

金枪鱼的加工利用技术研究进展

段振华¹, 王素华²

(1.海南大学食品学院, 海南 海口 570228; 2.海南省水产研究所, 海南 海口 570203)

摘要: 金枪鱼是一种重要的海洋食物资源, 日本、欧美是其主要的消费市场。在我国, 随着人民生活水平的提高, 以金枪鱼为代表的大洋性深海鱼类深受青睐, 逐渐出现在广大老百姓的餐桌上。但目前我国的金枪鱼加工利用水平落后。为了促进我国金枪鱼加工利用技术的研究, 本文分别就金枪鱼的营养价值和肉质特性、冷冻加工、超高压加工、罐头加工、鱼松加工、寡肽的提取、多不饱和脂肪酸提取、鱼油提取和鱼肉中组胺在加工贮藏过程中的变化等方面综述了金枪鱼的加工利用技术研究现状, 并对金枪鱼的加工利用发展方向进行了探讨。

关键词: 金枪鱼; 营养; 加工; 利用

A Review of Technologies for Processing and Utilization of Tuna

DUAN Zhen-hua¹, WANG Su-hua²

(1. College of Food Science and Technology, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. Hainan Provincial Fisheries Research Institute, Haikou 570203, China)

Abstract: Tuna is an important marine food source and consumed mostly in Japan, Europe and the United States. In China, with the improvement of people's standards of living, deep-sea fish species such as tuna become popular with consumers and have been served on Chinese dining tables. Currently, China is still backward in tuna processing and utilization. This paper reviews the current situation of research on tuna processing and utilization such as characterization of nutritive value and meat quality traits, freezing, ultra-high pressure processing, canned tuna production, tuna floss production, extraction of natural ingredients from tuna including oligo-peptide, polyunsaturated fatty acids and fish oil, and control of histamine formation during processing and storage. Moreover, future directions in tuna processing and utilization are discussed. This paper may contribute to promote technological progress in this field.

Key words: tuna; nutritional components; process; utilization

中图分类号: TS254.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2013)08-0035-04

金枪鱼类是硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲈形目(Perciformes)、鲭科(Scombridae)鱼类中具有胸甲的几个属鱼类的总称, 又称鲐鱼、吞拿鱼, 是一种生活在海洋的中上层水域的高度洄游性鱼类, 主要分布在太平洋、大西洋、印度洋的热带、亚热带以及温带广阔水域^[1]。常见的金枪鱼类有5个属, 17个种。主要包括长鳍金枪鱼、大西洋金枪鱼、黄鳍金枪鱼、大眼金枪鱼、蓝鳍金枪鱼、鲣鱼等^[2]。

金枪鱼肉质柔嫩、鲜美, 蛋白质含量很高, 生物价高达90; 富含二十二碳六烯酸(DHA)、二十碳五烯酸(EPA)等具有生物活性的多不饱和脂肪酸^[3]; 同时, 甲硫氨酸、牛磺酸、矿物质和维生素含量丰富, 是国际营养协会推荐的绿色无污染健康美食^[4]。近年来每年全世界金枪鱼消费量300万t以上, 我国20万t左右, 而且逐年上

升。日本、欧美是金枪鱼的主要消费市场^[2]。我国随着人民生活水平的提高, 以金枪鱼为代表的大洋性深海鱼类深受青睐, 渐渐出现在广大老百姓的餐桌上。本文结合国内外金枪鱼加工利用的研究现状, 综述了金枪鱼肉营养价值和肉质特性、冷冻加工、超高压加工、罐头和鱼松加工等几种主要产品的加工技术, 以及从加工副产物中分离提取多不饱和脂肪酸、鱼油、寡肽等天然成分的研究进展, 并对金枪鱼的加工利用发展方向进行了探讨, 旨在为金枪鱼的加工利用技术研究提供借鉴。

1 金枪鱼的营养价值与肉质特性

由于金枪鱼生活在海洋中上层水域, 时常保持快速游动, 肉质柔嫩鲜美, 因此是现代人不可多得的健康美

收稿日期: 2013-06-13

基金项目: 海南省科学事业费项目(11-20410-0005); 海大科研合作项目(HD-KYH-2012071)

作者简介: 段振华(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为水产食品科学技术。E-mail: dzh65@126.com



食,也引起了越来越多的学者关注其营养价值、风味成分和肉质特性。王峰等^[5]以黄鳍金枪鱼背部肌肉为对象,测得其营养成分为水分72.35%、蛋白质25.53%、粗脂肪1.07%、灰分0.94%。氨基酸分析结果表明,金枪鱼背部肌肉中的赖氨酸含量丰富(化学分达130%),缬氨酸为第1限制氨基酸。虽然金枪鱼背部肌肉中脂肪含量较低,但是长链 ω -3多不饱和脂肪酸含量丰富,DHA 25.34%,EPA 6.32%。贾建萍等^[6]测定了金枪鱼骨的营养成分,得出鱼骨中蛋白质、灰分和脂肪含量分别为57.0%、33.1%和8.0%,鱼骨油中不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸分别占39.6%、56.5%,其中DHA和EPA分别为15.9%、1.8%,测定了鱼骨中17种矿物质元素,钙和磷分别为5.3%和2.9%。为了考查金枪鱼肉的风味成分,孙静等^[7]利用顶空固相微萃取进样,经过气质联用分析,鉴定出生鲜、热处理大眼金枪鱼肉的挥发性成分分别为36种和47种,生鲜样品中醛类、醇类对金枪鱼肉的风味起主要作用,热处理样品中醛类、呋喃类起主要作用。为了长期保持金枪鱼肉的高品质,其贮藏温度一般要求在 -50°C 以下。但是,在加工、贮藏、运输和销售过程中,金枪鱼肉的特性常常因环境条件的影响而发生不良变化。为了探讨反复冻结-解冻条件对金枪鱼肉质影响的变化规律,叶伏林等^[8]以黄鳍金枪鱼腹肉为对象,测定了鱼肉的硬度等质构特性,发现随着金枪鱼肉冻结-解冻次数的增加, -60°C 和 -18°C 贮藏的金枪鱼肉的硬度、弹性、咀嚼性均明显降低,说明了反复冻结-解冻会导致金枪鱼肉质下降。

2 金枪鱼的加工技术

2.1 冷冻加工

鱼类在离开赖以生存的水域环境后,在贮藏运输过程中非常容易发生腐败变质。为了防止新鲜鱼类在捕获后品质的迅速下降,有效延长鱼类水产品的保鲜期,冷冻加工技术是目前国内外水产品加工中采用的主要方法之一^[9]。全世界金枪鱼的总产量中可用作生鱼片的大约占一半^[10]。鲜鱼从海洋中捕获,如果要将其生鲜品运往异地,即使采用空运或高速公路运输,处于活体状态的鱼的鲜度仍会下降。为了将金枪鱼作生鱼片食用,冷冻加工被认为是最好的方法。金枪鱼在冻藏中,由于血红蛋白和肌红蛋白氧化导致原来鱼肉的红色褐变,让人产生肉质不新鲜的感觉,因此有不少对金枪鱼冷冻产品颜色变化的研究。杨金生等^[11]以黄鳍金枪鱼背部肌肉为研究对象,测定了不同冻藏温度对肌肉颜色(a^* 值)、高铁肌红蛋白的含量、脂肪氧化的影响。结果发现在不同的冻藏温度下,肌肉 a^* 值变化显著($P<0.05$);冻藏温度越低, a^* 值、脂肪氧化值变化越小,肌红蛋白氧化成高铁肌红

蛋白的量越少。因此,为保持金枪鱼的肉色不褐变,冷藏温度越低,则贮藏时间越长。李双双等^[12]研究了在 -18°C 冻藏条件下,茶多酚对金枪鱼肉的保鲜效果。结果表明,经茶多酚溶液处理后的金枪鱼肉的pH值和挥发性盐基氮(TVBN)值明显低于对照组,而 a^* 值明显高于对照组,感官值优于未经处理的对照组。采用6g/L茶多酚保鲜液浸渍处理金枪鱼肌肉,样品在第30天仍能达到1级鲜度指标,且比对照组延长了至少15d的2级鲜度货架期。

2.2 鱼松加工

鱼松是一种以鱼肉为原料,经蒸煮、调味、炒制而加工成的营养食品,它状似绒毛,疏松可口,越嚼越有味,是一种营养美味佳肴。李钰金等^[1]报道了金枪鱼鱼松的加工工艺。因金枪鱼肉中脂肪含量高,使鱼肉制品存在鱼腥味,采用了萃取法脱去鱼肉中的脂肪,去脂率高达95%。最适宜调味配方为盐1.5%、糖3.0%、大豆分离蛋白5.0%、姜汁3.0%、葱汁1%、味精1%、油3%;最佳处理工艺为蒸煮时间75min,压榨水分55%,初炒时间10min。其确定的工艺流程为:原料→解冻→漂洗去腥→蒸煮→去鱼刺→压榨→搓松→调味炒松→冷却→称量→包装→成品。

2.3 罐头加工

将金枪鱼加工成罐头食品,不仅可以延长其贮藏期、食用方便,而且可增加其商品价值。金枪鱼罐头是水产品罐头的重要品种,已经形成了一系列罐头产品,加工罐头的金枪鱼主要是长鳍金枪鱼和黄鳍金枪鱼。国外已生产出各种各样的金枪鱼罐头,如原汁、油浸、蔬菜汁、玉米、果冻、茄汁金枪鱼等罐头^[13],国内王锭安^[14-15]进行了茄汁金枪鱼、油浸金枪鱼、红烧金枪鱼等罐头的研究。此外,陈仪男^[16]对五香、豆豉和风味金枪鱼罐头等进行了研究,得出风味金枪鱼的优选配料为酱油6.0%、白砂糖2.5%、核苷酸二钠(I+G) 0.14%;五香类金枪鱼优选配料为五香调味液5.0%、酱油6.0%、I+G 0.10%~0.14%、白砂糖4.0%;豆豉金枪鱼的优选配料为豆豉8.0%、香料水3.0%、白砂糖2.0%~4.0%、I+G 0.12%,同时汤汁各自加入适量的酒、琼脂等混合调配成汤汁,调整汤汁盐度至5.0%~6.0%,结果更好。金枪鱼罐头按内容物块型来分,主要有以下几类^[17]:1)大块装全白与红白鱼肉,全部为小块几乎不含碎肉片;2)大块与碎块混装,碎肉不超过20%,其余为小块;3)全白碎肉,全部装碎肉;4)小块与碎肉混装,一口可食之小块占60%以上,碎肉约含40%;5)肉沫碎块,软碎肉片更碎小之碎肉。当然,尽管有这么多的不同风味的产品,但是要使金枪鱼罐头能适应更多地区不同的口味需求,扩大罐头的市场接受容量,仍有必要开发更多的新型系列产品。

2.4 超高压加工

超高压技术,就是在密闭容器内,用水或其他液



体作为介质对食品或其他物料施以一定的压力,达到灭菌、改性、加工和保藏的目的^[18]。金枪鱼在整个国际市场上的销售主要是金枪鱼罐头,但随着生鲜金枪鱼片需求的增长,例如在日本,金枪鱼寿司的流行,在一定程度上影响了消费者的使用习惯。因此,在加工和保藏过程中,保证金枪鱼的新鲜品质和食用安全,是金枪鱼加工亟待解决的问题。王璉^[19]采用超高静压技术对生鲜金枪鱼进行加工和保藏,探讨在220MPa、275MPa的优化压力条件下,处理时间3min和6min,生鲜金枪鱼片在保藏期间品质的变化。结果发现,经过超高压处理的生鲜金枪鱼片在4℃条件下保藏,在12d的保藏期间,菌落总数始终未超标,高压处理的样品TVBN均未超过生食标准25mg/100g,符合食用标准。

3 金枪鱼副产物的综合利用技术

3.1 鱼油及多不饱和脂肪酸的提取

据报道^[20],金枪鱼头脂肪含量高,含有大量的多不饱和脂肪酸,尤其是DHA含量大于20%,EPA含量为5%~10%。因此,金枪鱼头是很好的DHA和EPA来源。EPA和DHA具有抑制血小板凝聚、抗血栓、舒张血管、调整血脂和提高生物膜液态性等作用^[21]。Estiasih等^[22]采用尿素包埋结晶法,研究了从金枪鱼罐头加工副产物中分离纯化 ω -3多不饱和脂肪酸的工艺,得到纯度为89.64%的样品。陶宁萍等^[23]以黄鳍金枪鱼眼窝肉为研究对象,采用隔水蒸法、酶解法、碱水解法和超临界CO₂(SC-CO₂)萃取法提取鱼油,结果发现SC-CO₂萃取法获得的鱼油达到我国水产行业精制鱼油1级标准,且提取的鱼油不饱和脂肪酸含量最高(74.29%),其中含EPA 5.99%、DHA 27.12%。得出SC-CO₂较其他3种方法提取金枪鱼眼窝肉中鱼油具有显著优势。张华丹等^[24]以金枪鱼加工下脚料为原料,对双酶酶解法提取粗鱼油进行研究,优化的工艺条件为料液比1:3,蛋白酶A、B添加量均为1.5%,反应时间各为3.2h,所得酶解液在-20℃条件下冻结12h与40℃条件下解冻1.5h进行破乳。在该条件下粗鱼油提取率为(6.58±0.56)%,理化指标均达到SC/T 3502—2000《鱼油》的粗鱼油2级标准。

3.2 寡肽的提取

在金枪鱼罐头加工过程中产生大量的碎肉,约占原料的11%左右,除有限的用于罐头食品的净重补充外,剩余的均未能很好的利用,但其与鱼肉一样富含蛋白质,是制备各种活性肽、氨基酸的优良原料。研究表明,以数个氨基酸结合而成的寡肽有比氨基酸更好的消化吸收性能,且具有抗过敏性、降胆固醇、降血压、增强免疫等生理功能,因此,蛋白质的水解工艺及水解产物的研究具有重要的意义及应用价值^[25-27]。王芳等^[26]采用2步

酶解法,以金枪鱼碎肉蛋白为底物,得出以胃蛋白酶作为第1步水解用酶,胃蛋白酶添加量800U/g、酶解时间3h、温度35~40℃、pH2.0、底物浓度(即鱼肉与水质量之比)1:7时水解效果最好;风味酶作为第2步水解用酶,添加量52000U/g、酶解时间2h、温度50~55℃、pH7~7.5时水解效果最好。辛建美等^[28]以金枪鱼碎肉为原料,利用胰蛋白酶和木瓜蛋白酶这2种酶组成双酶反应体系,得出金枪鱼碎肉蛋白最佳水解条件为反应温度45℃、反应时间6h、胰蛋白酶添加量15000U/g、木瓜蛋白酶添加量45000U/g、体系pH7.0。在此条件下,水解度可以达到15.83%。采用超滤膜对酶解液进行分离,获得3个组分分别为:大于10000、5000~10000、小于5000D,其得率分别为7.69%、30.71%、19.23%。除了从金枪鱼加工产生的碎肉中提取寡肽外,王霞等^[29]对木瓜蛋白酶与碱性蛋白酶双酶组合水解黄鳍金枪鱼胰脏制备活性肽的工艺进行了研究,结果表明,木瓜蛋白酶与碱性蛋白酶双酶水解的最佳条件为:酶活比1:1、料液比1:10、加酶量30mg/g、pH7.55、酶解时间3.39h、酶解温度55.73℃。利用此双酶水解条件得到的水解度高达60.22%。

3.3 其他加工

目前,金枪鱼的加工主要是以生产生鱼片和金枪鱼罐头为主。在罐头加工过程中产生的副产物大约占总质量的50%~70%,这些副产物包括鱼头、鱼骨、鱼皮、内脏、碎肉等。对这些副产物的利用,除了提取寡肽和蛋白质、鱼油及多不饱和脂肪酸之外,鱼骨可以加工成为鱼骨粉,从鱼内脏中可以提取酶制剂,从鱼皮中提取明胶,从鱼皮、鱼骨和鱼鳍中可以提取胶原蛋白等^[17]。胶原蛋白是一种优质的原材料,能被广泛地运用于食品、药品、化妆品等行业。Woo等^[30]研究了从金枪鱼鱼皮中提取胶原蛋白的工艺条件,提取率达27.1%,其中含亚氨基的碱性氨基酸占20.5%。

4 金枪鱼加工安全研究

由于金枪鱼体内富含游离组氨酸,当金枪鱼死后,其自身防疫机制崩溃,微生物急剧繁殖,可产生大量组氨酸脱羧酶,在弱酸的条件下组氨酸脱羧产生组胺,而组胺可引起头痛、反胃呕吐、腹泻、瘙痒性皮炎、低血压等一系列过敏反应^[31]。因此,组胺问题已成为制约金枪鱼加工业发展的重要因素。祁兴普等^[32]研究了金枪鱼加工过程中组胺的变化规律,发现在加工过程中,组胺增加主要发生在解冻阶段,解冻至中心温度高于4℃时,鱼肉组胺含量开始急剧增加,原料组胺含量越高,组胺增加速率越大;在蒸煮和静置过程中,组胺含量持续增加。



5 结 语

目前, 金枪鱼肉加工的产品主要是罐头和生鱼片, 加工技术研究集中在罐头调味液配方、生鱼片冷冻和冷藏过程中的品质变化及其控制等, 现代食品工程高新技术在金枪鱼肉加工方面的应用明显不足。其次, 金枪鱼加工产生大量的副产物, 研究主要在蛋白质和鱼油的分离提取方面, 且尚未投入市场。因此, 随着金枪鱼加工量的增大, 将会产生大量的副产物。注重副产物的高值化利用和综合开发, 研究高新技术在金枪鱼肉加工中的应用, 研制出更多更好的产品, 控制鱼肉在加工贮藏中组胺的含量和颜色的变化, 提高金枪鱼加工的附加值, 可能是金枪鱼加工利用研究的发展方向。

参考文献:

- [1] 李钰金, 隋娟娟, 李银塔, 等. 金枪鱼鱼松的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(3): 67-70.
- [2] 王佳莉. 蛋白酶水解金枪鱼副产物的工艺研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [3] HERNANDEZ M M, GALLARDO V T, OSORIO R G, et al. Prediction of total fat, fatty acid composition and nutritional parameters in fish fillets using MID-FTIR spectroscopy and chemometrics[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 52(1): 12-20.
- [4] 王九华. 金枪鱼午餐肉罐头的研制[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(5): 83-85.
- [5] 王峰, 杨金生, 尚艳丽, 等. 黄鳍金枪鱼营养成分的研究与分析[J]. 食品工业, 2013, 34(1): 187-189.
- [6] 贾建萍, 周彦钢, 林赛君, 等. 金枪鱼骨营养成分分析[J]. 食品工业科技, 2013, 34(10): 334-337.
- [7] 孙静, 黄健, 候云丹, 等. 顶空固相微萃取-气质联用分析大眼金枪鱼肉的挥发性成分[J]. 食品科学, 2011, 32(22): 230-233.
- [8] 叶伏林, 顾赛麒, 刘源, 等. 反复冻结-解冻对黄鳍金枪鱼肉品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(1): 172-177.
- [9] 段振华. 水产品加工工艺学实验技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2009: 49.
- [10] 陈坚, 朱富强, 吴稼乐, 等. 金枪鱼低温冷藏技术[J]. 制冷, 2004, 23(1): 53-57.
- [11] 杨金生, 尚艳丽, 夏松养. 不同冻藏温度对金枪鱼肉肉色变化的影响[J]. 食品工业, 2012, 33(1): 39-41.
- [12] 李双双, 夏松养, 李仁伟. 茶多酚对冻藏金枪鱼的保鲜效果研究[J]. 食品科技, 2012, 37(12): 126-129.
- [13] 叶清如. 金枪鱼及其罐头制品[J]. 食品工业, 1990(6): 9-11.
- [14] 王锭安. 茄汁金枪鱼罐头加工工艺[J]. 中国水产, 1998(9): 40-41.
- [15] 王锭安. 油浸金枪鱼罐头加工工艺[J]. 中国水产, 1997(8): 35-36.
- [16] 陈仪男. 金枪鱼罐头系列产品工艺研究[J]. 集美大学学报, 2003, 8(3): 227-231.
- [17] 方健民, 黄富雄, 郑钟新, 等. 金枪鱼的营养价值和加工利用[J]. 水产科技, 2006, 11(2): 8-11.
- [18] 段振华. 超高压技术在水产品加工中的应用[J]. 中国食物与营养, 2008(1): 31-33.
- [19] 王璉. 超高压处理生鲜金枪鱼片保鲜研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [20] CHANTACHUM S, BENJAKUL S, SRIW I N. Separation and quality of fish oil from precooked and non-precooked tuna heads[J]. Food Chemistry, 2000, 69(3): 289-294.
- [21] 段振华, 刘小兵. 牡蛎肉的加工利用研究进展[J]. 肉类研究, 2011, 25(7): 29-31.
- [22] ESTIASIH T, AHMADI K, NISA F C. Optimizing conditions for the purification of omega-3 fatty acids from the by-product of tuna canning processing[J]. Advance Journal of Food Science and Technology, 2013, 5(5): 522-529.
- [23] 陶宁萍, 周敏, 王锡昌. 提取黄鳍金枪鱼眼窝肉鱼油的方法比较研究[J]. 中国油脂, 2011, 36(1): 41-44.
- [24] 张华丹, 余辉, 陈小娥, 等. 双酶酶解金枪鱼加工下脚料提油工艺[J]. 食品科技, 2012, 37(8): 125-128.
- [25] DUAN Zhenhua, WANG Julan, YI Meihua, et al. Recovery of proteins from silver carp by-products with enzymatic hydrolysis and reduction of bitterness in hydrolysate[J]. Journal of Food Process Engineering, 2010, 33(5): 962-978.
- [26] 王芳, 杜帅, 罗红宇. 金枪鱼碎肉蛋白的酶解工艺研究[J]. 粮食科技与经济, 2013, 38(1): 56-59.
- [27] 段振华, 张慙, 郝建, 等. 酶法水解鳙鱼下脚料及其降苦机理研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(5): 19-22.
- [28] 辛建美, 王朋, 李双双, 等. 复合酶解金枪鱼碎肉的工艺研究[J]. 食品工业, 2011, 32(9): 25-28.
- [29] 王霞, 苏秀榕, 丁进锋, 等. 响应面法优化双酶水解黄鳍金枪鱼胰脏的工艺研究[J]. 现代食品科技, 2010, 26(11): 1229-1233.
- [30] WOO J W, YU S J. Extraction optimization and properties of collagen from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) dorsal skin[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(5): 879-887.
- [31] SILLA S M H. Biogenic amines: their importance in foods[J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 29(2/3): 213-231.
- [32] 祁兴普, 姚芳, 刘靖, 等. 金枪鱼鱼柳加工过程中组胺变化规律的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(2): 136-138.