

不同规格鲆鲽类的生化组成及营养价值比较

滕 瑜¹ 郭晓华² 苑德顺² 王彩理¹

(¹ 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(² 山东美佳集团有限公司, 日照 276800)

摘 要 分析了不同规格鲆鲽类的生化组成并进行了营养价值研究和安全性评价。结果表明, 不同规格的鲆鲽类鱼肉氨基酸都符合 FAO/WHO 公布的氨基酸理想模式: EAA/TAA 含量在 40% 左右、EAA/NEAA 在 60% 以上, 重金属含量都符合国内外相关标准, 所以鲆鲽类蛋白质都属于理想安全的优质蛋白质。不同规格鲆鲽类的 FAA/TAA 的比例都相近, 而 1~2 kg 的鲆鲽类的必需氨基酸、非必需氨基酸、鲜味氨基酸含量普遍高于 0.5 kg 的大菱鲆。

关键词 鲆鲽类 生化组成 营养价值 重金属

中图分类号 R151.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)04-0120-06

The comparison of biochemical compositions and nutritional value of flatfish

TENG Yu¹ GUO Xiao-hua² YUAN De-shun² WANG Cai-li¹

(¹ Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(² Shandong Meijia Group Co. Limited, Rizhao 276800)

ABSTRACT Biochemical compositions of flatfish were analyzed, and nutritional value and safety evaluation of flatfish were discussed based on their characteristics of biochemical composition. The results showed that the amino acids of flatfish conformed to the amino acids ideal mode (EAA/TAA about 40% and EAA/NEAA above 60%) published by FAO/WHO, and the contents of heavy metals met the relevant standards home and abroad, indicating that the proteins of flatfish were ideal and quality safe. The ratios of FAA/TAA were close in different sized flatfish, but the contents of EAA, NEAA and FAA in 1~2 kg flatfish were larger than those in 0.5 kg flatfish.

KEY WORDS Flatfish Biochemical composition Nutritional components Heavy metal

鲆鲽类包括大菱鲆 *Scophthalmus maximus* L. 和牙鲆 *Paralichthys olivaceus* 等, 大菱鲆又称多宝鱼, 是欧洲著名的海水养殖良种和国际市场公认的高价值食用鱼类之一。它的肌肉丰厚白嫩, 鳍边和皮下胶质丰富, 口感爽滑鲜美, 有骨刺少、出肉率高和久煮不老等优点(雷霖霖等 2008)。大菱鲆引进 10 年来, 以其良种优势, 先进的创新模式和工业化养殖潮流, 成为我国北方沿海注目的重要养鱼工业。我国养殖鱼类产品的市场主

现代农业产业技术体系建设专项资金(nycytx-50-G09)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 2008-chb-03)共同资助

收稿日期: 2009-10-29; 接受日期: 2010-01-15

作者简介: 滕 瑜(1964-), 男, 副研究员, 主要从事水产品加工学研究。E-mail: tengyu@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85822914

要还是集中于鲜活市场,对于国际市场上主要的加工产品除罗非鱼之外,其他鱼类还很少涉及。养殖鱼类产品只有成为加工企业的原料,才能真正产业化,带动整个行业的发展。目前的大菱鲆国内鲜活规格在 0.5 kg/尾左右,日、韩等国市场的鲜活大菱鲆 1 kg/尾以上,而欧美市场则要求大规格大菱鲆冰鲜或风味加工产品。我国现已是欧洲之外的大菱鲆最大生产国,约占世界总产量的 30%,而且工厂化养殖仍在继续扩大,多品种多元化鲆鲽类养殖的同步发展,将会在我国北方沿海形成一个因地制宜、各有所长、持续、健康发展的支柱产业,并获得巨大的经济和社会效益。

据 FAO 统计,自 20 世纪 70 年代以来,世界水产品产量的 75% 左右是经过加工而后销售的,鲜销的比例只占总产量的四分之一。我国加工所占的比例相当低,仅占总产量的 30% 左右,远远落后于发达国家,基本上依靠鲜销,在一些重点养鱼地区,产销矛盾突击,已出现滞销现象,严重制约了我国海水养殖业的发展。在鲆鲽类加工的制品中,“三去”分割冷冻小包装和条鱼冻结仍应是主要的加工产品,这不仅可以解决季节性来料集中的及时处理问题,又可缓和城市水产品供应紧张的状况;软罐头食品因其装量小、单价低、取食方便,也深受消费者欢迎;大菱鲆调味鱼干片,其肉质纤维疏松、口感鲜美,而且这两种制品都能常温保存,便于流通,也会有广阔的市场。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验用鲆鲽类均来自烟台天源水产有限公司(“国家级大菱鲆良种场”、“山东省大菱鲆良种场”、“中国水产科学研究院黄海水产研究所科研基地”),其鲆鲽类苗种已经先期经过山东省水产品质量检验中心(JCQ9017)的抽查,全部合格,这些苗种经过养殖 ISO9001 质量管理体系养成的鲆鲽类分别经过活杀(放血)、清洗(刷净黏液)、消毒、去脏(去净内脏和鱼鳃)、清洗、沥水、速冻(-30℃以下单尾摆放急冻)。取样品鱼肉 6 种进行营养分析试验及重金属含量测定:A 为 2 552 g 的大菱鲆,B 为 2 210 g 的大菱鲆,C 为 968 g 的大菱鲆,D 为 540 g 的大菱鲆,E 为 1 153 g 的牙鲆,F 为 620 g 的牙鲆。

1.2 方 法

测定方法:GB/T 5009.3 食品中水分的测定,GB/T 5009.4 食品中灰分的测定,GB/T 5009.5 食品中蛋白质的测定,氨基酸用 835-50 氨基酸自动分析仪,微量元素用岛津 UV365 自计分光光度计,GB 5009.10-85 食品中粗纤维的测定,GB/T 5009.11 食品中总砷及无机砷的测定,GB/T 5009.15-1996 食品中镉的测定方法,GB/T 5009.12 食品中铅的测定,GB/T 5009.17 食品中总汞及有机汞的测定。

蛋白质氨基酸的营养价值评价:采用 1973 年 FAO/WHO 推荐的蛋白质必需氨基酸评价模式(FAO 1973),以人体需要的理想蛋白质 FAO 模式作为参考进行蛋白质的氨基酸评分,并用必需氨基酸指数进行营养价值评价。必需氨基酸评分(AAS)和必需氨基酸指数(EAAI)分别按下面公式计算(Peiiett *et al.* 1980):

氨基酸评分(AAS)=样品蛋白质氨基酸含量/比较基准同种氨基酸含量×100

$EAAI = [(P_{Thr}/S_{Thr}) \times (P_{Val}/S_{Val}) \times \dots \times (P_{Lys}/S_{Lys})]^{1/n} \times 100$

式中, n 为比较氨基酸个数, P 为受检蛋白质的氨基酸含量(mg/g 蛋白), S 为 FAO 模式理想蛋白质的氨基酸含量(mg/g 蛋白)。

2 结果与讨论

鲆鲽类一直以 500 g 左右作为商品鱼出售,但是通过近年来的研究表明,从养殖本身来看鲆鲽类在体重 500 g 以内生长是最慢的,需 1 年,2~3 龄生长速度最快,平均年生长 1 000 g 以上。我国的消费方式既浪费资源,又影响了市场竞争力,而且受消费习惯和理念的影响,多年来我国只是活鲜消费,没有形成加工产品和大规格产品,而日、韩和欧洲市场的消费规格均为尾重 1 000 g 以上的大规格产品,影响了我国产品的国际市场的竞争力。因此瞄准市场空间很大的国际市场,以 1 000 g 以上的鲆鲽类为加工对象研制鱼肉制品,生产适销对

路的大规格产品,把鲆鲽类产品推向国际市场,是今后鲆鲽类加工发展方向之一。

2.1 鲆鲽类产量概况

表1 鲆鲽类产量概况

Table 1 The production summary of flatfish

年份 Year	全国海水养殖鱼类 Seafish in China(t)	全国鲆鲽类(鲆+鲽) Flatfish in China(t)	山东鲆鲽类 Flatfish in Shandong(t)
2005	658 928	76 884+5 676	58 325+3 323
2006	631 692	59 710+5 050	45 263+2 665
2007	688 563	66 549+5 382	47 357+4 143

目前,我国水产品养殖总产量达到3 393万t,淡水养殖和海水养殖产量分别为2 008和1 385万t。就山东地区来看,鲆鲽类养殖产量、规模和销售价格较前两年大幅度回升,从业人员对产业今后的发展充满信心,养殖企业纷纷表示将齐心协力,与鲆鲽类现代产业技术体系岗位科学家共同努力,推动鲆鲽类养殖产业有序健康发展,而胶东地区也已发展成为全国鲆鲽类的主产区,年产量5万t左右,产品畅销日、韩、港、澳和国内大中城市,其中大菱鲆被评为全国唯一的名牌产品。

总体来说,全国鲆鲽类产量维持在6~8万t左右,而山东和辽宁是鲆鲽类海水养殖的主要省份,其中山东鲆鲽类产量占全国产量的90%以上,所以特地选定在山东进行鲆鲽类加工产业化和鲆鲽类生产线的建设。

2.2 鲆鲽类的成分分析和安全性评价

人们对于食用鱼类的选择有了更高的标准和需求,在追求“营养”、“口味”的同时,还要追求“品位”和“档次”。鲆鲽类正符合当今世界市场对这些方面的追求,成为当前的主流养殖鱼类,无论采用何种烹饪方法都能符合东、西方人的口味,兼有运输、贮存容易和鱼文化的讲究,所以在国内和欧美市场上同样都会普遍受到欢迎(雷霆霖等 2008)。为此进行了不同规格鲆鲽类的成分分析和安全性评价,下面是不同规格鲆鲽类去内脏后的得率。

表2 不同规格鲆鲽类去内脏后的得率

Table 2 The yield of different sized flatfish after viscera removal.

鲆鲽类 Flatfish	大菱鲆 1 500 g~2 500 g <i>S. maximus</i>	大菱鲆 750 g~1 500 g <i>S. maximus</i>	大菱鲆 500 g± <i>S. maximus</i>	牙鲆 1 000 g~1 500 g <i>P. olivaceus</i>	牙鲆 500 g± <i>P. olivaceus</i>
去内脏后的得率 Yield(%)	89.18	89.47	89.91	94.4	90.4

鱼类蛋白质包含各种必需的氨基酸,是人类的优质蛋白食物,而且鱼类优于禽畜产品,更易消化吸收。鱼的种类不同,营养价值不同,表3是鲆鲽类一般营养成分的分析。可以看出,鲆鲽类粗蛋白含量较高,20%左右,高于史氏鲟鱼肉(17.74%)、养殖鳗鲡(16.4%)(许永安等 2008)。大规格鲆鲽类鱼肉的蛋白质和脂肪比小规格含量高,郭恩棉等(2006)进行了大菱鲆与其他养殖鱼类肌肉一般营养成分比较,得出大菱鲆所含有的各种营养成分较为合理,非常适应我国居民营养需要,其发展前景广阔。

表3 鲆鲽类一般营养比较

Table 3 Comparison of the nutritional components in flatfish

鲆鲽类 Flatfish	A 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	B 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	C 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	D 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	E 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>	F 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>
粗蛋白 Protein(%)	20.4	19.5	18.8	19.0	23.2	20.6
水分 Moisture(%)	75.5	76.6	77.2	74.9	74.8	77.1
粗脂肪 Fat(%)	1.09	1.64	1.17	1.24	1.33	1.17
灰分 Ash(%)	1.82	1.98	1.10	1.55	0.18	0.45
总和 Total(%)	98.80	99.72	98.27	96.69	99.51	99.3

鲆鲽类鱼体蛋白质中富含精氨酸,精氨酸是人体条件性必需氨基酸,对人体有很多生化与治疗作用。赖氨酸在食品营养学上被称为第一限制氨基酸,平时常食的豆类、花生蛋白质中这类限制氨基酸含量较少,而鲆鲽类的赖氨酸含量都较高,可以弥补这些食品中限制氨基酸含量的不足,从而提高蛋白质的利用率,增强氨基酸的互补作用。大菱鲆蛋白质中人体完全必需氨基酸:苏氨酸和赖氨酸的组成比例分别为 0.91% 和 1.76%,赖氨酸含量较高。赖氨酸是人乳中第一限制氨基酸,加之大菱鲆独特的鳍边胶质,使其成为催乳所需的优质食品(马爱军等 2008)。几种鲆鲽类蛋白质的支链氨基酸(Branch-chain amino acid,BCAA)含量分别为 2.85%、3.54%、3.58%、2.94%、3.90%、3.18%,与芳香氨基酸(Aromatic amino acid,AAA)(含量分别为 1.27%、1.54%、1.57%、1.33%、1.73%、1.43%)的比值分别为 2.24、2.30、2.28、2.21、2.25、2.22,稍低于金枪鱼背部肌肉蛋白质的 2.69、野生大黄鱼的 2.83,而与野生赤点石斑鱼的 2.32、饲养赤点石斑鱼的 2.36 相近。支链氨基酸主要包括亮氨酸、异亮氨酸及缬氨酸,有助于蛋白质的合成、抗衰老和防治肝肾功能衰竭,是维持人体大脑正常功能的必须物质。BCAA 代谢与运动能力密切相关,作为一种运动营养补剂。芳香氨基酸主要包括苯丙氨酸、色氨酸及酪氨酸,能促进假性神经递质的合成而竞争内源性的多巴胺和去甲肾上腺素,与肝性脑病的发生有一定相关性;高支链氨基酸、低芳香氨基酸及混合物具有保肝的功效,所以鲆鲽类蛋白质也是保肝功效较好的一种健康蛋白(表 4)。

表 4 鲆鲽类氨基酸的一般构成

Table 4 Comparison of amino acids in flatfish(%)

鲆鲽类 Flatfish	A 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	B 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	C 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	D 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	E 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>	F 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>
苏氨酸 Thr	0.72	0.89	0.90	0.75	0.97	0.82
异亮氨酸 Ile	0.71	0.89	0.89	0.73	0.97	0.80
赖氨酸 Lys	1.54	1.90	1.91	1.58	2.07	1.77
苯丙氨酸 Phe	0.68	0.80	0.83	0.73	0.94	0.74
蛋氨酸 Met	0.50	0.62	0.62	0.49	0.64	0.57
缬氨酸 Val	0.73	0.89	0.92	0.76	1.00	0.79
亮氨酸 Leu	1.41	1.76	1.77	1.45	1.93	1.59
组氨酸 His	0.37	0.45	0.46	0.42	0.56	0.39
精氨酸 Arg	1.08	1.33	1.31	1.07	1.35	1.24
天门冬氨酸 Asp	1.70	2.07	2.11	1.72	2.23	1.94
谷氨酸 Glu	2.48	3.14	3.15	2.47	3.20	3.08
甘氨酸 Gly	0.78	0.82	0.87	0.89	0.96	0.79
丙氨酸 Ala	1.06	1.23	1.30	1.12	1.40	1.18
酪氨酸 Tyr	0.59	0.74	0.74	0.60	0.79	0.69
丝氨酸 Ser	0.72	0.89	0.93	0.77	0.96	0.85
脯氨酸 Pro	0.47	0.46	0.50	0.45	0.50	0.47
总计 Total	15.54	18.88	19.21	16.00	20.47	17.71

据 FAO/WHO 公布的氨基酸理想模式,如氨基酸组成中的 EAA/TAA 含量在 40% 左右、EAA/NEAA 在 60% 以上,则可被视为优质蛋白质。由此可见,大菱鲆和牙鲆的氨基酸组成中各项指标均达上述要求,所以大菱鲆和牙鲆体内的蛋白质都属于理想的优质蛋白质(表 5)。但是从具体氨基酸含量来看,B 大菱鲆鱼肉、C 大菱鲆鱼肉、E 牙鲆鱼肉的 TAA、EAA、NEAA、FAA 含量均明显高于 A 大菱鲆鱼肉、D 大菱鲆鱼肉、F 牙鲆鱼肉,这从一个侧面说明加工大菱鲆最好选择 1 000~2 000 g,牙鲆最好选择 1 000 g 以上的鱼类。

通过对鲆鲽类鱼肉蛋白和比较蛋白的必需氨基酸含量及其必需氨基酸指数的比较(表 6),可以明显看出,B 大菱鲆鱼肉、C 大菱鲆鱼肉、E 牙鲆鱼肉的 EAA 含量均明显高于和接近于比较蛋白,而 A 大菱鲆鱼肉、D 大

菱鲆鱼肉、F 牙鲆鱼肉均明显低于比较蛋白。必需氨基酸指数大小顺序为: C 大菱鲆鱼肉(124) > B 大菱鲆鱼肉(118) > E 牙鲆鱼肉(109) > F 牙鲆鱼肉(102) > D 大菱鲆鱼肉(101) > A 大菱鲆鱼肉(91), 这和表 5 进行了相互验证。通过和其他鱼类比较 EAAI: 鲟鱼肉、养殖大黄鱼的必需氨基酸指数为 108, 金枪鱼 120, 野生大黄鱼 117, 野生赤点石斑鱼、饲养赤点石斑鱼 112(许永安等 2008), C 大菱鲆鱼肉(124)和 B 大菱鲆鱼肉(118)处于较高的营养水平。

表 5 鲆鲽类特殊氨基酸的一般构成

Table 5 Comparison of the special amino acids in flatfish(%)

鲆鲽类 Flatfish	A 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	B 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	C 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	D 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	E 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>	F 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>
总氨基酸 Total amino acids	15.54	18.88	19.21	16.00	20.47	17.71
必需氨基酸 Essential amino acids	6.29	7.75	7.84	6.49	8.52	7.08
非必需氨基酸 No-essential amino acids	9.25	11.13	11.37	9.51	11.95	10.63
鲜味氨基酸 Flavour amino acids	7.10	8.59	8.74	7.27	9.14	8.23
必需氨基酸/总氨基酸 EAA/TAA	0.457	0.411	0.408	0.406	0.416	0.400
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA	0.680	0.696	0.690	0.682	0.713	0.666
鲜味氨基酸/总氨基酸 FAA/TAA	0.457	0.455	0.455	0.454	0.447	0.465

表 6 鲆鲽类鱼肉蛋白和比较蛋白的必需氨基酸含量及其必需氨基酸指数的比较

Table 6 Comparison of contents EAA and EAAI between flatfish and egg(mg/g)

鲆鲽类 Flatfish	A 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	B 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	C 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	D 大菱鲆鱼肉 <i>S. maximus</i>	E 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>	F 牙鲆鱼肉 <i>P. olivaceus</i>	FAO 模式 FAO model
苏氨酸 Thr	35.3	45.6	47.9	39.5	41.8	39.8	40
异亮氨酸 Ile	34.8	45.6	47.3	38.4	41.8	38.8	40
赖氨酸 Lys	74.0	97.4	101.6	83.2	89.2	85.9	55
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	62.3	79.0	83.5	70.0	74.6	69.4	60
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	24.5	31.8	33.0	25.8	27.6	27.7	35
缬氨酸 Val	35.6	45.6	48.9	40.0	43.1	38.3	50
亮氨酸 Leu	69.1	90.3	94.1	76.3	83.2	77.2	70
必需氨基酸指数 EAAI	91.3	118.3	124.0	101.0	108.6	102.2	100

2.3 鲆鲽类中重金属含量的分析

2008年7月23日, 欧盟公布新法规调整食品中重金属最大限量标准, 对食品中铅、镉和汞3种重金属的最大限量标准作了调整。新标准新增了对食品添加剂中铅、镉、汞最大含量的限定, 铅含量超过 3.0×10^{-6} , 镉超过 1.0×10^{-6} , 汞超过 0.1×10^{-6} 的食品都将不得进口、销售。我国2005年制定并实施的国家标准食品中污染物限量 GB2762-2005, 规定了食品中重金属的限量标准, 其中包括铅、镉、汞、砷、铬、铝、硒、氟。国际食品法典委员会(CAC)发布的食品中污染物和毒素通用标准 CODEXSTAN193-1995(2007年修订版), 规定了食品中重金属的通用限量标准, 其中包括砷、镉、铅、汞、甲基汞、锡。经过测定, 鲆鲽类重金属含量都是 $As < 0.01$ mg/kg, $Pb < 5.0$ μ g/kg, $Cd < 0.1$ μ g/kg, $Hg < 0.15$ μ g/kg, 均远低于限量标准, 所以说本研究中的鲆鲽类在重金属含量方面是非常安全的(表7)。

镉一旦进入人体就不容易排出, 在体内蓄积到一定浓度就会造成损害, 而且病程长, 不易痊愈, 对肾脏的损害最为明显, 镉的摄入还与高血压、动脉硬化和心脏病等有关; 铅会损伤人的神经、消化及造血等系统。所以人们吃鱼头时若不注意, 就有可能造成铅中毒, 出现肌肉关节酸痛或引发神经衰弱综合征等, 急性铅中毒者还可出现中毒性脑病, 严重头痛, 甚至昏迷。

表7 鲆鲽类有害重金属含量(mg/kg)
Table 7 The contents of harmful heavy metals in flatfish(mg/kg)

重金属 Heavy metal	砷 As	铅 Pb	镉 Cd	汞 Hg
鲆鲽类检测值 Determination value	0.01	5.0×10^{-3}	0.1×10^{-3}	0.15×10^{-3}
中国鱼类限量 Chinese fish limit	0.1	0.5	0.1	0.5
国际食品法典委员会限量 CAC limit	0.5	0.3	0.2	0.5
欧盟限量 EU limit	—	0.2	0.1	0.5

3 结论

(1)不同规格的大菱鲆和牙鲆鱼肉氨基酸分析表明都符合FAO/WHO公布的氨基酸理想模式:EAA/TAA含量在40%左右、EAA/NEAA在60%以上。所以大菱鲆和牙鲆鱼肉的蛋白质都属于理想的优质蛋白质。

(2)大规格大菱鲆鱼肉特别是1~2 kg的大菱鲆的氨基酸含量有如下特点:必需氨基酸、非必需氨基酸、鲜味氨基酸、必需氨基酸指数含量普遍高于0.5 kg的大菱鲆,但是在大菱鲆鱼肉总鲜味氨基酸/总氨基酸FAA/TAA的比例都相近;1 kg以上牙鲆鱼肉也有类似特点。

(3)所测定的大菱鲆和牙鲆鱼肉重金属含量都符合国家标准和国际标准。

参 考 文 献

- 马爱军,陈四清,雷霖霖,刘新富,王印庚. 2003. 大菱鲆鱼体生化组成及营养价值的初步探讨. 海洋水产研究, 24(1): 11~14
- 刘红英,薛长湖,江艳华,陈洪涛,林洪. 2003. 我国部分经济海产食品中砷、铅、镉、汞含量的测定与分析. 中国食品学报, 21: 38~41
- 许永安,廖登远,苏捷. 2008. 史氏鲟 *Acipenser schrenckii* 鱼肉的营养价值. 福建水产, 6(2): 55~59
- 郭恩棉,吕亮,王鑫,宫一震. 2006. 白化大菱鲆与正常大菱鲆营养价值的比较. 莱阳农学院学报(自然科学版), 23(1): 34~36
- 雷霖霖,梁萌青,刘新富,孟振. 2008. 大菱鲆营养成分与食用价值研究概述. 海洋水产研究, 29(4): 112~115
- FAO. 1973. Energy and protein requirements. FAO Nutrition Meetings Report, Series No. 52
- Peiiett, P. L., and Young, V. R. 1980. Nutritional evaluation of protein foods. The United National University, Japan, 26~29
- Caliceli, M., Argese, E., Sfriso, A., and Pavoni, B. 2002. Heavy metal contamination in the seaweeds of the Venice lagoon. Chemosphere, 47: 44~454
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science and Technology, 10: 25~28
- Netten, C., Hopfion, Cann, S. A., and Morley, D. R. 2000. Elemental and radioactive analysis of commercially available seaweed. The Science of the Environment, 255: 169~175
- Wong, K. H., and Peter, C. K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part 1 proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. Food Chemistry, 71: 475~482
- Wong, K. H., Sam, S. W., Cheung, P. C. K., and Ang, P. O. Jr. 1999. Changes in lipid profiles of rats fed with seaweed-based diets. Nutrition Research, 19(10): 1 519~1 527