

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20190313001

http://www.yykxjz.cn/

王峥, 刘长琳, 翟介明, 陈四清, 毛东亮, 孙礼娟, 葛建龙, 边力. 莱氏拟乌贼肌肉营养成分分析及评价. 渔业科学进展, 2020, 41(4): 102–109

Wang Z, Liu CL, Zhai JM, Chen SQ, Mao DL, Sun LJ, Ge JL, Bian L. Analysis and evaluation of muscle nutrition of *Sepioteuthis lessoniana*. Progress in Fishery Sciences, 2020, 41(4): 102–109

## 莱氏拟乌贼肌肉营养成分分析及评价\*

王 峥<sup>1,3</sup> 刘长琳<sup>2,3①</sup> 翟介明<sup>4</sup> 陈四清<sup>2,3</sup>  
毛东亮<sup>4</sup> 孙礼娟<sup>4</sup> 葛建龙<sup>2,3</sup> 边 力<sup>2,3</sup>

(1. 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 农业农村部海洋渔业可持续发展重点实验室 青岛 266071; 3. 青岛海洋科学与技术试点国家实验室海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室 青岛 266071; 4. 莱州明波水产有限公司 莱州 261418)

**摘要** 采用常规生化分析方法对莱氏拟乌贼(*Sepioteuthis lessoniana*)肌肉的营养成分进行测定, 并对其营养品质进行了分析与评价。结果显示, 在肌肉湿样样品中水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分和总糖的含量分别为 76.10%、19.01%、1.20%、1.71%和 1.98%。肌肉中共检测出 18 种氨基酸, 占干样品的 64.65%, 氨基酸含量丰富; 必需氨基酸(EAA)含量达到 22.97%, 与氨基酸总量(TAA)和非必需氨基酸(NEAA)的比值分别为 35.53%和 69.42%, 氨基酸组成比例适宜; 4 种呈味氨基酸总量达 25.02%, 味道鲜美; 第一限制性氨基酸为胱氨酸+蛋氨酸, 必需氨基酸指数(EAAI)为 68.02, 氨基酸组成较为平衡; 饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸(PUFA)含量分别为 43.02%、6.59%和 42.39%, PUFA 含量较高, 其中, EPA+DHA 的含量达 32.64%, 对人体有较高的保健价值; 此外, 莱氏拟乌贼肌肉中含有丰富的 K、Zn、Se 等矿物元素和 B 族维生素。本研究表明, 莱氏拟乌贼肌肉的营养成分全面、营养价值高, 是一种优质水产品。

**关键词** 莱氏拟乌贼; 肌肉; 营养成分; 营养评价

**中图分类号** S965 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2020)04-0102-08

莱氏拟乌贼(*Sepioteuthis lessoniana*)别名鱿鱼、软墨、香匙、大尾鱿鱼, 属于软体动物门(Mollusca)、头足纲(Cephalopoda)、枪形目(Teuthida)、枪乌贼科(Loliginidae), 拟乌贼属(*Sepioteuthis*), 主要分布于东海、南海、日本群岛、夏威夷群岛等海域。莱氏拟乌贼体型较大, 最大体重达 5 kg, 肉厚, 可食部分高, 肉质细嫩鲜美, 具有较高的食用、营养、药用和经济价值(董正之, 1987)。由于自然资源日趋枯竭, 开展其苗种繁育和增养殖技术研究显得尤为迫切。目前, 国内尚缺乏莱氏拟乌贼的相关研究, 但国外研究相对

较多, 主要集中在胚胎发育(Vijaykumar *et al*, 2002)、运动行为(Sugimoto *et al*, 2013; Thompson *et al*, 2001)以及活体运输(Ikeda *et al*, 2004)等方面。本研究对莱氏拟乌贼肌肉的营养成分进行测定, 并对其品质进行分析和评价, 以期对养殖技术研发提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

莱氏拟乌贼样品于 2018 年 8 月中旬在福建东山

\* 烟台市重点研发计划(2017YT06830785)和现代农业产业技术体系(CARS-49)共同资助 [This work was supported by Yantai Key Research and Development Program (2017YT06830785), and Earmarked China Agriculture Research System (CARS-49)]. 王 峥, E-mail: 1214864423@qq.com

① 通讯作者: 刘长琳, 副研究员, E-mail: liuchl@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2019-03-13, 收修改稿日期: 2019-04-20

海域采用底拖网获得,雌雄成体各5只,体重为(850.0±22.4)g,胴长为(29.3±4.6)cm,解剖后,取其胴体肌肉-80℃冷冻后备用。

## 1.2 方法

**1.2.1 样品处理** 将莱氏拟乌贼肌肉混合样捣碎,一部分置于55℃恒温箱烘干至恒重,用于粗蛋白、粗脂肪和灰分的测定,另一部分冷冻干燥,密封干燥保存,用于氨基酸、脂肪酸、矿物元素和维生素等营养成分的测定,每组测定设3个平行组。

**1.2.2 营养成分测定** 水分测定采用105℃烘干恒重法(GB/T 5009.3-2016);粗蛋白的测定采用凯氏定氮法(GB/T5009.5-2016);粗脂肪测定采用索氏脂肪抽提法(GB/T5009.6-2016),使用丹麦福斯公司ST310脂肪测定仪测定;灰分测定采用箱式电阻炉550℃灼烧法(GB/T 5009.4-2016)。

**氨基酸测定**(GB 5009.124-2016):将样品经6 mol/L HCl水解,充氮气后封管,置于110℃烘箱水解24 h,减压蒸干后定容,使用异硫氰酸苯酯柱前衍生法,利用Agilent 1100液相色谱仪测定。用5 mol/L NaOH将另一样品水解,测定色氨酸含量。

**脂肪酸测定**(GB 5009.168-2016):提取粗脂肪后,加入内标,以乙醚萃取脂质,然后于甲醇-BF<sub>3</sub>中转化为脂肪酸甲酯,采用安捷伦6890N/5873气质联用仪测定。

**矿物元素** K(GB 5009.91-2017)、Na(GB 5009.91-2017)、Cu(GB 5009.13-2017)、Zn(GB 5009.14-2017)、Se(GB 5009.93-2017)、P(GB 5009.87-2016)、Fe(GB 5009.90-2016)和Ca(GB 5009.92-2016)的测定:采用Thermo Fisher Scientific ICP 等离子发射光谱仪测定,其中,Se采用自动四通道氢化物源自荧光光度计测定。

**脂溶性维生素 V<sub>A</sub> 的测定**(GB 5009.82-2016):将样品皂化,由乙醚萃取,经洗涤浓缩后,用Agilent 1100液相色谱仪测定。水溶性维生素 V<sub>B1</sub>、V<sub>B2</sub>、V<sub>B3</sub>和V<sub>B6</sub>的测定,分别参照GB/T 5413.11-2010、GB/T 5413.12-2010、GB 5009.89-2016和GB 5314.13-2010,样品经过0.02 mol/L HCl提取,0.45 μm膜过滤,使用Agilent 1100液相色谱仪分析。

总糖含量计算公式:总糖=100-(粗蛋白+粗脂肪+灰分+水分)(刘长琳等,2015)

## 1.3 营养评价

根据联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)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,分别按以下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)(王颖等,2013)和必需氨基酸指数(EAAI)(董辉等,2011):

$$AAS = \frac{aa}{AA(FAO/WHO)} \times 100$$

$$CS = \frac{aa}{AA(Egg)} \times 100$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \dots \times \frac{100H}{HE}}$$

式中,aa为实验样品氨基酸含量(mg/g),AA(FAO/WHO)为FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量(mg/g),AA(Egg)为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g),n为比较的必需氨基酸个数,A、B、C、…、H为样品肌肉蛋白质的必需氨基酸含量(% dry),AE、BE、CE、…、HE为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(% dry)。

## 1.4 数据处理与分析

实验结果使用Excel 2016软件进行数据整理及生物学统计,描述性统计值使用平均值±标准差(Mean±SD)表示。

## 2 结果与讨论

### 2.1 一般营养成分含量

由表1可知,莱氏拟乌贼肌肉样品中含水量为76.10%,与我国目前开发的头足类相比,莱氏拟乌贼肌肉含水量处于中间水平,略高于金乌贼(*Sepia esculenta*)和拟目乌贼(*Sepia lycidas*),低于曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*)和虎斑乌贼(*Sepia pharaonis*)。张秋会等(2011)研究认为,肉制品的含水量可以影响肉制品的口感,含水量越高,肉质的多汁性越明显,因此,莱氏拟乌贼肌肉具有多汁性,呈现较好的食用口感。此外,莱氏拟乌贼具有高蛋白、低脂肪的特点,其中,肌肉湿样中粗蛋白含量为19.01%,略低于金乌贼,但高于虎斑乌贼、拟目乌贼和曼氏无针乌贼;粗脂肪含量为1.20%,与曼氏无针乌贼含量接近,高于金乌贼、虎斑乌贼和拟目乌贼;总糖含量为1.98%,低于其他头足类;灰分含量为1.71%,与拟目乌贼接近。

不同品种的营养成分存在一定的差异,甚至同一品种的野生和养殖个体间也存在差异(常抗美等,2008)。其原因可能有3个:1)与品种差异有关,如同在湛江海域取样的曼氏无针乌贼(曹子豪等,2015)和虎斑乌贼(黄建盛等,2014),其肌肉中水分(78.40%和

74.47%)、粗蛋白(11.63%和19.89%)和粗脂肪(4.02%和0.81%)含量具有较大差别; 2)与温度、盐度和纬度等生存环境有关, 如水温影响生物新陈代谢快慢, 进而影响体内脂肪等营养物质的积累; 3)与摄食差异有关, 如野生品种的饵料组成复杂, 时常会受到饥饿的影响, 而在饥饿状态下其脂肪、蛋白质、糖类物质将会下降(邱岭泉等, 2004)。同其他头足类一致, 莱氏拟乌贼也具有洄游特性, 其在不同季节、不同海域、不同日龄等个体间营养成分具有存在差异及差异原因, 有待进行进一步研究。

## 2.2 氨基酸含量及营养评价

**2.2.1 氨基酸的组成** 由表2可知, 莱氏拟乌贼肌肉干样中共检测出18种氨基酸, 包括8种人体必需氨基酸(EAA)、2种半必需氨基酸(HEAA)和8种非必需氨基酸(NEAA), 其中, 含量最高的为Glu (11.50%), 其

次为Arg (7.08%)和Asp (6.10%), 必需氨基酸含量达到22.97%, 支链氨基酸和芳香族氨基酸分别为10.94%和5.25%。莱氏拟乌贼肌肉中氨基酸总量(TAA)在干样品中达到64.65%, 含量和金乌贼(64.75%) (刘长琳等, 2016)相近, 但高于拟目乌贼(56.03%) (蒋霞敏等, 2012), 低于虎斑乌贼(77.87%) (黄建盛等, 2014)和南海鸢乌贼(*Ryukyu squid*) (77.48%) (于刚等, 2014), 其氨基酸总量处于中间水平。莱氏拟乌贼肌肉中必需氨基酸(EAA)含量为22.97%, 占TAA的35.53%, EAA与NEAA的比值为69.42%。食物中蛋白质的品质主要与必需氨基酸的数量、种类和比例关系相关(戴宏杰等, 2016), 根据世界上广为使用的FAO/WHO评分标准模式, 理想蛋白质中EAA占TAA的40%左右, EAA与NEAA的比值大于60%, 因此, 莱氏拟乌贼肌肉是一种理想蛋白质的来源。

表 1 莱氏拟乌贼与其他头足类胴体肌肉一般营养成分含量比较 (湿重, %)

Tab.1 Comparison of general nutrients in carcass muscles of *S. lessoniana* and other cephalopods (Wet weight, %)

品种 Species	水分 Moisture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	灰分 Ash	总糖 Total carbohydrate	参考文献 References
莱氏拟乌贼 <i>S. lessoniana</i>	76.10±1.52	19.01±0.24	1.20±0.05	1.71±0.25	1.98±0.17	本研究 This study
曼氏无针乌贼 <i>S. maindroni</i>	77.74	13.56	1.16	2.90	4.64	常抗美等(2008)
金乌贼 <i>S. esculenta</i>	71.10	22.02	0.75	2.17	3.97	刘长琳等(2016)
虎斑乌贼 <i>S. pharaonis</i>	79.02	14.52	0.84	1.41	4.21	黄建盛等(2014)
拟目乌贼 <i>S. lycidas</i>	73.99	14.80	0.17	1.78	9.26	蒋霞敏等(2012)

表 2 莱氏拟乌贼肌肉中氨基酸组成及含量 (干重, %)

Tab.2 Composition and contents of amino acids in muscles of *S. lessoniana* (Dry weight, %)

氨基酸 Amino acids	干样中含量 Contents of dry sample	粗蛋白中含量 Contents of crude protein	氨基酸 Amino acids	干样中含量 Contents of dry sample	粗蛋白中含量 Contents of crude protein
苏氨酸 Thr <sup>△</sup>	2.70±0.29	3.39±0.17	丙氨酸 Ala	3.79±0.19	4.76±0.26
蛋氨酸 Met <sup>△</sup>	0.29±0.07	0.36±0.13	胱氨酸 Cys	0.67±0.06	0.84±0.08
缬氨酸 Val <sup>△*</sup>	2.73±0.13	3.43±0.17	酪氨酸 Tyr <sup>#</sup>	1.80±0.06	2.62±0.15
异亮氨酸 Ile <sup>△*</sup>	2.83±0.21	3.56±0.26	脯氨酸 Pro	2.79±0.15	3.51±0.18
亮氨酸 Leu <sup>△*</sup>	5.38±0.18	6.76±0.22	必需氨基酸总量 EAA	22.97±0.32	
苯丙氨酸 Phe <sup>△#</sup>	2.42±0.12	3.04±0.18	半必需氨基酸总量 HEAA	8.59±0.28	
赖氨酸 Lys <sup>△</sup>	5.59±0.20	7.03±0.26	非必需氨基酸总量 NEAA	33.09±0.42	
色氨酸 Trp <sup>△#</sup>	1.03±0.09	1.29±0.10	氨基酸总量 TAA	64.65±0.83	
精氨酸 Arg <sup>▲</sup>	7.08±0.31	8.90±0.38	支链氨基酸总量 BCAA	10.94±0.15	
组氨酸 His <sup>▲</sup>	1.51±0.10	1.90±0.06	芳香族氨基酸总量 AAA	5.25±0.27	
丝氨酸 Ser	2.81±0.17	3.53±0.20	BCAA/AAA	2.08	
天门冬氨酸 Asp	6.10±0.27	7.67±0.31	EAA/TAA	35.53	
谷氨酸 Glu	11.50±0.25	14.46±0.31	EAA/NEAA	69.42	
甘氨酸 Gly	3.63±0.07	4.56±0.20			

注: \*支链氨基酸; #芳香族氨基酸; △必需氨基酸; ▲半必需氨基酸

Note: \*means branched amino acids (BCAA); #means aromatic amino acids (AAA); △ means essential amino acids; ▲ means semi-essential amino acids

**2.2.2 呈味氨基酸** 莱氏拟乌贼肌肉中呈味氨基酸共检测出4种,总含量达25.02%,Glu、Asp、Ala和Gly含量分别为11.50%、6.10%、3.79%和3.63%,其中,Glu是呈鲜味最强的氨基酸,其含量高于曼氏无针乌贼(9.21%) (常抗美等,2008)和长蛸(*Octopus variabilis*) (9.96%) (郝振林等,2011),接近于虎斑乌贼(12.07%) (戴宏杰等,2016)。呈味氨基酸的组成及含量决定食物蛋白质的鲜美程度(赵亭亭等,2018)。因此,莱氏拟乌贼肌肉鲜味较强,烹饪后味道鲜美。

**2.2.3 必需氨基酸评价** 由表3可知,从氨基酸得分(AAS)来看,Lys和Trp得分超过100,其次是Leu,为96.61分,此外,Ile、Thr和Tyr+Phe得分均在80~90之间。Lys在人体内能够发挥重要作用,是合成大脑神经再生性细胞所必需的第一氨基酸,也能够促进人

体生长发育和增强免疫力(张更荣等,2004),由于谷物中Lys是限制性氨基酸(叶霞等,2004)。因此,莱氏拟乌贼肌肉可以弥补以谷物类为主食人群中Lys摄入量的不足。从化学评分(CS)来看,莱氏拟乌贼肌肉中Leu和Lys得分超过100,说明莱氏拟乌贼肌肉中Leu和Lys含量丰富。Leu对营养代谢有调控作用,在运动训练中,Leu可作为肌糖原补充物并且有助于能量供应(冯炜权,2000)。因此,莱氏拟乌贼可用于运动营养保健品。此外,由AAS和CS可知,莱氏拟乌贼肌肉中Met+Cys同时是第一限制性氨基酸,Val和Tyr+Phe分别为第二限制性氨基酸,在食用莱氏拟乌贼时,可以搭配Met、Cys含量较高的食物,例如蘑菇、黑米等(李开本等,1999;杨宪时等,2013),以保证膳食营养平衡。

表3 莱氏拟乌贼肌肉必需氨基酸评分  
Tab.3 Essential amino acid scores of *S. lessoniana* muscles (mg/kg)

项目 Item	必需氨基酸 EAA								
	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	色氨酸 Trp	赖氨酸 Lys	胱氨酸+蛋氨酸 Met+Cys	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	酪氨酸+苯丙氨酸 Tyr+Phe	
莱氏拟乌贼 <i>S. lessoniana</i>	35.58	67.63	12.95	70.27	12.07	33.94	34.32	53.05	
FAO模式 FAO mode	40.00	70.00	10.00	55.00	35.00	40.00	50.00	60.00	
氨基酸得分 AAS	88.95	96.61	129.50	127.76	34.49	84.85	68.64	88.42	
鸡蛋蛋白质 Egg protein	49.00	66.00	17.00	66.00	47.00	45.00	54.00	86.00	
化学分 CS	72.61	102.47	76.18	106.47	25.68	75.42	63.56	61.69	
必需氨基酸指数 EAAI									68.02

必需氨基酸指数(EAAI)常用于评价必需氨基酸品质。莱氏拟乌贼肌肉的EAAI为68.02,高于秘鲁鱿鱼(*Dosidicus gigas*) (52.87)、日本海鱿鱼(*Onychoteuthis brorealijaponcious okada*) (41.26) (杨宪时等,2013)、野生曼氏无针乌贼(58.82) (常抗美等,2008)和野生虎斑乌贼(58.19) (黄建盛等,2014),但低于金乌贼(85.43) (刘长琳等,2016)和鸢乌贼(77.65) (于刚等,2014),说明莱氏拟乌贼肌肉中必需氨基酸品质好于大多数头足类,处于偏上水平。

### 2.3 脂肪酸组成与含量

由表4知,莱氏拟乌贼肌肉中检测出26种脂肪酸,其中,饱和脂肪酸(SFA)8种,单不饱和脂肪酸(MUFA)6种,多不饱和脂肪酸(PUFA)12种,三者总量分别占脂肪酸总量的43.02%、6.59%和42.39%,其比例为SFA:MUFA:PUFA=6.53:1:6.43,专家推荐的膳食脂肪酸的比例是SFA:MUFA:PUFA=1:1:1 (苏宜香等,2003),由此可知,莱氏拟乌贼肌肉中MUFA含量偏低,但对人体健康有益的

PUFA含量丰富。在SFA中含量最高的是软脂酸(C16:0)和硬脂酸(C18:0),分别占脂肪酸总量的28.47%和10.56%,这与海水鱼类相同(Murillo *et al*, 2014)。在MUFA中,含量最高的是C18:1 $\omega$ 9,其次是C20:1 $\omega$ 9,与野生虎斑乌贼一致(高晓兰等,2014)。PUFA中含量较高的是DHA和EPA,分别占脂肪酸总量的25.08%和7.56%,二者总量较高,为32.64%,占多不饱和脂肪酸的77.0%。爱斯基摩人在日常饮食中经常摄食海产品,这些人患心脑血管疾病的比例很低(Lavie *et al*, 2009),其原因可能与DHA和EPA能够有效预防糖尿病和心脏疾病有关。

$\omega$ -3和 $\omega$ -6系列脂肪酸是重要的营养物质,具有抗氧化、抑制动脉粥样硬化、降低血液中胆固醇含量等生理功能(王莉梅,2015)。莱氏拟乌贼肌肉中 $\omega$ -3和 $\omega$ -6系列脂肪酸总量分别为34.30%和7.81%,二者的比值为4.39。据报道, $\omega$ -3与 $\omega$ -6比值越高,保健效果越好,其中,淡水鱼类 $\omega$ -3/ $\omega$ -6脂肪酸的范围在0.5~3.8,海水鱼类在4.7~14.4之间(Henderson *et al*, 1987),因此,莱氏拟乌贼 $\omega$ -3与 $\omega$ -6脂肪酸的保健效果介于

淡水鱼类和海水鱼类之间,具有一定的保健作用。

表4 莱氏拟乌贼肌肉中脂肪酸组成及含量(干重,%)

Tab.4 Composition and contents of fatty acids of *S. lessoniana* muscles (Dry weight, %)

脂肪酸 Fatty acid	含量 Content	脂肪酸 Fatty acid	含量 Content
C12:0	0.02±0.01	C20:1ω9	1.42±0.12
C14:0	1.72±0.05	C20:2	0.22±0.03
C14:1	0.02±0.00	C20:3ω6	0.04±0.01
C15:0	0.55±0.02	C20:4ω6	7.68±0.56
C16:0	28.47±2.19	C20:4ω3	0.08±0.02
C16:1	0.90±0.11	C20:5ω3EPA	7.56±0.58
C17:0	1.17±0.20	C22:0	0.23±0.07
C18:0	10.56±0.54	C22:1ω9	0.38±0.14
C18:1ω7	1.33±0.11	C22:5ω3DPA	1.51±0.23
C18:1ω9	2.54±0.16	C22:6ω3DHA	25.08±2.03
C18:2ω6	0.08±0.02	SFA	43.02±3.17
C18:2ω4	0.06±0.02	MUFA	6.59±0.71
C18:3ω6	0.01±0.00	PUFA	42.39±2.26
C18:4ω3	0.02±0.01	EPA+DHA	32.64±2.42
C18:3ω3	0.05±0.02	∑ω-3	34.30±2.20
C20:0	0.30±0.06	∑ω-6	7.81±1.05

## 2.4 常量及微量元素的含量

由表5可知,莱氏拟乌贼肌肉中常量元素中含量最高的是K(19060 mg/kg),其次是Na(13920 mg/kg)和P(12360 mg/kg);在微量元素中,含量最高的是Zn(54.44 mg/kg),其次是Fe(2.794 mg/kg)和Cu(2.173 mg/kg)。与其他头足类比较可知,莱氏拟乌贼肌肉中K含量高于金乌贼(18480 mg/kg)(刘长琳等,2016)、长蛸(12535.8 mg/kg)(郝振林等,2011)、鸢乌贼(5742.17 mg/kg)(于刚等,2014)和拟目乌贼(2353.79 mg/kg)(蒋霞敏等,2012);微量元素中,Zn含量接近拟目乌贼(53.14 mg/kg)(蒋霞敏等,2012);

表6 莱氏拟乌贼肌肉中维生素含量(干重,mg/kg)

Tab.6 Contents of vitamins of *S. lessoniana* muscles (Dry weight, mg/kg)

项目 Item	V <sub>A</sub>	V <sub>B1</sub>	V <sub>B2</sub>	V <sub>B3</sub>	V <sub>B6</sub>
含量 Content	0.14±0.01	1.39±0.06	5.21±0.17	88.57±1.73	121.68±2.08

## 3 结论

莱氏拟乌贼肌肉具有高蛋白、低脂肪、出肉率高和多汁的特点,肌肉蛋白质中必需氨基酸指数为68.02,且氨基酸含量及比例符合FAO/WHO推荐的

Se含量高于金乌贼(0.126 mg/kg)(刘长琳等,2016)。矿物质在人体内起着非常重要的作用,其中,K和Na是人体内重要的常量元素,能够调节细胞渗透压,K能够参与细胞新陈代谢和部分酶的正常活动(王思宇等,2018);Zn在脑中的含量高于其他部位(Dencker *et al*, 1979),因此,对机体发育有重要意义,缺Zn会导致脑发育不良或智力不健全(Halas *et al*, 1983)。此外,Zn对儿童健康也有重要影响,免疫力下降、生长发育缓慢等症状与Zn摄入量不足有关(陈文强,2006)。Se为日常膳食中摄入必需微量元素之一,在非富Se地区生活的中老年人,适量补充Se,能够预防高血压、冠心病等心脑血管疾病。此外,Se可以抑制癌细胞恶性增殖,达到抑癌作用(齐玉薇等,2005)。因此,从营养学角度分析,莱氏拟乌贼是人体摄入矿物元素的优质食物。

表5 莱氏拟乌贼肌肉中常量及微量元素含量(干重,mg/kg)

Tab.5 Contents of major and trace elements in *S. lessoniana* muscles (Dry weight, mg/kg)

元素 Elements	含量 Content	元素 Elements	含量 Content
K	19060±76.83	Zn	54.44±7.37
P	12360±68.92	Fe	2.794±0.10
Na	13910±80.03	Cu	2.173±0.12
Mg	2587±30.28	Se	0.398±0.08

## 2.5 维生素

由表6可知,莱氏拟乌贼肌肉中V<sub>B6</sub>和V<sub>B3</sub>含量较高,分别为121.68 mg/kg和88.57 mg/kg。V<sub>B6</sub>在人体氨基酸代谢、糖原分解为葡萄糖、调控血红蛋白的合成及脂类代谢中发挥着不可代替的作用(肖玉梅等,2010);V<sub>B3</sub>又称为烟酸,在医疗上用于防治由烟酸缺乏引起的糙皮病(Yamaguchi *et al*, 2013)。因此,莱氏拟乌贼肌肉有益人体健康,可作为V<sub>B6</sub>和V<sub>B3</sub>的优质补充来源。

标准模式;呈味氨基酸含量丰富,使肌肉呈现较强的海鲜风味;脂肪酸中MUFA含量丰富,EPA和DHA的总量达到32.64%,有益于人体健康。此外,莱氏拟乌贼还含有丰富的K、Zn、Se等矿物质和V<sub>B6</sub>、V<sub>B3</sub>等维生素,这些都对人体正常生命活动起重要作

用。本研究表明, 莱氏拟乌贼是一种营养丰富、肉质鲜美、具有较高保健作用的水产品。

## 参 考 文 献

- Cao ZH, Chi CF, Liu HH, *et al.* Comparison of nutritional compositions in *Sepiella japonica* muscle from different wild populations. *Food Science*, 2015, 36(4): 101–105 [曹子豪, 迟长风, 刘慧慧, 等. 不同地理群体曼氏无针乌贼肌肉营养成分分析比较与评价. *食品科学*, 2015, 36(4): 101–105]
- Chang KM, Wu CW, Lü ZM, *et al.* Comparison in biochemistry of tissues of wild and cultured *Sepiella maindroni*. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2008, 39(2): 145–151 [常抗美, 吴常文, 吕振明, 等. 曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*)野生及养殖群体的生化特征及其形成机制的研究. *海洋与湖沼*, 2008, 39(2): 145–151]
- Chen WQ. The trace element zinc and human body's health. *Studies of Trace Elements and Health*, 2006, 23(4): 62–65 [陈文强. 微量元素锌与人体健康. *微量元素与健康研究*, 2006, 23(4): 62–65]
- Dai HJ, Sun YL, Feng ZX, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional components of the nidamental gland in female *Sepia pharaonis*. *Food Science*, 2016, 37(14): 97–103 [戴宏杰, 孙玉林, 冯梓欣, 等. 雌性虎斑乌贼缠卵腺营养成分分析与评价. *食品科学*, 2016, 37(14): 97–103]
- Dencker L, Tjälve H. An autoradiographic study on the fate of <sup>65</sup>Zn in zinc-rich tissues in some rodents. *Medical Biology*, 1979, 57(6): 391–397
- Dong H, Wang J, Liu YQ, *et al.* Analysis and evaluation of nutritive composition in edible part of *Ruditapes variegata*. *Journal of Fisheries of China*, 2011, 35(2): 276–282 [董辉, 王颀, 刘亚琼, 等. 杂色蛤软体部营养成分分析及评价. *水产学报*, 2011, 35(2): 276–282]
- Dong ZZ. *Fauna sinica—Phylum Mollusca—Class Cephalopoda*. Beijing: Science Press, 1987, 104–106 [董正之. *中国动物志 软体动物门 头足纲*. 北京: 科学出版社, 1987, 104–106]
- Feng WQ. Characteristics of metabolism of some amino acids and sports nutrition—Development of exercise biochemistry (2). *Journal of Beijing University of Physical Education*, 2000, 23(3): 353–356 [冯炜权. 某些氨基酸的代谢特点和运动营养—运动生物化学动态之二. *北京体育大学学报*, 2000, 23(3): 353–356]
- Gao XL, Jiang XM, Le KX, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional components in different tissues of wild *Sepia pharaonis*. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2014, 26(12): 3858–3867 [高晓兰, 蒋霞敏, 乐可鑫, 等. 野生虎斑乌贼不同组织营养成分分析及评价. *动物营养学报*, 2014, 26(12): 3858–3867]
- Halas ES, Eberhardt MJ, Diers MA, *et al.* Learning and memory impairment in adult rats due to severe zinc deficiency during lactation. *Physiology and Behavior*, 1983, 30(3): 371–381
- Hao ZL, Song J, Chang YQ. Analysis and evaluation of main nutritive composition in the muscle of *Octopus variabilis*. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2011, 33(4): 416–418 [郝振林, 宋坚, 常亚青. 长蛸肌肉主要营养成分分析及评价. *营养学报*, 2011, 33(4): 416–418]
- Henderson RJ, Tocher DR. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress in Lipid Research*, 1987, 26(4): 281–347
- Huang JS, Chen G, Zhang JD, *et al.* Analysis and evaluation of main nutritional composition of muscle of wild *Sepia pharaonis*. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2014, 36(5): 502–504 [黄建盛, 陈刚, 张健东, 等. 野生虎斑乌贼(*Sepia pharaonis*)肌肉主要营养成分分析及评价. *营养学报*, 2014, 36(5): 502–504]
- Ikedo Y, Ueta Y, Sakurazawa I. Transport of the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* Férussac, 1831 in lesson 1830–1831 (Cephalopoda: Loliginidae) for up to 24 h and subsequent transfer to an aquarium. *Fisheries Science*, 2004, 70(1): 21–27
- Jiang XM, Peng RB, Luo J, *et al.* Analysis and evaluation of nutrient composition in different tissues of wild *Sepia lycidas*. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(12): 2393–2401 [蒋霞敏, 彭瑞冰, 罗江, 等. 野生拟目乌贼不同组织营养成分分析及评价. *动物营养学报*, 2012, 24(12): 2393–2401]
- Lavie CJ, Milani RV, Mehra MR, *et al.* Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. *Journal of the American College of Cardiology*, 2009, 54(7): 585–594
- Li KB, Chen TQ, Xu J, *et al.* A primary study on the Cd-enrichment characteristics of *Agaricus blazei* Murrill. *Acta Edulis Fungi*, 1999, 6(1): 55–57 [李开本, 陈体强, 徐洁, 等. 巴西蘑菇富镉特性研究初报. *食用菌学报*, 1999, 6(1): 55–57]
- Liu CL, Chen SQ, Wang YT, *et al.* The analysis and evaluation of the nutritive composition of the muscles of sablefish (*Anoplopoma fimbria*). *Progress in Fishery Sciences*, 2015, 36(2): 133–139 [刘长琳, 陈四清, 王有廷, 等. 裸盖鱼(*Anoplopoma fimbria*)肌肉的营养成分分析及评价. *渔业科学进展*, 2015, 36(2): 133–139]
- Liu CL, Ruan FT, Qin B, *et al.* Analysis and evaluation of nutritive composition of the muscle of wild adult *Sepia esculenta*. *Marine Sciences*, 2016, 40(8): 42–48 [刘长琳, 阮飞腾, 秦搏, 等. 野生金乌贼成体肌肉的营养成分分析及评价. *海洋科学*, 2016, 40(8): 42–48]
- Murillo E, Rao KS, Durant AA. The lipid content and fatty acid composition of four eastern central Pacific native fish species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2014, 33(1): 1–5
- Qi YW, Shi CY. Se ecological environment and human body

- health. *Studies of Trace Elements and Health*, 2005, 22(2): 63–66 [齐玉薇, 史长义. 硒的生态环境与人体健康. 微量元素与健康研究, 2005, 22(2): 63–66]
- Qiu LQ, Zhao JW, Cui XS, *et al.* Investigation of compensation growth of aquaculture animals. *Chinese Journal of Fisheries*, 2004, 17(2): 93–99 [邱岭泉, 赵吉伟, 崔喜顺, 等. 水产养殖动物补偿生长的研究概况. 水产学杂志, 2004, 17(2): 93–99]
- Su YX, Guo Y. A review of dietary fatty acid composition and recommended optimal ratio. *China Oils and Fats*, 2003, 28(1): 31–34 [苏宜香, 郭艳. 膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的概况. 中国油脂, 2003, 28(1): 31–34]
- Sugimoto C, Yanagisawa R, Nakajima R, *et al.* Observations of schooling behaviour in the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* in coastal waters of Okinawa Island. *Marine Biodiversity Records*, 2013, 6: 1–11
- Thompson JT, Kier WM. Ontogenetic changes in mantle kinematics during escape-jet locomotion in the oval squid, *Sepioteuthis lessoniana* lesson, 1830. *Biological Bulletin*, 2001, 201(2): 154–166
- Vijaykumar DS, Patterson J. Intercapsular embryonic development of the big fin squid *Sepioteuthis lessoniana* (Loliginidae). *Indian Journal of Marine sciences*, 2002, 31(2): 150–152
- Wang LM. Nutritional evaluation of different ratios of n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids *in vitro*. Master's Thesis of Jiangnan University, 2015 [王莉梅. 不同比例 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸体外营养评价. 江南大学硕士研究生学位论文, 2015, 1–53]
- Wang SY, Zheng YH, Tang HY, *et al.* Analysis and evaluation for the nutrition components of *Schizothorax griseus* muscles. *Freshwater Fisheries*, 2018, 48(2): 80–86 [王思宇, 郑永华, 唐洪玉, 等. 灰裂腹鱼肌肉营养分析与评价. 淡水渔业, 2018, 48(2): 80–86]
- Wang Y, Wu ZH, Li HY, *et al.* Analysis and evaluation of nutrition composition in soft tissue of *Anadara uropygimelana*. *Progress in Fishery Sciences*, 2013, 34(1): 133–139 [王颖, 吴志宏, 李红艳, 等. 青岛魁蚶软体部营养成分分析及评价. 渔业科学进展, 2013, 34(1): 133–139]
- Xiao YM, Li N, Fu B. Vitamin B<sub>6</sub>—Human body "architect". *University Chemistry*, 2010, 25(s1): 57–61 [肖玉梅, 李楠, 傅滨. 维生素 B<sub>6</sub>—人体“建筑师”. 大学化学, 2010, 25(s1): 57–61]
- Yamaguchi S, Taira K, Takahashi K, *et al.* Langerhans cells are selectively depleted in pellagra skin: The niacin deficiency as immuno-pathogenesis of one more trophic skin disorders. *Journal of Dermatological Science*, 2013, 69(2): e1–e46
- Yang XS, Wang LL, Li XY, *et al.* Analysis and evaluation of nutritional compositions of *Dosidicus gigas* and *Onychoteuthis borelijaponicus* Okada. *Modern Food Science and Technology*, 2013, 29(9): 2247–2251, 2293 [杨宪时, 王丽丽, 李学英, 等. 秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼营养成分分析与评价. 现代食品科技, 2013, 29(9): 2247–2251, 2293]
- Ye X, Li XG, Zhang Y. The kinetic studies on the content of limiting amino acids during rice aging. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2004, 26(1): 68–70 [叶霞, 李学刚, 张毅. 稻谷陈化过程中限制性氨基酸变化的动力学研究. 营养学报, 2004, 26(1): 68–70]
- Yu G, Zhang HJ, Yang SL, *et al.* Nutritional component analysis and quality evaluation of *Ryukyu squid* in South China Sea. *Science and Technology of Food Industry*, 2014, 35(18): 358–361, 372 [于刚, 张洪杰, 杨少玲, 等. 南海鳶乌贼营养成分分析与评价. 食品工业科技, 2014, 35(18): 358–361, 372]
- Zhang GR, Zhao WH. The effect of lysine fortified wheat flour on nutritional and immunological status of rural. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2004, 16(5): 424–428 [张更荣, 赵文华. 强化赖氨酸面粉对人群营养及免疫功能影响的研究. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(5): 424–428]
- Zhang QH, Zhao GM, Li MY, *et al.* Quality characteristics of meat products and their evaluation: A review. *Meat Research*, 2011, 25(5): 58–61 [张秋会, 赵改名, 李苗云, 等. 肉制品的食用品质及其评价. 肉类研究, 2011, 25(5): 58–61]
- Zhao TT, Zhang Y, Chen C, *et al.* Analysis of nutrient components and evaluation of nutritive quality in flesh of three species of cultured groupers. *Progress in Fishery Sciences*, 2018, 39(6): 89–96 [赵亭亭, 张岩, 陈超, 等. 3 种养殖石斑鱼的肌肉营养成分分析与品质评价. 渔业科学进展, 2018, 39(6): 89–96]

(编辑 陈 辉)

## Analysis and Evaluation of Muscle Nutrition of *Sepioteuthis lessoniana*

WANG Zheng<sup>1,3</sup>, LIU Changlin<sup>2,3①</sup>, ZHAI Jieming<sup>4</sup>, CHEN Siqing<sup>2,3</sup>,  
MAO Dongliang<sup>4</sup>, SUN Lijuan<sup>4</sup>, GE Jianlong<sup>2,3</sup>, BIAN Li<sup>2,3</sup>

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Qingdao 266071; 3. Laboratory for Marine Fisheries Science and Food Production Processes, Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao), Qingdao 266071; 4. Laizhou Mingbo Aquatic Products Co., Ltd, Laizhou 261418)

**Abstract** *Sepioteuthis lessoniana* is a common species of cephalopods. In order to understand the nutritive composition of its muscle, we measured and analyzed the general nutrients; amino acids, fatty acids, mineral elements, and vitamins in muscles by biochemical methods. The results showed that the contents of water, crude protein, crude fat, ash, and total sugar in the wet muscles were 76.10%, 19.01%, 1.20%, 1.71%, and 1.98%, respectively. A total of 18 amino acids were detected in muscle, the total amino acids (TAA) accounted for 64.65% of the dry samples. The content of essential amino acid (EAA) reached 22.97%, and the ratio of essential amino acids to total amino acids and total nonessential amino acids (NEAA) was 35.53% and 69.42%, respectively. The amino acid composition was considered suitable. The level of four flavor amino acids was 25.02%, and the flavor was delicious. According to the amino acid score (AAS) and chemical score (CS), the first limiting amino acid was Cystine plus Methionine, and the essential amino acid index (EAAI) was 68.02. The amino acid composition was relatively balanced. The contents of saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) were 43.02%, 6.59% and 42.39%, respectively. The content of PUFA was relatively high, of which the content of EPA plus DHA reached 32.64%, this has a high health value to the human body. In addition, the muscles of *S. lessoniana* were rich in mineral elements such as K, Zn, and Se, and vitamins such as V<sub>B6</sub> and V<sub>B3</sub>. In conclusion, *S. lessoniana* was shown to be a high-quality aquatic product with a comprehensive nutrient composition and a high nutritional value.

**Key words** *Sepioteuthis lessoniana*; Muscle; Nutritional composition; Nutritional evaluation

① Corresponding author: LIU Changlin, E-mail: liuchl@ysfri.ac.cn