秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼营养成分分析与评价

杨宪时[1]，王丽丽[1,2]，李学英[1]，黄洪亮[1]，迟海[1]
(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所，上海 200090) (2. 大连海洋大学食品学院，辽宁 116023)

摘要：以秘鲁鱿鱼（Dosidicus gigas）和日本海鱿鱼(Onychoteuthis borealijaponicus okada)为原料，对其胴体的营养成分进行了分析比较与评价。研究表明，秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼都是低脂肪高蛋白食品，两者的蛋白质、脂肪、灰分含量均相近，水分含量前者显著高于后者（P<0.05）。两者的磷P、锌Zn、铜Cu含量没有显著性差别，日本海鱿鱼钙Ca的含量为（2.31‰）高于秘鲁鱿鱼（1.64‰）。秘鲁鱿鱼的氨基酸总量、∑EAA/∑AA均高于日本海鱿鱼，按照FAO/WHO建议的氨基酸评分标准模式，两者均属于优质蛋白质。两种鱿鱼含量最高的氨基酸均为谷氨酸，以AAS模式来看，虽然两种鱿鱼必须氨基酸指数不同，但都大于0.5，说明鱿鱼胴体营养丰富且符合人体对氨基酸的需求。秘鲁鱿鱼含有10种不饱和脂肪酸，日本海鱿鱼含有7种。与其他海产品相比较，鱿鱼的DHA含量较高，营养丰富，是具有较高开发前景的优质海产品。

关键词：鱿鱼；营养成分；脂肪酸；氨基酸
文章篇号：1673-9078(2013)9-2247-2251

Analysis and Evaluation of Nutritional Compositions of Dosidicus gigas and Onychoteuthis borealijaponicus okada

YANG Xian-shi[1], WANG Li-li[1,2], LI Xue-ying[1], HUANG Hong-liang[1], CHI Hai[1]
(1.East China Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)
(2.Dalian Ocean University, College of Food Science and Technology, Dalian 100623, China)

Abstract: Two species of squid（*Dosidicus gigas* and *Onychoteuthis borealijaponicus* okada）carcass were studied and evaluated for their nutritional components. The moisture content of *Dosidicus gigas* was significantly higher than that of *Onychoteuthis borealijaponicus* okada (*P*<0.05). Meanwhile the protein content, fat content, ash content of two kinds of squid carcass are similar. The contents of P, Zn, Cu in the carcass of *Onychoteuthis borealijaponicus* okada was similar to these in the carcass of *Dosidicus gigas*, and the content of Ca in the carcass of *Onychoteuthis borealijaponicus* okada was higher than that in the carcass of *Dosidicus gigas*. The content of total amino acid of *Dosidicus gigas*is was higher than that of *Onychoteuthis borealijaponicus* okada, as well as the content of ∑EAA/∑AA. Both of the two kinds of squid carcass were of high-quality protein according to the ideal model recommend by FAO/WHO. Glu with the maximum content was found in these two kinds of squid carcasses. According to AAS model, the amino acid indexes were more than 0.5. Eleven unsaturated fatty acids were found in *Dosidicus gigas* and eight were found in *Onychoteuthis borealijaponicus* okada. In addition, squid carcass had abundant EPA and DHA compared with other marine products.

Keyword: squid; nutritional component; fatty acid; amino acid

鱿鱼（Squids），头足纲，海生软体动物，是目前世界上最具开发潜力的大洋海产品之一。我国每年鱿鱼捕获量达到36~43万吨，占据世界鱿鱼捕获量的36%左右，是我国重要的远洋捕捞经济动物。鱿鱼种类繁多，捕获量比较大的有柔鱼科（*Ommastrephidae Steenstrup*）、爪乌贼科（*Onychoteuthidae Gray*）、枪乌贼科（*Loliginidae Lesueur*）等。鱿鱼肉质鲜美，营养丰富，无污染无公害，是天然健康的远洋海产品。目前市场上对鱿鱼的消费方式主要有生鲜和冰冻、冷冻、干烟熏制以及作为饲料或饵料等。有关鱿鱼的研究目前主要是针对其基本生物学特性、资源分布及鱿钓技术等方面[1~3]，对其营养成分的研究报道尚少。

本实验选用分别隶属于柔鱼科和爪乌贼科的秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼的胴体作为材料分析评价并比较其营养成分。其中秘鲁鱿鱼为大洋性浅海种，属于茎柔鱼属，最大胴长1.5 m，最大体重40 kg，体圆锥形，后部瘦狭，胴长为胴宽的4倍，体表具有大小相见的近圆形的色斑。在秘鲁和智利沿岸及外海资源丰富，

收稿日期：2013-05-29
基金项目：国家863计划项目（2012AA092303）
作者简介：杨宪时(1954-)，男，研究员，从事水产品贮藏加工和品质保障技术研究

资源量在 700 万~1000 万吨，之前我国主要是将其作为经济鱼类的优良钓饵，或者是鱼粉，现在秘鲁鱿鱼已发展成为我国重要的经济种类及国人食用的海产品。日本海鱿鱼为大洋性浮游种，属于爪乌贼属，最大胴长 370 mm，最大体重 1.1kg，体形呈细长圆锥状，体表具有大小详见的色素体。其是北太平洋 20 世纪末开发的经济头足类，资源量在 5 万~20 万吨[4]。两者虽然同属鱿鱼，但其生存环境及生物学特性具有很大差别。实验对该两种鱿鱼营养成分进行分析比较与评价，旨在充实鱿鱼资源的营养学数据，为日后鱿鱼的开发利用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

原条鱿鱼均购于上海东方国际水产中心，并经中国水产科学研究院东海水产研究所徐冰助理研究员鉴定，两者分别是隶属于鱿鱼种下的日本爪乌贼(Onychoteuthis borealijaponicus okada)，俗称日本海鱿鱼和秘鲁茎柔鱼（Dosidicus gigas），俗称秘鲁鱿鱼。日本海鱿鱼胴长 285 mm~347 mm，体重 0.45 kg~0.72 kg；秘鲁鱿鱼胴长 0.81 m~1.12 m，体重 25 kg~31 kg。将鱿鱼去头、尾鳍、内脏，取胴体清洗干净，沥干水分，-80 ℃冰箱保存备用。

1.2 营养成分测定方法

水分、蛋白质、脂肪、灰分测定分别参考 GB/T 5009.3-2010 中直接干燥法、GB/T 5009.5-2010 中凯氏定氮法、GB/T 5009.6-2003 中索氏抽提法、GB/T 5009.4-2010 中高温灼烧法，无机元素钙 Ca、磷 P、锌 Zn、铜 Cu 测定分别参考 GB/T 5009.92-2003 中滴定法（EDTA 法）、GB/T 5009.87-2003 中分光光度法、GB/T 5009.14-2003 中二硫腙比色法、GB/T 5009.13-2003 中二乙基二硫代氨基甲酸钠法，脂肪酸组成分析参考 GB/T 22223-2008 食品中总脂肪、饱和脂肪(酸)、不饱和脂肪(酸)的测定，氨基酸组成分析参照 GB/T 5009.124-2003 食品中氨基酸的测定。

1.3 营养品质评价方法

根据 1973 年 FAO/WHO 建议的氨基酸评分标准模式[5]和 1991 年中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所提出的鸡蛋蛋白质模式[6]分别按以下公式计算氨基酸评分（AAS）、化学评分（CS）和必需氨基酸指数（EAAI）：

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

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

$$\mathrm{EAAI} = \sqrt[n]{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \cdots \times \frac{100I}{IE}}$$

注：aa为实验样品氨基酸含量（%），$AA_{(FAO/WHO)}$为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量（%），$AA_{(Egg)}$为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量（%），n为比较的必需氨基酸个数，A，B，C，…，I为样品蛋白质的必需氨氨基酸含量（%，DW），AE，BE，CE，…，IE为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量（%，DW）。

1.4 数据统计分析

数据应用 Excel 2007 进行统计并采用平均数±标准差来表示。采用 SPSS19.0 统计软件方差分析对实验数据进行检验。差异显著度为 0.05。

2 结果与分析

2.1 一般营养成分分析

表 1 两种鱿鱼胴体的一般营养成分（%湿重）

Table 1 Nutritional components of different squid carcasses

品种	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分
秘鲁鱿鱼	79.35±0.32	17.27±1.76	1.07±0.82	1.34±0.25
日本海鱿鱼	76.18±0.17	17.25±0.34	1.20±0.16	1.37±0.37

从表 1 可以看出秘鲁鱿鱼的水分含量和粗蛋白含量均高于日本海鱿鱼，但其粗脂肪含量远不及日本海鱿鱼。结合北太平洋鱿鱼[6]、日本枪乌贼[7]可以看出四种鱿鱼蛋白质含量具有显著性差异（P<0.05），蛋白含量最高的为秘鲁鱿鱼（17.27%），相近于日本海鱿鱼粗蛋白含量（17.25%），远高于隶属于枪乌贼科的日本枪乌贼蛋白含量（9.29%）。四种鱿鱼品种灰分含量具有显著性差异（P<0.05），太平洋褶柔鱼灰分含量最高。采用统计软件单因素方差分析中的两两比较可以看出，秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼一般营养成分含量差异性不显著（P>0.05）。但是这两种鱿鱼如前言所述，两者的生物学特性、地理分布有很大差别，营养成分含量如此相近，是值得深度思考的问题。

有学者研究西氏鲍和皱纹盘鲍的蛋白质含量分别为 16.49%、14.59%，脂肪含量分别为 8.73%、14.63%，灰分分别为 2.97%、2.64%[8]。两种鱿鱼的蛋白质含量均高于鲍鱼（P<0.01），且其脂肪含量、灰分含量均低于该两种鲍鱼（P<0.01）。从一般营养成分含

量可以看出鱿鱼的营养优于鲍鱼。野生大黄鱼的蛋白质、脂肪、灰分分别为 16.55%、2.37%、1.13%[9]，比较之下可以明显看出鱿鱼是高蛋白低脂肪水产品，而且与以上种类海产品相比较，鱿鱼的价格非常低廉。

2.2 无机元素的分析与比较

表 2 鱿鱼胴体的无机元素含量（‰湿重）

Table 2 mineral element compositions of different squid carcasses

品种	Ca	P	Zn	Cu
秘鲁鱿鱼	1.64±0.12	12.17±1.14	0.90±0.01	0.08±0.03
日本海鱿鱼	2.31±0.25	12.68±1.07	0.11±0.02	0.07±0.01

两种鱿鱼胴体元素钙 Ca、磷 P、锌 Zn、铜 Cu 的含量如表 2。由表可以看出 Ca 含量两者具有较大差异，其余元素无显著性差异。两种鱿鱼的 P、Zn 的含量都高于日本枪乌贼[7]中相应元素含量。Ca 的含量日本海鱿鱼（2.31‰）高于日本枪乌贼（2.19‰）[7]。

2.3 氨基酸的组成和含量

评价蛋白质的优劣，必须分析其氨基酸的组成和含量，两种鱿鱼胴体氨基酸组成如表 3。由表可以看出秘鲁鱿鱼氨基酸总量明显高于日本海鱿鱼（$P<0.05$），其必须氨基酸含量、半必需氨基酸含量、非必需氨基酸含量均高于后者。氨基酸总量之间两者具有极其显著性差异（$P<0.01$），其余类型的含量两者之间的差异性不显著。秘鲁鱿鱼、日本海鱿鱼的必需氨基酸所占氨基酸总量百分比∑EAA/∑AA 分别为 38.80%、33.98%，必需氨基酸和非必需氨基酸的比值分别为 243.28%、242.38%，而西氏鲍和皱纹盘鲍的∑EAA/∑AA 分别为 31.12%、33.54%[8]。根据 FAO/WHO 的理想模式，质量较好的蛋白质其组成的氨基酸的∑EAA/∑AA 为 40%左右，∑EAA/∑NEAA 在 60%以上[10]，可以看出秘鲁鱿鱼较日本海鱿鱼更符合上述理想模式，属于质量较好的蛋白质。鲜味氨基酸含量，日本海鱿鱼（25.12%）略高于秘鲁鱿鱼（21.59%）及日本枪乌贼（21.66%）[7]，而西氏鲍和皱纹盘鲍的鲜味氨基酸的总量分别为 23%、20.68%[8]。由此可推测鱿鱼的鲜美程度不低于鲍鱼。三种鱿鱼的鲜味氨基酸天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸及总量之间没有显著性差别（$P>0.05$）。秘鲁鱿鱼、日本海鱿鱼中含量最高的氨基酸均为谷氨酸，含量分别为 10.15%、10.52%，谷氨酸不仅是鲜味最强的氨基酸，而且其还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸，参与多种生理活性物质的合成[11]，是人体所需要的重要氨基酸。

表 3 鱿鱼胴体氨基酸组成和含量（干重，%）

Table 3 Amino acid compositions of different squid carcasses

氨基酸	秘鲁鱿鱼	日本海鱿鱼
天门冬氨酸Asp	3.11±0.37	7.34±0.23
苏氨酸Thr	1.78±0.02	1.02±0.06
丝氨酸Ser	3.23±0.52	1.45±0.27
谷氨酸Glu	10.15±0.24	10.52±0.40
甘氨酸Gly	3.25±0.18	2.91±0.37
丙氨酸Ala	5.08±0.31	4.35±0.21
缬氨酸Val	3.74±0.04	2.87±0.03
蛋氨酸Met	1.74±0.22	0.83±0.25
异亮氨酸Ile	2.79±0.42	2.48±0.39
亮氨酸Leu	6.52±0.51	4.16±0.17
酪氨酸Tyr	2.43±0.07	2.60±0.07
苯丙氨酸Phe	2.87±0.16	3.79±0.21
组氨酸His	3.90±0.14	1.65±0.35
赖氨酸Lys	5.38±0.27	3.56±0.09
精氨酸Arg	4.47±0.33	2.90±0.26
脯氨酸Pro	3.12±0.14	2.39±0.52
胱氨酸Cys	1.78±0.08	1.56±0.43
色氨酸Trp	0.87±0.14	0.68±0.09
∑AA	66.21	57.06
∑EAA	25.69	19.39
∑HEAA	8.37	4.55
∑NEAA	10.56	8.00
∑DAA	21.59	25.12
∑EAA/∑AA/%	38.80	33.98
∑EAA/∑NEAA/%	243.28	242.38
∑DAA/∑AA/%	32.61	44.02

注：∑AA 为氨基酸总量；∑EAA 为必需氨基酸总量；∑HEAA 为半必需氨基酸总量；∑NEAA 为非必需氨基酸总量；∑DAA 为鲜味需氨基酸总量。

2.4 氨基酸营养评价

一种营养价值高的蛋白质，不仅含有种类齐全的人体必需氨基酸，而且必需氨基酸之间的比例与人类比例相符合。表 4 为秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼胴体 AAS、CS 及 EAAI 的比较结果。由表可知，以 AAS 模式和 CS 模式来看两种鱿鱼胴体的第一限制氨基酸均为亮氨酸，第二限制性氨基酸为苏氨酸。以 AAS 模式来看两种鱿鱼必需氨基酸分值基本均在 0.5 以上，说明鱿鱼胴体营养比较丰富，且符合人类对氨基酸的需求。必需氨基酸指数（EAAI）能反映必需氨基酸含量与标准蛋白质（鸡蛋蛋白）相比接近的程度[12]。秘鲁鱿鱼

和日本海鱿鱼胴体的 EAAI 分别为 52.87%、41.26%。以 EAAI 为营养评价标准，皱纹盘鲍（81.40%）、野生大黄鱼（77.90%）[8,9]明显高于鱿鱼。由以上数据我们可以得知虽然在一般营养成分和氨基酸含量方面，鱿鱼可以跟鲍鱼、野生大黄鱼相媲美，但是若以 AAS、CS、EAAI 为营养评价标准来看，鲍鱼、野生大黄鱼明显优于鱿鱼。

表 4 鱿鱼胴体 AAS、CS 及 EAAI 的比较

Table 4 Comparative analysis of AAS, CS and EAAI of different squid carcasses

氨基酸	FAO评分标准值	鸡蛋蛋白标准值	秘鲁鱿鱼分值		日本海鱿鱼分值	
			AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸Ile	2.5	3.31	0.70	0.53	0.62	0.47
亮氨酸Leu	4.4	5.34	0.25	0.20	0.12	0.10
赖氨酸Lys	3.4	4.41	0.99	0.76	0.65	0.50
苏氨酸Thr	2.5	2.92	0.45	0.38	0.26	0.22
缬氨酸Val	3.1	4.10	0.75	0.57	0.58	0.44
色氨酸Trp	0.6	0.99	0.91	0.55	0.91	0.55
蛋氨酸+胱氨酸Met+Cys	2.2	3.86	1.00	0.57	0.68	0.39
苯丙氨酸+酪氨酸Phe+Tyr	3.8	5.65	0.87	0.59	1.05	0.71
EAAI			52.87		41.26	

2.5 脂肪酸的组成和含量

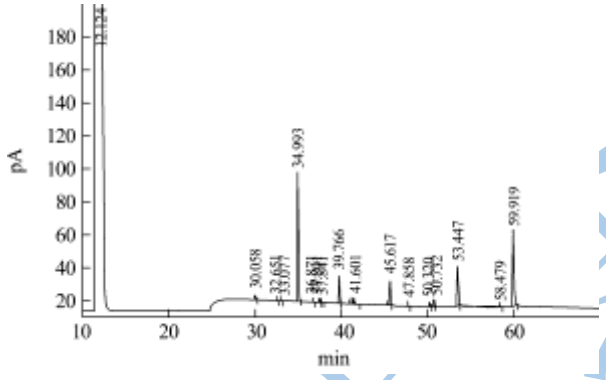


图 1 秘鲁鱿鱼胴体脂肪酸气相色谱图

Fig.1 Chromatogram of fatty acids in carcass of Dosidicus gigas

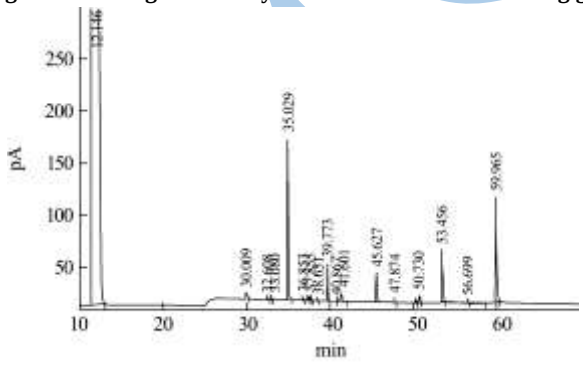


图 2 日本海鱿鱼胴体脂肪酸气相色谱图

Fig.2 Chromatogram of fatty acids in carcass of Onychoteuthis borealijaponicus okada

两种鱿鱼胴体脂肪酸的组成和含量如表 5 所示。秘鲁鱿鱼检测到 14 种脂肪酸，其中 4 种饱和脂肪酸，3 种单不饱和脂肪酸，7 种多不饱和脂肪酸。日本海鱿鱼检测到 12 种脂肪酸，其中 5 种饱和脂肪酸，2 种单不饱和脂肪酸，5 种多不饱和脂肪酸。

表 5 鱿鱼胴体脂肪酸组成的比较（干重，%）

Table 5 fatty acid compositions of different squid carcasses

脂肪酸	秘鲁鱿鱼	日本海鱿鱼
C14:0	4.87±0.13	5.47±0.06
C15:0	-	1.41±0.08
C16:0	15.58±1.74	11.34±1.87
C17:0	1.34±0.07	2.10±0.14
C18:0	3.58±1.27	5.34±0.74
C18:1	7.84±0.45	6.56±0.81
C18:2	3.11±0.14	3.00±0.08
C18:3	2.14±0.15	0.87±0.06
C20:1	17.13±2.34	13.34±1.47
C20:2	0.87±0.04	-
C20:4	2.15±0.43	4.15±1.22
C20:5	18.15±2.16	14.36±2.31
C22:1	0.34±0.18	-
C22:3	0.25±0.07	0.40±0.09
C22:5		
C22:6	20.08±2.15	25.43±1.97
SFA	25.37	25.66
PUFA	24.86	19.57
MUFA	29.92	47.67
UFA	54.78	67.24
DHA	37.78	39.46
UFA/SFA	2.16	2.62

两种鱿鱼的饱和脂肪酸虽然在组成上略有差别，

但其总量分别为 25.37%和 25.66%，总量可视为相同。海产品的营养高于普通肉类的营养，主要体现方面就是海产品的不饱和脂肪酸含量比较高，对人体具有保健功能。不饱和脂肪酸总量日本海鱿鱼（67.24%）明显高于秘鲁鱿鱼（54.78%），其中多不饱和脂肪酸秘鲁鱿鱼（24.86%）高于日本海鱿鱼（19.57%），单不饱和脂肪酸日本海鱿鱼（47.67%）高于秘鲁鱿鱼（29.92%）。两种鱿鱼胴体都不含有 EPA。DHA 总量上，日本海鱿鱼（39.46%）高于秘鲁鱿鱼（37.78%），高于日本枪乌贼（24.94%）[7]，但低于阿根廷鱿鱼（51.10%）[13]。DHA 是神经系统细胞生长及维持的一种主要元素，尤其对幼儿的智力和视力发育至关重要[14]。

3 结论

柔鱼科、爪乌贼科、枪乌贼科是目前捕获量较大的鱿鱼科系。实验通过对鱿鱼胴体营养成分分析与比较表明，隶属于柔鱼科的秘鲁鱿鱼水分含量和粗蛋白含量均高于爪乌贼科的日本海鱿鱼和枪乌贼科的日本枪乌贼，含量分别为 79.35%和 17.27%。此含量说明秘鲁鱿鱼的肉质可能比其他鱿鱼更加鲜嫩。而且通过鱿鱼与鲍鱼、野生大黄鱼的一般营养成分比较发现，鱿鱼的营养堪比鲍鱼，更优于野生大黄鱼，是典型的高蛋白低脂肪海产品。根据 FAO/WHO 的理想氨基酸模式，秘鲁鱿鱼的氨基酸优于日本海鱿鱼，属于质量较好的蛋白质源，但是日本海鱿鱼的鲜味氨基酸总含量（25.12%）高于秘鲁鱿鱼及鲍鱼，且谷氨酸为其含量最高的氨基酸，从氨基酸的组成与含量上可以推测日本海鱿鱼是鲜美程度较高的水产品。以 AAS 模式来看秘鲁鱿鱼和日本海鱿鱼必需氨基酸分值基本均在 0.5 以上，说明鱿鱼胴体营养比较丰富，且符合人类对氨基酸的需求，但是其必需氨基酸指数（EAAI）分别为 52.87%、41.26%，明显低于鲍鱼和野生大黄鱼。从脂肪酸的组成和含量上可以看出，日本海鱿鱼的不饱和脂肪酸总量（67.24%）明显高于秘鲁鱿鱼（54.78%），两种鱿鱼的 DHA 总量都很高，分别为 39.46%、37.78%。鱿鱼虽然具有较高含量的 DHA，但是由于其有胆固醇含量高，食用容易引发动脉粥样硬化的说法而一直不能被大众所接受。胆固醇是人体所需的营养成分，有高低密度胆固醇之分。过度食用低密度胆固醇会对动脉造成损坏，而高密度胆固醇具有清洁动脉的功能。根据北京市营养源研究所实验报道，鱿鱼所含胆固醇以高密度为主，食用无害。现代医学研究证明，只要摄入的牛磺酸和胆固醇的比值（T/C）大于 2 就不会提高人类血液中胆固醇的浓度。有学者研究，鱿鱼中 T/C>2[12],也就是说鱿鱼所含胆固醇可以完全参与人体代谢而不会积蓄到血液中。

参考文献

[1] William Gilly, John Field. Ecology and Trophic Interactions of Jumbo Squid (Dosidicus gigas) in the California Current Ecosystem [O/NL]. California Sea Grant College Program Progress Report, 03-15-2012.http://escholarship.org/uc/item/54z8h284

[2] FriedemannKeyI, Juan Argüelles, Ricardo Tafur. Interannual variability in size structure, age, and growth of jumbo squid (Dosidicus gigas) assessed by modal progression analysis [J]. ICES Journal of Marine Science, 2011, 68(3): 507-518

[3] Laura Tremblay-Boyer, Didier Gascuel, Reg Watson, et al. Changes in abundance of the neon flying squid Ommastrephesbartramii in relation to climate change in the central North Pacific Ocean [J]. Mar EcolProgSer, 2011, 442: 169-185

[4] 陈新军,刘必林,王尧耕.世界头足类[M].北京:海洋出版社,2009

[5] FAO/WHO Ad Hoc Expert Comittee. Energy and Protein Requirements [M]. FAO Nutrition Meeting Report series, 1973: 52: 40-72

[6] 郝振林,宋坚,姜亚洲,等.太平洋褶柔鱼肌肉主要营养成分分析及评价[J].营养学报,2012,34(6):619-621
Hao Z L, Song J, Jiang Y Z, et al. Analysis and evaluation of main nutrients composition of the muscle from *Todarodes pacificus* [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2012, 34(6): 619-621

[7] 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(自然科学版),2011,41(sup):341-343
Liu Y F, Mao Y, Wang Y H, et al. Analysis of the Nutritional Components of Loligo japonica [J]. Periodical of Ocean University of China, 2011, 41(sup): 341-343

[8] 李宇亮,骆轩,吴建国,等.西氏鲍与皱纹盘鲍及其正反杂交 F_1 代样本的营养成分的组成和含量比较[J].台湾海峡,2011,30(1):49-55
Li Y L, Luo X, Wu J G, et al. Comparative studies of the nutritional compositions of *Haliotis discus hannai*, *H. sieboldii* and their reciprocal hybrids [J]. Journal of Oceanography in Taiwan Strait. 2011, 30(1): 49-55

[9] 林利民,王秋荣,王志勇,等.不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较[J].中国水产科学,2006,13(2):286-291
Lin L M, Wang Q R, Wang Z Y, et al. Comparison of biochemical compositions of muscle among three stocksand wild-caught large yellow croaker *Pseudosciaena* crocea [J].

Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(2): 286-291

[10] FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Energy and Protein Requirements [M]. Geneva: WHO Technical Report Series, 1985

[11] 张昌颖,李亮,李昌甫,等.生物化学(第 2 版)[M].北京:人民卫生出版社,1988

[12] Emmanuel Ilesanmi Adeyeye. Evaluation of the amino acid profile of the yolk and albumen of guinea fowl (*Numida meleagris*) egg [J]. Elixir Appl. Biology, 2012,(47): 8799-8803

[13] 李桂芬.阿根廷鱿鱼生化成分的分析研究[J].现代食品科技, 2005,21(1):120-123
Li G F. Research on the biochemical composition of Sepiaiuex Argentinus [J]. Modern Food Science and Technology, 2005, 21(1): 120-123

[14] Maria Makrides, Robert A Gibson, Andrew J McPhee, et al. Effect of DHA supplementation during pregnancy on maternal depression and neurodevelopment of young children [J]. The Journal of the American Medical Association, 2010, 304(15): 1675-1683

现代食品科技