

不同加工方式对鱼肉组织质地影响的研究进展

李 敬¹, 韩冬娇¹, 刘红英^{2*}

(1. 河北农业大学食品科技学院, 保定 07100; 2. 河北农业大学海洋学院, 秦皇岛 066000)

摘 要: 鱼类是一种风味独特、营养丰富并且平衡性很好的水产品, 深受消费者喜爱。质构与食品的外观、风味、营养一起构成食品的4大品质要素。与畜肉相比, 鱼肉的组织更加柔软细嫩, 这主要和鱼肉的化学组成有关, 随着人们生活水平的提高和食品加工业的发展, 鱼肉的组织质地越来越引起人们的重视。本文介绍了几种质构参数, 并从物理因素、化学因素和鱼体死后变化3方面分析了影响鱼肉组织质地的各种因素, 其中主要介绍了鱼肉肌肉组织的蛋白质组成及其对质构的影响; 重点综述了在水产品加工过程中不同加工方式如加热、冷冻、盐渍、烟熏等对鱼肉组织质地的影响, 以期在质构分析在产品品质评定中的应用及即食产品的开发和生产提供一定的理论参考, 进而更好地满足消费者的需要。

关键词: 鱼肉; 组织质地; 影响因素; 加工方式; 质构变化

Research progress of effects of different processing methods on texture of fish meat

LI Jing¹, HAN Dong-Jiao¹, LIU Hong-Ying^{2*}

(1. College of Food Science and Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China;
2. College of Ocean, Hebei Agricultural University, Qinhuangdao 066000, China)

ABSTRACT: Fish is deeply loved by consumers for it is unique, nutritious and well-balanced. The 4 quality elements of food are texture, appearance, flavor and nutrition. Compared with the meat of livestock, tissue of fish is more soft and delicate for the chemical composition of it. With the development of people's living standards and food processing industry, texture has attracted more and more attention. This paper describes several texture parameters, analyzes various factors affecting fish tissue texture especially the protein composition of fish muscle tissue from 3 aspects: physical factors, chemical factors and postmortem changes and mainly reviews the effects of different processing methods such as heating, freezing, salting and smoking on texture of fish meat. The purpose of this paper is to provide a basis for the application of texture analysis in quality assessment and the development and production of instant products and meet the needs of consumers.

KEY WORDS: fish meat; texture; influence factors; processing methods; texture changes

基金项目: 河北省高等学校科学技术研究重点项目(ZD20131062)、河北省科技支撑计划项目(14227111D)

Fund: Supported by the Key Scientific and Technological Research Program of Hebei Colleges and Universities (ZD20131062), and the Technology Support Program of Hebei (14227111D)

*通讯作者: 刘红英, 教授, 主要研究方向为食品安全、水产品加工与贮藏。E-mail: liu066000@sina.com

*Corresponding author: LIU Hong-Ying, Professor, Ocean College of Hebei Agricultural University, No.52, Hebei Road East, Seaport District, Qinhuangdao 066000, China. E-mail:liu066000@sina.com

1 引 言

近年来,我国渔业生产发展迅速并继续保持良好的发展势头,2014年中国水产品产量6461万吨,同比增长4.7%,水产品加工业平稳发展,水产品加工综合利用逐步成为我国渔业内部的三大支柱产业之一。水产品营养丰富,风味独特,以鱼为例,含有蛋白质、脂肪、矿物质和维生素等多种营养素,这些营养素不仅在数量上比较充足、质量优,而且比例适当,其中蛋白质含量丰富,脂肪、胆固醇含量低,因此水产品是一种营养丰富、平衡性很好的天然食品^[1]。

质构与食品的外观、风味、营养一起构成食品的4大品质要素^[2],可以通过硬度、咀嚼性、弹性、凝聚性、黏附性、恢复性等参数来评价。鱼肉的组织质地受多种因素影响,总的来说,这些因素可以分为物理因素、化学因素和鱼体死后的变化。我国水产品加工具有悠久的历史并且加工方式多样,传统加工方式包括腌制、干制、熏制、糟制及天然发酵等^[3],在这些不同加工过程中,鱼肉质会受到不同程度的改变。

2 鱼肉的组织质地

2.1 质构参数

肉肉质构包含多种特性,如硬度、咀嚼性、弹性、凝聚性、黏附性、恢复性等。表1详细列出了这些参数的意义。

2.2 影响鱼肉组织质地的因素

2.2.1 物理因素

影响鱼肉组织质地的物理因素包括鱼的种类、年龄以及鱼体大小、摄食、季节变化等^[5]。不同的鱼种之间存在很大的差异性;对于同一鱼种来说,生长时间对肌肉的质地也有很大的影响;此外不同部位来源的鱼肉,其质地存在明显的差异性^[6]。姜启兴^[7]对鳙鱼的全质构分析及剪切力分析表明,随着鳙鱼鱼体的增大,整体而言硬度、咀嚼性、凝胶性、弹性、凝聚性、回复性、剪切力等

均呈增大趋势;就不同部位而言,头部、背部和尾部的质构存在差异。

2.2.2 化学因素

影响鱼肉组织质地的化学因素可以分为水分含量、蛋白质含量、脂肪含量、胶原含量以及水分和脂肪在鱼体的分布情况等^[5],其中蛋白质是肌肉中第二大组分,并且它赋予了肌肉凝胶性、乳化性、持水性等,使肌肉或肉制品表现出特定的质地、外表、口感、滋味^[8],因此蛋白质对于鱼肉组织质地有很大的影响。

鱼肉的蛋白组成与哺乳动物的横纹肌相似,但是各部分的比例不同,表2详细列出了各类肌肉蛋白质的溶解度、存在位置及其代表例。其中,在低温贮藏和加热处理中,肌浆蛋白质比肌原纤维蛋白质更稳定,不易受外界因素的影响而变性,因此含肌浆蛋白少的鱼肉在加热时更易于解体,而含量多的则容易变硬;肌原纤维蛋白由肌动蛋白和肌球蛋白为主体组成,较不稳定,易受外界因素的影响而变性,同时,在盐类溶液中会析出,可形成弹性凝胶;鱼肉的肌基质蛋白含量只有10%左右,而畜肉的约为15%,这也是为什么鱼肉的口感要更加鲜嫩的原因,肌基质蛋白构成了肌纤维外围的肌内膜,不溶于水和盐类,在加热过程中,胶原被溶出的同时结缔组织被破坏,从而使肌肉组织变软和易于咀嚼^[9]。

2.2.3 鱼体死后变化

此外,当鱼被宰杀后,影响肉质地的因素有僵硬、贮藏温度、pH值的下降程度及速度、蛋白质水解程度和速度、肌原纤维的分解、结缔组织的分解等^[12]。鱼体死后,其pH呈现先下降后上升的趋势,伴随着质地的变化是先僵硬后逐渐变软,这是由于pH降低会导致肌肉保水性和伸缩性降低从而出现僵硬,而当pH升高以后,肌肉保水性会有所增加从而变软。鱼被宰杀后的储藏温度决定着其开始僵硬时间及僵硬持续的时间,当贮藏温度低时,鱼体内微生物和酶的作用受到抑制,僵硬开始时间就长,并且僵硬后鱼体也以较慢的速度变软即僵硬持续时间长。

表 1 几种质构参数^[4]
Table 1 Several texture parameters^[4]

参数名称	参数意义
硬度	使食品达到一定变形所需要的力,食品保持形状的内部结合力,表现为人体的触觉柔软或坚硬
咀嚼性	是一项综合质地分析参数,它是鱼肉硬度、凝聚力和弹性综合作用的结果
弹性	表示鱼肉在一定时间内恢复变形的能力,反映了外力作用时变形及去力后的恢复程度
凝聚性	反映的是咀嚼鱼肉时,鱼肉抵抗受损并紧密连接使其保持完整性的性质,反映了细胞间结合力的大小,细胞间结合力增大,则凝聚性值增大
黏附性	是下压一次后将探头从试样中拔出所需能量大小,反映了在咀嚼鱼肉时,食品表面与其物体(舌、齿、腭等)粘在一起的力,反映了细胞间结合力的大小,细胞间结合力增大,则黏附性值减小
恢复性	反映的是鱼肉在受压状态下快速恢复变形的能力

表2 鱼类肌肉蛋白质的分类^[10]
Table 2 The kind of muscle protein^[10]

分类	溶解度	存在位置	代表例
肌浆蛋白质(20%~50%)	水溶性, 可溶于低离子强度的中性缓冲液	肌细胞间或肌原纤维间	糖酵解酶、肌酸激酶、小清蛋白、肌红蛋白
肌原纤维蛋白质(50%~70%)	盐溶性, 可溶于高离子强度, I=0.5 程度的中性缓冲液	肌原纤维	肌球蛋白、肌动蛋白、原肌球蛋白、肌钙蛋白
肌基质蛋白质(< 10%)	不溶性, 不溶于高离子强度的中性缓冲液	肌隔膜、肌细胞膜血管等结缔组织	胶原蛋白

3 不同加工方式对鱼肉组织质地的影响

3.1 加热

加热是水产品加工中的重要手段, 加热后由于肉中蛋白质的变性, 伴随着加热过程蛋白质的变性、肉的收缩、汁液流失的发生, 肉类的形状、质构、色泽以及营养特性发生了很大的变化^[13,14]。

在肉类的质构研究中, 目前国内外反映肉品质构好坏常采用的指标是剪切力和硬度, 很多研究表明随着加热温度的升高, 肉的质构特性呈阶段变化, 但因原料品种、升温区间等不同, 变化的阶段也有所不同^[15-17]。姜启兴^[11]研究了在 40、50、60、70、80、90、98 °C 不同加热温度下鳙鱼质构的变化, 结果表明随着时间的延长, 鱼肉的硬度、咀嚼性、剪切力等指标整体呈波浪式衰减变化, 大致分 4 个阶段, 即先上升、后下降、再上升、再下降的趋势, 孙丽^[18]研究了金枪鱼肉在加热过程中质构的变化也得到了相似的结论。王鸿^[19]等以市售白鲢为对象, 研究其在不同加热条件下质构变化, 发现随着温度增高, 样品剪切力与硬度先增大, 并在 40 °C 时达到最大, 然后逐渐减小, 在 95 °C 时降低到了新鲜时的 1/3。

出现上述现象的原因主要是由于在开始的加热过程中伴随着鱼蛋白凝胶的形成, 故而硬度表现出逐渐增大的趋势; 但随着加热时间延长, 之前形成的凝胶受热失水开始劣变, 从而导致硬度等下降; 随后随着凝胶失水的加剧, 肌纤维之间可能会逐渐变得紧密, 从而在一定时间内会导致硬度等轻微增强; 但随着加热时间进一步延长, 肌纤维束受到严重破坏而变得松散, 甚至破裂, 从而导致硬度等再次下降。

3.2 冷冻

冻结保鲜是指将水产品温度降至-18 °C 以下, 使体内大部分水分冻结, 并在此温度下冻藏以延长货架期的冻结方法, 它是一种方便、有效的贮藏保鲜方法。但不可避免的是, 在冻藏过程中出现不同大小的冰晶, 生成的这些冰晶会破坏细胞膜和细胞的组织结构, 从而加速了蛋白质的

冷冻变性, 在解冻过程中, 大量汁液的溢出会使破坏肉制品的风味和营养成分, 并严重影响鱼肉质构^[20-22]。

荣建华^[23]等研究发现-18 °C 冷冻条件显著影响草鱼肉的质地, 经过冷冻的草鱼肉的硬度、剪切力、弹性显著降低, 而且回复性、咀嚼性和黏附性等也都有不同程度的降低。戴志远^[24]等采用质构分析仪对-18 °C 和-50 °C 贮藏条件下的养殖大黄鱼进行质地多面剖析(TPA)模式测试, 结果表明随着冷冻贮藏时间的延长, 养殖大黄鱼的质构在下降, 从硬度、咀嚼性、弹性等参数看, -18 °C 冷冻贮藏条件下的大黄鱼质构下降比-50 °C 冷冻贮藏条件下更加明显。王俏仪^[25]等采用同样的方法对冷冻贮藏罗非鱼肌肉的质构特性等进行测试, 并得出了相似的结论。

此外, 冻结过程中冰晶的形成是使冻结产品产生不良品质的主要因素, 因此提高冻结速率及改善冻结过程以形成足够小的冰晶, 对减少冻结对质构的影响十分重要。阮征^[26]等研究不同冻结速率(3.69、2.64、0.60、0.34 cm/h)对鱼片冻结品质的影响程度, 发现速冻样解冻后硬度与耐咀嚼性和新鲜鱼片相比无明显变化, 而慢冻会影响鱼片的硬度和咀嚼性, 4 种冻结速率均对鱼片的恢复性有影响, 质构分析表明提高冻结速率有利于保持鱼片的品质。廖媛媛^[27]通过对冷冻对大黄鱼品质影响的研究, 发现冻结温度越低, 冻结速率越快, 大黄鱼能更快地通过最大冰晶生成带, 更有利于产生更小的冰晶, 从而有利于硬度、胶粘性、恢复性、咀嚼性等质构品质的保持。

3.3 盐渍

盐腌水产品是我国传统的水产品保藏方法, 原料利用率高、货架期长, 并赋予了产品独特的口感和风味。腌制过程即是食盐不断渗入食品的过程, 随着鱼体内盐浓度增大肌肉蛋白质发生变性, 肉的水持水性下降, 同时抑制了微生物的生长发育和自溶酶的作用, 这些都会引起鱼肉质地的发生改变。

王鸿^[29]等通过研究不同浓度(10%、15%、20%、25%)盐溶液浸渍处理后鲢鱼肉的质构变化, 发现鱼肉的剪切力和硬度随着盐浓度的增高均增大。章银良^[31]在对海鳗腌制加工技术的研究中对海鳗质构分析表明, 其硬度和内聚性

随着食盐含量增加而明显增加, 弹性和凝胶性随着食盐含量的增加都有所降低, 这主要是因为盐浓度的升高引起蛋白质变性, 并使其凝胶性能下降, 从而使得腌鱼制品的品质变差。

鱼肉盐渍加工中, 为了得到更好的腌制品, 缩短腌制的时间并控制腌制品中的食盐含量, 可通过改进腌制工艺, 如控制食盐浓度、环境温度、加压腌制、不同腌制方法相混合等方法来实现。张群飞^[32]等采用响应面法优化糟醉带鱼的湿腌工艺, 结果表明糟醉带鱼湿腌时, 盐水浓度对其品质的影响最为显著并最终确定腌制温度 20 ℃、盐水浓度 21%、腌制时间 3 h 条件下制得的糟醉带鱼品质较好, 质地最优。吴素娟^[33]等研究 3 种海鱼黄立鱼、金线鱼和金丝鱼腌制过程中的质构变化, 结果表明鱼肉质构随着腌渍时间而改变, 硬度逐渐增大, 腌渍 24 h 时的弹性最好。

3.4 烟 熏

熏制就是产品吸收木材分解产物的过程, 它能赋予产品特殊的烟熏风味和较好的色泽而引起人们的食欲, 此外还能增强制品的耐保藏性, 对形成产品的色、香、味、型等都具有非常重要的作用^[35]。由于加热而引起蛋白质的变性, 在熏制时也不例外, 因此在烟熏过程中, 鱼肉制品的质构也发生变化, 盛金凤^[36]在研究熏制即食罗非鱼产品的过程中通过质构仪检测和感官评价相结合的方式研究了加工过程中产品的质构变化, 发现熏制显著影响罗非鱼的硬度、咀嚼性等。

此外, 烟熏的方法和处理的都会影响最终产品的品质差异, 滕瑜^[38]等研究了一种对大菱鲆的特色熏制加工技术, 并确定浸渍液盐糖比例为 3:1, 含水量为 40%, 烟熏 3.0 h 时, 在这种熏制条件下, 大菱鲆的弹性和营养成分保持的较好。王宏海^[39]通过对养殖大黄鱼烟熏工艺的研究, 得到各因素对样品烟熏制备影响大小顺序为熏烟浓度 > 喷淋水 > 烟熏时间 > 熏烟温度, 并确定烟熏加工的最佳工艺技术参数烟熏温度 45 ℃、烟熏时间 15 min、熏烟浓度 50%、喷淋水全开。郑捷^[40]等研究了不同因素对烟熏香糟鱼成品品质的影响, 结果表明熏制时间对鱼肉品质影响最大, 腌渍时间和干燥温度次之, 鱼体水分含量对其影响较小, 并确定最佳熏制时间为 3 h, 在此条件下制得的烟熏香糟鱼品质优。

4 结 语

水产品原料的特性在水产品加工中是不容忽视的重要问题, 鱼肉的质地也越来越受到人们的重视, 为了提高鱼产品的品质, 目前许多研究者开展养殖鱼质地改良技术攻关, 而与此同时我们也要更加重视不同加工过程中鱼制品品质的变化, 通过改良加工工艺来得到质地优良的鱼肉制品, 从而满足人们的需求。

参考文献

- [1] 王健建. 浅谈水产品的营养价值[J]. 中国农村小康科技, 2001, (6):30.
Wang JJ. Talking about the nutritional value of aquatic products [J]. Chin Countryside Well-off Technol, 2001, (6): 30.
- [2] 袁春红, 陈舜胜, 程裕东, 等. 冻结条件与冻藏温度对鲢鱼肌肉肌纤维蛋白冷冻变性的影响[J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(1): 44-48.
Yuan CH, Chen SS, Cheng YD, *et al.* Effects of freezing and frozen storage temperature on myofibrillar protein freeze denaturation of silver carp muscle [J]. J Shanghai Fisheries Univ, 2001, 10(1): 44-48.
- [3] 励建荣. 我国水产品加工业现状与发展战略[J]. 保鲜与加工, 2005, (3): 1-3.
Li JR. Present situation of aquatic products processing industry in China [J]. Preserv Process, 2005, (3): 1-3.
- [4] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
Lee R. Physical properties of foods [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1998.
- [5] Cheng J, Sun D, Han Z, *et al.* Texture and structure measurements and analyses for evaluation of fish and fillet freshness quality: a review [J]. Compr Rev Food Sci Food Saf, 2014, 13(1): 52-61.
- [6] 焦梅, 聂小华, 刘书来, 等. 鱼肉的质地及其在加工过程中的变化[J]. 食品科技, 2008, (1): 93-95.
Jiao M, Nie XH, Liu SL, *et al.* Texture of fish meat and its changes during process [J]. Food Technol, 2008, (1): 93-95.
- [7] 姜启兴. 鳙鱼肉热加工特性及其机理研究[D]. 无锡: 江南大学, 2015.
Jiang QX. Study on thermal processing properties and mechanism of bighead carp muscle [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015.
- [8] Maiti BC, Thomson RH. Marine natural products chemistry [M]. New York: Plenum Press, 1977.
- [9] 刘红英. 水产品加工与贮藏[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
Liu HY. Aquatic products processing and storage [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006.
- [10] 林洪, 张瑾, 熊正河. 水产品保鲜技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
Lin H, Zhang J, Xiong ZH. Aquatic preservation technology [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2001.
- [11] 潘秀娟. 苹果采后质地变化的破坏与非破坏检测研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
Pan XJ. Nondestructive and destructive measurement of texture changes of postharvested apple fruits [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2004.
- [12] Hultmann L, Rustad T. Iced storage of atlantic salmon-effects on endogenous enzymes and their impact on muscle proteins and texture [J]. Food Chem, 2004, 87(1): 1-41.
- [13] Tornberg E. Effects of heat on meat proteins—Implications on structure and quality of meat products [J]. Meat Sci, 2005, 70: 493-508.
- [14] 刘洋涛, 陆利霞, 林丽军, 等. 热处理对鱼肉品质的影响研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(32): 15891-15893.
Liu YT, Lu LX, Lin LJ, *et al.* Research on the effect of thermal treatment of fish quality development [J]. J Anhui Agric Sci, 2012, 40(32): 15891-15893.

- [15] Davey CL, Winger RJ. Structure of skeletal muscle and meat toughness [M]. Fibrous proteins, scientific, industrial, and medical aspects/edited by DAD Parry, LK Creamer, 1979.
- [16] Huang F, Huang M, Xu X, *et al.* Influence of heat on protein degradation, ultrastructure and eating quality indicators of pork [J]. *J Sci Food Agri*, 2011, 91(3): 443–448.
- [17] Peter P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality [J]. *Meat Sci*, 2005, 70: 435–447.
- [18] 孙丽. 金枪鱼肉在蒸煮过程中品质特性变化的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
Sun L. Study on quality changes of tuna during steam cooking processing [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [19] 王鸿, 沈月新, 曹燕, 等. 盐渍、加热对鲢质构特性的影响初探[J]. *河北渔业*, 2006, (12): 15–17.
Wang H, Shen YX, Cao Y, *et al.* Effect of salting and heating on the textural properties of silver carp [J]. *J Hebei Fisheries*, 2006, (12): 15–17.
- [20] Maria M. The biochemical, textural and sensory properties of king scallop meats frozen at different characteristic freezing times [J]. *Afr J Biotechnol*, 2010, 28(9): 4374–4385.
- [21] Subramanian S, Xiong YL, Blanchard SP. Effects of freezing and thawing methods and storage time on thermal properties of freshwater prawns [J]. *J Sci Food Agric*, 1997, 75(1): 37–44.
- [22] Benjakul S, Sutthiphan N. Muscle changes in hard and soft shell crabs during frozen storage [J]. *Food Sci Technol*, 2009, 42(3): 723–729.
- [23] 荣建华, 张亮子, 谢淑丽, 等. 冷冻对脆肉鲩和草鱼肉微观结构和质构特性的影响[J]. *食品科学*, 2015, (12): 243–248.
Rong JH, Zhang LZ, Xie SL, *et al.* Effects of freeze on the microstructure and texture of crisp grass carp and grass carp muscle [J]. *Food Sci*, 2015, (12): 243–248.
- [24] 戴志远, 崔雁娜, 王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼肉质变化的研究[J]. *食品与发酵工业*, 2008, (8): 188–191.
Dai ZY, Cui YN, Wang HH. Changes of textural properties of cultured *pseudosciaena crocea* muscle under different frozen storage conditions [J]. *Food Ferment Ind*, 2008, (8): 188–191.
- [25] 王俏仪, 董强, 卢水仙, 等. 冷冻贮藏对罗非鱼肌肉质构特性的影响[J]. *广东海洋大学学报*, 2011, (4): 86–90.
Wang QY, Dong Q, Lu SX, *et al.* Effect of freezing storage on tilapia muscle texture [J]. *J Guangdong Ocean Univ*, 2011, (4): 86–90.
- [26] 阮征, 李沛生, 朱志伟, 等. 不同冻结速率对脆肉鲩鱼片冻结特性的影响研究[J]. *农业工程学报*, 2008, (2): 250–254.
Ruan Z, Li BS, Zhu ZW, *et al.* Effects of different freezing rates on the freezing characteristics of *Ctenopharyngodon idellus* C. et V fillets [J]. *Transactions CSAE*, 2008, 24(2): 250–254.
- [27] 廖媛媛. 不同冻结方式对大黄鱼品质影响的研究[D]. 宁波: 宁波大学, 2014.
Liao YY. Study on quality changes of *Pseudosciaena crocea* subject to different freezing methods [D]. Ningbo: Ningbo University, 2014.
- [28] 张婷, 吴燕燕, 李来好, 等. 腌制鱼类品质研究的现状与发展趋势[J]. *食品科学*, 2011, (S1): 149–155.
Zhang T, Wu YY, Li LH, *et al.* Research progress and development trend on quality of cured fish [J]. *Food Sci*, 2011, (S1): 149–155.
- [29] 王鸿, 沈月新, 曹燕, 等. 盐渍、加热对鲢质构特性的影响初探[J]. *河北渔业*, 2006, (12): 15–17.
Wang H, Shen YX, Cao Y, *et al.* Effect of salting and heating on the textural properties of silver carp [J]. *J Hebei Fisheries*, 2006, (12): 15–17.
- [30] 刘然, 吕飞, 丁玉庭. 不同腌制方式对草鱼腌制速率和理化性质的影响[J]. *食品工业*, 2012(12):67–71.
Liu R, Lv F, Ding YT. Influence of different salting methods on the salting rate and physicochemical property of grass carp [J]. *Food Ind*, 2012, (12): 67–71.
- [31] 章银良. 海鳗腌制加工技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.
Zhang YL. Study on the processing technology of pike eel pick-ling [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2007.
- [32] 张群飞, 徐大伦, 杨文鸽, 等. 响应面法优化糟醉带鱼的湿腌工艺[J]. *核农学报*, 2014, (4): 677–683.
Zhang QF, Xu DL, Yang WG, *et al.* Optimization of wet pickling conditions for vinasse hairtail by response surface methodology [J]. *J Nuclear Agric Sci*, 2014, (4): 677–683.
- [33] 吴素娟, 颜小燕, 蒋志红, 等. 三种海鱼腌制过程中的理化性质及质构变化[J]. *食品安全质量检测学报*, 2014, (1): 83–88.
Wu SJ, Yan XY, Jiang ZH, *et al.* Study on changes of physicochemical properties and texture of three marine fishes during salting process [J]. *J Food Saf Qual*, 2014, (1): 83–88.
- [34] 郑瑞生, 王则金. 腌制条件对即食鲍鱼产品感官品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2012, (24): 347–349.
Zheng RS, Wang ZJ. Effect of salted condition on sensory quality of ready-to-use abalone [J]. *Food Ind Technol*, 2012, (24): 347–349.
- [35] 汤定明. 肉制品加工中的烟熏技术[J]. *肉类研究*, 2007, (2): 36–39.
Tang DM. Smoking technology in meat products processing [J]. *Meat Ind*, 2007, (2): 36–39.
- [36] 邹志武, 宋广涛. 熏烤对制品质量的影响[J]. *肉类工业*, 2000, (4): 22–24.
Zou ZW, Song GT. Effects of smoking on product quality [J]. *Meat Ind*, 2000, (4): 22–24.
- [37] 盛金凤. 熏制即食罗非鱼产品的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2012.
Sheng JF. Study on instant smoked tilapia[D]. Nanning: Guangxi University, 2012.
- [38] 滕瑜, 刘丛力, 郭晓华, 等. 烟熏菱鲆的优化工艺研究[J]. *现代食品科技*, 2012, (5): 513–516.
Teng Y, Liu CL, Guo XH, *et al.* Optimization of processing technology of smoked scophthalmus [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2012, (5): 513–516.
- [39] 王宏海. 养殖大黄鱼、鲑鱼烟熏加工工艺研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2009.
Wang HH. Study on the smoked processing technology of *pseudosciaena crocea* and squid [D]. Hangzhou: Zhejiang Business University, 2009.
- [40] 郑捷, 刘安军, 曹东旭, 等. 烟熏糟鱼加工工艺的研究[J]. *食品研究与开发*, 2007, (3): 112–115.
Zheng J, Liu AJ, Cao DX, *et al.* Study on the process of fumigating vinasse fish [J]. *Food Res Dev*, 2007, (3): 112–115.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



李 敬, 硕士研究生, 主要研究方向
为水产品加工与贮藏。
E-mail: lijing921108@163.com



刘红英, 博士, 教授, 主要研究方向
为食品安全、水产品加工与贮藏。
E-mail: liu066000@sina.com

“食药菌”专题征稿函

我国发现和利用食用菌已有数千年的历史, 其中大型真菌作为药物使用也至少有 2500 年的历史。食用菌营养丰富, 优质蛋白质含量较高, 含有人体所需的 8 种必需氨基酸, 其中赖氨酸和亮氨酸的含量尤为丰富。另外, 食用菌还含有多种活性多糖、微量元素等功能性物质, 具有特殊的保健功能。药用菌也具有良好的药理活性, 具有调节免疫力, 增强记忆力, 延缓衰老, 减少心脑血管疾病发生等功效, 应用十分广泛。随着人们对食药菌营养价值的认可, 对食药菌产品的消费需求也不断增加, 因此食药菌食品具有很高的开发价值。

我国食药菌年产量占世界总产量的 75% 以上, 其总产值在我国种植业中排名第六位, 主要栽培种类有 70~80 种, 形成商品的有 50 种, 具有一定生产规模的有 20 种以上。总产量年均复合增长率约为 12.40%, 总产值年复合增长率约为 17.01%。鉴于此, 本刊特别策划了“食药菌”专题, 由中国工程院院士、中国吉林农业大学食药菌专家李玉教授担任专题主编, 李教授为原中国菌物学会理事长, 中国食用菌协会副会长, 国际药用菌学会理事长, 食药菌教育部工程研究中心首席科学家, 国家食用菌产业技术体系岗位科学家兼资源收集与繁殖利用功能实验室主任。围绕“食药菌的化学组成、理化性质、保鲜贮藏、食药菌中有害物质检测、食药菌的深加工、食药菌营养特性的研究、食药菌功能特性的研究、食药菌标准与体系等或您认为本领域有意义的问题展开讨论, 计划在 2015 年 12 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及李玉教授特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2015 年 11 月 30 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部