

保鲜冰在水产品保藏中的应用研究进展

Progress on application research of fresh ice for aquatic products preservation

王倩 孙晓红 蓝蔚青 张皖君 谢晶

WANG Qian SUN Xiao-hong LAN Wei-qing ZHANG Wan-jun XIE Jing

(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)

(1. College of Food Science & Technology Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Shanghai Engineering Research Center of Aquatic Product Processing and Preservation, Shanghai 201306, China)

摘要:水产品是蛋白质、无机盐及维生素的良好来源,但极易腐败变质,从而对水产品流通产生影响。保鲜冰主要是将传统冰与臭氧、电解水、保鲜剂、电子束辐照等技术相结合,以达到最佳的作用效果。文章主要概述传统冰、臭氧冰、流化冰、电解水冰和生物保鲜剂冰等在国内外水产品保藏中的应用研究进展,同时拓展了电子束辐照结合冰藏保鲜与复合保鲜剂冰法,系统分析几种保鲜冰在水产品贮藏中存在的主要问题,提出相应改进建议,并对其应用前景与发展方向进行展望。

关键词:保鲜冰;水产品;保藏;臭氧;流化冰;电解水;电子束辐照

Abstract: Aquatic products are good resources of protein, inorganic salt and vitamin, which are tend to be deteriorated easily and affect the circulation of aquatic products. Fresh ice is one of the fresh-keeping methods with ice, such as ozone, electrolyzed water, bio-preservatives and electronic beam etc, so as to achieve the best effect of preservation. The application progress in fresh-keeping effects of aquatic products with traditional ice, ozone ice, slurry ice, electrolyzed water ice and bio-preservative ice were reviewed in this paper. The application of electronic beam and composite bio-preservative with ice were also introduced at the same time. The main problems on preservation for aquatic products with fresh ice were analyzed systematically and the suggestions of these problems were given. Furthermore, the application prospects and developmental aspects of fresh ice were outlooked.

基金项目: 2014 年国家农业成果转化资金项目(编号: 2014GB2C000081);“十二五”国家支撑计划项目(编号: 2012BAD38B09);上海市科技兴农 2015 年重点攻关项目(编号:沪农科攻字(2015)第 4-12 号)

作者简介:王倩,女,上海海洋大学在读硕士研究生。

通讯作者:谢晶(1968—),女,上海海洋大学教授,博士。

E-mail: jxie@shou.edu.cn

蓝蔚青(1977—),男,上海海洋大学高级工程师,博士。

E-mail: wqlan@shou.edu.cn

收稿日期: 2015-11-25

Keywords: fresh ice; aquatic products; storage; ozone; slurry ice; electrolyzed water; electronic beam

中国是世界上内陆水域面积最大的国家之一,水产资源丰富,品种繁多。水产品因其高蛋白、低热量与低脂肪的营养特性而深受消费者喜爱。然而水产品流通期间,一旦远离低温环境,在微生物与内源酶的作用下极易腐败。因此,采用适当方法予以保鲜显得至关重要。近年来,随着中国对水产品流通市场的不断扩大,水产品保鲜技术也得到了较广泛的应用发展。常用的水产品保鲜方式主要有:低温保鲜、化学保鲜、辐照保鲜、生物保鲜与气调保鲜等。其各自优缺点见表 1。

表 1 不同保鲜方法的优缺点比较

Table 1 Comparison of the advantages and disadvantages in different preservation methods

保鲜方法	优点	缺点
低温保鲜	使用方便,不影响水产品风味,应用广泛	用量大,资源消耗多
化学保鲜	保鲜效果好,种类多,来源广	易残留,安全性不高,影响水产品风味
辐照保鲜	易于保持水产品特有风味、避免加工中二次污染	不易操作,成本高
生物保鲜	保鲜效果好,安全性高,来源广,应用前景好	抑菌机理不明确,不易获取,成本较高
气调保鲜	抑菌效果好,不影响水产品色泽	操作繁琐,成本较高

其中以低温保鲜法应用最广泛,主要包括冰藏保鲜、冻藏保鲜、微冻保鲜、冷却海水保鲜等。生活水平的提高促使消费者对水产品品质与食用安全提出更高要求,在促进水产品保鲜方式多样化的同时,也使水产品冰藏保鲜技术得到更深入的拓展。文章主要介绍了传统冰、臭氧冰、流化冰、电解

水冰与生物保鲜剂冰在水产品保鲜中的应用现状,在分析其各自优缺点的同时,也对电子束辐照与冰藏相结合与复合保鲜冰的拓展进行说明,展望了保鲜冰在水产品中的应用,以期为中国的水产品流通保鲜提供理论参考。

1 不同类型保鲜冰在水产品保鲜中的应用

1.1 传统冰

传统冰藏保鲜一般是指用天然冰或机制冰将新鲜水产品的温度降低并维持在冰点附近,但不使其冻结的保鲜方法^[1]。水产品捕捞后通常立即进行加冰处理来维持其品质,冰藏保鲜不仅能减少保藏中水产品的温度波动与水分流失,还能最大限度地保留水产品的营养成分^[2-3]。其中,Mathew等^[4]用层层冰鱼的方法冷藏斜齿鲨,发现其在12 d时鱼肉的凝胶形成能力略有下降。周忠云等^[5]发现,在0℃条件下对松浦镜鲤作冰藏处理,得出其保鲜效果明显优于冷藏。徐慧文等^[6]在0℃对经解冻处理的金枪鱼分别进行冰藏和冷藏。结果表明,冰藏能减缓金枪鱼中微生物的生长速度,对鱼肉TVB-N值、TBA值与高铁肌红蛋白的升高也有较好的抑制作用,能使金枪鱼的贮藏期相应延长。包玉龙等^[7]以鲫鱼为研究对象,通过感官分值和鲜度指标分析其在冷藏和冰藏条件下的品质变化规律。研究发现,鲫鱼在冰藏时各指标的变化速率低于冷藏,与冷藏相比,冰藏可延长鲫鱼货架期2 d。

传统冰的使用虽方便快捷,但其用量易受外界温度、包装容器隔热效果与保藏时间的影响,且易造成样品的机械性损伤^[8]。因此,在使用传统冰进行保鲜的同时,可适当考虑采用其他方式加以预处理,电子束辐照处理则是其中之一。此法主要利用电子加速器产生的低能或高能电子束辐照食品,产生物理、化学与生物学效应,具有不存在放射性及核泄漏等安全性问题的特点^[9]。电子束辐照作为冷杀菌技术之一,可通过高能脉冲与细胞核内物质发生交联反应,破坏细胞内DNA,使微生物无法正常生长繁殖^[10]。电子束辐照技术在肉制品、农作物和果蔬的杀菌保鲜上应用较广泛,近年来也逐渐在水产品保鲜中加以应用。现有研究证明,电子束辐照可抑制水产品保藏期间的微生物生长和品质劣化^[11-12]。刘冰冰等^[13]研究了电子束辐照对美国红鱼冰藏期间品质的影响。结果发现,电子束辐照处理可延缓样品冰藏期间TVB-N值和POV值的上升,降低其菌落数;在辐照剂量为4 kGy时,与未经辐照处理的对照组相比,可使其货架期延长6~7 d。

1.2 臭氧冰

臭氧是一种具有特殊气味和强氧化性的不稳定气体,因其具有杀菌力强、杀菌谱广、可自行分解、不产生残留污染等优点,被誉为世界上最洁净的消毒剂,现已被广泛应用于食品保鲜与加工等领域中^[14-15]。但由于臭氧极不稳定,常温条件下难以保存,从而大大降低了其实际作用。

臭氧冰是用臭氧发生器产生臭氧,用高效涡旋泵气水混合装置将其与水混合形成臭氧水,并送入制冰机或置于低温环境下使其冻结制成臭氧冰^[16]。其不仅保持了臭氧原有的

性能功效,还具有保鲜效果好、使用方便的优点^[17]。早在20世纪30年代就有关于使用臭氧冰保鲜鱼类的报道,发现其可使产品保鲜期延长2倍^[18]。Blogoslawski等^[19]利用臭氧冰保鲜墨鱼和鲑鱼,通过与传统冰比较发现,臭氧冰处理组样品的细菌总数降低了4个对数值,且无不良气味。Nelson^[20]用臭氧冰保鲜阿拉斯加鲑鱼,得出臭氧冰处理组样品的保鲜期较普通冰对照组样品延长了2 d。徐泽智等^[21]用臭氧冰进行对虾和罗非鱼保鲜研究。结果表明,5 mg/kg臭氧冰处理后的样品,其菌落总数比对照组减少91%以上,且能延缓TVB-N值的升高,使其保鲜期延长3~5 d。黎柳等^[22]结合菌落总数、感官与理化指标分析研究了臭氧冰与电解水冰对东海白鲳的保鲜效果。结果显示臭氧冰和电解水冰均能有效抑制微生物的生长繁殖,保持鲳鱼的良好品质,显著延长其货架期。

臭氧冰主要通过其在保存过程中的融化缓慢释放臭氧,对鱼、虾体表细菌的生长产生抑制作用,从而在水产品保鲜中得到利用。因此,臭氧冰的使用不仅解决了臭氧的保存与运输等问题,也为水产品保鲜提供了新的途径^[23]。

1.3 流化冰

流化冰是指由冰粒子和载液组成的两相均匀混合物,载液主要为淡水或由水和冰点抑制剂构成的二元溶液^[24]。其冰晶粒子直径大小为0.2~0.8 mm,载冷能力是普通冷冻水的1.8~4.3倍^[25]。流化冰具有3个显著特点:①降温速率快,主要源于其具有很大的传热面积和很高的热传递能力;②由于流化冰与传统冰相比是微小的球形颗粒,可减少产品的机械损伤;③良好的流动性,可用泵直接输送而不堵塞管道^[26-27]。基于以上特点,流化冰现已应用于水产品保鲜中。

王强等^[25]使用流化冰对南美白对虾进行冷藏,分别以传统碎冰与普通冷藏作对照处理,由感官评价和理化指标测定发现,经流化冰保鲜处理的虾体组织结构及色泽能获得最大程度的保持,且其理化指标(如pH值与TBA值)显著低于传统碎冰和冷藏保鲜组。Rodríguez等^[26]分别用流化冰和片冰冷藏养殖比目鱼40 d,对样品进行感官、微生物与生化指标测定。结果表明,流化冰可减缓核酸降解与脂肪氧化,使三甲胺、挥发盐基氮与微生物数量维持在较低水平。Múgica等^[28]研究发现,用流化冰冷藏鳕鱼可显著延缓其生化降解速率与微生物数量的增长($P < 0.05$)。Kilinc等^[29-30]在保藏前用流化冰分别对海鲷鱼和海鲈鱼、沙丁鱼进行预处理并结合感官、微生物和化学分析,研究其在冷藏、冷冻期间对3种鱼品质变化的影响。研究发现,用流化冰预处理可有效延长其货架期。Oscar Rodríguez等^[31]研究得出流化冰可降低鳕鱼贮藏期间的核苷酸降解速率,降低脂肪氧化速度,抑制TBA值与TVB-N值的升高。林雪等^[32]通过理化指标结合微生物的测定研究流化冰处理对鲈鱼在贮藏期间的保鲜效果,结果表明流化冰对鲈鱼的鲜度保持作用在9 d内优于传统碎冰保鲜。

流化冰以其迅速降温冷却的优点而被广泛应用,但其使用期间易受水产品表面的微生物污染,从而导致样品间的交

叉污染。此外,中国在流化冰保鲜的研究方面尚处于初始阶段,在流化冰制备和保鲜基础理论研究等方面还不成熟^[25]。因此,可适当考虑将其与其他技术相结合,从而进一步拓展流化冰的应用范围。臭氧流化冰也为当下应用拓展方式之一。将流化冰与臭氧结合使用,不仅扩大了臭氧的应用范围,也可以利用臭氧的杀菌效果提高流化冰的抑菌保鲜作用。现有研究^{[33]49}表明,臭氧流化冰能在冷藏梅鱼时显著减缓蛋白质的变性降解,抑制肌肉组织的劣变和质地软化,保护蛋白质的空间结构不受破坏。陈伟等^[15]以南美白对虾为研究对象,评价臭氧流化冰对南美白对虾的保鲜效果。结果表明,臭氧流化冰对南美白对虾中的细菌有显著的抑制作用,能延缓 TVB-N 值的升高,有效保持其感官品质,浓度为 10.0 mg/L 的臭氧流化冰处理南美白对虾 20 min 后可延长其保鲜期 6 d。Campos 等^[34-36]用臭氧流化冰分别对沙丁鱼、养殖比目鱼和帆鳞鲆进行冷藏,通过对冷藏期间样品的感官、理化指标和微生物加以分析,综合评价臭氧流化冰对样品的保鲜效果。研究表明,与单一流化冰和普通冰相比,臭氧流化冰可明显减缓冷藏沙丁鱼肉 TVB-N 值与 TMA-N 值的上升,使其货架期由传统冰的 8 d、流化冰的 15 d 延长至 19 d;同时,还能明显降低养殖比目鱼冷藏期间的菌落总数和 TMA-N 值,使其货架期从 7 d 延长至 14 d;帆鳞鲆的冷藏货架期从 14 d 延长至 20 d。黄玉婷^{[33]51}以梅鱼为研究对象,研究得出,流化冰和臭氧流化冰处理组均能有效延缓梅鱼感官品质的下降,抑制细菌总数的增长,由流化冰和臭氧流化冰处理的梅鱼货架期同碎冰处理组样品相比,能分别延长 7 d 和 9 d。

1.4 电解水冰

电解水是在二槽隔膜式电解槽中电解一定浓度电解质溶液后,在阳极生成具有氧化能力的酸性电解水和在阴极生成具有还原能力的碱性电解水。酸性电解水由于具有低 pH 值、高氧化还原电位和一定的有效氯含量而能快速高效杀灭各种病原菌^[37]。李秀丽等^[38]以熟制虾仁为研究对象,用酸性电解水对其进行处理,结果表明在 pH 值为 3.0、料液比 1:2(m:V)、浸泡时间 25 min 时,样品的细菌总数与对照组的 4.79 lg CFU/g 相比,减至 1.94 lg CFU/g。

近年来,电解水冰保鲜正逐步成为一种新型的冷杀菌保鲜技术。该技术不仅结合了普通冰的低温优势,还能发挥电解水快速、广谱杀灭微生物的优点^[39]。张越扬等^[40]用酸性电解水对冷冻金枪鱼肉进行浸渍处理,使其表面形成具有阻隔空气,防止不良氧化反应作用的冰衣,通过金枪鱼的保鲜效果评价表明,酸性电解水冰衣可通过缓慢释放有效氯,结合其高氧化的还原作用,有效降低冻藏金枪鱼中的菌落总数与 TVB-N 值,对鱼肉质泽和质构特性具有良好的保持作用。Phuvasate 等^[41]分别用电解水和电解冰处理食物接触表面(陶瓷、不锈钢)和鱼皮(大西洋鲑鱼、金枪鱼),由微生物分析发现,有效氯含量为 50 mg/L 的电解水可作为食品接触表面产组胺细菌的杀菌剂;将鱼体贮藏在含 100 mg/L 有效氯的电解水冰中可分别将产气肠杆菌和摩氏摩根菌减至 2.4 lg CFU/cm² 和 3.5 lg CFU/cm²。Wang 等^[42]通过测定

对虾的化学、微生物指标和多酚氧化酶活性来探究酸性电解水冰在黑暗条件下对样品品质的影响。研究表明,酸性电解水冰可有效抑制微生物的增长、降低 TVB-N 值的升高,且能钝化多酚氧化酶的活性。杨琰瑜等^[43]以传统冰衣处理为对照,评价酸性电解水冰对单冻南美白对虾虾仁的保鲜效果,通过冻藏虾仁的感官分析与微生物数量评价酸性电解水冰的作用效果,结果表明 pH 值为 4.5 与 6.0 的酸性电解水冰对单冻虾仁的抑菌效果显著,且对虾仁感官品质无显著性影响。Kim 等^[44]研究发现,酸性电解水冰对秋刀鱼肉冷藏期间好氧菌和嗜冷菌的生长有明显抑制作用。Feliciano 等^[45]研究得出电解水冰可减少鱼片中的大肠杆菌和假单胞菌数。通过以上研究,进一步证实了电解水冰具有广谱抑菌性与延长食品贮藏货架期的优点。

在水产品保鲜过程中,随着时间延长,电解水冰 pH 值逐渐升高,氧化还原电位和有效氯含量则随之降低,杀菌效果也会受到影响。因此,加强对电解水冰的挥发动力学研究将有助于将其更好地应用于水产品保鲜。

1.5 生物保鲜剂冰

生物保鲜剂是指从动植物、微生物中提取或利用生物工程技术获得的对人体安全的保鲜剂^[46]。按其来源可分为 4 类:① 从天然植物中提取的物质,主要有茶多酚、大蒜素等;② 从微生物产业中提取的产品,如乳酸链球菌素、纳他霉素等;③ 用人工方法从动物体内制得的产品,主要有壳聚糖、蜂胶等;④ 生物酶类保鲜剂,包括溶菌酶、葡萄糖氧化酶等^[46-47]。生物保鲜剂的来源不同,其保鲜机制也各有差异,作用效果主要体现在杀菌、抗氧化、降低酶的活性与成膜阻隔空气等方面,也有部分学者^[48]通过研究细胞分子的变化阐释生物保鲜剂的作用机理。生物保鲜剂因其安全无毒等优点而被广泛应用于水产品保鲜中,将其与冰藏相结合制成生物保鲜冰应用于水产品保鲜,现已成为水产品冰藏保鲜的新趋势。

其中,黎柳等^[49]以鲳鱼为研究对象,用含植酸、茶多酚的生物保鲜冰保藏鲳鱼,通过指标测定对其效果进行评价。结果表明,与普通冰相比,植酸组和茶多酚组可使鲳鱼的货架期分别延长 1~3 d 和 6~11 d。Bensid 等^[50]通过在冰中分别添加 0.04% 百里香提取物、0.03% 牛至提取物和 0.02% 丁香提取物进行欧洲鳕冷藏,由相关指标测定结果表明,3 组植物提取物保鲜冰处理组的保鲜效果明显优于传统冰组,使其货架期从 9 d 延长至 12 d。然而,生物保鲜剂冰的抑菌机理尚不明确,单一生物源保鲜剂由于其自身特点,如溶菌酶仅能分解芽孢细菌的活细胞而对芽孢不产生影响,且对酵母菌、霉菌和革兰氏阴性菌无作用效果;壳聚糖水溶性差、干燥难度大,用于涂膜保鲜工作效率低,保鲜效果也不尽理想^[51]。此外,部分生物保鲜剂的提取成本过高,对其活性成分的纯化和结构鉴定亟待深入研究^[52]。不同种类的单一保鲜冰由于其自身特点与作用机制各不相同,使其在水产品保鲜上的应用存在着一定的局限性。

生物保鲜剂由于其来源广泛,可从动植物、微生物中获取,具有广谱抗菌性、高效性与相对安全性的特点,通过各种

生物保鲜剂的复配使用,可解决其获取难度大与使用成本高的不足。已有研究^[53-54]表明,将生物保鲜剂复合使用可有效延长水产品的货架期,减缓水产品的品质劣变。吴雪丽等^[53]将0.2%茶多酚、1.5%羧甲基壳聚糖与0.3%蜂胶提取液复配用于0℃条件下的扇贝贮藏,结果表明复合保鲜剂可延缓扇贝中的蛋白质降解与感官品质下降、抑制微生物生长,延长其贮藏期;谢晶等^[54]用含0.07%植酸、1.5%壳聚糖和0.1%ε-聚赖氨酸的复合生物保鲜剂对南美白对虾进行防黑变保鲜,结果表明该复合保鲜剂能有效抑制其黑变,使产品的冷藏货架期从3~4d延至6~8d。在此基础上,将复合保鲜剂制成保鲜冰,使复合保鲜剂在水产品保藏过程中随着冰的溶化持续渗入样品而发挥其作用^[55]。

2 展望

随着人们对水产品的需求量逐年递增,采用经济适用、高效安全的保鲜方法将成为水产品保鲜技术研究发展的新趋势,保鲜冰也因其优势独具而必将在水产品保鲜上得到广泛应用。为获得全面有效的抑菌保鲜效果,将不同类型保鲜冰复配或结合保鲜剂开展的保鲜冰研究也逐渐为国内外研究工作者所熟悉。在此基础上,生物保鲜冰作为水产品保鲜的新兴研究领域,必将使水产品保鲜技术朝着安全无毒、高效节能的方向发展。

参考文献

[1] 田超群,王继栋,盘鑫,等. 水产品保鲜技术研究现状及发展趋势[J]. 农产品加工, 2010(8): 17-21.

[2] 黎柳,谢晶. 水产品冰鲜技术的研究进展[J]. 食品与机械, 2014, 30(1): 259-262.

[3] 姜兴为,许钟,杨宪时,等. 延迟加冰对冰藏大黄鱼品质变化的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(2): 270-274.

[4] Mathew S, Shamasundar B A. Effect of ice storage on the functional properties of proteins from shark (*Scoliodon laticaudus*) meat [J]. Food Nahrung, 2002, 46(4): 220-226.

[5] 周忠云,罗永康,卢涵,等. 松浦镜鲤0℃条件下冰藏和冷藏的品质变化规律[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(4): 135-139.

[6] 徐慧文,谢晶,汤元睿,等. 冰藏和冷藏条件下金枪鱼品质变化的研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(13): 321-326.

[7] 包玉龙,汪之颖,李凯凤,等. 冷藏和冰藏条件下鲫鱼生物胺及相关品质变化的研究[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(3): 157-162.

[8] 贾景福. 水产品的冷藏保鲜技术[J]. 科学养鱼, 2009(5): 69-70.

[9] 张莹,朱加进. 电子束辐照技术及其在食品工业中的应用研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 236-239.

[10] Tauxe R T. Food safety and irradiation: protecting the public from foodborne infections[J]. Emerging Infections Diseases, 2001, 7(3 Suppl): 516-521.

[11] 李超,杨文鸽,徐大伦,等. 电子束辐照对泥蚶杀菌保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(22): 383-386.

[12] 杨文鸽,傅春燕,徐大伦,等. 电子束辐照对美国红鱼杀菌保鲜效果的研究[J]. 核农学报, 2010, 24(5): 991-995.

[13] 刘冰冰,杨文鸽,徐大伦,等. 电子束冷杀菌对美国红鱼冰藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2010, 36(8): 161-164.

[14] 贾凝,高元惠,陈存坤,等. 臭氧化冰的制备与保存初探[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(5): 33-36.

[15] 陈伟,任彦娇,曹少谦,等. 臭氧流冰对南美白对虾保鲜效果的研究[J]. 浙江万里学院学报, 2012, 25(3): 84-88.

[16] 刁石强,石红,郝淑贤,等. 高浓度臭氧冰制取技术的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(8): 242-245.

[17] 刁石强,陈培基,李来好,等. 臭氧冰对凡纳滨对虾保鲜效果的研究[J]. 南方水产, 2008, 4(1): 53-57.

[18] Salmon J, Gall J. Application of ozone for the maintenance of freshness and for the prolongation of conservation time of fish [J]. Annalen Hygiene Publications of Industry Sociable, 1936 (8): 84-93.

[19] Blogoslawski, Walter J, Stewart, et al. Some ozone application in seafood [J]. Ozone: Science and Engineering, 1980, 33 (15): 368-373.

[20] Nelson B. The use of ozonized ice on extending the shelf life of fresh Alaskan fish [J]. Alaska Department Commerce and Economics Development, 1982, 38(5): 64-67.

[21] 徐泽智,刁石强,郝淑贤,等. 用臭氧冰延长水产品保鲜期的试验[J]. 制冷学报, 2008, 29(5): 58-62.

[22] 黎柳,谢晶,苏辉,等. 臭氧冰与电解水冰处理延长鲳鱼的冷藏货架期[J]. 食品工业科技, 2014, 35(23): 323-328.

[23] 刁石强,吴燕燕,王剑河,等. 臭氧冰在罗非鱼片保鲜中的应用研究[J]. 食品科学, 2007, 28(8): 501-504.

[24] 高萌,张宾,邓尚贵,等. 流化冰对于鲑鱼的保鲜效果研究[J]. 海洋与湖沼, 2014, 45(5): 1 023-1 028.

[25] 王强,张宾,马路凯,等. 流化冰保鲜对冰鲜南美白对虾品质影响研究[J]. 现代食品科技, 2014, 30(10): 134-140.

[26] Rodríguez Ó, Barros-Velázquez J, Piñero C, et al. Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*) [J]. Food Chemistry, 2006, 95(2): 270-278.

[27] Kauffeld M, Wang M J, Goldstein V, et al. Ice slurry applications[J]. International Journal of Refrigeration, 2010, 33(8): 1 491-1 505.

[28] Múgica B, Barros-Velázquez J, José M M, et al. Evaluation of a slurry ice system for the commercialization of ray (*Raja clavata*) [J]. Swiss Society of Food Science and Technology, 2008, 41(6): 974-981.

[29] Kilinc B, Cakli S, Cadun A, et al. Comparison of effects of slurry ice and flake ice pretreatments on the quality of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored at 4℃ [J]. Food Chemistry, 2007, 104(4): 1 611-1 617.

[30] Losada V, Barros-Velázquez J, Aubourg S P. Rancidity development in frozen pelagic fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment [J]. Swiss Society of Food Science and Technology, 2007, 40(6): 991-999.

[31] Oscar Rodriguez a, Vanesa Losada b, Santiago P Aubourg, et al. Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity [J]. Food Re-

- search International, 2004, 37(8): 749-757.
- [32] 林雪, 邓尚贵, 王盼盼, 等. 流化冰在鲑鱼保鲜中的应用研究[J]. 食品工业, 2014, 35(5): 20-23.
- [33] 黄玉婷. 臭氧一流化冰对梅鱼保鲜效果的研究[D]. 舟山: 浙江海洋学院, 2014.
- [34] Campos C A, Rodríguez Ó, Losada V, et al. Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*) [J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 103: 121-130.
- [35] Campos C A, Losada V, Rodríguez Ó, et al. Evaluation of an ozone-slurry ice combined refrigeration system for the storage of farmed turbot (*Psetta maxima*) [J]. Food Chemistry, 2006, 97(2): 223-230.
- [36] Aubourg S P, Losada V, Gallardo J M, et al. On-board quality preservation of megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) by a novel ozonised-slurry ice system [J]. European Food Research Technology, 2006, 223: 232-237.
- [37] 谢军, 孙晓红, 潘迎捷, 等. 电解水的保存特性及杀菌效果[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(5): 1 053-1 059.
- [38] 李秀丽, 吴冬梅, 罗红宇. 酸性电解水对熟制虾仁抑菌作用的研究[J]. 食品工业, 2013, 34(9): 108-110.
- [39] 李继兵, 林婷, 廖超, 等. 酸性电解水冰理化指标变化对副溶血性弧菌杀菌效果的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2013, 32(11): 169-175.
- [40] 张越扬, 高萌, 柳佳娜, 等. 酸性电解水冰衣对冷冻金枪鱼品质的影响研究[J]. 食品工业, 2013, 34(12): 34-37.
- [41] Phuvasate S, Su Y C. Effects of electrolyzed oxidizing water and ice treatments on reducing histamine-producing bacteria on fish skin and food contact surface [J]. Food Control, 2010, 21(3): 286-291.
- [42] Wang J J, Lin T, Li J B, et al. Effect of acidic electrolyzed water ice on quality of shrimp in dark condition [J]. Food Control, 2014, 35(1): 207-212.
- [43] 杨琰瑜, 张滨, 汪恩蕾, 等. 酸性电解水冰衣对单冻虾仁品质的影响[J]. 中国食品学报, 2014, 14(6): 162-168.
- [44] Kim W T, Lim Y S, Shin I S, et al. Use of electrolyzed water ice for preserving freshness of pacific saury (*Cololabis saira*) [J]. Journal of Food Protection, 2006, 69(9): 2 199-2 204.
- [45] Feliciano L, Lee J, Lopes A J, Passcall A M. Efficacy of sanitized ice in reducing bacterial load on fish fillet and in the water collected from the melted ice [J]. Journal of Food Science, 2010, 75(4): 231-238.
- [46] 张杨俊娜, 张润光, 焦文晓, 等. 生物保鲜剂研究进展[J]. 农产品加工, 2013(4): 18-22.
- [47] 甘柳红. 生物保鲜剂在带鱼保鲜中的应用[J]. 饲料营养, 2015(4): 32-33.
- [48] 苏辉, 谢晶. 生物保鲜剂在水产品保鲜中的应用研究进展[J]. 食品与机械, 2013, 29(5): 265-268.
- [49] 黎柳, 谢晶, 苏辉, 等. 含茶多酚、植酸生物保鲜剂冰对鲳鱼保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技, 2015(1): 338-342.
- [50] Bensid A, Ucar Y, Bendeddouche B, et al. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during chilled storage [J]. Food Chemistry, 2014, 145(4): 681-686.
- [51] 刘淑敏, 邵兴锋. 复合生物保鲜剂在水产品保鲜中的应用[J]. 生物技术进展, 2013, 3(6): 408-411.
- [52] 赖小龙, 李文平, 廖鹏运, 等. 生物源保鲜剂研究进展[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(1): 79-83.
- [53] 吴雪丽, 申亮, 刘红英. 复合生物保鲜剂对扇贝冷藏保鲜的作用[J]. 核农学报, 2014, 28(2): 278-284.
- [54] 谢晶, 侯伟峰, 朱军伟, 等. 复合生物保鲜剂在南美白对虾防黑变中的应用[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 267-272.
- [55] 陈舜胜, 彭云生, 严伯奋. 溶菌酶复合保鲜剂对水产品的保鲜作用[J]. 水产学报, 2001, 25(3): 254-259.

(上接第 208 页)

相关战略, 保证企业生产的相关绿色食品的市场稳定和可持续发展; 最后, 加大进行各种降低绿色食品生产成本的技术创新和管理创新的力度。对于绿色食品的市场开拓来说, 其最大的问题是相对于普通食品而言过于昂贵的价格。因此, 通过技术和管理创新, 降低绿色食品的生产成本, 是解决绿色食品未来发展问题的关键。质优价廉、适销对路的绿色食品, 必然会在相当程度上促进其在网络平台上的销量, 从而为中国绿色食品网络营销模式的顺利构建提供高性价比的商品来源。

3 结语

随着中国消费者收入的增加, 绿色食品日益成为食品消费的发展趋势。而中国作为世界上最大的网络销售市场, 绿色食品的网络营销对促进绿色食品的发展有着不可替代的重要作用。通过对中国绿色食品营销模式的检视可以发现, 绿色食品的网络销售已经初具规模, 并在绿色食品的营销中占据了重要的地位。但是, 其发展仍然存在互联网技术不发达、法制建设不健全、网络营销手段单一以及绿色食品本身价格高、结构不合理等问题。因此, 有必要采取针对性的措

施, 以保证中国绿色食品网络营销模式的顺利构建。

参考文献

- [1] 徐伟锋. 绿色食品网络营销模式的现状与对策探析[J]. 中国商贸, 2013(26): 34-35.
- [2] 陈晓丽. 浅析绿色食品网络营销模式优化[J]. 农家科技: 下旬刊, 2014(12): 241-242.
- [3] 王艳. 农产品网络营销模式创新发展及实现路径研究[J]. 农业经济, 2015(9): 134-136.
- [4] 翟伟彤. 绿色食品网络营销模式的优势及策略分析[J]. 中国食品工业, 2015(4): 60-61.
- [5] 文亮, 何善, 刘炼春, 等. 食品企业的网络营销之路[J]. 食品与机械, 2011, 27(6): 272-274.
- [6] 张伯明. 中国网络营销模式探索方向分析[J]. 新闻大学, 2010(1): 127-134.
- [7] 陈佳, 姜法竹. 绿色食品网络营销模式的影响因素分析[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2014, 26(2): 90-95.
- [8] 孙宁宁. 农产品网络营销模式探究——以褚橙为例[J]. 中国市场, 2015(27): 26-27.