仁协,戈 薇,洪万树,等. 大弹涂鱼成鱼消化酶活性的研究[J]. 中国水产科学,2007,14(1):99-105.

[12]吴仁协,洪万树,张其永,等. 大弹涂鱼仔稚鱼和早期幼鱼的消化酶活性[J]. 水产学报,2006,30(6):733-739.

[13]龚艳琴,李玉艳,夏中生,等. 大弹涂鱼鱼体和肌肉营养成分分析及营养评价[J]. 广西农业生物科学,2008,27(4):392-395.

[14]卢雪芬,夏中生,龚艳琴,等. 大弹涂鱼食性分析及鱼体和肌肉营养价值评价[J]. 动物产品品质与调控,2009(3):333-

336.

[15]Walford J, Lam T J. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass(*Lates calcarifer*) larvae and juveniles[J]. Aquaculture,1993,109(2):187-205.

[16]Borlongan I G. Studies on the digestive lipases of milkfish, *Chanos chanos* [J]. Aquaculture,1990,89(3/4):315-325.

[17]蒋传葵,金承德,吴仁龙. 工具酶活力的测定[M]. 上海:上海科学技术出版社,1982:74-76.

[18]赵 峰,庄 平,施兆鸿,等. 中国鲢成鱼和幼鱼肌肉生化成分的比较分析[J]. 海洋渔业,2010,32(1):102-108.

[18]李正中. 花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较[J]. 氨基酸和生物资源,1988(4):41-43.

[17]陈 涛,李伟峰. 野生绿鳍马面鲀(*Navodon septentrionalis*)幼鱼、成鱼肌肉营养成分分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(17):185-187.

[19]吴小明,周立斌,彭飞影. 斑鳢的含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水产科学,2010,29(7):425-428.

[20]陈 涛,于 丹. 野生斑鳢幼鱼与成鱼的肌肉营养成分测定[J]. 贵州农业科学,2015,43(11):120-123.