

文章编号: 1674-5566(2019)03-0357-08

DOI:10.12024/jsou.20190102498

我国鱿鱼加工利用技术研究进展

曲映红^{1,2}, 陈新军³, 陈舜胜^{1,2}

(1. 上海海洋大学 食品学院, 上海 201306; 2. 上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心, 上海 201306; 3. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306)

摘要: 鱿鱼属头足类, 盛产于我国东海地区, 海洋头足类加工和药物利用具有悠久的历史。近 30 年来, 中国鱿鱼加工业发展迅速, 目前已成为国内水产品加工业的主要组成部分之一。随着生物技术的进步和海洋资源的不断开发和利用, 鱿鱼的加工研究也逐渐深入, 冷冻鱿鱼片、调味鱿鱼丝、鱿鱼米饭和鱿鱼调味料等加工制品的产量与种类不断丰富, 副产物的综合加工及有效功能成分, 如抗肿瘤、抗氧化、免疫功能调节和降血脂血压等生物活性物质的提取、利用与制品开发也品种繁多。鱿鱼已成为功能食品和新型海洋药物开发和利用热点而备受人们青睐。介绍了鱿鱼食品加工与副产物加工技术的现状, 并分别从鱿鱼内脏、皮、墨汁、眼和软骨等副产物的综合利用方面介绍研究进展, 旨在为今后鱿鱼资源的进一步开发利用提供依据。

关键词: 鱿鱼; 加工技术; 综合利用

中图分类号: TS 254.4 **文献标志码:** A

鱿鱼, 也称柔鱼, 属于软体动物门(Mollusca)头足纲(Cephalopoda), 经常成群活动于浅海中上层, 垂直移动范围达百余米。鱿鱼具有生命周期短、繁殖能力强、资源丰富、营养价值高、富含多种人体必需氨基酸和牛磺酸的特点, 是一种高蛋白、低脂肪、低热量, 深受人们喜爱的水产品^[1]。鱿鱼肉质细嫩, 干制品称“鱿鱼干”, 肉质特佳, 在国内外海味市场负有盛名。鱿鱼的主要近海渔场在中国海南北部湾、福建南部、台湾、广东、河北渤海湾和广西近海, 以及菲律宾、越南和泰国近海^[2]。鱿鱼是世界上三大未充分开发利用并且具有很大潜力的海洋生物资源之一, 广泛分布于大西洋、印度洋和太平洋海域。20 世纪 80 年代以来, 远洋鱿钓渔业成为我国远洋渔业的重要组成部分, 目前已是我国捕捞产量最高的产业之一。2017 年我国鱿鱼捕捞产量为 32.0 万 t, 随着海洋渔业的发展, 鱿鱼加工成为中国水产加工业的重要组成部分, 全国每年加工鱿鱼 40 万~50 万 t, 行业年产值约 200 亿元人民币。开发利用的主要品种为阿根廷鱿鱼(*Illex argentinus*)、北太鱿

鱼(太平洋褶柔鱼, *Todarodes pacificus*)和秘鲁茎柔鱼(*Dosidicus gigas*), 主要产品为冻品、调理制品、休闲制品等^[3]。

近 30 年来, 随着我国大量进口鱿鱼原料及国内远洋鱿钓业的蓬勃发展, 鱿鱼生产和加工的产量日益扩大, 随之产生的加工副产物也逐年递增。鱿鱼加工副产物富含蛋白质、脂肪等营养物质, 具有广阔的开发前景^[4]。随着生物技术的进步, 对头足类副产物中生物活性物质的研究也引起了广泛关注^[5]。简述鱿鱼加工和综合利用技术的研究进展, 以期为今后鱿鱼资源的进一步开发利用提供依据。

1 鱿鱼加工技术

1.1 冷冻鱿鱼

冷冻鱿鱼是各类鱿鱼制品生产的主要原料, 为保证品质, 捕捞后须及时进行船上冻结^[6]。受实际船上捕捞和生产条件的限制, 我国的主要鱿鱼生产模式是远洋捕捞作业→冷冻→运回国内二次加工。个体较大的秘鲁茎柔鱼捕捞后切割

收稿日期: 2019-01-01 修回日期: 2019-03-18

基金项目: 十三五国家重点研发计划项目(2017YFC1600706)

作者简介: 曲映红(1969—), 女, 副教授, 研究方向为水产品加工与贮藏工程。E-mail: yhq@shou.edu.cn

通信作者: 陈舜胜, E-mail: sschen@shou.edu.cn

成胴体、头、尾鳍等部分后进行冷冻。个体较小的鱿鱼则采用原条冻结的方式。

近年来,由于北太平洋和阿根廷鱿鱼的产量下降、价格上升,价格低廉、资源丰富的秘鲁茎柔鱼逐渐成为国内水产企业加工鱿鱼制品的主要原料。秘鲁茎柔鱼俗称秘鲁鱿鱼,是指在秘鲁、智利和墨西哥附近的南太平洋海域钓捕的茎柔鱼。冷冻秘鲁鱿鱼有生片和熟片之分,生片为分割后直接冻结,熟片为分割并蒸煮后再进行冻结。运输距离远、冷库温度波动大、鱼体本身水分含量高原因影响了鱿鱼的鲜度与质构特性,导致秘鲁鱿鱼生片二次加工时解冻损失率高、鲜度差、加工鱿鱼丝产品时不易拉丝^[7]。罗春艳等^[8]对解冻后的船上加工鱿鱼熟片(船上分割并蒸煮)与岸上加工鱿鱼熟片(船上生片冻结,到岸后解冻再进行蒸煮)的结构进行了比较和分析,发现船上加工鱿鱼熟片对原料品质结构的影响小,保持了原料的肌肉组织特性,适于二次加工利用,能满足各种鱿鱼制品开发的需求。

有研究^[9]表明太平洋褶柔鱼各可食部位品质劣变速度为胴体 > 鳍 > 头足,去内脏后再冻结的鱿鱼品质优于原条冻结的鱿鱼。鱿鱼在冷冻贮藏过程中会发生蛋白质冷冻变性,进而导致各项理化指标的劣变,影响产品品质。鱿鱼保鲜剂的研究和使用可防止冷冻变性,大幅降低解冻损失率和蒸煮损失率,提高鱿鱼的综合品质。路钰希等^[10]、吴燕燕等^[11]和刘妙等^[12]的研究结果表明海藻糖对保持冻藏鱿鱼品质具有积极作用。在实际渔业生产中,由于捕捞作业繁忙或人员分配不尽合理,鱿鱼常常不能及时冷冻或加工处理,造成鲜度品质下降。捕捞后尽快对鱿鱼进行去内脏、烫漂等技术处理,可明显延长鱿鱼货架期^[13]。

1.2 鱿鱼制品

鱿鱼制品主要有冷冻调味制品、休闲调味制品和鱼糜制品等。

冷冻调味鱿鱼是经原料处理、调味(裹粉)和冷冻而制成的调理制品,其口味、花色多样,且保持了天然鱿鱼的风味和营养成分,广受消费者喜爱^[14-16]。

鱿鱼休闲调味制品包括调味干制品、软烤制品和熏制品等。调味鱿鱼干制品味道鲜美、食用方便,鱿鱼丝是其主要代表产品,也是我国鱿鱼

深加工的主要产品^[17]。此外,鱿鱼圈、鱿鱼丁和烤鱿鱼片等产品也不断推向市场,受到消费者的欢迎,具有较好的经济效益^[18-19]。

软烤制品采用温和加工的方法,水分含量较高,口感较好,能充分体现鱿鱼特有的柔软质地和鲜美风味。软烤制品工艺技术是建立在栅栏效应理论基础上,对各栅栏因子进行量化和调节,合理控制产品的水分含量和 pH 等,有效地控制和杀灭病原菌、腐败菌等有害微生物,保证制品的安全性和贮藏性^[20-21]。烟熏鱿鱼制品^[22]由于其独特的风味成为继鱿鱼丝之后另一广受消费者青睐的休闲水产食品,主要产品形式是烟熏鱿鱼圈。

鱿鱼糜制品主要有鱿鱼丸^[23]和鱿鱼火腿肠等^[24]。由于鱿鱼蛋白质自身特性的影响,鱿鱼鱼糜不易形成硬度和弹性好的鱼糜制品^[25],这类产品的开发受到了一定限制。其他鱿鱼制品还有鱿鱼酥饼干^[26]和鱿鱼软罐头^[27]等。

2 副产物的综合利用

鱿鱼加工中产生大量的副产物,如内脏、皮、墨囊、眼和软骨等,处理不当会造成环境污染和资源浪费。开展副产物综合利用是鱿鱼产业提高利润、加快发展的重要途径。

2.1 鱿鱼内脏

鱿鱼内脏占体质量的 15%,其中蛋白质含量为 21.24%,脂肪占 21.15%,营养丰富。鱿鱼内脏可经初级加工成鱿溶浆、内脏粉等作为鱼虾饲料^[28],也可采用酶解发酵等方法制作天然调味品^[29-30]。鱿鱼内脏蛋白质含有包括人体必需氨基酸在内的 18 种氨基酸,且富含呈味氨基酸。鱿鱼内脏还含有丰富的牛磺酸(299 mg/100 g)和许多微量元素,如钙(51.46 mg/100 g)、铁(609.07 mg/100 g)和磷(95.88 mg/100 g)等^[31-32]。制备生物活性肽是鱿鱼内脏蛋白质资源开发利用的主要方向。张开强等^[33]研究发现北太平洋鱿鱼内脏自溶液具有良好的体外抗氧化能力,其中清除 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基和羟自由基的 IC₅₀ 值分别为 0.24 mg/mL 和 0.74 mg/mL,还原能力强于相同质量浓度的 L-肌肽。李圣艳等^[34]用蛋白酶水解鱿鱼内脏,发现胰蛋白酶为水解鱿鱼内脏较优的蛋白酶,60% 甲醇-水为最优洗脱浓度,得到的水解液短肽分子量范

围为 100 ~ 2 400 ku,以分子量在 200 ku 左右的化合物为主,该水解液 DPPH 清除能力为 40.21%。王林等^[35]通过胃蛋白酶水解和 SephadexLH-20 凝胶柱层析分离,得到对 α -葡萄糖苷酶半抑制浓度为 0.215 mg/mL 的组分,可用于开发降血糖、抗病毒和抗肿瘤的药物。朱瑶等^[36]用中性蛋白酶水解鱿鱼肝脏,发现浓度为 5 mg/mL 鱿鱼肝脏水解液对血管紧张素 I 转换酶 (ACE) 的抑制率为 68.0%,同时还具有较好的抗凝血活性和较好的抗氧化活性。

鱿鱼内脏粗脂肪含有大量的 EPA 和 DHA,二者总含量占多不饱和脂肪酸的 30% 以上,是提取鱼油的良好原料^[37]。石迪等^[38]用碱性蛋白酶法提取鱿鱼内脏中的油脂,鱼油中的多不饱和脂肪酸含量为 50.97%,EPA 和 DHA 含量分别为 15.19% 和 28.71%,高于马鲛鱼、竹荚鱼和鳕鱼等。刘安军等^[39]用直接水提法提取鱿鱼肝脏中的油脂,并测定其 DPPH 自由基、超氧阴离子自由基和过氧化氢清除能力,结果表明,鱼油具有一定的体外抗氧化能力,且清除率与样品浓度呈线性关系。

2.2 鱿鱼皮

鱿鱼皮约占鱿鱼质量的 10%,其中胶原蛋白含量丰富,制备成本低,还有低抗原性、低过敏性等优点^[40]。鱿鱼皮胶原蛋白提取技术包括热水提取法、酸提取法和酶提取法等,热水法提取胶原蛋白的提取率为 90.26%,酸法提取胶原蛋白的提取率为 95.16%,胰蛋白酶和木瓜蛋白酶法提取胶原蛋白的提取率分别为 95.16% 和 97.56%^[41]。实际操作中常采用酸提取法^[42]、酶提取法^[43]或酸酶结合提取法^[44],SDS-PAGE 分析表明鱿鱼皮中的胶原蛋白为 I 型胶原蛋白。

鱿鱼皮胶原蛋白酶解产物具有良好的溶解性、起泡性和乳化性,表现出良好的加工性能^[45];酶解物中含有丰富的生物活性肽,具有抗氧化、调血脂、降血压和抗肿瘤等多种生理功能^[46],在医药、食品和化妆品领域有很好的应用前景。杨娜等^[47]研究发现鱿鱼皮的复合蛋白酶及中性蛋白酶酶解产物 ACE 抑制活性的 IC₅₀ 值分别为 6.330 mg/mL 和 8.267 mg/mL。林琳等^[48]以鱿鱼皮明胶为原料,通过胃蛋白酶的水解作用,制备的 ACE 抑制肽对肾性高血压模型大鼠具有稳定的降压作用。

2.3 鱿鱼墨汁

鱿鱼墨汁含有丰富的活性物质如黑色素、多糖类、肽类物质等^[49]。黑色素能够保护生物体免受辐射伤害,并具有抗菌、抗病毒、抗氧化、提高免疫力等多种生理功能^[50]。多糖类物质可抗氧化、抗菌、防腐保鲜、抑制肿瘤生长繁殖^[51]。鱿鱼墨汁中肽类物质常与多糖物质结合而产生活性,如肽聚糖有抗肿瘤、抗病毒、促凝血等功能^[52]。郭欣等^[53]研究了一种在碱性条件下利用超声降解制备可溶性鱿鱼墨黑色素的新方法,实验表明,用 0.5 mol/L NaOH 和 1 mol/L NaOH 处理,分子量大于 10 ku 的可溶性黑色素组分具有显著的自由基清除活性。左涛等^[54]将鱿鱼墨上清液经木瓜蛋白酶酶解、醇沉、丙酮洗,再经乙酸等除去杂蛋白后得到的鱿鱼墨粗多糖可改善免疫力低下小鼠的免疫功能,呈剂量依赖性。

2.4 鱿鱼眼

透明质酸又名玻璃酸,是一种独特的线性大分子酸性粘多糖,具有高度的黏弹性、可塑性、渗透性和良好的生物相容性,作为一种可吸收、降解的生物材料,已广泛应用于临床医学和高级化妆品生产,表现出良好的市场潜力和应用前景^[55]。鱿鱼眼含有较多的玻璃体,可以作为透明质酸的提取资源。代琼等^[56]测定了鱿鱼眼中提取的透明质酸及其降解产物的保湿作用和抗氧化能力。结果表明,透明质酸及其降解产物的保湿性均优于甘油,随着相对分子质量的增加,保湿能力逐渐增强。不同相对分子质量的透明质酸均有一定的抗氧化作用,随着样品溶液的质量浓度增加,抗氧化性也随之增强。

2.5 鱿鱼软骨

鱿鱼软骨主要成分是硫酸软骨素和胶原蛋白。硫酸软骨素具有抗炎、抗肿瘤、免疫调节、心脑血管保护、细胞黏附调节、神经保护等多种药理学活性。鱿鱼中发现的高硫酸化硫酸软骨素在抗单纯疱疹病毒 1 型感染及保护和修复神经元等方面表现出独特的活性,是一种非常宝贵的海洋硫酸软骨素资源^[57]。叶琳弘等^[58]选用木瓜蛋白酶酶解鱿鱼软骨,提取制备硫酸软骨素,最佳酶解工艺条件为 pH 6.5、酶解温度 60 °C、酶解时间 5 h,该条件下提取物中硫酸软骨素含量为 70.11%。翟吕平等^[59]采用酶法提取结合生物膜分离技术除蛋白的方法提取太平洋鱿鱼软骨多

糖粗品,其总糖含量可达75.52%,蛋白质含量为5.53%,酸碱度和干燥失重的指标达到《中国药典》要求。

3 展望

我国鱿鱼加工市场潜力很大,这对鱿鱼加工产业来说既是机遇,也是挑战。目前我国鱿鱼加工制品虽然有数十种,但形成较大规模的只有鱿鱼丝。应加大新产品的开发力度,推出适合不同区域消费者口味和饮食习惯的新产品。这需要加强产学研合作,提高鱿鱼产业的技术创新能力和市场竞争力,提高水产企业的鱿鱼加工技术水平。要提高产品品质,应从鱿鱼捕获后就开始保鲜加工,如果原料品质和鲜度不能保证,产品的高品质就无法实现,在整个产业链中,渔船的加工能力是关键一环。此外,要在鱿鱼精深加工上做文章,开发高附加值的高科技海洋保健产品。同时,要研究鱿鱼加工副产物新的利用方向,把对副产物的综合利用与社会和人类的需求联系起来,既要充分利用海洋资源,有益于人类健康,又要变废为宝,保护环境。副产物的利用要认真研究可行性,许多利用方式和产品开发只是停留在实验室阶段,扩大到实际生产还有很长一段路要走;原料的供给和成本也是必须考虑的问题。鱿鱼加工产业需要形成完整的产业链,丰富产品品种,减少资源浪费,这样才能给企业带来较大的经济效益,同时也具有重要的经济和社会意义。

参考文献:

- [1] 李桂芬. 鱿鱼的营养与开发利用[J]. 科学养鱼, 2003(7): 56.
LI G F. Nutrition and development of squid[J]. Scientific Fish Farming, 2003(7): 56.
- [2] 任爱清, 张懿. 鱿鱼干贮藏期间品质变化规律[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(2): 183-188.
REN A Q, ZHANG M. Study on quality change of dried squids during storage [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2010, 29(2): 183-188.
- [3] 赵巧灵, 吴佳佳, 戴志远. 鱿鱼精深加工技术研究进展及发展趋势[J]. 食品科技, 2013, 38(12): 150-154.
ZHAO Q L, WU J J, DAI Z Y. Progress of deep-processing technology and comprehensive utilization of squid[J]. Food Science and Technology, 2013, 38(12): 150-154.
- [4] 吴少杰, 张俊杰, 姚兴存, 等. 我国鱿鱼的综合加工利用现状与展望[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 154-156.
WU S J, ZHANG J J, YAO X C, et al. Status and prospect of squid comprehensive utilization in China [J]. Food Research and Development, 2011, 32(1): 154-156.
- [5] 景奕文, 曾丽, 王加斌, 等. 海洋头足类活性物质的功能特性研究进展[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2013, 32(5): 457-461.
JING Y W, ZENG L, WANG J B, et al. Studies on cephalopods functional properties of active substances [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2013, 32(5): 457-461.
- [6] 朱文慧, 宦海珍, 步莹, 等. 低温贮藏和解冻过程对鱿鱼品质的影响研究进展[J]. 食品科学, 2017, 38(17): 279-285.
ZHU W H, HUAN H Z, BU Y, et al. Progress in the effects of low-temperature storage and thawing on squid quality [J]. Food Science, 2017, 38(17): 279-285.
- [7] 于涛, 陈小娥, 方旭波, 等. 秘鲁鱿鱼船上蒸煮滚桶的研究[J]. 食品工业, 2014, 35(4): 129-132.
YU T, CHEN X E, FANG X B, et al. Research on steaming barrel of cooking *Dosidicus gigas* on ship [J]. The Food Industry, 2014, 35(4): 129-132.
- [8] 罗春艳, 杨嘉梁, 修策, 等. 船上加工鱿鱼熟片的品质特性[J]. 食品科学, 2017, 38(11): 190-195.
LUO C Y, YANG J L, XIU C, et al. Quality characteristics and microstructure of cooked slices of on-board processed squid [J]. Food Science, 2017, 38(11): 190-195.
- [9] 曲映红, 陈新军, 刘志东, 等. 捕后处置对太平洋西北海域柔鱼品质的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2014, 29(3): 284-286.
QU Y H, CHEN X J, LIU Z D, et al. Effect of handling on board on quality of squid *Ommastrephes bartrami* [J]. Journal of Dalian Ocean University, 2014, 29(3): 284-286.
- [10] 路钰希, 沈萍, 李学英, 等. 保鲜剂对冻藏鱿鱼品质变化的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(19): 274-279, 288.
LU Y X, SHEN P, LI X Y, et al. Influence of preservative on squid quality changes during frozen [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(19): 274-279, 288.
- [11] 吴燕燕, 游刚, 李来好, 等. 无磷品质改良剂对阿根廷鱿鱼冷冻变性的影响[J]. 南方水产科学, 2013, 9(5): 19-24.
WU Y Y, YOU G, LI L H, et al. Effects of non-phosphate quality improver on the frozen denaturation of Argentine squid [J]. South China Fisheries Science, 2013, 9(5): 19-24.
- [12] 刘妙, 杨宪时, 李学英, 等. 复配保鲜剂对冻藏鱿鱼品质变化的影响[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(11): 192-197.
LIU M, YANG X S, LI X Y, et al. Influence of complex preservatives on squid quality changes during frozen [J]. Food and Fermentation Industries, 2015, 41(11): 192-197.
- [13] 李娜, 谢晶. 鱿鱼保鲜技术的研究进展[J]. 包装工程,

- 2018, 39(1): 40-46. LI N, XIE J. Research progress of preservation technology of squid[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(1): 40-46.
- [14] 李志军, 孙承峰, 贺红军. 鱿鱼冷冻调理食品的加工[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2004, 10(2): 9-10, 13.
LI Z J, SUN C F, HE H J. Processing techniques of frozen squid[J]. Beverage & Fast Frozen Food Industry, 2004, 10(2): 9-10, 13.
- [15] 沈虹力, 邓尚贵, 方国宏, 等. 响应面法优化冷冻即食鱿鱼的加工工艺研究[J]. 食品工业, 2018, 39(10): 132-136.
SHEN H L, DENG S G, FANG G H, et al. Optimization of process of frozen instant squid by response surface methodology[J]. The Food Industry, 2018, 39(10): 132-136.
- [16] 方淑贞, 童国忠, 丁伟璐, 等. 秘鲁鱿鱼冷冻调理食品加工工艺的研究[J]. 食品工业, 2014, 35(5): 12-16.
FANG S Z, TONG G Z, DING W L, et al. Study on processing technology of *Dosidicus gigas* frozen prepared food [J]. The Food Industry, 2014, 35(5): 12-16.
- [17] 夏松养. 鱿鱼丝生产工艺技术的研究[J]. 食品工业科技, 2004, 25(1): 94-95.
XIA S Y. Study on the production technology of the shredded squid[J]. Science and Technology of Food Industry, 2004, 25(1): 94-95.
- [18] 曲映红, 陈新军, 陈舜胜. 印度洋鸢乌贼的加工利用[J]. 科学养鱼, 2009(6): 69-70.
QU Y H, CHEN X J, CHEN S S. Processing and utilization of *Symlectoteuthis oualaniensis* [J]. Scientific Fish Farming, 2009(6): 69-70.
- [19] 乐建盛. 烧烤鱿鱼加工工艺的研究[J]. 食品科技, 2007, 32(8): 169-172.
LE J S. Research on the process work craft of sleeve-fish barbecuing [J]. Food Science and Technology, 2007, 32(8): 169-172.
- [20] 王丽丽, 杨宪时, 李学英, 等. 水分含量对软烤鱿鱼足片质构和色泽的影响[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(2): 47-50.
WANG L L, YANG X S, LI X Y, et al. The effect of moisture content on the texture and color of light baked squid tentacles [J]. Food and Fermentation Industries, 2014, 40(2): 47-50.
- [21] 能静, 谭佳媛. 软烤即食鱿鱼工艺及其灭菌技术研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(1): 269-274.
NENG J, TAN J Y. Study of production process and sterilization technology of grilled squid [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(1): 269-274.
- [22] 王宏海, 戴志远, 张天永. 烟熏鱿鱼圈加工工艺[J]. 中国水产, 2011(3): 63-64.
WANG H H, DAI Z Y, ZHANG T Y. Process technology of smoked squid slice [J]. China Fisheries, 2011(3): 63-64.
- [23] 郭立志. 秘鲁鱿鱼鱼丸的研究[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(5): 74-75.
GUO L Z. Study on Peru squid balls [J]. Food Research and Development, 2004, 25(5): 74-75.
- [24] 刘鑫, 薛长湖, 李兆杰, 等. 鱿鱼低温火腿肠的加工工艺[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(1): 65-68.
LIU X, XUE C H, LI Z J, et al. Processing technology of low temperature squid ham sausage [J]. Food and Fermentation Industries, 2007, 33(1): 65-68.
- [25] 郭颖, 孟珺, 常忠义, 等. 谷氨酰胺转氨酶和磷酸盐对鱿鱼鱼糜凝胶性能的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(19): 178-181.
GUO Y, MENG J, CHANG Z Y, et al. Effects of transglutaminase and phosphates on gel properties of squid surimi [J]. Food Science, 2012, 33(19): 178-181.
- [26] 韩素珍, 董明敏, 汤丹剑, 等. 鱿鱼酥饼干研制[J]. 食品科技, 2001, 1(1): 18-19, 21.
HAN S Z, DONG M M, TANG D J, et al. Preparation of squid biscuit [J]. Food Science and Technology, 2001, 1(1): 18-19, 21.
- [27] 邱春江, 严宏忠. 海带、鱿鱼复合海鲜软罐头生产工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(2): 20-21.
QIU C J, YAN H Z. Research on the production technology of soft canned squid compound seafood [J]. Food Research and Development, 2002, 23(2): 20-21.
- [28] 王彩理, 滕瑜, 乔向英, 等. 鱿鱼内脏液化蛋白对南美白对虾的诱食性试验[J]. 水产养殖, 2003, 24(5): 40-41.
WANG C L, TENG Y, QIAO X Y, et al. Food temptation test of squid visceral liquefied protein to *Penaeus vannamei* [J]. Journal of Aquaculture, 2003, 24(5): 40-41.
- [29] 段杉, 司伟兰, 何宝欣. 以鱿鱼内脏为原料酿制鱿鱼酱油的工艺研究[J]. 农产品加工(学刊), 2012(5): 52-55.
DUAN S, SI W L, HE B X. Fermentation of squid sauce using squid viscera as raw material [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2012(5): 52-55.
- [30] 袁亚辉, 姚美君. 利用鱿鱼内脏生产海味素的研究[J]. 渔业现代化, 2002(1): 28, 27.
YUAN Y H, YAO M J. Producing sea flavouring utilizing squid guts [J]. Fishery Modernization, 2002(1): 28, 27.
- [31] 章骞. 贝类加工副产物中天然牛磺酸的提取工艺研究[D]. 厦门: 集美大学, 2014.
ZHANG Q. Extraction of natural taurine from shellfish processing by-products [D]. Xiamen: JiMei University, 2014.
- [32] 吴莉敏. 鱿鱼内脏的营养及其开发利用[J]. 农产品加工(学刊), 2007(8): 94-96.
WU L M. The analysis of nutritious compositions of the waste disposal of squid [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2007(8): 94-96.
- [33] 张开强, 韦荣编, 宋茹, 等. 北太平洋鱿鱼 (*Todarodes pacificus*) 内脏自溶液总氨基酸组成质量评价和体外抗氧化性分析[J]. 食品科学, 2017, 38(1): 238-243.
ZHANG K Q, WEI R B, SONG R, et al. Assessment of total

- amino acids and antioxidant activity of squid (*Todarodes pacificus*) viscera autolysates[J]. *Food Science*, 2017, 38(1): 238-243.
- [34] 李圣艳, 李学英, 杨宪时, 等. 鱿鱼内脏制备功能性短肽的初步研究[J]. *中国农学通报*, 2015, 31(20): 39-43.
LI S Y, LI X Y, YANG X S, et al. Preparation of functional oligopeptides from squid viscera[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015, 31(20): 39-43.
- [35] 王林, 王鹏, 胡建恩, 等. 鱿鱼肝脏蛋白中 α -葡萄糖苷酶抑制肽的研究[J]. *食品科技*, 2015, 40(4): 315-321.
WANG L, WANG P, HU J E, et al. Research of α -glucosidase inhibitory peptide from squid liver protein[J]. *Food Science and Technology*, 2015, 40(4): 315-321.
- [36] 朱瑶, 胡建恩, 杨杰, 等. 鱿鱼肝脏活性肽的制备及生物活性研究[J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(15): 4666-4668.
ZHU Y, HU J E, YANG J, et al. Preparation of bioactive peptides from squid liver and its bioactivity study[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2014, 42(15): 4666-4668.
- [37] 徐彤砚, 张茹, 杨欣星, 等. 水酶法提取北太平洋鱿鱼肝脏油脂及其脂肪酸组成分析[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(9): 213-217.
XU T Y, ZHANG R, YANG X X, et al. Aqueous enzymatic extraction of Liver oil from *Ommastrephes bartrami* and its fatty acid composition analysis[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(9): 213-217.
- [38] 石迪, 郝剑君, 杨小克, 等. 微碱条件生物酶法提取鱿鱼油工艺研究[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(2): 277-281.
SHI D, HAO J J, YANG X K, et al. Study on the technology of enzymatic hydrolysis in extracting fish oil from squid viscera[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2012, 33(2): 277-281.
- [39] 刘安军, 朱晓芳, 郑捷, 等. 鱿鱼肝脏鱼油成分及其体外抗氧化性的研究[J]. *现代食品科技*, 2010, 26(1): 18-21, 62.
LIU A J, ZHU X F, ZHENG J, et al. Study on the compositions of squid liver oil and its antioxidation effect in vitro[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2010, 26(1): 18-21, 62.
- [40] 廖妙飞, 付万冬, 杨会成, 等. 高透明度脱色鱿鱼皮胶原的制备工艺研究[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(24): 221-225, 232.
LIAO M F, FU W D, YANG H C, et al. Study on preparation process of high degree transparency decolorization squid skin collagen[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(24): 221-225, 232.
- [41] 许庆陵, 郭恒斌, 曾庆祝. 鱿鱼皮胶原蛋白制备技术研究[J]. *食品研究与开发*, 2008, 29(9): 59-64.
XU Q L, GUO H B, ZENG Q Z. Study on the preparation technique of collagen from squid (*Ommastrephes bartrami*) skin[J]. *Food Research and Development*, 2008, 29(9): 59-64.
- [42] 邓晓龙, 高德友, 俞微微, 等. 秘鲁鱿鱼皮酸性胶原蛋白的分离及特征分析[J]. *食品科技*, 2015, 40(7): 252-256.
DENG X L, GAO D Y, YU W W, et al. Isolation and characterization of acid soluble collagen from the skin of Peru squid (*Dosidicus gigas*) [J]. *Food Science and Technology*, 2015, 40(7): 252-256.
- [43] 郭恒斌, 曾庆祝. 酶法提取鱿鱼皮胶原蛋白工艺条件的研究[J]. *南方水产*, 2008, 4(1): 58-63.
GUO H B, ZENG Q Z. Study on hydrolytic technics of collagen from squid skin by protease [J]. *South China Fisheries Science*, 2008, 4(1): 58-63.
- [44] 茅宇虹, 刘俊豪, 杨文鸽, 等. 鱿鱼皮胶原蛋白的提取条件优化及其特性分析[J]. *核农学报*, 2014, 28(3): 459-466.
MAO Y H, LIU J H, YANG W G, et al. Optimization of extraction conditions of collagen and its characterization from skin of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) [J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2014, 28(3): 459-466.
- [45] 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 J M, LI F, ZHENG Y Q, et al. The review of comprehensive utilization with high value of squid processing by-products[J]. *Fishery Modernization*, 2015, 42(1): 44-47.
- [46] 夏克冬, 刘振锋, 田少君, 等. 鱿鱼皮胶原蛋白肽生理功能的研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(17): 163-168.
XIA K D, LIU Z F, TIAN S J, et al. Research progress of the bioactive functions of proteins and peptides from squid skin[J]. *Food Research and Development*, 2015, 36(17): 163-168.
- [47] 杨娜, 王鸿飞, 林燕, 等. 鱿鱼皮酶解产物抑菌及对血管紧张素酶的抑制作用[J]. *中国食品学报*, 2015, 15(1): 92-98.
YANG N, WANG H F, LIN Y, et al. Studies on anti-microbial activity and ACE inhibitory activity of squid skin hydrolysates[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2015, 15(1): 92-98.
- [48] 林琳, 李八方, 吕顺, 等. 鱿鱼皮明胶水解物降血压活性研究[J]. *中国海洋大学学报*, 2010, 40(4): 43-46, 52.
LIN L, LI B F, LV S, et al. Studies on the antihypertensive activity of squid (*Dosidicus eschrichtii* Steenstrup) skin gelatin hydrolysates [J]. *Periodical of Ocean University of China*, 2010, 40(4): 43-46, 52.
- [49] 杨贤庆, 杨丽芝, 黄卉, 等. 海洋头足类墨汁中活性成分的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(21): 390-393, 400.
YANG X Q, YANG L Z, HUANG H, et al. Research process in the active ingredients in the ink of Marine cephalopod[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2015, 36(21): 390-393, 400.
- [50] 雷敏, 赵梦醒, 刘淇. 鱿鱼墨黑色素的免疫调节作用

- [J]. 食品工业科技, 2012, 33(6): 397-400.
- LEI M, ZHAO M X, LIU Q. Immunomodulatory effects of sepia melanin on hypimmune mice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(6): 397-400.
- [51] VATE N K, BENJAKUL S. Antioxidative activity of melanin-free ink from splendid squid (*Loligo formosana*) [J]. International Aquatic Research, 2013, 5(1): 9.
- [52] 陈荫, 张申徽, 牛庆凤, 等. 海洋头足动物多糖资源的开发与利用[J]. 中国海洋药物, 2014, 33(6): 87-92.
- CHEN Y, ZHANG S W, NIU Q F, et al. The development and utilization of polysaccharide resources from marine cephalopods[J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2014, 33(6): 87-92.
- [53] 郭欣, 陈士国, 薛长湖, 等. 超声降解法制备可溶性鱿鱼墨黑色素及其抗氧化性[J]. 水产学报, 2013, 37(7): 1113-1120.
- GUO X, CHEN S G, XUE C H, et al. Ultrasound-assisted degradation for preparing soluble melanin from squid ink and its anti-oxidant activity[J]. Journal of Fisheries of China, 2013, 37(7): 1113-1120.
- [54] 左涛, 李学敏, 曹露, 等. 鱿鱼墨多糖改善小鼠肠粘膜免疫及作用机制的研究[J]. 中国药理学通报, 2013, 29(8): 1168-1173.
- ZUO T, LI X M, CAO L, et al. Promotion effect of Squid Ink polysaccharide on intestinal mucosa immunity in mice [J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2013, 29(8): 1168-1173.
- [55] 卢佳芳, 杨佳玉, 王菁, 等. 鱿鱼眼透明质酸的酶法提取与分离纯化[J]. 中国食品学报, 2010, 10(4): 88-93.
- LU J F, YANG J Y, WANG J, et al. The enzymatic extraction, isolation and purification of hyaluronic acid from squid eyes[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2010, 10(4): 88-93.
- [56] 代琼, 杨文鸽, 陈小芳, 等. 鱿鱼眼透明质酸及其降解产物的抗氧化和保湿作用[J]. 食品科学, 2012, 33(1): 35-38.
- DAI Q, YANG W G, CHEN X F, et al. Antioxidant and moisture retention properties of hyaluronic acid and its degradation products from squid eyes [J]. Food Science, 2012, 33(1): 35-38.
- [57] 胡靖, 陶圣男, 李八方, 等. 真鱿软骨硫酸软骨素的提取、鉴定及结构分析[J]. 中国海洋药物, 2016, 35(3): 37-42.
- HU J, TAO S N, LI B F, et al. Extraction and structural characterization of chondroitin sulfate from squid cartilage (*Loligo chinensis*) [J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2016, 35(3): 37-42.
- [58] 叶琳弘, 王茵, 刘秋风, 等. 酶解法制备鱿鱼软骨硫酸软骨素的工艺优化[J]. 福建农业学报, 30(10): 1001-1006.
- YE L H, WANG Y, LIU Q F, et al. Optimized preparation for chondroitin sulfate from squid cartilage by enzymatic hydrolysis [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2015, 30(10): 1001-1006.
- [59] 翟吕平, 杨京梅. 鱿鱼软骨粗多糖提取方法的研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2016, 26(7): 947-949, 961.
- ZHAI L P, YANG J M. Study on the extraction method of the polysaccharide in squid cartilage [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2016, 26(7): 947-949, 961.

Research progress of squid processing and utilization technology in China

QU Yinghong^{1,2}, CHEN Xinjun³, CHEN Shunsheng^{1,2}

(1. College of Food Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Engineering Research Center of Aquatic-product Processing & Preservation, Shanghai 201306, China; 3. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Squid belongs to Cephalopoda, which is abundant in the East China Sea. The processing and drug utilization of marine cephalopods have a long history. In the past 30 years, squid processing industry in China has developed rapidly and has become one of the main components of aquatic products processing industry in China. With the progress of biotechnology and the continuous development and utilization of marine resources, the processing research of squid has gradually deepened. The production and types of processed products such as frozen squid slices, seasoned squid shreds, squid rice and squid seasoning have been constantly enriched. The comprehensive processing of by-products and the extraction, utilization and product development of effective functional components such as anti-tumor, anti-oxidation, immune function regulation, blood lipid and blood pressure lowering and other biological active substances, are also diverse. Squid has become a hot spot for the development and utilization of functional foods and new marine drugs. The current status of squid processing technology is introduced, and the research progress is briefly described from the comprehensive utilization of viscera, skin, ink, eye and cartilage, etc., aiming to provide a basis for the further development and utilization of squid resources in the future.

Key words: squid; processing technology; comprehensive utilization