

文章编号: 1674-5566(2019)06-0983-11

DOI:10.12024/jsou.20190202530

花鲈保鲜技术的研究进展

谢 晶^{1,2,3,4}, 盛 开^{1,2}, 励建荣⁵

(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中心, 上海 201306; 3. 上海冷链装备性能与节能评价专业技术服务平台, 上海 201306; 4. 上海海洋大学 食品科学与工程国家级实验教学示范中心, 上海 201306; 5. 渤海大学 食品科学与工程学院, 辽宁 锦州 121013)

摘 要: 花鲈是中国最为重要的经济鱼类之一:产量高,收益好,味道鲜,深受全国消费者的喜爱。花鲈营养丰富,富含蛋白、多不饱和脂肪酸和微量元素,也因此容易腐败变质。故运用恰当的保鲜技术,延长其货架期同时保留营养和风味非常重要。通过对花鲈保鲜的大量研究进行整理和归纳,以期在花鲈保鲜技术的研究提供参考。至今为止,花鲈的保鲜技术主要为辐照和超高压处理、低温贮藏、保鲜剂使用、包装技术、组合保鲜等。花鲈贮藏之前,辐照杀菌效果显著,且因对花鲈的感官品质影响较小,故保鲜效果优于超高压处理;贮藏期间,微冻比冻藏节能且比冷藏的保鲜效果好,是个较好选择。对于运输过程中的温度变化,保鲜剂的使用能很好地抑制温度变化对花鲈品质造成的损害,同时减少低温保鲜的能耗成本。保鲜剂的发展趋势是生物保鲜剂及其复合使用。充气包装和活性包装在维持花鲈的新鲜度方面也有显著效果,值得进行更多研究开发。花鲈的保鲜技术将会是多种技术组合使用,最终兼具高效、安全、经济的特性。

关键词: 花鲈; 保鲜技术; 研究进展

中图分类号: S 983 **文献标志码:** A

花鲈 (*Lateolabrax maculatus*), 属于鲈形目 (Perciformes) 鲈科 (Serranidae) 亚洲鲈属 (*Lateolabrax*), 又称中国花鲈、海鲈鱼、七星鲈、花寨。虽然亚洲鲈属被提出时, 仅有日本真鲈 (*Lateolabrax japonicus*) 1 个物种^[1], 近年来在花鲈遗传^[2]和基因^[3]方面进行了深入研究和细致区分后才提出中国花鲈, 但目前中国花鲈与日本真鲈仍常见共用同一学名 *Lateolabrax japonicus*。花鲈广泛分布于黄海、东海和南海沿岸, 南至中南半岛, 北至渤海湾^[4]。据中国渔业年鉴统计, 近 3 年花鲈养殖产量年增 11.2%, 为 1.4 万 t/a。2017 年, 花鲈产量达 15.6 万 t, 位居中国海水鱼产量第二, 主要来自广东 (52%)、福建 (20%) 和山东 (10%)^[5]。其中, 珠海出口的冻花鲈鱼片达 8.1 亿元, 每千克约 60 ~ 80 元, 是鲜鱼价格的 4 ~ 5 倍^[6], 因此花鲈是我国重要的经济鱼类之一。

花鲈营养丰富, 富含蛋白、多不饱和脂肪酸和微量元素, 必需氨基酸的种类全面且比例合

理, 尤以来自中国南方、秋季、腹肌部位的鱼肉为佳, 且该鱼味道鲜美、生长迅速, 深受消费者的喜爱^[7-9]。但其死后很容易腐败变质, 因此开展花鲈的保鲜技术研究, 维持其营养和风味同时延长货架期是非常重要的。本文综述目前用于花鲈的保鲜技术, 以期在花鲈保鲜技术的进一步提升和应用推广提供参考。

1 花鲈贮藏前处理保鲜技术

在贮藏前对水产品进行预处理是为了减少初始腐败微生物的种类或数量, 再给予合适贮藏的环境, 更好地保留食品品质, 延长货架期。目前, 花鲈保鲜的预处理技术主要为辐照和超高压。

1.1 辐照

电离辐射能有效减少原料中的腐败菌, 改善蛋白质功能^[10]。我国行业标准 NY/T 1256—2006 规定冷冻水产品的辐照工艺剂量为 4 ~ 7

收稿日期: 2019-02-20 修回日期: 2019-06-10

基金项目: 农业农村部海水鱼产业体系 (CARS-47); 2016 年上海市科技兴农重点攻关项目 (沪农科攻字 [2016] 第 1-1 号); 上海市科委公共服务平台建设项目 (17DZ2293400)

作者简介: 谢 晶 (1968—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品工程。E-mail: jxie@shou.edu.cn

kGy,但不得重复辐照。GB 18524—2016 规定重复辐照食品的累积剂量不应超过 10 kGy,而现有研究认为无论是否超过 10 kGy,辐照食品还是安全的^[11]。

花鲈用低剂量(0、1、2、3、4 kGy)的⁶⁰Co γ 射线辐照 12 h 后,其色差、总挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值和菌落总数均低于未辐照组,但辐照剂量的增加会促使脂肪氧化^[12]。若施于花鲈总辐照量分别为 0、1、3、5、7 kGy 的 10 MeV 电子束照射后,立即测量可以发现 1 kGy 组仅增加了总巯基含量;其他辐照组中,肌原纤维蛋白二级结构由 α -螺旋结构向 β -折叠转化,表面疏水性在 5 kGy 时最大,说明过高的辐照会导致蛋白氧化变形^[13]。若施以同样的电子束照射,再进行冷藏,花鲈鱼肉的感官、质构和色差的变化不显著,辐照处理使花鲈鱼肉货架期比未处理组延长了 6~10 d^[14]。

辐照虽在一定程度上会使脂肪氧化,但不会影响食品的品质,如感官、色差等。鉴于辐照的杀菌效果显著,辐照用于保鲜需要进一步研究,同时应推进相关法律法规的建设,以满足推广和研发花鲈辐照保鲜技术的需求。

1.2 超高压

超高压技术指在常温甚至低温环境下施加 100 MPa 以上压力的技术。该技术能杀菌、钝酶,延长货架期,且对食品色泽、营养成分等影响较小^[15]。

赵宏强等^[16]采用 200、250、300 MPa 超高压处理花鲈 9 min 后 4 $^{\circ}$ C 冷藏 15 d,结果表明:压力越大,花鲈鱼肉的质构越差,如硬度、持水力越低;结合水向自由水迁移的趋势越明显,表面呈现乳白色即蒸煮效果越严重,肌纤维结构紧致无序甚至出现凝胶化现象;鲜度的维持效果越好,如对硫代巴比妥酸(2-Thiobarbituric acid, TBA)含量、TVB-N 含量及菌落总数 3 者增加的抑制作用越强。综合考虑,推荐 250 MPa 超高压作为预处理,花鲈的货架期比常压组延长至少 4 d。进一步研究发现,250 MPa 超高压预处理能改变冷藏花鲈的菌群演替,明显抑制花鲈冷藏期间嗜冷菌与希瓦氏菌的生长,从而延长花鲈的货架期^[17]。

超高压虽然促进鱼肉中水分迁移、肌纤维结构改变,损害了鱼肉的质构,但能有效杀灭腐败微生物,延长花鲈的货架期。特点是相比高温杀

菌能显著维持其营养不被破坏和小分子风味物质不变化。因此,超高压预处理是一种具有研究前景的保鲜技术。

2 花鲈低温保鲜技术现状

低温保鲜技术是通过抑制微生物生长、降低酶的活性和氧化反应的速率等来减缓食品的腐败变质,进而达到维持食品的品质、延长食品货架期的效果^[18]。按照不同的温度,低温保鲜常见:冻藏保鲜(-18 $^{\circ}$ C 以下)、微冻保鲜(-5~-2 $^{\circ}$ C)^[19]和冷藏保鲜(0~4 $^{\circ}$ C)。

2.1 冻藏保鲜

冷冻广泛用于水产品保鲜。要求在贮藏和市场分销期间,冷冻产品的温度保持在 -18 $^{\circ}$ C 以下。

对于恒温冻藏,汪兰等^[20]研究了分别在 -10、-18、-80 $^{\circ}$ C 下冻藏 32 周的花鲈鱼肉的 K 值、TBA 等变化,-10 $^{\circ}$ C 组在 24 周进入初期腐败,-18 $^{\circ}$ C 和 -80 $^{\circ}$ C 贮藏组在 32 周后仍保持新鲜,其中 -80 $^{\circ}$ C 贮藏组的各项指标变化不明显,说明 -80 $^{\circ}$ C 贮藏的保鲜效果最好。韩芳^[21]研究了 -18 $^{\circ}$ C 冻藏 60 d 和 4 $^{\circ}$ C 冷藏 30 d 花鲈的感官、菌落总数、质构、肌肉组织等方面的变化和差异。-18 $^{\circ}$ C 冻藏保鲜效果优于 4 $^{\circ}$ C 冷藏,能有效地抑制鱼肉的酶活性和微生物作用。

对于预冻后贮藏,CAI 等^[22]分别在 -18 $^{\circ}$ C (T_1)、-55 $^{\circ}$ C (T_2) 温度下冻结花鲈 24 h,然后分别在 -18 $^{\circ}$ C (T_3)、-55 $^{\circ}$ C (T_4) 温度下冻藏 3 个月,研究不同冻结和冻藏工艺对花鲈品质的影响,发现 T_2 、 T_3 处理花鲈的菌落总数和生物胺浓度最低,即采用 -55 $^{\circ}$ C 冻结 24 h 后 -18 $^{\circ}$ C 冻藏 3 个月,花鲈的保鲜效果最好,且相比 T_2 、 T_4 处理更节能。但是,花鲈经冻藏后在 4 $^{\circ}$ C 冷藏,比直接冷藏更易腐烂变质。张晓敏^[23]比对了冻藏(分别在 -10、-18、-80 $^{\circ}$ C 温度下冻藏 30 d 后 4 $^{\circ}$ C 解冻 12 h)后 4 $^{\circ}$ C 冷藏 8 d 与直接 4 $^{\circ}$ C 冷藏 8 d 对花鲈的品质影响,发现冻藏后冷藏比直接冷藏的鱼肉品质下降更快,因为经过冻藏和解冻的肌肉组织会受到明显的不可逆损伤。而且,冻藏后花鲈鱼肉的相对电阻值明显降低^[24],证明冻藏会导致花鲈鱼肉的损伤。

2.2 微冻保鲜

微冻(super chilling),又称部分冷冻(partial

freezing)或过冷冷藏(deep chilling),是维持贮藏温度比生物体冻结点低 $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的一种保鲜技术。微冻保鲜技术性价比高,既拥有低于冻藏的能耗成本,又能达到比冷藏更好的货架期^[25],CHANG等^[26]研究花鲈低温贮藏的货架期,表明 $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 微冻保鲜可使花鲈的货架期延长至4周以上,是 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的2倍、 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的9倍,其原理是微冻保鲜可以延长细菌生长的滞后期和延迟核苷酸分解速率进而延长保质期。曾名勇等^[27]检测花鲈在 $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏30 d后的品质变化:(1)微生物数量降低2个数量级;(2)TVB-N值为 0.1566 mg/g ($< 0.2\text{ mg/g}$,属于二级鲜度);(3)K值快速上升至第5天后缓慢上升,最终达到34.36%;(4)ATPase活性降低快,第20天降至 $0.0053\text{ }\mu\text{mol}/(\text{min}\cdot\text{mg})$ 基本失活。这证明微冻有效抑制微生物作用,减缓蛋白质和核苷酸被降解即利于维持鲜度,也会促进蛋白质变性即降低鱼肉口感。高昕等^[28]研究 $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 微冻贮藏下花鲈的组织、质构和流变学特性,发现:随着贮藏时间的延长,肌原纤维间空隙增大,构造趋向崩裂;弹性模量上升,破断强度、硬度、弹性、黏聚性、咀嚼性下降,而应力松弛时间、黏性模量的变化不显著。综合鲜度指标表明,与 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏相比, $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 微冻贮藏更利于花鲈保鲜。

王慧敏等^[29]研究花鲈在低温中的菌群变化,通过菌落计数和变性梯度凝胶电泳技术显示花鲈 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏期间的优势腐败菌为产 H_2S 细菌(主要指腐败希瓦氏菌)和假单胞菌, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 微冻能显著降低其菌落数,并且发现 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 微冻能显著延长货架期至18 d,比 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏组的货架期延长了1倍。刘明爽等^[30]通过电子鼻发现 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 微冻组相比 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏组的挥发性气体成分少,即腐败程度低,其结果与其他鲜度指标一致。

2.3 冷藏保鲜

冷藏保鲜技术是将食品温度降至或接近冰点,但不冻结的一种方法^[31],能减缓食品的腐败变质速度。冷藏中,常见 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$,也有 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等处理。

$4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏的花鲈保质期为 $4\sim 6\text{ d}$,相对冻藏极易腐败^[21, 28]。唐文静等^[32]分离鉴定 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏花鲈的优势腐败菌,主要为假单胞菌和腐败希瓦氏菌,其中草莓假单胞菌(*Pseudomonas fragi*)致腐能力最强,其次是腐败希瓦氏菌(*Shewanella*

putrefaciens)和其他假单胞菌(*Pseudomonas sp.*)。因冷藏的货架期短,因此冷藏处理多作为低温研究的对照组或作为与其他保鲜技术结合使用的环境条件。

综上所述,花鲈贮藏时间越长,所需贮藏温度越低。在花鲈的长期(2个月及以上)贮藏中,冻藏比冷藏保鲜效果好。先以低于冻藏的温度冻结后再冻藏,有助于冻藏保鲜,但温差不宜过大,而且冻结后解冻的过程会使花鲈肌肉受到不可逆的损伤,且冻藏的能源消耗成本高。在花鲈中长期(半个月至1个月)贮藏中,微冻保鲜技术是较好选择。如果仅需要几天的货架期,则冷藏保鲜能较好满足货架期的要求且维持花鲈的质构和品质不劣变。

3 花鲈保鲜剂的开发及技术现状

随着人们生活水平的提高,消费者对水产品的需求不再限于能维持原有的感官和营养品质,而且要求对水产品的加工程度尽可能低^[33]。保鲜剂的使用基本满足了这些需求,但保鲜剂可能危害人体健康。随着国内外对食品安全的日益关注,一方面保鲜剂相关的法律法规逐步完善,保障保鲜剂的使用安全,另一方面保鲜剂朝着天然无毒的生物活性物质方向发展^[34]。

在花鲈保鲜方法中,有关保鲜剂的研究最多,本节依据来源把保鲜剂,分成两类:合成的化学保鲜剂和天然的生物保鲜剂。

3.1 合成的化学保鲜剂

用于花鲈的传统化学保鲜剂包括多聚磷酸盐^[35]、二氧化氯^[36]等。食盐作为化学保鲜剂也多有研究^[37-39],处理时间也会显著影响保鲜效果^[40]。近几年,新型的化学保鲜剂被提出,用于花鲈保鲜,如臭氧、冷冻保护肽等。LU等^[41]发现臭氧预处理结合臭氧片冰贮藏能有效延缓菌落总数、TVB-N、TBA的增长,pH的变化、臭氧不会造成蛋白质变性和含水量降低。NIKOO等^[42]发现冷冻保护肽(Pro-Ala-Gly-Tyr)和非肽抗氧化剂(咖啡酸)结合能有效抑制蛋白质氧化和变性,保护总巯基,减少游离水形成,能有效延缓冷冻花鲈品质降低以及减缓质量损失。

3.2 天然的生物保鲜剂

生物保鲜剂源于自然界动植物或微生物,具有安全、无毒、易降解等优点。但生物保鲜剂成

本较高,因而目前在实际生产中使用较少^[43],且保鲜剂单一使用的效果有限,一般优先考虑使用复合保鲜剂以提高保鲜效果。

用于花鲈的天然植物源保鲜剂有迷迭香^[44]、姜酚^[45]、蓝莓叶多酚^[46]、紫菜多糖提取物^[47]、海藻糖^[48]、海藻酸钠^[49]、竹醋液^[50]等,其中茶多酚的研究较多。茶多酚具有较好的抗菌性和抗氧化性^[51],能抑制花鲈的表面疏水性增加,降低肌原纤维蛋白的氧化程度^[52]。茶多酚结合乳酸链球菌素(Nisin)能抑制蛋白质降解和核酸分解,使花鲈鱼肉保持较好的色泽、质构及感官品质^[44]。若采用0.2%茶多酚结合0.3% Nisin对花鲈进行保鲜处理,则花鲈的货架期比无处理组延长4~6 d^[53]。

用于花鲈的天然动物源保鲜剂有壳寡糖^[54]、内脏水解蛋白液^[55]、溶菌酶^[56]等,相关研究较集中于壳聚糖。壳聚糖组花鲈的菌落演替滞后于无处理组,证明壳聚糖能显著降低菌落总数^[57]。柠檬酸或甘草提取物的加入可显著提高壳聚糖的保鲜效果,并延缓脂质氧化,提高贮藏花鲈鱼肉的品质^[58]。壳聚糖结合牛至油或大蒜素能降低蛋白质的分解^[59]。壳聚糖结合麦角硫因可以抑制假单胞菌生长,保持组织硬度,减少生物胺尤其是腐胺、尸胺和组胺的生成^[60]。

用于花鲈的天然微生物源保鲜剂较少,且多与其他保鲜剂复合使用如 Nisin 结合茶多酚^[49]、 ϵ -聚赖氨酸结合海藻酸钠^[49]、麦角硫因结合壳聚糖^[60]。唐文静等^[61]发现复合乳酸菌(干酪乳杆菌、植物乳杆菌、乳酸菌)能显著抑制4℃冷藏花鲈鱼块的优势腐败菌(草莓假单胞菌、腐败希瓦氏菌)的生长,且复合乳酸菌的保鲜效果优于单一乳酸菌。高继庆等^[62]利用木糖葡萄球菌发酵保存花鲈鱼肉,证实木糖葡萄球菌降解蛋白质增加风味物质的同时,可延缓鱼肉的氧化反应。CAI等^[49]发现 ϵ -聚赖氨酸和海藻酸钠结合处理组比单一处理组花鲈的保鲜效果好,有效维持了鱼肉的感官品质,显著抑制多种微生物的生长繁殖,延缓脂质氧化、蛋白质降解和核苷酸的分解。

近年来,许多研究主要关注不同保鲜剂对花鲈的保鲜效果,然而保鲜剂的选择还是应首先考虑安全性,其次看保鲜效果。因此化学保鲜剂的应用研究逐渐减少,环保安全的生物保鲜剂是今后研发重点。保鲜剂的使用方式多是将花鲈浸

泡后沥干处理,然后贮藏。在生物保鲜剂中,茶多酚和壳聚糖研究较多,微生物源保鲜剂研究较少,筛选出广谱抗菌或者能提高食品品质的保鲜剂及其复合使用是保鲜剂发展的趋势。为了使复合保鲜剂发挥协同作用而非拮抗作用,保鲜剂对花鲈的保鲜机理、作用位点,甚至其活性最大时的环境条件值得今后深入研究。

4 花鲈保鲜包装技术

随着包装行业的发展,近3年出现了以不同的包装技术延长花鲈保质期的相关研究,如充气包装(modified atmosphere packaging, MAP)技术、新型包装材料等。

MAP技术主要使常温或冷藏的水产品处于特定比例的混合气体中而非原大气环境,该混合气体能抑制微生物生长,延缓三甲胺和TVB-N生成,并维持感官特性,同时MAP技术便于水产品的分装,利于市场销售^[63]。鞠健等^[64]研究表明真空包装能显著抑制花鲈鱼肉中微生物的生长繁殖、TVB-N的增长、颜色和pH的变化,延缓肌肉组织的劣变,尤其是减少汁液流失,显著抑制脂肪氧化。另一方面,鞠健等^[65]研究发现20%CO₂+80%N₂的充气包装结合茶多酚能显著减少冷链中断链现象对花鲈的不利影响,保持TBA较低。朱小静^[66]对比30%CO₂+70%N₂的充气包装和真空包装对花鲈的品质影响,认为充气包装的保鲜效果优于真空包装,4℃充气包装的货架期比真空包装长4d,-3℃同比延长15d。

作为保护食品免受外部因素影响的物理屏障,包装材料对于提高食品质量和安全性以及延长保质期也很重要^[67]。范凯等^[68]通过菌落总数和TVB-N筛选聚偏二氯乙烯、聚乙烯、低密度聚乙烯、线性低密度聚乙烯包装材料,发现聚偏二氯乙烯因气体渗透性较低,使包装袋内形成了高CO₂浓度、低O₂浓度的微环境,抑制了微生物生长,进而延缓了花鲈鱼肉蛋白的降解,并且进一步实验通过在低密度聚乙烯上喷涂Nisin制成活性包装,发现该组的花鲈鱼肉,其持水性、色度、pH、感官评分均优于真空和充气包装组。

充气包装关键在于确定CO₂的浓度,而O₂是否加入要依优势腐败菌而定^[69]。另一方面包装材料对花鲈保鲜效果有较大的影响已被证实,期待随着包装工程的发展,将来能研发出保鲜效

果更好且安全环保的包装材料以及更恰当的气体比例用于花鲈的保鲜。

5 花鲈组合保鲜技术现状

组合保鲜技术将多种保鲜技术组合使用,以期依据各自特点进行优势互补,充分发挥每一种保鲜技术的优势,达到“1 + 1 > 2”的协同保鲜效果,更好地延长食品货架期^[70]。在花鲈贮藏中主要应用 5 种。

(1) 辐照结合植物源保鲜剂。范凯等^[71]研究发现:茶多酚结合辐照组的保鲜效果优于单独处理组,其 TBA 含量最少,表明抗氧化剂能有效减少辐照促进脂肪氧化的影响;菌落总数最少、TVB-N 含量最低、表面疏水性最小,表明该组合保鲜能更好地延缓花鲈鲜度和品质的下降;辐照结合 Nisin 组可使货架期延长 4 ~ 5 d^[72]。

(2) 超高压结合植物源保鲜剂。超高压处理结合姜酚,与单独处理组和未处理组相比,菌落总数始终最低,延迟初期 pH 下降,延缓脂质氧化,维持了花鲈鱼肉的品质,证明两种处理具有一定的协同效应,具有较好的保鲜效果^[45],同时这种组合显著减少了花鲈鱼肉中的挥发性物质数量,从 40 多种降至 30 种^[73],主要成分为醇、醛、酮、酸、酯、烃、芳香族和含氮化合物等^[74]。

(3) 微冻保鲜结合充气包装。LIU 等^[75]研究发现 -1.5 °C 盐水(含盐量 3.3%)微冻预冷花鲈 30 min 再结合 40% CO₂ + 30% O₂ + 30% N₂ 充气包装,相比仅充气包装组,菌落总数和产硫化氢的菌数较低,蛋白质降解、脂质氧化受到抑制。

(4) 植物源保鲜剂结合充气包装。鞠健等^[76]研究发现茶多酚结合 20% CO₂ + 80% N₂ 充气包装可显著降低菌落总数、TVB-N、TBA、K 值、pH 和色差,剪切力和感官评分值高于单独处理组,表明茶多酚结合充气包装能有效延缓花鲈的腐败变质。

(5) 其他结合方式。吴燕燕等^[77]对比调理啤酒处理后经 30% CO₂ + 70% N₂ 充气包装再处于 -3 °C 微冻贮藏(TL 组)和经真空包装后在 4 °C 贮藏(L 组)的花鲈品质,结果表明 TL 组微生物种类更少,腐败菌的出现延迟了 10 d,并且 TL 组中出现的腐败菌因 CO₂ 的抑制作用而数量较少,表明该组合保鲜能显著保证花鲈的良好品质。

研究表明多种保鲜技术之间具有较强的协同效应,能达到较好的保鲜效果。组合保鲜促进各种保鲜技术优势互补,这是保鲜技术发展的趋势,今后各种保鲜技术的组合将更加多样、更加科学。

6 冷链物流中花鲈品质的变化

为了保证水产品的品质,从整个供应链的角度看,还需要考虑水产品在贮藏、运输和分销等不同流通过程中低温的维持和控制,从而保证低温贮藏的效果^[78]。

在实际流通过程中贮藏温度常常变化,甚至会有冷链断链的情况发生,鞠健^[79]研究了在贮藏温度变化的物流过程中花鲈品质的变化,建议采用保鲜剂结合包装技术的方式来减少温度变化对花鲈品质的影响。蓝蔚青等^[80]研究发现在用流化冰预冷处理后,花鲈放于泡沫盒中,分别加流化冰、加碎冰与不加冰处理进行对照,贮藏 8 h (其间及时倒出融化的水),同时以 1 组添加碎冰、1 组无冰运输作对比,结果表明无冰组鲜度指标与碎冰组无显著差异,而流化冰能较好地维持鱼体温度,减少外部温度变化对鱼肉带来的影响,同时能够增加运输工具的载鱼量,减少运输中用冰成本。张皖君等^[81]研究流化冰、酸性电解水冰和碎冰对 4 °C 冷藏花鲈的菌群变化和品质的影响,流化冰作为冷藏的冷却介质能更好地维持低温,抑制腐败菌的生长繁殖,保持花鲈的新鲜度。总之,采用添加保鲜剂或流化冰等技术对于降低由物流过程温度波动对花鲈质量的影响也是十分有效的。

7 展望

花鲈是深受消费者喜爱的重要经济鱼类。为满足市场需求,花鲈保鲜技术的研究非常重要,研发的技术不仅要延长花鲈货架期,又应尽可能地保持其感官和营养品质不变。

贮藏前,冷冻水产品可采用辐照、超高压技术达到杀菌保鲜。两者相比,辐照因对花鲈的感官品质影响更小而值得推荐,但是有关一般水产品辐照处理的法规并未出台^[82],需要多进行研究,推进相关国标出台。

贮藏中,低温保鲜技术最为常用,冻藏能较好地维持花鲈原有的营养和感官品质,但考虑到

低温维持成本高,同时物流的发展降低了人们对较长货架期的需求,故低温保鲜中微冻保鲜技术值得关注。现阶段在冷链物流中常遇到温度不稳定的问题,因此低温结合保鲜剂的使用是一种保鲜新鲜花鲈的较好方式。在保鲜剂的研究中新型生物保鲜以及复合保鲜剂会获得更多关注,其保鲜的作用机理也急需深入研究。同时充有特定比例气体的包装或具有活性的新型包装材料因展示出对花鲈较好的保鲜效果以及分销过程中的便利性而展现了较好的前景。今后亦可引入其他新型保鲜技术如纳米保鲜、低温等离子技术等。

总而言之,花鲈保鲜的主要研究方向将会是多种保鲜方式依据各自特点的组合使用,从而达到高效、安全、经济于一体的协同保鲜效果,以期降低加工程度、延长花鲈货架期以及较好地维持花鲈的新鲜品质。

参考文献:

- [1] 温海深,张美昭,李吉方,等. 我国花鲈养殖产业现状与种子工程研究进展[J]. 渔业信息与战略, 2016, 31(2): 105-111.
WEN H S, ZHANG M Z, LI J F, et al. Research progress of aquaculture industry and its seed engineering in spotted sea bass (*Lateolabrax maculatus*) of China [J]. Fishery Information & Strategy, 2016, 31(2): 105-111.
- [2] 王桂兴,侯吉伦,任建功,等. 中国沿海6个花鲈群体的遗传多样性分析[J]. 中国水产科学, 2017, 24(2): 395-402.
WANG G X, HOU J L, REN J G, et al. Genetic variability in six *Lateolabrax maculatus* populations inhabiting the Chinese coast [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2017, 24(2): 395-402.
- [3] SHAN B B, SONG N, HAN Z Q, et al. Complete mitochondrial genomes of three sea basses *Lateolabrax* (Perciformes, Lateolabracidae) species: Genome description and phylogenetic considerations [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2016, 67: 44-52.
- [4] ZHAO Y F, PENG W Z, GUO H Y, et al. Population genomics reveals genetic divergence and adaptive differentiation of Chinese sea bass (*Lateolabrax maculatus*) [J]. Marine Biotechnology, 2017, 20(1): 45-59.
- [5] 农业部渔业渔政管理局. 2018 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018: 22, 26, 89.
Bureau of Fisheries of Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China. 2018 China fishery statistical yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2018: 22, 26, 89.
- [6] 邓媛雯,金宁. 广东珠海海鲈鱼深加工出口呈井喷式增长[EB/OL]. 中国新闻网. (2018-01-19)[2019-01-20]. <http://www.chinanews.com/cj/2018/01-19/8428175.shtml>
DENG Y W, JIN N. Zhuhai sea bass deep processing exports are growing by spurt [EB/OL]. China News Network. (2018-01-19)[2019-01-20]. <http://www.chinanews.com/cj/2018/01-19/8428175.shtml>.
- [7] 王远红,吕志华,高天翔,等. 不同海域中国花鲈营养成分的比较研究[J]. 青岛海洋大学学报, 2003, 33(4): 531-536.
WANG Y H, LV Z H, GAO T X, et al. Comparative analysis of nutritional components of *Lateolabrax* sp. in different sea areas [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 2003, 33(4): 531-536.
- [8] 王煜坤. 两种鱼的营养特征及鲈鱼贮藏期品质变化分析[D]. 广州: 广东药科大学, 2018.
WANG Y K. Analyses on nutritional characteristics of two fishes and changes in quality of frozen bass[D]. Guangzhou: Guangdong Pharmaceutical University, 2018.
- [9] 麦良彬,姜志勇,钟小庆. 鲈鱼中的一枝花:2018年春季全国花鲈养殖生产专题调研报告[J]. 当代水产, 2018(7): 92-93, 95.
MAI L B, JIANG Z Y, ZHONG X Q. The special research report on the national sea bass culture production in spring of 2018[J]. Current Fisheries, 2018(7): 92-93, 95.
- [10] ZANARDI E, CALIGIANI A, NOVELLI E. New Insights to detect irradiated food: an overview [J]. Food Analytical Methods, 2018, 11(1): 224-235.
- [11] FELICIANO C P. High-dose irradiated food: current progress, applications, and prospects [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2018, 144: 34-36.
- [12] 鞠健,汪超,廖李,等. 低剂量辐照对冷藏期间鲈鱼品质的影响[J]. 食品科技, 2016, 41(7): 157-162.
JU J, WANG C, LIAO L, et al. Effect on weever quality of low dose irradiation during cold storage [J]. Food Science and Technology, 2016, 41(7): 157-162.
- [13] 张晗,高星,宣仕芬,等. 电子束辐照对鲈鱼肉肌原纤维蛋白生化特性及其构象的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(13): 81-86.
ZHANG H, GAO X, XUAN S F, et al. Effect of electron beam irradiation on biochemical properties and structure of myofibrillar protein from *Lateolabrax japonicus* meat [J]. Food Science, 2019, 40(13): 81-86.
- [14] 张晗,吕鸣春,梅卡琳,等. 电子束辐照对鲈鱼肉杀菌保鲜效果及品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 66-71.
ZHANG H, LYU M C, MEI K L, et al. Effects of electron beam irradiation on the preservation and quality of sea bass (*Lateolabrax japonicus*) meat [J]. Food Science, 2018, 39(21): 66-71.
- [15] 赵晗宇,张志祥,宣晓婷,等. 超高压对食品品质与特性

- 的影响及研究进展[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(10): 209-214.
- ZHAO H Y, ZHANG Z X, XUAN X T, et al. Effect of ultra-high pressure on food quality and characteristics and its research progress [J]. Food Research and Development, 2018, 39(10): 209-214.
- [16] 赵宏强, 吴金鑫, 张苑怡, 等. 超高压处理对冷藏鲈鱼片品质及组织结构变化的影响[J]. 高压物理学报, 2017, 31(4): 494-504.
- ZHAO H Q, WU J X, ZHANG Y Y, et al. Effect of high pressure processing on quality and structure of *Lateolabrax japonicus* fillets during cold storage [J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2017, 31(4): 494-504.
- [17] 赵宏强, 蓝蔚青. 基于高通量测序的鲈鱼片在贮藏期间的细菌菌群结构分析[C]//2017年中国水产学会学术年会论文摘要集. 南昌: 中国水产学会, 2017: 1.
- ZHAO H Q, LAN W Q. Analysis of bacterial flora structure of seabass slices based on high-throughput sequencing during storage [C]//Proceedings of 2017 China Society of Fisheries Academic Annual Conference Paper Abstract Set. Nanchang: China Society of Fisheries, CSF, 2017: 1.
- [18] 包建强. 食品低温保藏学[M]. 2版. 北京: 中国轻工业出版社, 2011: 62
- BAO J Q. Food preservation under low temperature [M]. 2nd ed. Beijing: China Light Industry Press, 2011: 62.
- [19] 蔡青文, 谢晶. 微冻保鲜技术研究进展[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 248-252.
- CAI Q W, XIE J. A review of super-chilling technology [J]. Food & Machinery, 2013, 29(6): 248-252.
- [20] 汪兰, 曾俊杰, 吴文锦, 等. 不同冻藏温度对鲈鱼品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(21): 287-292.
- WANG L, ZENG J J, WU W J, et al. Effect of different frozen storage temperatures on quality of perch [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(21): 287-292.
- [21] 韩芳. 鲈鱼贮藏过程中理化和质构变化的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011
- HAN F. Studies on physicochemical parameters and texture changes of *Lateolabrax japonicus* meat during storage and transportation [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2011.
- [22] CAI L Y, WU X S, LI X X, et al. Effects of different freezing treatments on physicochemical responses and microbial characteristics of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) fillets during refrigerated storage [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 59(1): 122-129.
- [23] 张晓敏. 近红外光谱技术快速评估鲈鱼新鲜度的方法研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2013.
- ZHANG X M. Rapid evaluation of *Lateolabrax japonicus* freshness based on near infrared spectroscopy [D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2013.
- [24] 邹佳, 蔡婷, 罗永康, 等. 冰鲜鱼和解冻鱼快速无损物物理检测技术研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 47-49.
- ZOU J, CAI T, LUO Y K, et al. Research on rapid nondestructive physical detection technique for fresh and frozen-thawed fish detecting [J]. Food & Machinery, 2010, 26(2): 47-49.
- [25] 胡玥, 吴春华, 姜晴晴, 等. 微冻技术在水产品保鲜中的研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(9): 384-390.
- HU Y, WU C H, JIANG Q Q, et al. Research progress in superchilling of aquatic products [J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(9): 384-390.
- [26] CHANG K L B, CHANG J J, SHIAU C Y, et al. Biochemical, microbiological, and sensory changes of sea bass (*Lateolabrax japonicus*) under partial freezing and refrigerated storage [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(2): 682-686.
- [27] 曾名勇, 黄海. 鲈鱼在微冻保鲜过程中的质量变化[J]. 中国水产科学, 2001, 8(4): 67-69.
- ZENG M Y, HUANG H. Quality changes of *Lateolabrax japonicus* meat during partially frozen storage [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2001, 8(4): 67-69.
- [28] 高昕, 韩芳, 许加超, 等. 微冻贮藏条件下鲈鲜度和质构变化[J]. 水产学报, 2010, 34(8): 1294-1302.
- GAO X, HAN F, XU J C, et al. Freshness and texture changes of *Lateolabrax japonicus* meat during partially frozen storage [J]. Journal of Fisheries of China, 2010, 34(8): 1294-1302.
- [29] 王慧敏, 王庆丽, 朱军莉. 鲈鱼在微冻贮藏下品质及优势腐败菌的变化[J]. 食品工业科技, 2013, 34(20): 330-335.
- WANG H M, WANG Q L, ZHU J L. Quality and dominated spoilage organisms changes of *Lateolabrax japonicus* during partially frozen storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(20): 330-335.
- [30] 刘明爽, 李婷婷, 马艳, 等. 真空包装鲈鱼片在冷藏与微冻贮藏过程中的新鲜度评价[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 210-213.
- LIU M S, LI T T, MA Y, et al. Freshness evaluation of vacuum packaged perch fillets during refrigeration and partial freezing [J]. Food Science, 2016, 37(2): 210-213.
- [31] 王子萌, 苑宁, 王琳琳, 等. 保鲜技术在水产品中的应用研究[J]. 农产品加工, 2017(4): 46-48.
- WANG Z M, YUAN N, WANG L L, et al. Study on the application of preservation technology in aquatic products [J]. Farm Products Processing, 2017(4): 46-48.
- [32] 唐文静, 王楚文, 柳云龙, 等. 冷藏海鲈鱼优势腐败菌的筛选和鉴定[J]. 食品科学, 2016, 37(3): 170-174.
- TANG W J, WANG C W, LIU Y L, et al. Isolation and identification of specific spoilage organisms in chilled sea bass [J]. Food Science, 2016, 37(3): 170-174.
- [33] OLATUNDE O O, BENJAKUL S. Natural preservatives for extending the shelf-life of seafood: a revisit [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2018, 17(6): 1595-1612.

- [34] 王玮, 王联珠, 沈建, 等. 水产品保鲜技术及其标准的现状与分析[J]. 渔业现代化, 2009, 36(6): 66-70.
WANG W, WANG L Z, SHEN J, et al. Current research situation of aquatic products preservation standard [J]. Fishery Modernization, 2009, 36(6): 66-70.
- [35] 许雯雯. 多聚磷酸盐对养殖鲈鱼品质影响的初步研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2011.
XU W W. The preliminary study of polyphosphates on the quality of cultured *Lateolabrax japonicus* [D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2011.
- [36] 李蓓蓓, 刘书来, 丁玉庭. 二氧化氯减菌处理对鲈鱼品质的影响[J]. 食品科技, 2010, 35(10): 176-179.
LI B B, LIU S L, DING Y T. Effects of chlorine dioxide on the microbial, chemical and sensory characteristics of *Lateolabrax japonicus* [J]. Food Science and Technology, 2010, 35(10): 176-179.
- [37] 钱茜茜, 吴燕燕, 魏涯, 等. 海鲈鱼腌制过程中产胺菌的分离筛选与生物学特性研究[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(1): 70-75.
QIAN Q Q, WU Y Y, WEI Y, et al. Study on isolation and biological characteristics of biogenic amine-forming bacteria during the pickled processing of Japanese Sea Bass [J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(1): 70-75.
- [38] 邵颖, 王小红, 吴文锦, 等. 食盐添加量对预制鲈鱼冷藏保鲜及热加工特性的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(12): 280-286.
SHAO Y, WANG X H, WU W J, et al. Effect of different additive NaCl content on refrigeration freshness and thermal properties of precooked weavers [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(12): 280-286.
- [39] 李冰. 鲈鱼腌制工艺与货架期预测模型研究[D]. 大连: 大连海洋大学, 2016.
LI B. Study on the technology and shelf-life forecast model of salted bass [D]. Dalian: Dalian Ocean University, 2016.
- [40] 徐小宝, 刘书来, 沈鹰翀, 等. 盐水超冷却处理对冰藏鱼品质的影响研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(1): 264-266, 359.
XU X B, XIU S L, SHEN Y C, et al. Effects of superchilling treatment with cold brine on the quality of farmed *Lateolabrax japonicus* storage in flake ice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(1): 264-266, 359.
- [41] LU F, LIU S L, LIU R, et al. Combined effect of ozonized water pretreatment and ozonized flake ice on maintaining quality of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2012, 21(2): 168-180.
- [42] NIKOO M, REGENSTEIN J M, GHOMI M R, et al. Study of the combined effects of a gelatin-derived cryoprotective peptide and a non-peptide antioxidant in a fish mince model system [J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 60(1): 358-364.
- [43] 赵海鹏, 谢晶. 生物保鲜剂在水产品保鲜中的应用[J]. 吉林农业科学, 2009, 34(4): 60-64.
ZHAO H P, XIE J. Application of bio-preservative on preservation for aquatic products [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2009, 34(4): 60-64.
- [44] 鞠健, 汪超, 李冬生, 等. 茶多酚和迷迭香结合 Nisin 对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 食品科学技术学报, 2017, 35(1): 70-75.
JU J, WANG C, LI D S, et al. Effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with nisin on storage quality of weever (*Lateolabrax japonicus*) [J]. Journal of Food Science and Technology, 2017, 35(1): 70-75.
- [45] 蔡路昀, 马帅, 曹爱玲, 等. 6-姜酚协同超高压处理对冷藏海鲈鱼品质的影响[J]. 中国食品学报, 2017, 17(11): 158-165.
CAI L Y, MA S, CAO A L, et al. Effects of ultra-high pressure combined with 6-gingerol on the quality of Japanese sea bass during refrigerated storage [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(11): 158-165.
- [46] 李颖畅, 刘明爽, 李乐, 等. 蓝莓叶多酚对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 中国食品学报, 2015, 15(2): 120-125.
LI Y C, LIU M S, LI E, et al. Effect of polyphenols from blueberry leaves on weever quality during cold storage [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(2): 120-125.
- [47] 李颖畅, 王亚丽, 齐凤元, 等. 紫菜多糖提取物对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 336-339, 348.
LI Y C, WANG Y L, QI F Y, et al. Effect on quality of perch by polysaccharides from Porphyra during chilled storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(22): 336-339, 348.
- [48] WU S J, PAN S K, WANG H B. Effect of trehalose on *Lateolabrax japonicus* myofibrillar protein during frozen storage [J]. Food Chemistry, 2014, 160: 281-285.
- [49] CAI L Y, CAO A L, BAI F L, et al. Effect of ϵ -polylysine in combination with alginate coating treatment on physicochemical and microbial characteristics of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) during refrigerated storage [J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 62(2): 1053-1059.
- [50] 蓝蔚青, 陈梦玲, 孙晓红, 等. 超高压结合竹醋液处理对冷藏鲈鱼片品质和蛋白特性的影响[J]. 高压物理学报, 2019, 33(1): 166-174.
LAN W Q, CHEN M L, SUN X H, et al. Effects of High Hydrostatic Pressure (HHP) with bamboo vinegar on the quality and protein characteristics of perch (*Lateolabrax japonicus*) fillets during refrigerated storage [J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2019, 33(1): 166-174.
- [51] 鞠健, 汪超, 李冬生, 等. 不同浓度的茶多酚对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(6): 42-46.

- JU J, WANG C, LI D S, et al. Effect of tea polyphenol on quality of weever during cold storage[J]. *The Food Industry*, 2017, 38(6): 42-46.
- [52] 鞠健, 乔宇, 李冬生, 等. 茶多酚对冷藏鲈鱼鲜度变化及肌原纤维蛋白氧化的影响[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(2): 290-294.
- JU J, QIAO Y, LI D S, et al. Effect of tea polyphenols on the freshness and the oxidation of myofibrillar protein of weever during cold storage[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39(2): 290-294.
- [53] JU J, WANG C, QIAO Y, et al. Effects of tea polyphenol combined with nisin on the quality of weever (*Lateolabrax japonicus*) in the initial stage of fresh-frozen or chilled storage state [J]. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2017, 26(5): 543-552.
- [54] PAN S K, WU S J. Effect of chitooligosaccharides on the denaturation of weever myofibrillar protein during frozen storage [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2014, 65: 549-552.
- [55] 王金路, 仪淑敏, 励建荣, 等. 草鱼内脏水解蛋白对鲈鱼肉保水性的影响[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(24): 315-320, 333.
- WANG J L, YI S M, LI J R, et al. Water-holding capacity of hydrolysed protein from grass carp viscera on *Lateolabrax japonicus* fillets [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2015, 36(24): 315-320, 333.
- [56] 林智铭, 王媛媛, 赵珺泽, 等. 蓝莓叶多酚和溶菌酶对鲈鱼鱼片的保鲜作用[J]. *农产品加工*, 2018(11): 36-39, 44.
- LIN Z M, WANG Y Y, ZHAO J Z, et al. Effect of blueberry leaf polyphenols and lysozyme on storage quality of perch fillets[J]. *Farm Products Processing*, 2018(11): 36-39, 44.
- [57] 潘艳艳, 雷丽萍, 卢佳芳, 等. 壳聚糖对冰藏鲈鱼品质及其菌群变化的影响[J]. *核农学报*, 2018, 32(12): 2346-2354.
- PAN Y Y, LEI L P, LU J F, et al. Influence of chitosan on quality and change in intestinal flora of *Lateolabrax japonicus* during iced storage [J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2018, 32(12): 2346-2354.
- [58] QIU X J, CHEN S J, LIU G M, et al. Quality enhancement in the japanese sea bass (*Lateolabrax japonicas*) fillets stored at 4°C by chitosan coating incorporated with citric acid or licorice extract[J]. *Food Chemistry*, 2014, 162: 156-160.
- [59] LI T T, JIANG Y, LI J R, et al. An investigation on quality of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) using chitosan assisted with origanum vulgare oil and allicin[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2017, 41(3): e12918.
- [60] CAI L Y, LI X P, WU X S, et al. Effect of chitosan coating enriched with ergothioneine on quality changes of japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) [J]. *Food and Bioprocess Technology*, 2014, 7(8): 2281-2290.
- [61] 唐文静, 宁喜斌, 王楚文, 等. 复合乳酸菌对冷藏海鲈鱼块的保鲜效果[J]. *微生物学通报*, 2016, 43(3): 559-566.
- TANG W J, NING X B, WANG C W, et al. Effects of lactic acid bacteria consortium on sea bass pieces in cooling storage [J]. *Microbiology China*, 2016, 43(3): 559-566.
- [62] 高继庆, 赵云平, 秦华伟, 等. 木糖葡萄糖球菌发酵对海鲈鱼鱼肉理化性质的影响[J]. *农产品加工*, 2018(6): 1-5.
- GAO J Q, ZHAO Y P, QIN H W, et al. Effects of staphylococcus xylose fermentation on physicochemical properties of sea bass fish [J]. *Farm Products Processing*, 2018(6): 1-5.
- [63] BOULETIS A D, ARVANITTOYANNIS I S, HADJICHRISTODOULOU C. Application of modified atmosphere packaging on aquacultured fish and fish products: a review [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017, 57(11): 2263-2285.
- [64] 鞠健, 胡佳慧, 熊光权, 等. 基于空气(普通包装)和真空包装条件下鲈鱼片脂肪氧化指标建立鲈鱼货架期预测模型[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(6): 191-198.
- JU J, HU J H, XIONG G Q, et al. Effect of the air and the vacuum packaging on fat oxidation of weever and the predictive model construction of the shelf-life [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39(6): 191-198.
- [65] 鞠健, 程薇, 乔宇, 等. 茶多酚结合包装对鲈鱼冷链物流过程中品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(23): 333-337.
- JU J, CHENG W, QIAO Y, et al. Effect of tea polyphenols combining with packaging on quality of weever in cold chain logistics [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(23): 333-337.
- [66] 朱小静. 鲈鱼调理食品加工关键技术研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.
- ZHU X J. Study on processing key technology prepared food derived from Bass [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017.
- [67] HAN J W, RUIZ-GARCIA L, QIAN J P, et al. Food packaging: a comprehensive review and future trends[J]. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2018, 17(4): 860-877.
- [68] 范凯, 乔宇, 廖李, 等. 不同包装方式对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(7): 316-321.
- FAN K, QIAO Y, LIAO L, et al. Influence of packaging way on the quality of weever during cold storage[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(7): 316-321.
- [69] 励建荣. 海水鱼类腐败机制及其保鲜技术研究进展[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(5): 1-12.
- LI J R. Research progress on spoilage mechanism and preservation technology of marine fish[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2018, 18(5): 1-12.
- [70] 李娜, 谢晶. 组合保鲜方式应用于水产品保鲜的研究进

- 展[J]. 食品与机械, 2017, 33(11): 204-207, 220.
- LI N, XIE J. Progress on application of combination preservation methods for preservation of aquatic products[J]. Food & Machinery, 2017, 33(11): 204-207, 220.
- [71] 范凯, 廖李, 程薇, 等. 茶多酚结合辐照对鲈鱼冷藏品质的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(9): 1780-1785.
- FAN K, LIAO L, CHENG W, et al. Effect of tea polyphenols combined with irradiation on quality of weever during cold storage [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2016, 30(9): 1780-1785.
- [72] 鞠健, 胡建中, 廖李, 等. Nisin 结合辐照处理对冷藏鲈鱼品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(21): 280-284.
- JU J, HU J Z, LIAO L, et al. Influence of Nisin combined with irradiation on quality of Weever during cold storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(21): 280-284.
- [73] 蔡路响, 马帅, 曹爱玲, 等. 6-姜酚协同超高压处理对花鲈挥发性成分的影响[J]. 水产学报, 2016, 40(2): 255-266.
- CAI L Y, MA S, CAO A L, et al. Effect of ultra-high pressure combined with 6-gingerol processing on volatiles in Japanese seaperch (*Lateolabrax japonicus*) [J]. Journal of Fisheries of China, 2016, 40(2): 255-266.
- [74] 马帅, 曹爱玲, 冯建慧, 等. 6-姜酚结合超高压处理对海鲈鱼冷藏期间品质及风味变化的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(14): 313-319.
- MA S, CAO A L, FENG J H, et al. Effects of ultra-high pressure combined with 6-gingerol processing on quality and flavor changes of sea bass (*Lateolabrax japonicus*) during refrigerated storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(14): 313-319.
- [75] LIU S L, LU F, XU X B, et al. Original article; Super-chilling maintains freshness of modified atmosphere-packaged *Lateolabrax japonicus* [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2010, 45(9): 1932-1938.
- [76] 鞠健, 乔宇, 汪兰, 等. 茶多酚结合气调包装对冷藏鲈鱼品质的研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(22): 173-178.
- JU J, QIAO Y, WANG L, et al. Effect of tea polyphenols combining with modified atmosphere packaging on weever quality during cold storage [J]. Food Research and Development, 2016, 37(22): 173-178.
- [77] 吴燕燕, 钱茜茜, 朱小静, 等. 气调包装的调理啤酒鲈鱼片在微冻贮藏过程中的微生物群落多样性分析[J]. 食品科学, 2019, 40(3): 224-230.
- WU Y Y, QIAN Q Q, ZHU X J, et al. Microbial community diversity analysis of prepared sea bass fillet (*Lateolabrax japonicus*) with beer during partially frozen storage under modified atmosphere packaging [J]. Food Science, 2019, 40(3): 224-230.
- [78] 叶剑, 徐仰丽, 吴士专, 等. 冷链流通过程中水产品低温保鲜技术研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(8): 1769-1775.
- YE J, XU Y L, WU S Z, et al. Research progress on low-temperature preservation technology of aquatic products during cold chain circulation [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2018, 9(8): 1769-1775.
- [79] 鞠健. 茶多酚对鲈鱼贮藏品质的影响及货架期预测模型的建立[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.
- JU J. Effects of tea polyphenols on the quality of weever and the establish of shelf life prediction model [D]. Wuhan: Hubei University of Technology, 2017.
- [80] 蓝蔚青, 张皖君, 吴启月, 等. 流化冰预冷处理对鲈鱼贮藏期间品质变化的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(11): 247-254.
- LAN W Q, ZHANG W J, WU Q Y, et al. Effect of precooling treatment with slurry ice on the quality change of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) during circulation [J]. Food Science, 2018, 39(11): 247-254.
- [81] 张皖君, 蓝蔚青, 段贤源, 等. 基于高通量测序分析不同保鲜冰处理对鲈鱼菌群组成与代谢功能的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(5): 234-241.
- ZHANG W J, LAN W Q, DUAN X Y, et al. Analysis of bacterial community composition and its metabolic function in *Lateolabrax japonicus* with different ice treatments by high-throughput sequencing [J]. Food Science, 2019, 40(5): 234-241.
- [82] 哈益明, 姜倩, 王锋, 等. 我国食品辐照标准体系基本框架的研究[J]. 核农学报, 2008, 22(4): 478-482.
- HA Y M, JIANG Q, WANG F, et al. Establishment of the standard system for food irradiation in china [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2008, 22(4): 478-482.

Research progress on preservation technology of *Lateolabrax maculatus*

XIE Jing^{1,2,3,4}, SHENG Kai^{1,2}, LI Jianrong⁵

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Aquatic Products Processing and Storage Engineering Technology Research Center, Shanghai 201306, China; 3. Shanghai Professional Technology Service Platform on Cold Chain Equipment Performance and Energy Saving Evaluation, Shanghai 201306, China; 4. National Experimental Teaching Demonstration Center for Food Science and Engineering, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 5. College of Food Science and Engineering, Bohai University, Jinzhou 121013, Liaoning, China)

Abstract: As one of the most important economic fishes in China, *Lateolabrax maculatus*, with high annual output, considerable profit and delicious taste, is loved by consumers all over the country. *Lateolabrax maculatus* is rich in nutrients, protein, polyunsaturated fatty acids and trace elements. Therefore, it is easy to be spoiled. That is to say, it is very important to apply appropriate preservation techniques to extend shelf life and maintain its nutrition and flavor. The research progress of preservation technology of *Lateolabrax maculatus* in recent years is summarized in order to provide reference for the further research of preservation technology of *Lateolabrax maculatus*. Up till now, preservation technology of *Lateolabrax maculatus* has included irradiation, ultra-high pressure, low temperature, preservatives, packaging technology, combined preservation and so on. It was found that before the storage of *Lateolabrax maculatus*, irradiation was better than ultra-high pressure treatment for better sterilization and less influence on the sensory quality. During storage, super chilling was a good choice for lower cost than ice storage and better preservation than cold storage. As for the temperature change during transportation of *Lateolabrax maculatus*, preservatives can reduce the damage caused by temperature change, which also reduced the cost to maintain the certain temperature. In future, there will be more biological preservatives and compound preservatives to be used. Besides, modified atmosphere packaging and active packaging have a significant effect on maintaining the freshness of *Lateolabrax maculatus*, which needs more research and development. Finally, it can be concluded that freshness-keeping technology will develop towards combined preservation which will be more efficient, safe and economical.

Key words: *Lateolabrax maculatus*; preservation technology; research progress