

天鹅湖长蛸营养成分的分析及评价

钱耀森¹, 郑小东¹, 王培亮², 李 琪¹

(1. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003; 2. 马山集团有限公司, 山东 威海 264319)

摘要: 对长蛸(*Octopus minor*)肌肉组织营养成分、营养价值进行了分析评定。结果表明: 长蛸肌肉样品中, 粗蛋白、粗脂肪、灰分的鲜质量分数和干质量分数分别为 14.85%和 71.80%、0.41%和 2.0%、1.94%和 9.36%, 水的质量分数为 79.30%; 测得 17 种氨基酸, 总质量比是 651.7 mg/g, 必需氨基酸质量比为 256.5 mg/g, 占氨基酸总量的 39.36%; 必需氨基酸中色氨酸得分最高为 217, 所有必需氨基酸均在 53 分以上, 半胱氨酸+蛋氨酸为第一限制性氨基酸; 共检测 10 种主要脂肪酸, 其中 EPA+DHA 的总质量分数为 31.23%(雌)、32.10%(雄); 富含钠、钾、钙、镁、铁等 11 种矿物元素, 微量矿物元素中锌质量比最高, 为 111.36 mg/g; 维生素 A、B 含量丰富。

关键词: 长蛸(*Octopus minor*); 营养成分; 营养评价

中图分类号: Q959.216⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)12-0014-05

长蛸(*Octopus minor*)属头足纲, 八腕目, 蛸科, 蛸属, 地方名有马蛸、长腿蛸、长爪章等, 在我国南北沿海均有分布^[1,2]。近几年, 随着大量出口日韩等国, 市场供不应求现象严重, 经济价值不断攀升, 长蛸已成为北方重要经济头足类。国内关于长蛸形态、生态分布、组织学与组织化学、遗传多样性等方面的研究已见报道^[2~5]。

雷晓凌等^[6]评价了南海弯斑蛸可食部分、生殖腺、肝和胰脏主要营养特性, 并对可食部分的氨基酸、脂肪酸、维生素和矿质元素进行了分析和评价; 张伟伟等^[7]对短蛸的肌肉、消化腺和生殖腺的主要营养成分、氨基酸以及脂肪酸做了分析; 真蛸的主要营养成分也见报道^[8]。尚未见有关长蛸营养成分的报道。

荣成天鹅湖作为国家天鹅自然保护区, 生物多样性丰富, 其中长蛸为主要经济种类, 品种优良且价格高, 基本全部出口, 效益显著。本文对天鹅湖产长蛸做了较全面的营养成分测定分析, 旨在为综合利用本地长蛸资源提供基础参考依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

长蛸于 2009 年 5 月中旬取自山东荣成天鹅湖和成山头周边海域, 活体运输, 每个地方雌雄各 2 个, 均达到性成熟。天鹅湖长蛸雌体质量分别是 162.4 g、193.1 g, 雄体质量分别是 199.1、207.3 g, 成山头海域长蛸雌体质量分别是 171.9、183.7 g, 雄体质量分

别是 201.4、221.1g。样品到达实验室后, 立即取其腕部和胴体部肌肉用于营养成分测定, 其中主要营养成分以干质量和鲜质量含量计, 其他成分以干质量为基础测定含量。除脂肪酸外的其他成分含量测定长蛸样品均来自荣成天鹅湖。

1.2 测定方法

水分测定: 105℃常压恒温干燥法。

粗脂肪测定: 索氏提取法。

粗蛋白测定: 热导法, P-E240C 元素分析仪。

灰分测定: 550℃干法灰分法。

氨基酸测定: 样品经 6 mol/L HCl 水解, 水解时充氮气 24 h, 采用安捷伦 1100 液相色谱自动分析仪测定 17 种氨基酸。另取样品用 5 mol/L NaOH 水解后, 采用同机测定其色氨酸含量。

金属元素测定: 全谱直读等离子体发射光谱仪(美国热电公司)。

脂溶性维生素(Va)测定: 皂化后, 由萃取液(50%甲醇, 40%正己烷三氯甲烷, 10%四氢呋喃)萃取, 液相色谱安捷伦 1100 分析。水溶性维生素(Vb)测定: 0.02 mol/L HCl 提取, 0.45 μm 膜过滤, 液相色谱安捷伦 1100 分析。

脂肪酸测定: 首先分别经过 KOH-甲醇溶液、

收稿日期: 2010-01-20; 修回日期: 2010-06-05

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项项目(200805069)

作者简介: 钱耀森(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 贝类养殖学, E-mail: qianyaosen@163.com; 郑小东, 通信作者, 电话: 0532-82032873, E-mail: xdzheng@ouc.edu.cn

HCl-甲醇溶液处理,再利用色谱级正己烷把脂肪酸从样品中萃取出,最后通过美国安捷伦 6890 气相色谱仪上机测定,峰面积归一化法计算脂肪酸的组成。

1.3 氨基酸计分分析

根据氨基酸计分(AAS)来评价长蛸的营养品质。AAS 根据 FAO/WHO^[9]提出的人体必需氨基酸均衡模式进行比较,按氨基酸计分方法进行评分
氨基酸分值(%)=

$$\frac{\text{受试蛋白质氨基酸含质量比(mg/g)}}{\text{FAO/WHO 评分模式中同种氨基酸质量比(mg/g)}} \times 100$$

2 结果和讨论

2.1 基本营养成分

长蛸基本营养成分的测定结果显示,水分含量

79.30%;干样中粗蛋白、粗脂肪、灰分含量分别是 71.80%(鲜样为 14.85%)、2.00%(鲜样为 0.41%)、9.36%(鲜样为 1.94%),总糖含量 3.50%,总能为 4.27 kJ/g。长蛸粗蛋白含量稍低于弯斑蛸(*Octopus dollfusii*)^[6]、带鱼(*Trichiurus haumela*)、小黄花鱼(*Pseudosciaena polyactis*),明显高于其他经济贝类。长蛸粗脂肪含量与真蛸(*Octopus vulgaris*)相近,明显低于其他软体动物和鱼类,尤其是带鱼和小黄花鱼。长蛸的灰分含量与杂色鲍(*Haliotis diversicolor*)、牡蛎(*Ostrea gigas*)、贻贝(*Mytilus edulis*)、扇贝(*Crassostrea farreri*)差别不大。长蛸的糖含量在蛸类中最高,低于杂色鲍、牡蛎、贻贝^[8];长蛸总能在所记录的种类中(表 1)仅低于带鱼^[8]。由此可见,长蛸是一类高蛋白、低脂肪、高能量的理想水产食品。

表 1 长蛸主要营养成分质量分数的比较

Tab. 1 Comparison of the main compositions in *Octopus minor*

样品	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	灰分(%)	水分(%)	总糖(%)	总能(kJ/g)
长蛸 <i>Octopus minor</i>	14.85 (71.80)	0.41 (2.00)	1.94 (9.36)	79.30	3.50	4.27
短蛸 <i>Octopus ocellatus</i> ^[7]	14.8 (80.8)	1.0 (5.46)	1.1 (6.01)	81.7	1.44	4.15
弯斑蛸 <i>Octopus dollfusii</i> ^[6]	15.0 (78.9)	1.0 (5.3)	1.1 (5.8)	81.0	1.44	4.27
真蛸 <i>Octopus vulgaris</i> ^[8]	10.6 (77.9)	0.4 (5.8)	1.2 (8.8)	86.4	1.40	2.18
杂色鲍 <i>Haliotis diversicolor</i> ^[8]	12.6	0.8	2.5	77.5	6.6	3.51
牡蛎 <i>Ostrea gigas</i> ^[8]	5.3	2.1	2.4	82.0	8.2	3.05
扇贝 <i>Crassostrea farreri</i> ^[8]	11.1	0.6	1.5	84.2	2.6	2.51
贻贝 <i>Mytilus edulis</i> ^[8]	11.4	1.7	2.3	79.9	4.7	3.35
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i> ^[8]	17.7	4.9	1.0	73.3	3.1	5.31
小黄花鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i> ^[8]	17.9	3.0	1.1	77.9	0.1	4.14

注:括号内数据为干质量;总糖(%)=100-(粗蛋白+粗脂肪+灰分+水分);总能(kJ/g)=粗蛋白×23.64+粗脂肪×39.54+总糖×17.15

2.2 氨基酸含量及营养评价

通过对长蛸肌肉干样氨基酸分析,共测得 17 种氨基酸,其中必需氨基酸 8 种,非必需氨基酸 9 种,半胱氨酸没有检测到。氨基酸总量是 651.7 mg/g,低于短蛸^[7]和弯斑蛸^[6],但远高于仿刺参^[10](8 月份样品的氨基酸总量是 311.5 mg/g,11 月份的总量是 218.9 mg/g)。必需氨基酸总量为 256.5 mg/g,占氨基酸总量的 39.36%。氨基酸中含量最多的是谷氨酸为

99.6 mg/g,精氨酸、天冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸和丙氨酸也具较高含量,分别为 63.9、58.8、53.5、46.9 和 46.0 mg/g,与短蛸^[7]和弯斑蛸^[6]相似。含量最低的是脯氨酸为 13.5 mg/g。谷氨酸、丙氨酸、天冬氨酸都为呈味氨基酸^[11],决定着长蛸样品的鲜美程度。精氨酸参与淋巴细胞内的代谢过程,在免疫防御和免疫调节、维持和保护肠道黏膜功能及肿瘤的特异性免疫方面发挥着重要作用。

食物蛋白营养价值的高低,主要取决于必需氨

氨基酸的种类、数量和组成比例。长蛸具备 8 种必需氨基酸(表 2)。从表 3 中可以看到各必需氨基酸的得分, 半胱氨酸+蛋氨酸得分最低为 53.1, 其他氨基酸得分都在 59 以上, 所以半胱氨酸+蛋氨酸就成为长蛸的第一限制性氨基酸, 与短蛸^[7]一致。长蛸最高的氨基酸得分要算色氨酸为 217, 显著高于短蛸^[7]和弯斑蛸^[6], 色氨酸在人体中是一种非常重要的氨基酸,

表 2 长蛸肌肉氨基酸组成及其质量比

Tab. 2 Contents of amino acids in muscle of *Octopus minor*

氨基酸	质量比(mg/g)	氨基酸	质量比(mg/g)
天冬氨酸	58.8	亮氨酸 [#]	53.5
苏氨酸 [#]	31.0	酪氨酸	25.6
丝氨酸	30.7	苯丙氨酸 [#]	23.9
谷氨酸	99.6	赖氨酸 [#]	46.9
甘氨酸	37.3	组氨酸	19.8
丙氨酸	46.0	精氨酸	63.9
胱氨酸	未测到	脯氨酸	13.5
缬氨酸 [#]	29.7	色氨酸 [#]	21.7
蛋氨酸 [#]	18.6	氨基酸总量	651.7
异亮氨酸 [#]	31.2	必需氨基酸总量	256.5

注: 蛋白质水解产物未记入氨基酸或必需氨基酸内; # 为必需氨基酸

表 3 长蛸肌肉蛋白质氨基酸组成的评价

Tab. 3 Evaluation of amino acids in muscle of *Octopus minor*

氨基酸	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	半胱氨酸+蛋氨酸	苏氨酸	色氨酸	缬氨酸	酪氨酸+苯丙氨酸
质量比(mg/g)	31.2	53.5	46.9	18.6	31.0	21.7	29.7	49.5
FAO 模式	40	70	55	35	40	10	50	60
氨基酸得分	78.0	76.4	85.3	53.1	77.5	217.0	59.4	82.5

表 4 长蛸肌肉主要脂肪酸含量比较(%)

Tab. 4 Comparison of main fatty acids in muscle of *Octopus minor* (%)

脂肪酸	天鹅湖长蛸 (♀)	天鹅湖长 蛸(♂)	成山头长 蛸(♀)	成山头长 蛸(♂)	短蛸 ^[7]	弯斑蛸 ^[6]	仿刺参 ^[10]
C _{16:0}	21.91	20.36	19.37	17.66	30.30	15.33	11.87
C _{16:1}	1.68	1.28	1.39	1.17	0.90	1.11	16.50
C _{18:0}	8.97	8.30	9.19	6.88	11.20	15.78	9.28
C _{18:1n-9}	7.69	5.49	3.54	3.60	4.95	8.22	10.13
C _{18:1n-7}	4.16	3.19	3.25	2.92			
C _{18:2n-6}	2.06	1.12	—	1.62	0.79	1.15	1.08
C _{18:3n-3}	—	—	—	—	0.2	0.39	—
C _{20:0}	7.02	6.98	8.12	7.36	—	—	1.46
C _{20:4n-6}	6.38	5.99	8.41	4.27	8.72	11.38	5.89
C _{20:5n-3} (EPA)	16.15	18.06	14.55	16.46	10.53	12.82	9.94
C _{22:6n-3} (DHA)	15.08	15.04	18.36	17.04	15.43	19.29	5.89
EPA+DHA	31.23	32.10	32.91	33.50	25.96	32.11	15.83

注: “—”表示未测出或含量很低

在抗抑郁症、改善睡眠、抗高血压、提高免疫力等方面起到重要的作用, 并且还有很多不为人知的作用有待探索, 长蛸高水平的色氨酸含量可能与它生存环境有关。从氨基酸组成分析来看, 长蛸是营养价值很高的海产品。

2.3 脂肪酸的组成

通过气相色谱法测得长蛸的主要脂肪酸组成, 如表 4 所示。

从表 4 中可以看到天鹅湖长蛸不仅含有饱和脂肪酸, 而且含有丰富的单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸, 其中十六碳饱和脂肪酸(C_{16:0})、二十碳五烯酸(C_{20:5n-3})、二十二碳六烯酸(C_{22:6n-3})三种脂肪酸含量突出, 饱和脂肪酸中十六碳含量最高, 不饱和脂肪酸中 EPA 含量最高, 未检测到十八碳三烯酸(C_{18:3n-3}), 多不饱和脂肪酸 EPA+DHA 的总含量为 31.23% (雌)、32.10%(雄), 几乎占到了脂肪酸含量的 1/3。荣成成山头产长蛸脂肪酸含量与天鹅湖长蛸差异不显著, 都不含十八碳三烯酸(C_{18:3n-3}), 成山头产长蛸雌个体未检测到十八碳二烯酸(C_{18:2n-6}), 可能于生活环境有关; 长蛸的十八碳单不饱和脂肪酸(C_{18:1n-9}, C_{18:1n-7})显著高于短蛸^[7], 与仿刺参^[10]含量相当, 其中天鹅湖产雌体最高, 达 11.85。

文献报道的 3 种蛸(表 4)EPA+DHA 总含量远高于仿刺参^[10], 其中长蛸 EPA 含量明显高于短蛸^[7]、弯斑蛸^[6]和仿刺参^[10]。EPA 和 DHA 对人体起着重要作用, 研究表明, DHA 属于长链多不饱和脂肪酸, 具有特殊的生理功能, 对胎儿、婴儿智力和视力发育至关重要, 对防治心血管系统疾病、癌症、炎症等也有积极的防治作用^[12]; EPA、DHA 同时又对人体心血管系统疾病、细胞生长、抗癌作用、增强胰岛素作用、脂类代谢、免疫调节等具有重要的作用^[13]。因此, 从不饱和脂肪酸种类和含量来讲, 长蛸具有较高的营养价值。

2.4 长蛸肌肉中矿物元素含量

长蛸肌肉中矿物元素含量测定结果(表 5)显示, 共测得 11 种元素, 含有的金属元素较为齐全, 尤其 K、Ca、Na、Mg 常量矿物元素相当丰富, 反映出海洋生物与生活环境相一致的特点。另外还有丰富的微量矿物元素如: Zn、Fe、Sr、Al 元素, 其中锌的含量丰富, 为 111.36 mg/kg。锌在人体内的含量以及每天所需摄入量都很少, 但对机体的性发育、功能、生殖细胞的生成却能起到举足轻重的作用, 是体内数十种酶的主要成分, 有促进淋巴增殖和活动能力的

作用, 另外锌对抗氧化、解毒、酶和激素的关系、免疫、抗衰老等方面起到重要的作用^[14]。可以看出, 丰富的常量元素和微量元素反映出了长蛸的较高的营养价值。

2.5 维生素的含量

由表 6 可以看出长蛸含有丰富的维生素, 包括脂溶性维生素 A 和水溶性维生素 B, 其他维生素未检测出。含有维生素 B 的种类为四种, 含量最高的是维生素 B₅ 为 6.3 mg/100g, 其次是维生素 B₆, 比在弯斑蛸^[6]中的含量高很多, 维生素 B₁ 含量最低, 仅为 0.11 mg/100g。脂溶性维生素 A 为具有 β -白芷酮环的不饱和醇, 其主要功能是促进粘多糖的合成, 维持细胞膜及上皮组织的完整性和正常的通透性以及参与构成视觉细胞内感光物质; 水溶性维生素种类较多, 其结构和生理功能各异, 其中绝大多数都是通过组成酶的辅酶而对生物体代谢发生影响, 含量最高的 Vb₅(Niacin)是维生素 B 族里重要的成员, 又称泛酸, 它在人体内可以合成, 并广泛分布在食物当中, 人类一般不会缺乏。Vb₆ 分布于鱼、乳、蛋黄中, 可防止不安、失眠、多发性神经炎等^[15]。从表中可以看出维生素 A 和 B 含量均显著高于弯斑蛸^[6]和真蛸^[8]。

表 5 长蛸肌肉中无机盐和微量元素含量(mg/kg)

Tab. 5 Contents of inorganic salt and trace elements in muscle of *Octopus minor* (mg/kg)

微量元素	K	Na	Mg	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn	Sr	Al	Cr
长蛸	12 535.8	15 517.9	2 230.2	932.8	13.16	3.76	11.86	111.36	16.05	21.23	1.01

表 6 长蛸肌肉维生素的含量(mg/100g)

Tab. 6 The Contents of the vitamins in muscle of *Octopus minor* (mg/100g)

维生素	Va	Vb ₁	Vb ₂	Vb ₅	Vb ₆
长蛸	0.290	0.11	0.15	6.27	3.38
弯斑蛸 ^[6]	0.095	0.03	0.06	2.2	0.01
真蛸 ^[8]	0.007	0.07	0.13	—	—

3 小结

从营养组成上来说, 长蛸是一种高蛋白, 低脂肪的海产品, 干样中蛋白质含量占 71.80%, 脂肪含量仅 2%; 氨基酸种类丰富, 含量高, 氨基酸总含量为 651.7 mg/g, 含有的 8 种必需氨基酸占氨基酸总量的 39.36%; 另外, 不饱和脂肪酸含量不容忽视, 其中 EPA+DHA 含量占脂肪酸含量的 30%以上; 还含有丰富的矿物元素和维生素。目前, 分布于山东荣成天鹅湖的长蛸仍处于野生群体, 就营养价值而言,

非常值得合理管理和有序地开发利用。

参考文献:

- [1] Norman M D, Hochberg F G. The current state of octopus taxonomy [J]. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, 2005, 66: 127-154.
- [2] 董正之. 中国动物志软体动物门头足纲[M]. 北京: 科学出版社, 1988. 181-182.
- [3] 崔龙波, 赵华. 长蛸消化道的组织学与组织化学研究[J]. 烟台大学学报, 2000, 13(4): 277-281.

- [4] 崔龙波, 赵华. 长蛸唾液腺和消化腺的组织学与组织化学研究[J]. 海洋科学, 2001, **25**(7): 8-41.
- [5] 高强, 郑小东, 孔令锋, 等. 长蛸 *Octopus variabilis* 自然群体生化遗传学研究[J]. 中国海洋大学学报, 2009, **39**(6): 1193-1197.
- [6] 雷晓凌, 赵树进, 杨志娟, 等. 南海弯斑蛸营养成分的分析与评价[J]. 营养学报, 2006, **28**(1): 58-61.
- [7] 张伟伟, 雷晓凌. 短蛸不同组织的营养成分分析与评价[J]. 湛江海洋大学学报, 2006, **26**(4): 91-93.
- [8] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 北京: 北京大学医学出版社. 2002. 151-155.
- [9] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements [J]. **FAO Nutrition Meeting Report Series**, 1973, 52: 40-73.
- [10] 李丹彤, 常亚青, 吴振海, 等. 獐子岛夏秋季野生仿刺参体壁营养成分的分析[J]. 水产科学, 2009, **7**(28): 365-369.
- [11] 沈仁权, 顾其敏, 李冰棠, 等. 基础生物化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社. 1980. 83-85.
- [12] 朱丽娜, 张志国, 张敏, 等. DHA 的生理功能及其在食品中的稳定性[J]. 中国乳品工业, 2009, **37**(2): 46-48.
- [13] 黄宝玺, 王大为, 王金凤. 多不饱和脂肪酸的研究进展[J]. 农产品加工业, 2009, **8**: 26-30.
- [14] 于朝云, 杨慧. 微量元素与人体生理功能的关系[J]. 山东医药, 2009, **49**(9): 113-114.
- [15] 李靖. 维生素的生理作用及抗癌作用[J]. 洛阳医学报, 1999, **17**(3): 169-176.

Analysis and evaluation of nutritive composition of *Octopus minor* in Lake Swan

QIAN Yao-sen¹, ZHENG Xiao-dong¹, WANG Pei-liang², LI Qi¹

(1. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Mashan Group Co. Ltd., Weihai 264319, China)

Received: Jan., 20, 2010

Key words: *Octopus minor*; nutritional composition; nutrition evaluation

Abstract: In this paper, the nutritive composition in the muscle of *Octopus minor* was analyzed. The contents of crude protein, crude lipid and ash were 14.85%(71.8% in dry), 0.41% (2.0% in dry), and 1.94% (9.36% in dry), respectively; and the content of water was 79.30%. There were 17 kinds of amino acids. The total content of amino acids was determined to be 651.7 mg per gram of dry matter, in which the content of essential amino acids was 256.5 mg per gram, making up 39.36% of total amino acids. Every AAS was more than 53. Cys+Met had the lowest AAS, which was 53.14 in essential amino acids. Trp had the highest AAS, which was 217. The ten kinds of main fatty acids were assayed. The contents of EPA+DHA were 31.23% (♀) and 32.10% (♂), respectively. In addition, *O. minor* was rich in 11 minerals, such as Na, K, Ca, Mg, and Fe. The highest trace mineral element was Zn, which was 111.36 mg per kg. Vitamins A and B were also rich.

(本文编辑: 康亦兼)