

改良壳聚糖涂膜技术对草鱼肉抑菌保鲜效果的研究

王发祥¹, 王满生², 刘永乐¹, 俞健¹, 王建辉¹, 李向红¹

(1. 长沙理工大学食品与生物工程系, 湖南长沙 410114) (2. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

摘要: 壳聚糖溶液涂膜是一种新兴的保鲜技术, 具有较好的保鲜效果和优越性, 但尚存在成膜较慢、不易操作、膜层厚度难控制等缺点, 因而改善涂膜液的组成和涂膜技术是涂膜保鲜的关键。本文研究了新的涂膜方式和添加易挥发的乙醇来改进壳聚糖涂膜液的成膜和抑菌效果。通过改变不同乙醇浓度、壳聚糖浓度和涂膜方式等条件, 分析其对冷藏过程中草鱼肉的微生物菌落总数和 TVB-N 值的影响。结果表明, 涂膜溶液中含有 75% 的乙醇时, 不仅对冷藏草鱼肉的抑菌效果好, 而且还具有减菌作用, 使样品初始微生物菌落总数降低超过 51%; 壳聚糖浓度为 1.0% 时, 涂膜液的成膜效果及对草鱼肉的抑菌效果均较好; 此外, 涂膜方式对其效果影响不明显, 但喷雾涂膜处理相对方便、经济。因此, 以含有 75% 乙醇的壳聚糖酸性涂膜保鲜剂喷雾涂膜是一种成膜和抑菌效果均好的改良型鱼肉保鲜技术。

关键词: 涂膜; 乙醇; 壳聚糖; 生物保鲜; 抑菌

文章编号: 1673-9078(2013)8-1816-1819

An Improved Chitosan Coating Method for Bacteriostasis and Preservation of Grass Carp During Refrigerated Storage

WANG Fa-xiang¹, WANG Man-sheng², LIU Yong-le¹, YU Jian¹, WANG Jian-hui¹, LI Xiang-hong¹

(1. Department of Food and Bioengineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

(2. College of Light industry and Food science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Chitosan coating is a new preservation technology with good preservation effect and superiority, but has some disadvantages, such as slow speed of film forming, difficulty in the operating and controlling the film thickness. Thus, improving the composition of coating solution and the coating technology is important for its preservation effect. The improved preservative and antibacterial effects on refrigerated grass carp meat was investigated by using new coating method with adding volatile ethanol. By varying the concentrations of ethanol and chitosan in coating solution, as well as coating methods, the total bacteria colony and TVB-N of the fish during its cold storage were studied. The results showed that the coating solution containing 75% ethanol had better antimicrobial and bactericidal effects with a decrease of >51% in initial bacterial count of fresh fish meat. The best chitosan concentration was 1.0% comprehensively considering its film-forming ability and antibacterial effect. In addition, the coating methods showed little difference in affecting the preservation of Grass carp, while spray coating pattern was relatively convenient in operation and economical in coating solution. These findings demonstrated that spray coating using acidic chitosan solution containing 75% ethanol was an effectively new fish preservation technology.

Key words: coating; ethanol; chitosan; biological materials preservation; bacteriostasis

草鱼 (Grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*) 为我国“四大家鱼”之一, 其养殖产量、消费量和产值均居淡水鱼首位, 2010 年草鱼总产量为 422.22 万吨, 占全国淡水产品总量的 20.45%^[1]。草鱼肉水分含量高达 80%, 蛋白质含量约 18%, 同时含有多种不饱和脂

肪酸, 在贮藏、加工处理、运输及销售过程中极易腐败, 从而导致巨大的资源浪费和环境污染^[2]。因此, 开展草鱼保鲜技术研究, 提高其贮藏性和货架期, 一直是一个重要的课题。

为了解决淡水鱼的腐败问题, 目前广泛采用了低温保鲜方法, 发明了冷冻、冷藏、微冻和冰温等保鲜技术。冷冻保鲜可达到较长的货架期, 但解冻后不能保持其原有的新鲜状态、形状、色泽、气味和营养^[3]; 微冻和冰温保鲜技术不仅可保鲜较长时间, 也可避免因冻结而导致的一系列品质劣化现象, 但其对设备和操作的要求较高, 因而较难应用和普及^[4]; 冷藏保鲜

收稿日期: 2013-03-28

资助项目: 国家自然科学基金项目 (31201427, 31101214); 国家“十二五”科技支撑计划 (2012BAD31B08); 湖南省重大科技专项 (2010FJ1007)

作者简介: 王发祥 (1978-), 男, 博士, 讲师, 主要从事食品生物技术研究
通讯作者: 刘永乐 (1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事大宗农产品加工技术研究

恰好克服了冷冻、微冻和冰温保鲜技术的缺点,但其保鲜效果非常有限,往往无法达到运输及销售过程中所需的储存期。为此,研究者做了大量实质性的工作,在冷藏保鲜基础上发展出了冷杀菌^[5]、生物保鲜剂^[6]、冰温气调包装^[7]等新的保鲜技术。

壳聚糖涂膜保鲜是近年来发展起来的一种保鲜技术,在果蔬、肉类等的抑菌、保水、保鲜等方面都显示出了较好的应用效果^[8],然而,壳聚糖涂膜对草鱼肉的保鲜研究不多,而单纯的壳聚糖膜抗菌保鲜效果有限,其往往作为载体与其它天然抑菌成分协同使用^[9-10];此外,传统的壳聚糖涂膜液一般以酸性水溶液配置,吹干成膜较慢,而且存在不易操作、膜层厚度难控制等缺点^[8],因此,改善壳聚糖涂膜液的组成和涂膜的技术是涂膜保鲜的关键。本研究对传统壳聚糖溶液进行了改良,以乳酸溶液代替常用的乙酸溶液溶解壳聚糖,同时创新性以易于挥发的乙醇进行稀释,不仅杜绝了乙酸的刺激性气味,也使样品涂膜后能快速成膜,减少涂膜液在样品表面的流动,使膜层更加均匀;通过研究涂膜液中乙醇和壳聚糖的浓度以及不同的涂膜方式对冷藏过程中鱼肉微生物菌落总数和挥发性盐基氮(TVB-N)含量的影响,获得了一种抑菌保鲜效果较好的改良壳聚糖涂膜保鲜工艺,对淡水鱼的冷藏保鲜研究及我国形成养殖鲜鱼冷链物流产业具有一定指导意义。

1 材料与方法

1.1 原料和试剂

主要原料:新鲜草鱼,购自当地市场,每尾约1.5 kg。

试剂:壳聚糖(BR),购自上海伯奥生物科技有限公司;乳酸、无水乙醇为食品级,其它试剂均为分析纯,购自国药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 原料鱼块的制作

新鲜草鱼在预冷至4℃的水中暂养1~2 h,放血后去头、鳞和内脏,预冷水清洗干净后剔除鱼骨,分割成大小约为2.0 cm×3.0 cm×1.5 cm的鱼肉块(约25 g),备用。

1.2.2 微生物菌落总数和挥发性盐基氮(TVB-N)含量测定

微生物菌落总数采用GB 4789.2-2010《食品卫生微生物学检验:菌落总数测定》方法进行测定;TVB-N含量参考文献^[11]方法测定。

1.2.3 复合涂膜保鲜剂的配制

无菌操作环境下,以无菌水配制2%的乳酸溶液,量取50~200 mL加入一定量壳聚糖,60℃水浴加热溶解,充分搅匀后,再加入一定量无水乙醇稀释成不同浓度的壳聚糖溶液,搅拌均匀,置于超声波中脱气,即为壳聚糖涂膜溶液,冷却备用。

1.2.4 涂膜溶液中乙醇浓度对鱼肉微生物的影响

量取200、150、100、50 mL乳酸溶液,各加入2 g壳聚糖,溶解后分别加入150、100、50、0 mL无水乙醇,即为含乙醇浓度0%、25%、50%、75%的壳聚糖涂膜溶液;无菌操作环境下将涂膜溶液喷涂于鱼块上,无菌操作台吹干使成膜,装入包装袋中,封口,置于4℃中冷藏,每隔2 d测定鱼肉微生物菌落总数。

1.2.5 涂膜溶液中壳聚糖浓度对鱼肉微生物的影响

量取50 mL乳酸溶液,分别加入0、1、2、3、4 g壳聚糖,溶解后各加入150 mL无水乙醇,即为含乙醇浓度75%的0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%壳聚糖涂膜溶液;无菌操作环境下将涂膜溶液用喷涂于鱼块上,无菌操作台吹干使成膜,装入包装袋中,封口,置于4℃中冷藏,每隔2 d测定鱼肉微生物菌落总数。

1.2.6 最佳涂膜液及涂膜方式对草鱼保鲜效果的影响

配制含乙醇浓度75%的1.0%壳聚糖涂膜溶液,分别以刷涂(用软毛刷蘸取涂膜溶液在鱼肉块表面均匀刷涂1遍)、喷涂(将涂膜溶液装入小型喷雾器,在鱼块表面均匀喷雾)和浸泡(鱼块在涂膜溶液中浸泡30 s)的方式处理鱼块,无菌操作台吹干使成膜,装入包装袋中,封口,置于4℃中冷藏,每隔2 d测定鱼肉微生物菌落总数和TVB-N含量。

1.2.7 数据统计分析和作图

每组试验进行3个平行,以其平均值±标准差报道,平均值和标准差以Microsoft Excel软件计算,图表以Origin Pro 8.5软件绘制。不同处理间的显著性差异采用DPS数据处理系统^[12]中随机区组设计模块以Duncan新复极差法进行分析。

2 结果与分析

2.1 涂膜溶液中乙醇浓度对鱼肉微生物的影响

众所周知,乙醇易挥发,因此在涂膜溶液中加入一定浓度的乙醇,可加快成膜速度,改善成膜效果。

以含有不同乙醇浓度的涂膜液对对鱼肉涂膜处理, 冷藏过程中其微生物菌落总数的变化情况如图 1 所示。可见, 含有 75% 乙醇的涂膜液涂膜处理后, 鱼肉冷藏过程中微生物菌落总数的增长趋势比较平缓, 相对于其它乙醇浓度的涂膜液有显著性差异, 说明涂膜液处理能有效抑制微生物的生长和繁殖; 而且鱼肉初始微生物菌落总数 (0 d) 也由 1.46×10^4 CFU/g (图 1, 0%) 降至 7.17×10^3 CFU/g (图 1, 75%), 这可能与 75% 的乙醇本身具有一定减菌作用有关。

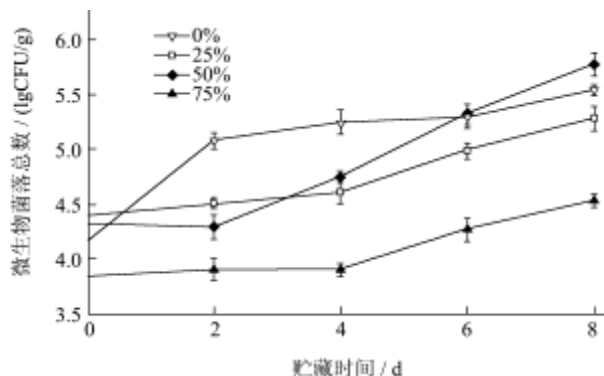


图 1 涂膜溶液中不同乙醇浓度对微生物的影响

Fig.1 The antibacterial effect of different alcohol concentration in coating solution

2.2 涂膜溶液中壳聚糖浓度对鱼肉微生物的影响

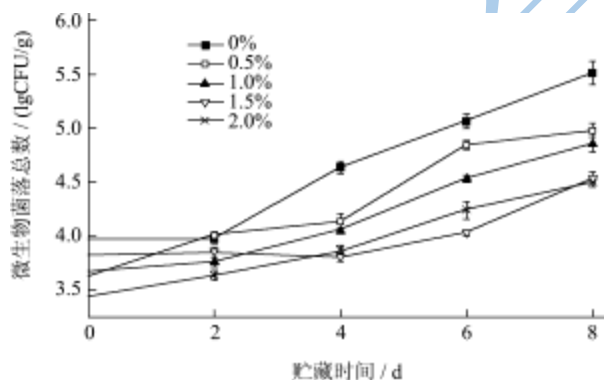


图 2 涂膜溶液中不同壳聚糖浓度对微生物的影响

Fig.2 The antibacterial effect of different chitosan concentration in coating solution

改变涂膜溶液中壳聚糖的浓度, 涂膜处理后鱼肉中微生物菌落总数随冷藏时间的变化情况如图 2 所示。可见, 涂膜液中壳聚糖浓度越高, 涂膜处理后对鱼肉微生物增殖的抑制效果越好, 当壳聚糖浓度超过 1.0% 后, 其抑菌效果增加幅度不再有显著性差异; 由于壳聚糖是一种多糖, 其溶液粘度会随着浓度的增加而上升, 从而会增加壳聚糖溶解和涂膜液喷雾的难度。因此, 考虑到壳聚糖浓度为 1.0% 的涂膜溶液配制和喷

雾相对容易, 而且仍能达到较好的抑菌保鲜效果, 故选取 1.0% 浓度比较合适。

2.3 涂膜方式对鱼肉微生物的影响

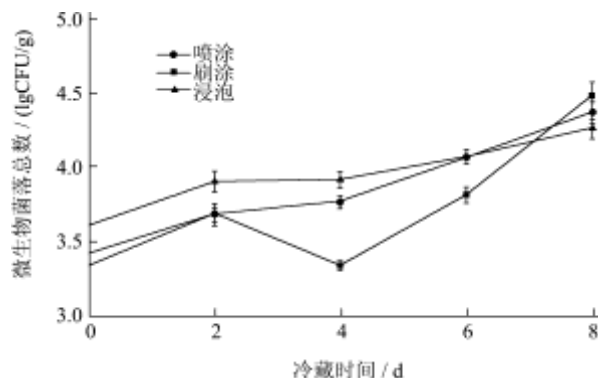


图 3 不同涂膜方式对冷藏过程中鱼肉微生物的影响

Fig.3 The antibacterial effect of different coating methods on refrigerated fish

为了考察不同的涂膜方式处理对鱼肉的抑菌效果, 分别以喷、刷和浸泡的方法对鱼肉进行涂膜处理, 冷藏过程中其微生物菌落总数变化情况如图 3 所示。可见, 三种涂膜方式都能有效延缓微生物生长和增殖, 其中浸泡的方式稍好, 但其效果相差不大。在生产实践中, 浸泡和喷涂处理操作相对简单; 此外, 相对于刷涂和浸泡方式, 喷涂处理比较节约涂膜溶液, 更加经济有效。因此, 综合考虑可选取喷涂方式。

2.4 涂膜处理对鱼肉的抑菌保鲜效果

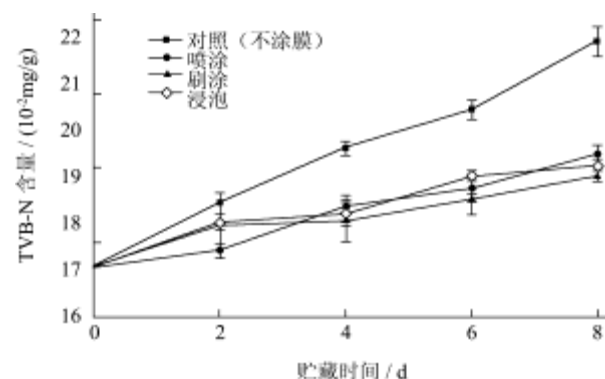


图 4 不同涂膜方式对冷藏过程中鱼肉 TVB-N 含量的影响

Fig.4 The effect of different coating methods on TVB-N content of refrigerated fish

挥发性盐基氮(TVB-N)是指鱼肉样品浸液在弱碱性下能与水蒸汽一起蒸馏出来的总氮量, 主要是氨和胺类, 其含量能间接地反映鱼肉的腐败情况。为了进一步证实涂处理对鱼肉抑菌保鲜的效果, 以筛选到的最优涂膜液(2%的乳酸溶液配制的含有乙醇浓度 75% 的 1.0% 壳聚糖涂膜溶液)分别用三种涂膜方式处理鱼肉, 分析其冷藏过程中鱼肉 TVB-N 含量的变化, 结

果如图4所示。结果表明,经过8 d低温贮藏后,鱼肉TVB-N含量低于0.20 mg/g,仍在二级鲜度范围内,而对照的TVB-N含量在冷藏4 d后便很快达到了0.20 mg/g,对照与处理组差异显著,说明涂膜处理对鱼肉的保鲜效果较好。

3 结论

本研究创新性提出在壳聚糖涂膜溶液加入75%的乙醇,不仅可增加涂膜溶液的挥发性,使其易于干燥成膜,而且还具有一定的协同抑菌、减菌效果。实验结果表明,以2%的乳酸溶液配制的含有乙醇浓度75%的1.0%壳聚糖涂膜溶液喷雾涂膜处理草鱼肉,不仅操作简单,经济节约,成膜均匀,而且对冷藏过程的草鱼肉具有很好的抑菌保鲜效果,是一种新型、安全、经济有效的鱼肉抑菌保鲜方法。

参考文献

- [1] 农业部渔业局.2011 中国渔业统计年鉴[M].北京:中国农业出版社,2011
Bureau of National Fisheries. China Yearbook of fishery statistics [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2011
- [2] 王发祥,王满生,刘永乐,等.低温贮藏下草鱼肉优势腐败菌鉴定及其消长规律[J].食品与发酵工业,2012,2:66-68
Wang F X, Wang M S, Liu Y L, et al. The Dominant Spoilage Bacteria and Their Growth and Decline Law in Grass Carp During Low Temperature Preservation [J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 2: 66-68
- [3] 邓敏,朱志伟.不同冻结方式对草鱼块品质特性的影响[J].现代食品科技,2013,29(1):55-58
Deng M, Zhu Z W. Effect of Different Freezing Way on the Quality Characteristics of Grass Carp Cubes [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(1): 55-58
- [4] 熊善柏.水产品保鲜储运与检验[M].北京,化学工业出版社,2006
Xiong S B. Technology of preservation, Transportation and Inspection for Aquatic Products [M]. Beijing, Chemical Industry Press, 2006
- [5] 王满生,刘永乐,王发祥,等.响应曲面法优化草鱼肉冷杀菌工艺[J].食品科学,2011,32(20):48-51
Wang M S, Liu Y L, Wang F X, et al. Optimization of Cold Sterilization Process of Grass Carp Meat by Response Surface Analysis [J]. Food Science, 2011, 32(20): 48-51
- [6] Knock R C, Seyfert M, Hunt M C, et al. Effects of potassium lactate, sodium chloride, sodium tripolyphosphate, and sodium acetate on colour, colour stability, and oxidative properties of injection-enhanced beef rib steaks [J]. Meat Science, 2006, 74: 312-318
- [7] Tsironi T, Stamatiou A, Giannoglou M, et al. Predictive modelling and selection of Time Temperature Integrators for monitoring the shelf life of modified atmosphere packed gilthead seabream fillets [J]. LWT - Food Science and Technology, 2011, 44(4): 1156-1163
- [8] No H K, Meyers S P, Prinyawiwatkul W, et al. Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf Life of Foods: A Review [J]. Journal of Food Science, 2007, 72 (5): 87-100
- [9] Duan J Y, Cherian G, Zhao Y Y. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings [J]. Food Chemistry, 2010, 119(2): 524-532
- [10] Li T T, Li J R, Hu W Z, et al. Quality enhancement in refrigerated red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets using chitosan coatings containing natural preservatives [J]. Food Chemistry, 2013, 138(2-3): 821-826
- [11] Malle P, Poumeyrol M. A new chemical criterion for the quality control of fish: trimethylamine/total volatile basic nitrogen (%) [J]. Journal of Food Protection, 1989, 52(6): 419-423
- [12] Tang Q Y, Zhang C X. Data Processing System (DPS) software with experimental design, statistical analysis and data mining developed for use in entomological research [J]. Insect Science, 2013, 20(2): 254-260