

雌性阿根廷鱿鱼生殖腺营养成分分析及评价

汪彩进^{1,2}, 吴鹏², 徐长安², 张怡¹, 唐旭²

(1. 福建农林大学食品科学学院, 福建福州 350002) (2. 自然资源部第三海洋研究所, 福建厦门 361000)

摘要: 为评估雌性阿根廷鱿鱼生殖腺的营养水平, 对雌性阿根廷鱿鱼缠卵腺、卵巢以及输卵管腺的一般营养物质, 氨基酸、脂肪酸组成及含量以及无机元素含量进行检测与分析。结果表明, 雌性阿根廷鱿鱼生殖腺中水分含量为 64.94%~73.39%, 粗蛋白、粗脂肪以及多糖含量(以干重计)依次为 54.61%~73.40%, 2.88%~3.13%以及 1.33%~2.79%。雌性阿根廷鱿鱼生殖腺中共检测出 15 种氨基酸, 氨基酸总含量为 266.33~369.01 mg/g, 其中必需氨基酸含量为 99.41~159.69 mg/g, 占总氨基酸的比例为 37.33%~43.78%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比例为 59.56%~77.87%。必需氨基酸构成比例符合 FAO/WHO 理想模式, 属于优质蛋白源。共检测出 7 种脂肪酸, 其中不饱和脂肪酸含量为 83.77%~85.83%。常量元素 K^+ , Ca^{2+} , Na^+ 和 Mg^{2+} 含量丰富。以上结果表明雌性阿根廷鱿鱼生殖腺营养丰富, 具有很高的开发利用价值。

关键词: 雌性阿根廷鱿鱼; 生殖腺; 营养水平; 氨基酸; 脂肪酸

文章编号: 1673-9078(2019)11-231-236

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.11.032

Analysis and Evaluation of the Nutritional Composition of Gonads in Female Argentine Squid

WANG Cai-jin^{1,2}, WU Peng², XU Chang-an², ZHANG Yi¹, TANG Xu²

(1. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

(2. Third Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Xiamen 361000, China)

Abstract: In order to evaluate the nutritional level of the gonads of the female Argentine squid, the general nutrition including amino acid, fatty acid and inorganic elements were analyzed. The results showed that the content of water, crude protein, crude fat and crude polysaccharide (measured by dry weight) were 64.94%~73.39%, 54.61%~73.40%, 2.88%~3.13% and 1.33%~2.79% respectively. In the glands of female Argentine squid 15 kinds of amino acids were detected, of which in the total content was 266.33~369.01 mg/g. The content of essential amino acids was 99.41~159.69 mg/g and accounted for 37.33%~43.78%. The ratio of essential amino acids to nonessential amino acids was 59.56%~77.87%. The composition of essential amino acids is accord with FAO/WHO ideal mode, so that it is a source of high-quality protein. A total of 7 fatty acids were detected, in which the unsaturated fatty acids accounted for 83.77%~85.83%. In the gonads K^+ , Ca^{2+} , Na^+ and Mg^{2+} were also found in abundant. The experiments results suggested that the gonads of female Argentine squid were rich in nutrition with high value of development and utilization.

Key words: female argentine squid, gonad, nutrition, amino acids, fatty acids

阿根廷鱿鱼, 是一种广泛分布于南美洲东海岸的海洋浅海生物, 是该海域中商业开发利用最丰富的鱿鱼物种^[1], 蕴藏量达 7.5 亿 t。2016 年我国鱿鱼的年捕捞量为 38.86 万 t, 占远洋渔业捕捞量的 1/5^[2], 已成为我国主要的水产加工原料。鱿鱼生长周期短、繁

收稿日期: 2019-06-18

基金项目: “十三五”厦门市海洋经济创新发展示范项目(16CZY009SF05、16CZP017SF06); 福建省海洋经济发展补助资金项目(FJHJF-L-2018-5); 自然资源部第三海洋研究所基本科研业务费专项资金项目(海三科 2017027)

作者简介: 汪彩进(1994-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品加工与安全
通讯作者: 唐旭(1974-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 海洋生物资源综合利用

殖能力强及资源恢复迅速, 是一种可持续发展的海洋渔业资源。鱿鱼肉质、体色和风味类似于鲍鱼, 但价格更加低廉, 因而有“穷人的鲍鱼”的美称^[3]。近年来, 随着国内外捕捞技术的发展, 鱿鱼已成为中国主要的远洋捕捞和水产加工品种。但是目前鱿鱼的加工方式仍处于粗放型阶段, 主要包括生鲜, 干制和烟熏^[4], 且一般只对其胴体进行加工, 例如在日本和中国主要被加工成鱿鱼干^[5]。在鱿鱼的加工过程中产生约 35%的鱿鱼头、内脏及表皮等副产物, 其中鱿鱼内脏约占鱿鱼湿重的 15%, 生殖腺部分约占鱿鱼内脏的 20%~30%^[6,7]。副产物一般作为饲料、肥料或掩埋、丢弃处理, 既造成资源浪费, 又会污染环境, 因此学

者们对如何综合利用鱿鱼下脚料开展了广泛的研究^[8], 以求提升鱿鱼深加工的经济价值, 减少浪费以及改善环境。鱿鱼内脏含有丰富的营养物质, 其中以蛋白质和脂质为主。蛋白质约占内脏湿重的 20%~25%, 包含人体所需的必需氨基酸, 并且富含呈味氨基酸。脂质约占内脏湿重的 20%~30%, 不饱和脂肪酸含量较高^[9]。除此之外, 鱿鱼内脏还含有丰富的微量元素。随着海洋资源的开发与利用, 鱿鱼逐渐成为人类食物中重要的功能物质来源之一^[10,11]。

随着生活水平的提高, 人们对健康的需求越来越高, 对海鲜食物营养成分的研究越来越受到人们的重视, 因此鱿鱼副产物的开发利用有很大应用前景。然而目前关于鱿鱼营养成分方面的研究相对较少, 而且对鱿鱼的研究主要集中在肌肉部分^[12], 如 Thanonkaew 等对野生虎斑乌贼肌肉组分以及肌肉的热性能进行了分析^[13], 对鱿鱼生殖腺的研究更是鲜有报道。雌性鱿鱼卵巢、缠卵腺以及输卵管腺作为生殖器官, 要保证卵细胞或受精卵发育的营养需求, 所以含有丰富的营养, 例如鱼籽、蟹黄以及海胆生殖腺已有一定的食用史并被大众广泛接受, 所以对鱿鱼生殖腺进行研究具有重要意义。本论文对雌性阿根廷鱿鱼卵巢、缠卵腺和输卵管腺的一般营养成分、氨基酸和脂肪酸组成进行分析和评价, 并对其无机元素含量进行分析, 旨在为雌性阿根廷鱿鱼生殖腺在食品、保健、医药等方面的利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 原料与仪器

1.1.1 原料

阿根廷鱿鱼由靖海集团有限公司提供, 随机选取 8 条雌性阿根廷鱿鱼进行营养成分的测定, 平均体长为 (24.50±0.89) cm, 平均体重为 (1479.96±96.57) g, 洗净, 解剖, 取缠卵腺、卵巢和输卵管腺匀浆, 于 -20 °C 冷藏待用。

1.1.2 主要仪器设备

凯氏定氮仪 (FOSS SCINO KT260), 离子色谱仪 (戴安 ICS 3000), 电感耦合等离子体质谱 (安捷伦 7700X), 气相色谱仪 (具有氢火焰离子检测器: FID)。

1.2 方法

1.2.1 基本营养成分测定

水分含量测定采用 105 °C 恒重干燥法 (GB/T 5009.3-2016); 粗蛋白含量采用凯氏定氮法测定 (GB/T 5009.5-2016); 粗脂肪含量采用索氏提取法测定 (GB/T

5009.6-2016); 粗多糖含量采用苯酚-硫酸法测定。每个样品做 3 组平行。

1.2.2 无机元素的测定

无机元素含量用电感耦合等离子体质谱来检测。称取 0.04 g (精确到 0.0001 g) 样品放于高温消解罐中, 加入 4 mL HNO₃ (优级纯), 180 °C 消解 800 min, 定容 40 mL, 混合均匀后取 8 mL 消解液分析。每个样品做 3 组平行。

1.2.3 氨基酸组成及其含量测定

氨基酸组成及其含量按 GB/T 5009.124-2003 方法来测定。样品酸水解后定容, 使用 0.22 μm 滤膜过滤, 保存于 -20 °C 待用。

氨基酸组分采用离子色谱法分析。其中, 氨基酸分析柱 (AminoPac PA-10 2 mm×250 mm), 流动相 A 为水, 流动相 B 为 1 mol/L 的 NaOAc, 流动相 C 为 250 mmol/L 的 NaOH, 进行梯度洗脱。流速为 0.23 mL/min, 积分脉冲安培检测器, 柱温 30 °C, 进样量 25 μL。氨基酸洗脱程序见表 1。

表 1 氨基酸洗脱程序

Table 1 Amino acid separation gradient elution procedure

时间/min	A/%	B/%	D/%
0	82	0	18
3	82	0	18
22	64	0	36
23	64	0	36
33	14	70	16
47	14	70	16
47.1	20	0	80
49.1	20	0	80
49.2	82	0	18
60	82	0	18

1.2.4 营养价值评定

评定的方法根据 FAO/WHO 专家委员会于 1973 年建议的每克氮氨基酸评分(AAS)标准模式^[14]和中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的全鸡蛋蛋白质的化学评分(CS)模式^[15], 公式如下:

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

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

式中: aa: 评价样品中氨基酸含量(mg/g·N); AA(FAO/WHO): FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量(mg/g·N); AA(Egg): 全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g·N)。

1.2.5 脂肪酸组成及其含量测定

按 GB 5009.168-2016 方法测定各样品中的脂肪

酸组成及含量。气相色谱条件：聚二氧丙基硅氧烷强极性固定相，气相色谱柱（100 m×250 μm，0.2 μm）；进样条件：进样量 1.0 μL；进样口温度 270 °C；分流进样，分流比 100:1；升温程序：初始温度 100 °C，保持 13 min，以 10 °C/min 升至 180 °C，保持 6 min，以 1 °C/min 升至 200 °C，保持 20 min，以 4 °C/min 升至 230 °C，保持 10.5 min；检测条件：检测器为氢火焰离子化检测器，检测温度 280 °C，载气 N₂。

1.3 数据统计分析

所有数据均重复测定 3 次，采用 SPSS 16.0 进行统计分析，统计值以 $\bar{x}\pm s$ 表示。

2 结果与讨论

2.1 基本营养成分分析

表 2 雌性阿根廷鱿鱼生殖腺 3 种组织一般营养成分分析 (%)

Table 2 Analysis of general nutrition components in 3 tissues of female Argentine squid (%)

项目	水分	粗蛋白	粗脂肪	多糖
缠卵腺	72.69±0.73	60.39±1.34	3.13±0.12	2.79±0.41
卵巢	64.83±0.56	73.40±0.99	3.02±0.08	1.33±0.04
输卵管腺	70.57±0.89	54.61±0.44	2.88±0.09	2.12±0.07

注：水分为鲜重；粗蛋白，粗脂肪和多糖为干重。

如表 2 所示，雌性鱿鱼生殖腺的水分含量在 64.94%~73.39% 之间，其中缠卵腺水分含量最高为 73.39%，卵巢水分含量最低为 64.94%，输卵管腺水分含量为 71.57%。粗蛋白干重含量在 54.61%~73.40% 之间，由高至低依次为卵巢 73.40%，缠卵腺 60.39%，输卵管腺 54.61%，略低于阿根廷鱿鱼（74.25%）和北太平洋红鱿鱼（78.85%）胴体中粗蛋白含量^[16]，高于日本枪乌贼胴体（65.51%）^[17]和鱼肉（51.52%）^[18,19]。粗脂肪干重含量在 2.88%~3.13%，从高到低依次为缠卵腺 3.13%，卵巢 3.02% 以及输卵管腺 2.88%，略低于秘鲁鱿鱼（5.18%）和日本鱿鱼（5.04%）胴体中的粗脂肪含量^[4]。粗多糖含量在 1.33%~2.79% 之间，其中缠卵腺含量最高为 2.79%，其次为输卵管腺 2.12%，卵巢最低为 1.33%。通过以

上分析可以得出，雌性鱿鱼生殖腺的 3 种组织营养成分存在差别，这可能是由于 3 种组织作为生殖器官，在保证卵细胞或受精卵发育时所扮演的角色不同，提供给卵细胞或受精卵的营养不同。它们的一般营养成分分析结果与多数海洋乌贼种类特有的高蛋白、低脂肪的特点一致，具有较好的营养价值和开发利用价值，是一种优质的海鲜食材。

2.2 无机元素含量分析

无机离子是水产品中不可缺少的呈味辅助物，对滋味有贡献，如阳离子一般呈咸味，而阴离子往往起到抑制咸味的作用^[19]。无机元素吸收对维持人体正常代谢具有重要作用，由于人体不能合成无机元素，只能通过食物摄取，因此寻求具有丰富无机元素的食物原料具有重要意义。雌性阿根廷鱿鱼生殖腺中无机元素的含量如表 3 所示，常量元素钾、钙、镁和钠含量丰富，在缠卵腺中依次为 5697.47 mg/kg、2390.27 mg/kg、1030.15 mg/kg 和 4282.22 mg/kg，在卵巢中依次为 3860.57 mg/kg、423.94 mg/kg、518.22 mg/kg 和 2926.75 mg/kg，在输卵管腺中依次为 6272.32 mg/kg、2328.35 mg/kg、969.16 mg/kg 和 4544.23 mg/kg。不同于有些相关报道^[20]，其可能原因是生存环境不同的鱿鱼成分含量存在差异。

2.3 氨基酸组成及含量分析

由表 4 可以看出雌性阿根廷鱿鱼生殖腺中氨基酸构成比较完整，含有 8 种必需氨基酸（EAA）和 7 种非必需氨基酸（NEAA）。总氨基酸含量（TAA）达 266.33~369.01 mg/g，其中卵巢中氨基酸含量最高为 369.01 mg/g，输卵管腺中氨基酸含量最低为 266.33 mg/g，缠卵腺中氨基酸含量为 300.44 mg/g。鲜味氨基酸（DAA）包括天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸，雌性鱿鱼生殖腺中鲜味氨基酸含量达 121.93~151.45 mg/g，占总氨基含量的 40.58%~47.61%，依次为缠卵腺 40.58%，卵巢 41.04% 以及输卵管腺 47.61%，其中谷氨酸和天冬氨酸含量较高，是雌性鱿鱼生殖腺中鲜味的主要来源^[21,22]。

表 3 雌性阿根廷鱿鱼 3 种组织无机元素组成及含量分析 (mg/kg)

Table 3 Analysis of mineral contents in 3 tissues of female Argentine squid (mg/kg)

项目	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
缠卵腺	5697.47±59.18	2390.27±63.35	1030.15±13.52	4282.22±79.26
卵巢	3860.57±39.68	423.94±34.59	518.22±7.13	2926.75±57.94
输卵管腺	6272.32±91.22	2328.35±15.26	969.16±13.70	4544.23±192.98

表4 雌性阿根廷鱿鱼3种组织中氨基酸组成及含量分析(干重)
(mg/g)

Table 4 Analysis of amino acid in 3 tissues of female Argentine squid (DM basis) (mg/g)

氨基酸	缠卵腺	卵巢	输卵管腺
Lys	26.40±0.14	28.40±0.56	15.27±0.04
Leu	29.65±0.19	47.98±0.34	23.79±0.10
Iso	28.03±0.08	34.66±0.41	24.36±0.16
Arg	17.70±0.16	17.98±0.23	12.77±0.01
His	9.38±0.06	10.80±0.02	8.07±0.04
Phe	19.56±0.30	18.19±0.16	14.91±0.10
Met	0.73±0.06	1.53±0.03	0.18±0.06
Cys	0.08±0.03	0.15±0.01	0.06±0.04
Asp [▲]	46.26±0.25	52.09±0.11	49.27±0.13
Glu [▲]	42.47±0.35	61.98±0.28	47.17±0.14
Ser	9.39±0.09	9.35±0.02	7.87±0.13
Gly [▲]	17.36±0.27	18.40±0.19	16.94±0.08
Ala [▲]	15.84±0.11	18.98±0.09	13.42±0.15
Tyr	14.00±0.02	17.14±0.01	11.84±0.14
Val	23.59±0.32	31.38±0.12	20.41±0.38
TAA	300.44	369.01	266.33
EAA	131.53	159.69	99.41
NEAA	168.91	209.32	166.92
DAA	121.93	151.45	126.80
EAA/TAA/%	43.78	43.28	37.33
EAA/NEAA/%	77.87	76.29	59.56
DAA/TAA/%	40.58	41.04	47.61

注: ▲: 鲜味氨基酸。

谷氨酸不仅是鲜味最强的氨基酸,也参与多种生理活性物质的合成,如在血液中谷氨酸能够转化为谷氨酰胺,具有促进体内蛋白的合成、提高自身的免疫功能、调节机体的酸碱平衡以及保护肠黏膜屏障等多种功能^[23]。在3种组织中均以胱氨酸含量最低,在0.06~0.15 mg/g范围内。在生殖腺中,赖氨酸含量相对较高,依次为缠卵腺 26.40 mg/g,卵巢 28.40 mg/g

表5 雌性阿根廷鱿鱼3种组织中必需氨基酸含量与FAO/WHO模式和全鸡蛋氨基酸模式的比较

Table 5 Comparison of EAA contents in 3 tissues of female Argentine squid with FAO/WHO pattern and amino acid pattern of whole

氨基酸	egg protein			FAO/WHO 模式	全鸡蛋氨基酸模式
	缠卵腺	卵巢	输卵管腺		
Val	201.04	267.43	173.92	310	411
Met+Cys	6.70	14.38	2.01	220	386
Ile	238.87	295.44	207.65	250	331
Leu	252.68	408.93	202.75	440	534
Phe+Tyr	289.02	301.15	227.96	380	565
Lys	225.04	242.05	130.12	340	441

以及输卵管腺 15.27 mg/g。赖氨酸是人体内必需氨基酸,能促进人体发育、增强免疫功能,并有提高中枢神经组织功能的作用。人体缺乏赖氨酸会产生疲劳、虚弱、恶心、呕吐、头晕、没有食欲,发育迟缓、贫血等症状。大米、小麦等谷物中赖氨酸含量相对缺乏^[24],并且容易在加工过程中被破坏,故被列为第一限制性氨基酸,人们可以在一定程度上食用雌性阿根廷鱿鱼生殖腺可补充机体赖氨酸缺乏,维持体内氨基酸代谢的动态平衡。雌性鱿鱼生殖腺中EAA占TAA比例为37.33%~43.78%,依次为缠卵腺43.78%,卵巢43.28%以及输卵管腺37.33%。雌性鱿鱼EAA/NEAA的比例在59.56%~77.87%,其中缠卵腺为77.87%,卵巢为76.29%以及输卵管腺为59.56%。根据FAO/WHO的理想模式,质量较好的蛋白质其氨基酸组成为EAA/TAA在40%左右,EAA/NEAA在60%以上^[14],雌性鱿鱼生殖腺中缠卵腺和卵巢氨基酸组成明显高于这一指标,输卵管腺氨基酸组成在40%左右,符合上述指标要求,即氨基酸组成及比例平衡效果较好,属于优质的蛋白质源。

2.4 氨基酸营养价值评定

对阿根廷鱿鱼3种组织中EAA含量与全鸡蛋蛋白质和FAO/WHO所规定的人体EAA均衡模式进行比较,并计算出其AAS和CS,结果分别见表5和表6。从AAS看,在缠卵腺,卵巢和输卵管腺中均以异亮氨酸(Ile)最高;在缠卵腺,卵巢和输卵管腺中均以蛋氨酸和半胱氨酸(Met+Cys)最低,为第一限制性氨基酸;缠卵腺中第二限制性氨基酸为亮氨酸(Leu),卵巢和输卵管腺中第二限制性氨基酸均为赖氨酸(Lys)。从CS看,缠卵腺,卵巢和输卵管腺第一限制性氨基酸为蛋氨酸和半胱氨酸(Met+Cys);缠卵腺中第二限制性氨基酸为亮氨酸(Leu),而卵巢中第二限制性氨基酸为苯丙氨酸和酪氨酸(Phe+Tyr),输卵管腺中第二限制性氨基酸为赖氨酸(Lys)。

表 6 雌性阿根廷鱿鱼 3 种组织中必需氨基酸的 AAS 和 CS 比较

Table 6 Comparison of AAS and CS of EAA in 3 tissues of female Argentine squid

氨基酸	缠卵腺		卵巢		输卵管腺	
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
Val	0.65	0.49	0.86	0.65	0.56	0.42
Met+Cys	0.03*	0.02*	0.07*	0.04*	0.01*	0.01*
Ile	0.96	0.72	1.18	0.89	0.83	0.63
Leu	0.57**	0.47**	0.93	0.77	0.46	0.38
Phe+Tyr	0.76	0.51	0.79	0.53**	0.60	0.40
Lys	0.66	0.51	0.71**	0.55	0.38**	0.30**

注: *第一限制氨基酸,**第二限制氨基酸。

2.5 脂肪酸组成及其含量分析

表 7 雌性阿根廷鱿鱼 3 种组织中脂肪酸含量及组成分析(干重基础/%)

Table 7 Analysis of fatty acid in 3 tissues of female Argentine squid (DM basis/%)

脂肪酸	缠卵腺	卵巢	输卵管腺
C16:1	51.20±1.63	62.80±0.20	62.40±0.31
C18:1	30.70±1.90	16.50±0.26	18.30±0.56
C18:2	0.40±0.36	0.44±0.27	0.49±0.02
C20:1	1.45±0.17	1.24±0.01	1.25±0.09
C22:0	11.50±0.14	12.50±0.06	11.20±0.12
C24:1	2.48±0.32	3.23±0.03	2.99±0.53
C22:6 (DHA)	2.20±0.08	3.34±0.16	3.35±0.05
SFA	11.50	12.50	11.20
MUFA	85.83	83.77	84.94
PUFA	2.60	3.78	3.99

脂肪酸在食物风味的形成中具有重要作用^[25]。如表 7 所示,雌性阿根廷鱿鱼 3 种组织共检测出 7 种脂肪酸,其中饱和脂肪酸 1 种为花生酸,单不饱和脂肪酸 4 种分别为 C16:1, C18:1, C20:1 以及 C24:1,多不饱和脂肪酸 2 种为 C18:2 和 DHA, DHA 已被证明对人类健康很有效^[26],具有降血脂、降血压^[27]、降低心脑血管疾病^[28]、补脑健脑、抗肿瘤等生理活性^[29,30]。雌性阿根廷鱿鱼 3 种组织中饱和脂肪酸(SFA)的含量在缠卵腺,卵巢和输卵管腺中依次为 11.50%, 12.50%和 11.20%;单不饱和脂肪酸(MUFA)含量依次为 85.83%, 83.77%和 84.94%;多不饱和脂肪酸(PUFA)含量依次 2.60%, 3.78%和 3.99%。

3 结论

近年来,随着人们对营养健康的日益追求,越来越多的功能性产品出现在人们周边,而海洋生物因其自身生长的特殊环境,富有多种结构独特的生物活性

物质,受到人们广泛的关注^[31]。目前市场上的膳食资源多来源于陆地,不仅价格昂贵,总量有限,而且会增加一些人畜共患疾病的感染风险。海洋食品因其安全、营养和健康等特点,被世界公认为人类未来食品安全的重要保障,相较于陆地资源,海洋生物资源具有原料充足、价格实惠以及营养安全等优势。鱿鱼营养丰富,高蛋白低脂肪,富含多种人体所需的氨基酸,是一种良好的水产品开发原料。雌性阿根廷鱿鱼生殖腺作为生殖器官,为保证卵细胞或受精卵发育的营养需求,含有丰富的营养,氨基酸种类丰富,组成和比例合理,属于人体所需优质蛋白质源。谷氨酸含量较高,对维持神经系统间的突触传递、调节神经功能有着十分重要的生理作用^[32]。鱿鱼生殖腺还含有丰富的常量元素,是优良的矿质元素的补充食材。综上,雌性鱿鱼生殖腺的 3 种组织均表现出高蛋白、低脂肪的特点,是良好的蛋白质补充品,可应用于高档食材、医药制品和保健食品,如鱼籽和鱼精蛋白。因此,雌性阿根廷鱿鱼生殖腺的开发利用不仅可以增加鱿鱼副产物深加工的经济价值,还可以在减少资源浪费的基础上改善环境,具有广阔的发展前景。

参考文献

[1] Arkhipkin A I, Rodhouse P G K, Pierce G J, et al. World squid fisheries [J]. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2015, 23: 92-252

[2] 农业部渔业局.中国渔业统计年鉴[M].北京:中国农业出版社,2017:38

Bureau of Fisheries of the Ministry of Agriculture. China Fishery Statistics Yearbook [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2017: 38

[3] 傅志宇,郑杰,于笛,等.鱿鱼内脏的营养价值及综合利用研究进展[J].*食品工业科技*,2019,40(4):307-311,316

FU Zhi-yu, ZHENG Jie, YU Di, et al. Research progress on the nutritional value and comprehensive utilization of squid

- viscera [J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(4): 307-311, 316
- [4] 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[J]. 现代食品科技, 2013, 29(9): 2247-2251
YANG Xiang-shi, WANG Li-li, LI Xue-ying, et al. Analysis and evaluation of nutritional compositions of *Dosidicus gigas* and *Onychoteuthis borealijaponicus okada* [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(9): 2247-2251
- [5] Boonyaratpalin M. Nutrient requirements of marine food fish cultured in southeast Asia [J]. Aquaculture, 1997, 151(1-4): 283-313.
- [6] 王倩,刘淑集,林彩平,等. 响应面法优化鱿鱼缠卵腺糖蛋白提取工艺研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(3): 261-265
WANG Qian, LIU Shu-ji, LIN Cai-ping, et al. Optimization of the extraction technology of glycoprotein in nidamental gland from squid by response surface methodology [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(3): 261-265
- [7] 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[J]. 食品科学, 2016, 37(14): 97-103
DAI Hong-jie, SUN Yu-lin, FENG Zi-xin, et al. Analysis and evaluation of nutritional components of the nidamental gland in female sepia *Pharaohis* [J]. Food Science, 2016, 37(14): 97-103
- [8] 陈金梅,李锋,郑允权,等. 鱿鱼加工副产物高值化综合利用综述[J]. 渔业现代化, 2015, 42(1): 44-47
CHEN Jin-mei, LI Feng, ZHENG Yun-quan, et al. The review of comprehensive utilization with high value of squid processing by-products [J]. Fishery Modernization, 2015, 42(1): 44-47
- [9] 牛鹏军. 鱿鱼内脏的综合利用[D]. 山东:烟台大学, 2014
NIU Peng-jun. The comprehensive utilization of squid viscera [D]. Shandong: Yantai University, 2014
- [10] Harnedy P A, Fitzgerald R J. Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review [J]. Journal of Functional Foods, 2012, 4(1): 6-24
- [11] Kim S K, Wijesekara I. Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review [J]. Journal of Functional Foods, 2010, 2(1): 1-9
- [12] Jing W, Chen D, Ling Z. Comparison in nutritional quality between wild and cultured cuttlefish sepia *Pharaohis* [J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2014, 32(1): 58-64
- [13] Thanonkaew A, Benjakul S, Visessanguan W. Chemical composition and thermal property of cuttlefish sepia *Pharaohis* muscle [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2006, 19(2-3): 127-133
- [14] FAO/WHO. Energy and protein requirements [R]. Rome: FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973: 40-73
- [15] 王光亚. 食物成分表: 全国代表值[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 30-82
WANG Ya-guang. Food Composition List: National Representative Values [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1991: 30-82
- [16] 方益,夏松养. 北太平洋红鲑鱼营养成分分析及评价[J]. 浙江海洋学院学报, 2014, 1: 85-91
FANG Yi, XIA Song-yang. Analysis and evaluation of nutritive composition in *Ommastrephes bartrami* [J]. Journal of Zhejiang Ocean University, 2014, 1: 85-91
- [17] 刘玉锋,毛阳,王远红,等. 日本枪乌贼的营养成分分析[J]. 中国海洋大学学报, 2011, 41(s1): 341-343
LIU Yu-feng, MAO Yang, WANG Yuan-hong, et al. Analysis of the nutritional components of *Loligo japonica* [J]. Periodical of Ocean University of China, 2011, 41(s1): 341-343
- [18] 蔡宝玉,王利平,王树英. 甘露青鱼肌肉营养分析和评价[J]. 水产科学, 2004, 23(9): 34-35
CAI Bao-yu, WANG Li-ping, WANG Shu-ying. Analysis and evaluation of composition of muscle in black carp from ganlu company limited [J]. Fisheries Science, 2004, 23(9): 34-35
- [19] 赵巧灵,吴佳佳,李春萍,等. 3种鱿鱼的特征滋味成分分析与比较[J]. 中国食品学报, 2014, 14(6): 244-250
ZHAO Qiao-ling, WU Jia-jia, LI Chun-ping, et al. Analysis and comparison on characterization of taste components in muscle of three species squids [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2014, 14(6): 244-250
- [20] Kani Y, Yoshikawa N, Okada S, et al. Comparison of extractive components in muscle and liver of three *Loliginidae* squids with those of one *Ommastrephidae* species [J]. Fisheries Science, 2007, 73(4): 940-949
- [21] Nirupa C, Elizabeth P, Roper S D. Taste receptors for umami: The case for multiple receptors [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 90(3): 738-742
- [22] Noriatsu S, Shinya S, Tadaihiro O, et al. Variation in umami perception and in candidate genes for the umami receptor in mice and humans [J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 90(3): 764-769