

李晓婷, 尤娟, 尹涛, 等. 鳊鱼头可食部位的营养成分分析[J]. 华中农业大学学报, 2023, 42(1): 163-169.
DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.01.020

鳊鱼头可食部位的营养成分分析

李晓婷¹, 尤娟^{1,2}, 尹涛^{1,2}, 刘茹^{1,2}, 杜红英^{1,2}, 赵思明^{1,2}, 熊善柏^{1,2}

1. 华中农业大学食品科学技术学院, 武汉 430070; 2. 国家大宗淡水鱼加工技术研发分中心(武汉), 武汉 430070

摘要 为研究鳊鱼头的食用价值并扩大其产品开发, 选取鳊鱼头的鳃边肉、鱼脸肉、鱼脑3个组织部位, 分别测定基本营养成分、矿物质、氨基酸和脂肪酸组成, 分析鳊鱼头这三部位营养成分的差异。结果显示: 鳊鱼头可食部分基本成分对比, 蛋白质含量: 鳃边肉>鱼脸肉>鱼脑, 脂肪含量: 鳃边肉<鱼脸肉<鱼脑。鳊鱼头3个可食部位相比, 鳃边肉中钾、磷、钙、锌元素含量均较高; 鱼脑中各矿物元素的含量都比较低。鳊鱼脸肉和鱼脑中检出26种脂肪酸, 鳃边肉中检出25种脂肪酸; 鳊鱼头可食用部分的n-3/n-6值分别为1.80、1.83、1.86, 符合中国营养学会推荐的理想比值。鳊鱼头的第一限制氨基酸是色氨酸, 第二限制氨基酸是蛋氨酸+半胱氨酸; 必需氨基酸指数(EAAI)值为75.48, 可作为蛋白质来源使用。结果表明: 鳊鱼头营养丰富、氨基酸和脂肪酸组成合理, 是优质的食物来源。

关键词 鳊鱼头; 可食部位; 鳃边肉; 鱼脸肉; 鱼脑; 营养价值

中图分类号 TS254.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)01-0163-07

鳊鱼头肉质细腻, 味道鲜美, 富含不饱和脂肪酸, 营养价值极高。2021年, 全国鳊总产量达317.7万t^[1], 其销售形式以鲜活为主。鳊鱼头菜品在我国南方地区十分受欢迎, 如剁椒鱼头、砂锅鱼头等。鳊的食疗价值也很高, 《食物本草》中记载“鳊鱼, 暖胃, 益人”; 《本草纲目》中记载“鳊鱼甘、温, 无毒”^[2]。由此看来, 鳊无论是作为食材还是药材都有很高的价值。

随着人们生活水平不断提高, 饮食结构也发生变化, 对水产品品质要求越来越高, 一方面要满足食品口感好、价格实惠的要求, 另一方面也要保证食品安全、营养; 加之目前快节奏的生活, 消费者对调理食品的需求量更大, 如方便汤类水产品^[3]。当前市场上使用鳊作为原料的预包装食品极少, 若利用好鳊高蛋白低脂肪的特性可以很快打开市场缺口。目前对鳊鱼肌肉品质的研究较多, 而对鳊鱼头各可食用部分的研究与分析较少。鳊鱼头可食用的部分包括鳃边肉、鱼脸肉和鱼脑, 本研究拟对这3个部位进行营养成分测定, 并进一步评价其营养价值, 以期对鳊鱼头的食用及产品开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

新鲜鳊, 于2021年11月购自华中农业大学校内农贸市场。选择6尾体长、体质量相近的鳊, 平均规格为1.5 kg/尾, 活鱼运输至实验室后立即宰杀。

1.2 仪器与设备

AUY220型电子分析天平, 日本岛津公司; 101-1AB型电热干燥箱, 天津市泰丝仪器有限公司; NAI-ZFCDY-6Z型索氏抽提仪, 湖北恒康化玻仪器公司; ATN-100凯氏定氮仪, 上海洪纪仪器设备有限公司; KRD-17MF马弗炉, 山东科瑞达电炉有限公司; RF-6000型荧光分光光度计, 日本岛津公司; Agilent 7890A/5975C气相色谱质谱仪(GC-MS), 美国安捷伦公司; L-8800型氨基酸自动分析仪, 日本日立公司。

1.3 鳊鱼头的制备

选取新鲜鳊宰杀后, 取下鳊鱼头, 按照图1所示, 分离可食用部位, 备用。分别称量整条鱼、鱼身、鱼头、鳃边肉、鱼脸肉和鱼脑的质量, 计算各部位所占比例。

收稿日期: 2022-08-30

基金项目: 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系专项(CARS-45)

李晓婷, E-mail: lxt18320616559@163.com

通信作者: 尤娟, E-mail: juanyou@mail.hzau.edu.cn

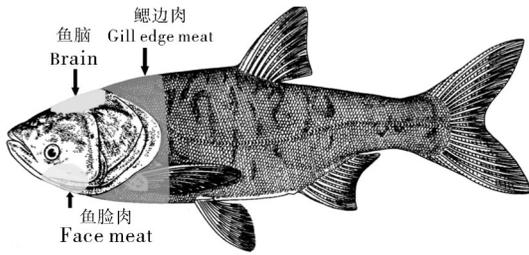


图1 鳙鱼头可食部位示意图

Fig. 1 Schematic diagram of edible parts of bighead carp head

1.4 基本营养指标的测定

水分含量的测定参考GB 5009.3—2016;蛋白质的测定参考GB 5009.5—2016;脂肪的测定参考GB 5009.6—2016;脂肪酸组成的测定参考GB 5009.168—2016;18种氨基酸的测定参考GB 5009.124—2016;钾的测定参考GB/T 5009.268—2016;钙的测定参考GB/T 5009.92—2016;铁的测定参考GB/T 5009.90—2016;锰的测定参考GB/T 5009.242—2017;磷的测定参考GB/T 5009.87—2016;锌的测定参考GB/T 5009.14—2017。每项指标设置3个平行并取平均值。

1.5 氨基酸组成的评价

根据FAO/WHO 1993年建议的每克氨基酸评分标准模式,分别计算氨基酸评分(AAS)及必需氨基酸指数(EAAI)。

$$AAS = \frac{\text{待评蛋白质某EAA含量}}{\text{FAO/WHO相应EAA含量}} \quad (1)$$

表1 基本营养成分(湿基)

Table 1 Basic nutrients composition (wet weight)

部位 Parts of the fish	水分 Moisture	粗脂肪 Crude fat	粗蛋白质 Crude protein	灰分 Ash
鳃边肉 Gill edge meat	79.00±0.10b	1.45±0.07c	18.50±0.14a	1.19±0.01a
鱼脸肉 Face meat	80.70±0.14a	2.70±0.14b	15.10±0.14b	0.96±0.01b
鱼脑 Fish brain	65.00±0.28c	28.25±0.21a	4.50±0.02c	0.37±0.01c

注:同列不同小写字母表示不同部位鱼肉的某个指标之间存在显著差异($P<0.05$),下同。Note: Different letters indicate that the same index has significant difference in different parts of fish ($P<0.05$), the same as below.

2.3 鳙鱼头可食部位矿物质组成

鳙鱼头可食部位矿物质组成主要包括钾、磷、钙、锌、铁、锰等。由表2可知,鳙鱼头鳃边肉和鱼脸肉中钾、磷、钙、锌含量均较高,其中鳃边肉的钾含量最高,为(380.50±9.19) mg/100 g,其次是磷含量,为(186.50±0.71) mg/100 g,而微量矿物质元素锌、锰和铁的含量则较低,锰含量低至0.03 mg/100 g,微量元素虽然含量极低,但在鱼体内发挥着重要作用,与常量矿物质元素共同维持鱼体内正常的生理功能。

$$EAAI = \sqrt[n]{\left(\frac{100a}{ae}\right)\left(\frac{100b}{be}\right)\dots\left(\frac{100i}{ie}\right)} \quad (2)$$

式中, n 为涉及的必需氨基酸的数量;EAA为蛋白质必需氨基酸的质量; a, b, \dots, i 为蛋白质某必需氨基酸的含量,mg/g; ae, be, \dots, ie 为全鸡蛋蛋白质某必需氨基酸的含量,mg/g。

1.6 数据处理

所有指标均重复测定3次,试验结果均以“平均值±标准差”表示。采用Excel 2019和SPSS 20软件进行数据统计和分析。根据单因素方差方法对数据进行差异显著性比较分析($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 鳙鱼头可食部位占比

根据测量计算结果,鳙鱼头质量占鳙总质量的(43.92±0.02)%(湿基),鳙鱼头占鳙总质量接近一半,有必要对鱼头进行营养成分分析并扩大利用,以减少鱼头的损失和浪费。其中,鳃边肉、鱼脸肉、鱼脑分别占鳙总质量的(1.96±0.01)%、(0.63±0.01)%、(0.26±0.01)%(湿基),而可食部分仅占鳙鱼头总质量的6.94%。

2.2 鳙鱼头可食部位基本营养成分

由表1可知,鳙鱼头的鳃边肉和鱼脸肉基本组成相差不大。鱼脑的水分、蛋白质和灰分含量均低于鳃边肉和鱼脸肉;而粗脂肪含量显著高于鳃边肉和鱼脸肉,高达(28.25±0.21)%。可见鳙鱼头肉是高蛋白低脂肪的白肉。

相比之下,鱼脑中锌含量高于鳃边肉和鱼脸肉的,而其他矿物质含量均较低,可能是因为鱼脑中脂肪含量占比较大。

2.4 鳙鱼头可食部位脂肪酸组成

鳙鱼头可食部位的脂肪酸组成见表3。一共检出26种脂肪酸,包括10种饱和脂肪酸和16种不饱和脂肪酸(7种单不饱和脂肪酸和9种多不饱和脂肪酸)。鳙鱼头可食部位饱和脂肪酸含量依次为鳃边肉(32.90%)>鱼脑(32.65%)>鱼脸肉(32.35%);不

表2 鳙鱼头可食部位的矿物质含量

Table 2 Mineral composition in the edible parts of bighead carp

mg/100 g

部位 Parts of the fish	钾 Potassium	磷 Phosphorus	钙 Calcium	锌 Zinc	铁 Iron	锰 Manganese
鳃边肉 Gill edge meat	380.50±9.19a	186.50±0.71a	24.25±0.21a	6.25±0.07c	1.39±0.04b	0.16±0.01a
鱼脸肉 Face meat	302.50±12.02b	157.00±1.41b	11.55±0.35b	7.05±0.21b	1.69±0.00a	0.09±0.00b
鱼脑 Fish brain	68.55±0.21c	76.90±0.07c	6.14±0.07c	15.75±0.07a	0.76±0.02c	0.03±0.00b

饱和脂肪酸含量依次为鱼脸肉(67.65%)>鱼脑(67.35%)>鳃边肉(67.10%)。鳙鱼头可食部分不饱和脂肪酸含量均在65%以上,远高于饱和脂肪酸含量,其中以多不饱和脂肪酸的含量居多,占总脂肪的35%以上。

饱和脂肪酸中棕榈酸(C16:0)和硬脂酸(C18:0)含量较大,在鱼脑脂肪酸中分别占(18.05±0.07)%、

(4.10±0.00)%。单不饱和脂肪酸中油酸含量最大,占总脂肪酸的(15.95±0.07)%,是鱼脑中主要的不饱和脂肪酸。多不饱和脂肪酸中含有丰富的 α -亚麻酸,其次是二十碳五烯酸(EPA),含量高达8.60%,二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)能够有效促进大脑发育。另外,鳙可食部分的多不饱和脂肪酸中其他n-3系列和n-6系列脂肪酸含量也相当

表3 鳙鱼头可食部位的脂肪酸含量

Table 3 Fatty acid composition in the edible parts of bighead carp

%

脂肪酸组成 Fatty acid composition		鳃边肉 Gill edge meat	鱼脸肉 Face meat	鱼脑 Fish brain
饱和脂肪酸 Saturated fatty acid	月桂酸(C12:0) Lauric acid	0.30±0.00a	0.30±0.00a	0.30±0.00a
	十三烷酸(C13:0) Tridecylic acid	0.00±0.00c	0.20±0.00a	0.10±0.00b
	豆蔻酸(C14:0) Myristic acid	5.70±0.07c	5.90±0.00b	6.50±0.00a
	十五烷酸(C15:0) Pentadecanoic acid	1.50±0.00a	1.50±0.00a	1.50±0.00a
	棕榈酸(C16:0) Palmitic acid	17.35±0.07b	17.45±0.07b	18.00±0.07a
	十七烷酸(C17:0) Heptadecanoic acid	1.30±0.00a	1.25±0.07a	1.25±0.07a
	硬脂酸(C18:0) Octadecanoic acid	5.85±0.07a	4.80±0.00b	4.10±0.00c
	花生酸(C20:0) Arachidic acid	0.60±0.00a	0.55±0.07b	0.60±0.00a
单不饱和脂肪酸 Monounsaturated fatty acids	山嵛酸(C22:0) Behenic acid	0.30±0.00a	0.30±0.00a	0.20±0.00b
	木焦油酸(C24:0) Wood taric acid	—	0.10±0.00a	0.10±0.00a
	花生一烯酸(C20:1n9) Arachidonic acid	1.90±0.00a	1.80±0.00a	1.30±0.00b
	肉豆蔻烯酸(C14:1) Myristic acid	0.20±0.00c	0.30±0.00b	0.40±0.00a
	棕榈一烯(C16:1) Palmimonoene	10.85±0.07c	11.75±0.07b	13.90±0.00a
	反油酸(C18:1n9t) Elaidic acid	0.65±0.07b	0.80±0.00a	0.70±0.00ab
	油酸(C18:1n9c) Oleic acid	14.80±0.00b	15.95±0.07a	14.35±0.07c
	芥酸(C22:1) Cido erucico	0.50±0.00a	0.50±0.00a	0.30±0.00b
	二十四碳一烯酸(C24:1n9) Docosacarbolic acid	0.65±0.07a	0.65±0.07a	0.40±0.00b
	γ -亚麻酸(C18:3n6) γ -Linolenic acid	0.60±0.00a	0.60±0.00a	0.60±0.00a
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acids	亚油酸(C18:2n6) Linoleic acid	6.20±0.00a	6.00±0.00b	6.00±0.00b
	花生四烯酸(C20:4n6) Arachidonic acid	3.00±0.00a	2.90±0.00b	3.00±0.00a
	二十碳三烯酸(C20:3n6) Eicosatrienoic acid	0.75±0.07a	0.70±0.00a	0.70±0.00a
	二十碳二烯酸(C20:2) Eicosadienoic acid	2.85±0.07a	2.50±0.00b	2.30±0.00c
	α -亚麻酸(C18:3n3) α -Linolenic acid	9.80±0.00b	9.75±0.07b	9.90±0.00a
	二十碳三烯酸(C20:3n3) Eicosatrienoic acid	1.30±0.00a	1.10±0.00b	0.90±0.00c
	二十碳五烯酸(C20:5) Eicosapentaenoic acid	8.30±0.00b	8.05±0.07c	8.60±0.00a
	二十二碳六烯酸(C22:6) Docosahexaenoic acid	4.75±0.07a	4.30±0.00b	4.00±0.00c
饱和脂肪酸 Saturated fatty acid	32.90	32.35	32.65	
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acids	37.55	35.90	36.00	
EPA和DHA总含量 Total EPA and DHA content	13.05	12.35	12.60	
脂肪酸总含量 Total fatty acid content	100.00	100.00	100.00	

注:“—”表示低于最低检测限,下同。Note:“—” indicates lower than the minimum detection limit, the same as below.

可观,如亚油酸为(6.20±0.00)%、二十二碳六烯酸为(4.75±0.07)%、花生四烯酸为(3.00±0.00)%,均是鱼体内重要的多不饱和脂肪酸。鳙鱼头可食部位的n-6/n-3的值分别为0.56、0.55、0.54,n-3/n-6值分别为1.80、1.83、1.86。可见鳙鱼头的脂肪酸组成比较全面。

2.5 鳙鱼头可食部位氨基酸组成及评分

从表4可知,鳙鱼头可食部分中的氨基酸构成非常全面,富含8种人体必需氨基酸和10种非必需氨基酸。鳙鱼头可食部分的EAA/TAA在38.07%~38.52%。鳙鱼脑各种氨基酸含量均明显低于鳃边肉

和鱼脸肉。鳃边肉和鱼脸肉的必需氨基酸含量分别为6.32%和5.40%,而鱼脑中必需氨基酸含量仅为1.43%。必需氨基酸中赖氨酸含量最高(1.57±0.03)%,亮氨酸含量次之。精氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸和甘氨酸这5种鲜味氨基酸含量越多,肉类风味物质越丰富。鳙鱼头可食部位谷氨酸含量分别为(2.68±0.06)%、(2.33±0.04)%和(0.49±0.01)%;天门冬氨酸含量分别为(1.70±0.04)%、(1.39±0.00)%和(0.34±0.01)%,这2种氨基酸在鱼头鲜味风味形成过程中发挥着重要作用,可能是鳙鱼头鲜美可口的重要原因。

表4 鳙鱼头可食部位的氨基酸组成

Table 4 Amino acid composition in the edible parts of bighead carp

氨基酸分类 Amino acid classification	氨基酸组成 Amino acid composition	鳃边肉 Gill edge meat	鱼脸肉 Face meat	鱼脑 Fish brain
必需氨基酸 Essential amino acid	苏氨酸 Threonine	0.82±0.81a	0.70±0.01a	0.16±0.01b
	缬氨酸 Valine	0.69±0.01a	0.59±0.03b	0.20±0.01c
	苯丙氨酸 Phenylalanine	0.63±0.01a	0.52±0.01b	0.16±0.01c
	赖氨酸 Lysine	1.57±0.03a	1.30±0.03b	0.28±0.02c
	异亮氨酸 Isoleucine	0.67±0.01a	0.59±0.01b	0.17±0.01c
	亮氨酸 Leucine	1.32±0.01a	1.12±0.01a	0.27±0.01b
	蛋氨酸 Methionine	0.49±0.01a	0.42±0.01b	0.11±0.01c
半必需氨基酸 Semi-essential amino acids	色氨酸 Tryptophan	0.14±0.01a	0.17±0.01a	0.11±0.00b
	组氨酸 Histidine	0.50±0.01b	0.71±0.11a	0.08±0.00c
	*精氨酸 Arginine	0.98±0.04a	0.86±0.00a	0.26±0.01b
	*天门冬氨酸 Aspartic acid	1.70±0.04a	1.39±0.00b	0.34±0.01c
	*谷氨酸 Glutamic acid	2.68±0.06a	2.33±0.04b	0.49±0.01c
非必需氨基酸 Non-essential amino acid	*丙氨酸 Alanine	1.00±0.06a	0.83±0.01b	0.32±0.02c
	*甘氨酸 Glycine	0.79±0.10a	0.68±0.09a	0.38±0.01b
	丝氨酸 Serine	0.72±0.02a	0.60±0.01b	0.14±0.01c
	脯氨酸 Proline	0.75±0.05a	0.64±0.01a	0.21±0.01b
	胱氨酸 Cystine	0.30±0.01a	0.20±0.03b	—
	酪氨酸 Tyrosine	0.69±0.01a	0.57±0.02a	0.10±0.00b
鲜味氨基酸总含量 Total umami amino acid content		7.15	6.09	1.77
必需氨基酸含量 Essential amino acid content		6.32	5.40	1.43
非必需氨基酸含量 Non-essential amino acid content		10.09	8.79	2.28
氨基酸总含量 Total amino acid content		16.41	14.19	3.72
EAA/TAA		38.52	38.07	38.48
EAA/NEAA		62.63	61.43	62.72

注:EAA/TAA为必需氨基酸占总氨基酸量比例;EAA/NEAA为必需氨基酸与非必需氨基酸百分比;标有“*”的氨基酸代表是鲜味氨基酸。Note: EAA/TAA is the proportion of essential amino acids in total amino acids; EAA/NEAA is the percentage of essential amino acids and non-essential amino acids. Amino acids marked with “*” represent umami amino acids.

营养价值评定根据FAO/WHO建议的氨基酸评分标准模式和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进行比较^[4],如表5所示。鳙鱼头可食部位的必需氨基酸除了色氨酸稍低于FAO/WHO标准模式外,其余7种必需氨基酸含

量均高于FAO/WHO的标准模式,表明鳙鱼头可食部位的必需氨基酸含量较符合人体对氨基酸的需要量。根据氨基酸评分(AAS),鳙鱼头可食部位的第一限制性氨基酸为色氨酸,第二限制性氨基酸为蛋氨酸+半胱氨酸;鳙鱼头可食部位的EAAI为75.48,

表5 氨基酸评分(AAS)及必需氨基酸指数(EAAI)
Table 5 Amino acid score (AAS) and essential amino acid index (EAAI)

氨基酸 Amino acid	FAO/WHO 推荐值 FAO/WHO recommendations	蛋白质/(mg/g) Protein	AAS
苏氨酸 Threonine	34	44.32	1.30
缬氨酸 Valine	35	37.30	1.07
蛋氨酸+半胱氨酸 Methionine + cysteine	25	26.49	1.06**
异亮氨酸 Isoleucine	28	36.22	1.29
亮氨酸 Leucine	66	71.35	1.08
酪氨酸+苯丙氨酸 Tyrosine + phenylalanine	63	71.35	1.13
赖氨酸 Lysine	58	84.86	1.46
色氨酸 Tryptophan	11	7.57	0.69*
EAAI		75.48	

注:“*”为第一限制性氨基酸;“**”为第二限制性氨基酸。Note:“*” is the first limiting amino acid; “**” is the second limiting amino acid.

表明鳙鱼头可食部位蛋白质的氨基酸组成能较好地满足人体的需求。

3 讨论

本研究通过测定鳙鱼头可食用部分的基本营养成分、矿物质、脂肪酸组成及氨基酸组成,对鳙鱼头的营养价值进行了全面评价。鳙鱼鳃边肉和鱼脸肉的蛋白质含量略低于鳙鱼背部肌肉^[5],高于鲤鱼肉^[6]、猪肉^[7],而鳙鱼头平均脂肪含量(10.80%)低于草鱼鱼头、鲢鱼头^[8]、金枪鱼鱼头、三文鱼鱼头^[9],说明鳙鱼头肉是高蛋白低脂肪的优质白肉。鳙鱼鳃边肉中钾、磷、钙、锌元素含量均较高,均高于美国鳙鱼背部肌肉的元素含量^[10]。鳙鱼头可食部分中鳃边肉的钾元素含量最高,钾能维持正常的心肌和神经肌肉功能,维持正常渗透压以及降低血压。鳙鱼头可食部分磷含量仅次于钾,磷在维持体内渗透压和酸碱平衡方面起着重要作用^[11]。

脂肪酸在有机体中有非常重要的生理作用。它与脂质代谢有着密切关系,能够预防心血管疾病,促进机体正常生长;是组织细胞的重要组成部分,参与人体能量来源;参与前列腺素和动物精子的形成;能保护因X射线引起的皮肤损害^[12]。除此之外,不饱和脂肪酸对于增加肉的风味有重要作用,不饱和脂肪酸氧化降解的产物参与美拉德反应可以产生肉类特征香气。棕榈酸和硬脂酸是鱼脑最重要的2种饱和脂肪酸,是鱼类生长能量代谢的主要来源以及脂肪酸合成酶系统的产物^[13]。鳙鱼头可食部分多不饱和脂肪酸含量占总脂肪的35%以上,略高于鳙鱼肌肉^[14],而且远高于常见禽畜类肌肉和奶蛋制品的多不饱和脂肪酸含量^[15]。油酸是鱼生长代谢的主要能

量物质之一,也是鱼脑中最重要单不饱和脂肪酸^[16]。鳙鱼可食部位含量最高的多不饱和脂肪酸均是 α -亚麻酸,亚麻酸是合成二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)的前体物质^[17];其次是二十碳五烯酸,远高于金枪鱼鱼头、三文鱼鱼头,而二十二碳六烯酸含量则低于金枪鱼鱼头、三文鱼鱼头^[9]。EPA和DHA共同被称为“脑黄金”,是大脑细胞及脑神经形成、发育及运作的物质基础,促进婴幼儿中枢神经系统的发育及提高记忆力等^[16]。鳙鱼头中EPA和DHA平均总含量高于鱼体^[18],这也是鱼脑益智的原因之一。根据中国营养学会推荐,食物最佳n-6/n-3应小于4.0,若高于4.0对健康有害并可能诱发心脑血管疾病^[19]。鳙鱼头可食部位的n-6/n-3的值均低于4.0,说明其脂肪酸组成合理健康。另有研究表明,冠心病和癌症的发病率随着膳食摄入n-3/n-6脂肪酸比率的升高而降低,理想比值应高于0.2^[20],鳙鱼头可食部位的n-3/n-6均高于0.2。

蛋白质营养与氨基酸组成有着密切的关系,蛋白质营养的高低不完全取决于氨基酸含量,还要看氨基酸的比例,FAO/WHO理想模式显示,质量较好的蛋白质其氨基酸组成为EAA/TAA达到35%以上,EAA/NEAA达到60%以上^[8]。鳙鱼头可食部分的EAA/TAA在38.07%~38.52%;EAA/NEAA为61.43%~62.72%,EAA/TAA和EAA/NEAA值比青鱼鱼头、草鱼鱼头和鲢鱼头的要高^[8],说明鳙鱼头蛋白是一种较优质的蛋白质。赖氨酸是人体第一必需氨基酸,可以促进人的食欲、婴幼儿生长和发育,表现在有效提高钙的吸收以及在人体内的积累,加速骨骼生长^[4],其含量相对较高,占总氨基

酸含量的9.18%，有着较高的营养价值。色氨酸决定肉中蛋白质是否全面，是评定肉品质量的重要指标，鳙鱼头可食部分的色氨酸总含量为1.22%，低于金枪鱼鱼头和三文鱼鱼头的色氨酸含量^[9]。5种鲜味氨基酸含量越多，肉类物质越新鲜，谷氨酸和天冬氨酸在风味形成中起着重要作用。鳃边肉鲜味氨基酸总含量高于鳙肌肉^[5]。

综上所述，鳙鱼头肉是高蛋白低脂肪的优质白肉，矿物元素中钾、锰、锌、磷含量相对较高；鳙鱼头可食用部分的脂肪酸均以对人体健康的多不饱和脂肪酸为主，其中EPA和DHA含量丰富，高于一般淡水鱼肉，且脂肪酸组成合理安全；其蛋白质氨基酸构成全面，含量丰富。鳙鱼头营养丰富，氨基酸和脂肪酸组成合理，食用价值比较高，可进一步开发鳙鱼头相关产品。

参考文献 References

- [1] 农业农村部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2021. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Fisheries and Fisheries Administration. China fishery statistics yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2021 (in Chinese).
- [2] 陈宜瑜. 鳙//中国动物志硬骨鱼纲鲤形目(中卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1998. CHEN Y Y. *Aristichthys nobilis* // Cypriniformes (middle volume) of the Chinese zoology teleost [M]. Beijing: Science Press, 1998 (in Chinese).
- [3] KILINC B. Preparation of liquid anchovy (*Engraulis encrasicolus*) soup and microbiological and sensory changes during refrigerated storage [J]. Journal of muscle foods, 2010, 21 (3): 451-458.
- [4] 尤娟, 郑喆, 张岩春, 等. 驴肉蛋白质氨基酸分析与评价[J]. 肉类工业, 2008(9): 34-35. YOU J, ZHENG Z, ZHANG Y C, et al. Analysis and evaluation on amino acids of donkey meat protein [J]. Meat industry, 2008(9): 34-35 (in Chinese with English abstract).
- [5] 贾成霞, 曲疆奇, 李永刚, 等. 密云水库鲢鱼、鳙鱼营养成分分析与评价[J]. 水产科学, 2019, 38(1): 40-47. JIA C X, QU J Q, LI Y G, et al. Nutritional compositions in muscles of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* and bighead carp *Aristichthys nobilis* in Miyun Reservoir [J]. Fisheries science, 2019, 38(1): 40-47 (in Chinese with English abstract).
- [6] 王玉林, 林婉玲, 李来好, 等. 4目13种淡水鱼肌肉基本营养成分分析[J]. 食品工业科技, 2019, 40(11): 277-283. WANG Y L, LIN W L, LI L H, et al. Basic nutrient composition analysis of freshwater fish muscles based on four orders and thirteen species [J]. Science and technology of food industry, 2019, 40(11): 277-283 (in Chinese with English abstract).
- [7] 陶柏秋, 徐红颖. 兔肉与鸡肉、猪肉中脂肪和蛋白质含量的比较分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015(6): 118-120. TAO B Q, XU H Y. Comparative analysis of fat and protein content in rabbit meat, chicken and pork [J]. Heilongjiang animal science and veterinary medicine, 2015(6): 118-120 (in Chinese).
- [8] 黄春红, 曾伯平, 董建波. 青鱼、草鱼、鲢鱼和鳙鱼鱼头营养成分比较[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2008, 20(3): 46-48, 57. HUANG C H, ZENG B P, DONG J B. Comparison of nutrients in the head of black carp, grass carp, silver carp and bighead carp [J]. Journal of Hunan University of Arts and Science (science and technology), 2008, 20(3): 46-48, 57 (in Chinese with English abstract).
- [9] 苏红, 李雨欣, 钱雪丽, 等. 鳙鱼、金枪鱼和三文鱼鱼头的营养分析与品质评价[J]. 食品工业科技, 2019, 40(17): 212-217, 224. SU H, LI Y X, QIAN X L, et al. Nutrition analysis and quality evaluation of *Aristichthys nobilis*, *Thunnus obesus* and *Salmon salar* head [J]. Science and technology of food industry, 2019, 40(17): 212-217, 224 (in Chinese with English abstract).
- [10] 马旭婷, 钱攀, 戴志远. 美国鳙鱼和鲢鱼的营养成分分析与评价[J]. 中国食品学报, 2016, 16(11): 273-280. MA X T, QIAN P, DAI Z Y. Analysis and quality evaluation of nutritional components in the muscle of *Hypophthalmichthys nobilis* and *Hypophthalmichthys molitrix* [J]. Journal of Chinese institute of food science and technology, 2016, 16(11): 273-280 (in Chinese with English abstract).
- [11] 吴沛霖, 王苗苗, 罗庆华, 等. 鳙鱼肌肉矿物质元素测定与评价[J]. 山西农业科学, 2014, 42(10): 1082-1084. WU P L, WANG M M, LUO Q H, et al. The determination and estimation of minerals in muscle of *Elopichthys bambusa* [J]. Journal of Shanxi agricultural sciences, 2014, 42(10): 1082-1084 (in Chinese with English abstract).
- [12] 尤娟, 罗永康, 张岩春. 驴肉脂肪和脂肪酸组成特点及与其他畜禽肉的分析比较[J]. 食品科技, 2009, 34(2): 118-120. YOU J, LUO Y K, ZHANG Y C. Fat and fatty acids composition of donkey meat and comparison between donkey meat and other livestock and poultry meat [J]. Food science and technology, 2009, 34(2): 118-120 (in Chinese with English abstract).
- [13] REPPOND K, RUGOLO L, DE OLIVEIRA A C M. Change in biochemical composition in the ovary of snow crab, *Chionoecetes opilio*, during seasonal development [J]. Journal of crustacean biology, 2009, 29(3): 393-399.
- [14] 林婉玲, 韩迎雪, 李来好, 等. 6种鲤科鱼肌肉脂肪的脂肪酸组成比较及相关性分析[J]. 中国油脂, 2019, 44(10): 29-34. LIN W L, HAN Y X, LI L H, et al. Comparison and correlation analysis on fatty acid composition in muscle fat of six species of *Cyprinid* fishes [J]. China oils and fats, 2019, 44(10): 29-34 (in Chinese with English abstract).
- [15] 宋长虹, 唐生, 郝克非, 等. 中国居民日常食物中脂肪酸含量的分析[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 61-63. SONG C H, TANG S, HAO K F, et al. Investigation and analysis on intake fatty acids from daily food [J]. Food & machinery, 2014, 30(5): 61-63 (in Chinese with English abstract).

- Chinese with English abstract).
- [16] USYDUS Z, SZLINDER-RICHERT J, ADAMCZYK M, et al. Marine and farmed fish in the Polish market: comparison of the nutritional value[J]. Food chemistry, 2011, 126(1): 78-84.
- [17] 王彩霞, 赵岩, 陈卫, 等. 血管性认知功能障碍与血脂异常的相关性分析[J]. 中国实用医药, 2014, 9(36): 11-12. WANG C X, ZHAO Y, CHEN W, et al. Correlation analysis and pathogenesis research of dyslipidemia and vascular cognitive impairment [J]. China practical medicine, 2014, 9(36): 11-12 (in Chinese with English abstract).
- [18] 缪凌鸿, 戈贤平, 高启平, 等. 不同体型鳙鱼幼鱼营养成分与品质的比较[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(4): 334-338. MIAO L H, GE X P, GAO Q P, et al. Comparison of nutritional components and quality of juvenile bighead carp with different body types [J]. Jiangsu agricultural sciences, 2016, 44(4): 334-338 (in Chinese).
- [19] 林杰. 不饱和脂肪酸的生理功能及其应用进展[J]. 广东化工, 2013, 40(6): 92-93. LIN J. Unsaturated fatty physiologic function and its application progress [J]. Guangdong chemical industry, 2013, 40(6): 92-93 (in Chinese with English abstract).
- [20] SARGENT J R. Fish oils and human diet [J]. The British journal of nutrition, 1997, 78(Suppl 1): 5-13.

Analyzing nutrient composition in edible parts of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) head

LI Xiaoting¹, YOU Juan^{1,2}, YIN Tao^{1,2}, LIU Ru^{1,2}, DU Hongying^{1,2}, ZHAO Siming^{1,2}, XIONG Shanbai^{1,2}

1. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;
2. National R&D Branch Center for Conventional Freshwater Fish Processing (Wuhan), Wuhan 430070, China

Abstract The basic nutrient composition, minerals, amino acids and fatty acids of the gill edge meat, fish face meat and fish brain of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) head were determined, and the differences of the nutrients in the three parts of bighead carp head were analyzed to study the edible value of bighead carp head and expand the development of its product. The results of comparing the basic nutrient composition of the edible part of bighead carp head showed that the content of protein was in the decreasing order of gill edge meat > fish face meat > fish brain, and the content of fat was in the increasing order of gill edge meat < fish face meat < fish brain. Compared with the three edible parts of the bighead carp head, the content of potassium, phosphorus, calcium and zinc in the gill meat was higher. The content of various minerals in the fish brain was relatively low. Twenty-six kinds of fatty acids were detected in the meat of fish face and brain of bighead carp, and 25 kinds of fatty acids were detected in gill edge meat. The value of n-6/n-3 in edible parts of bighead carp head was 1.80, 1.83 and 1.86, in line with the ideal ratio recommended by the Chinese Nutrition Society. The first limiting amino acid is tryptophan, the second limiting amino acid is methionine + cysteine. The essential amino acid index (EAAI) of bighead carp head is 75.48, which can be used as a source of protein. It is indicated that bighead carp head is a high-quality food source with rich nutrition, reasonable composition of amino acids and fatty acids.

Keywords bighead carp (*Aristichthys nobilis*) head; edible parts; gill edge meat; fish face meat; fish brain; nutrition value

(责任编辑: 赵琳琳)