

天然保鲜液对冷却猪肉保鲜效果的研究

孙卫青^{1,4}, 马俐珍², 南庆贤³

(¹长江大学生命科学学院, 荆州 434025; ²天津农学院食品科学系, 天津 300384; ³中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; ⁴南京农业大学食品科技学院, 南京 210095)

摘要:【目的】寻求对实际生产有效的天然保鲜液, 延长冷却猪肉的货架期, 提高其安全品质, 推动中国冷却猪肉的发展。【方法】利用前面筛选研究所得的天然保鲜液, 分别是 1[#]保鲜液(壳聚糖 0.5%、混合香辛料浸提液 2.5%、蜂胶 0.1%、Nisin-溶菌酶 0.15%和茶多酚 0.5%)、2[#]保鲜液(丁香 0.66%、桂皮 0.97%、乳酸菌发酵液 17.65%、生姜 9.16%和大蒜 6.15%)和 3[#]保鲜液(乳酸菌发酵液)浸泡冷却猪肉 1 min, 真空包装, 冷藏, 通过定期测定其在贮存过程中的微生物指标、理化指标和感官特性以及贮存末期生物胺含量来考察各组的保鲜效果。【结果】1[#]保鲜液的贮存稳定性好, 对各种菌的抑制力均较强, 可使冷却猪肉表面的初始菌数降低 1~3 个数量级, 在贮存第 21 天, 细菌总数、假单胞菌属、肠杆菌科、乳酸菌、热死环丝菌和嗜冷菌的对数值分别为 5.176、5.342、5.000、5.447、3.114 和 3.980。TVB-N 值为 11.0 mg/100g, 7 种生物胺指标均达到保鲜目标要求, 产品色泽为紫红色, 保鲜效果很理想; 2[#]保鲜液能抑制假单胞菌属、肠杆菌科和嗜冷菌, 对乳酸菌和热死环丝菌作用较弱。TVB-N 值和生物胺含量均明显低于对照组, 且色泽鲜红。3[#]保鲜液处理组在贮存初期能抑制假单胞菌属的生长, 但在末期 TVB-N 值(15.39 mg/100g)较高, 且腐胺含量为 30.14 mg·kg⁻¹, 显著高于其它处理和对照。【结论】1[#]、2[#]保鲜液可用于实际生产, 3[#]不适合作为真空包装冷却猪肉的保鲜液。

关键词: 冷却猪肉; 天然保鲜液; 微生物; 挥发性盐基氮; 生物胺

Fresh-Keeping Effect of Natural Preservatives on Chilled Pork

SUN Wei-qing^{1,4}, MA Li-zhen², NAN Qing-xian³

(¹College of Life Science Yangtze University, Jingzhou 434025; ²Department of Food science Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; ³College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083; ⁴College of Food Science and Technology Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095)

Abstract: 【Objective】 Fresh-keeping effect of 3 natural preservatives which were selected in the past research was studied in this paper. The study aimed to seek effective natural preservatives, prolong the chilled pork's shelf-life and promote the development of chilled pork in China. 【Method】 The chilled pork was dipped respectively in the 1[#], 2[#] and 3[#] preservatives for 1 minute, then vacuum packaged and refrigerated. (The 1[#] of preservative was: 0.5(V/V) spice extraction + 0.5% chitosan + 0.1% propolis + 0.15% Nisin-lysozyme + 0.5% tea-polyphenol. The 2[#] of preservative was: 0.66% clove extraction + 0.97% cinnamon extraction + 17.65% lactic acid bacteria (LAB) fermented solution + 9.16% ginger juice + 6.15% garlic juice. The 3[#] of preservative was LAB fermented solution.). The main analysed items during refrigeration were the microflora counts, physiochemical value, taste panel scores and bioamino concentration. 【Result】 The 1[#] of preservative has a better stability and a stronger inhibitory effect on bacteria than the 2[#] and 3[#], the initial number of bacteria on the surface of chilled pork treated with it reduced by 1-3 logarithm unit. at the end of storage, the logarithm number of total plate counts, LAB, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Brochothrix thermosphacta* (*B. thermosphacta*), Psychrophile was 5.176, 5.342, 5.000, 5.447, 3.114 and 3.980, respectively. The value of TVB-N was 11.0 mg/100g. The contents of seven bioamines were all lower than the control. The 2[#] of preservative inhibited the *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* and

收稿日期: 2005-12-30; 接受日期: 2006-12-21

基金项目: 国家“十五”科技攻关资助项目(2001BA501A11)

作者简介: 孙卫青(1971-), 女, 山西晋中人, 讲师, 博士研究生, 研究方向为肉类科学。Tel: 15951926553; E-mail: sun_weiqing@163.com。通讯作者马俐珍(1963-), 女, 山西临猗人, 教授, 博士, 研究方向为肉类科学。Tel: 022-60251076; E-mail: malizhen@163.com

Psychrophile, made the TVB-N value and bioamine concentration of the chilled pork very low, and kept the colour red. The 3[#] of preservative inhibited the *Pseudomonas* at initial stage. But at the end of storage, the value of TVB-N was 15.39 mg/100g and the putrescine was 30.14 mg·kg⁻¹ which higher than other treatments significantly. 【Conclusion】 1[#] and 2[#] preservatives can be applied in the practice, but the 3[#] of preservative is not suitable for the vacuum packaged chilled pork.

Key words: Chilled pork; Natural preservative; Microorganism; TVB-N; Biogenic amine

0 引言

【研究意义】冷却肉是今后生鲜肉消费的主流, 如何延长其保质期是目前急待解决的问题。为了提高冷却肉的品质和安全性, 在保鲜剂应用上目前国内外都在积极寻求有效的天然保鲜剂。冷却肉的保鲜技术是一项系统工程, 其中包括原料肉初始菌数的控制、贮存过程中的菌相变化以及保鲜液处理、低温杀菌处理和不同的包装方式等^[1]。本课题在前期试验中对冷却肉的腐败菌进行了分离、鉴定和分析, 并研究了各种天然防腐剂抑菌性能。研究得知任何单一食品防腐剂不能有效地抑制和杀灭所有微生物。冷却肉表面的初始菌相主要是由嗜冷的、需氧的假单胞菌和兼性厌氧的肠杆菌科菌以及厌氧的和兼性厌氧的乳酸菌等组成, 所以应选择对假单胞菌、乳酸菌及肠杆菌抑制作用比较强的天然防腐剂。【前人研究进展】目前报道较多的是单一天然防腐剂应用于冷却肉的保鲜, 如茶多酚(TP)溶液对腐败菌和致病性细菌, 如大肠埃希氏杆菌(*E. coli* O157: H7)和结核杆菌等, 均有不同程度的抑制作用^[2,3]。董金甫等报道 TP 对 *Staphylococcus aureus*、铜绿色假单胞杆菌(*Pseudomonas aeruginosa*)、*E. coli* O157: H7 的最低抑菌浓度(MIC)分别为 0.08%、0.08%、0.1%^[4]。杨联松报道 TP 对 *Staphylococcus aureus* 的 MIC 在 0~0.031% 之间, 对大肠杆菌为 0.031%^[5]。汤凤霞用蜂胶乙醇提取液对冷却猪肉进行保鲜试验, 经感官及生化检测, 结果表明, 蜂胶乙醇提取液可延长冷却猪肉的保质期^[6]。吴传茂报道丁香对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的 MIC 为 0.3125%^[7, 8]。段静芸将壳聚糖用于冷却肉的保鲜, 发现 2.5% 的水溶性壳聚糖能使冷却肉保质期达到 5 d 左右, 而 1.5% 的壳聚糖醋酸溶液能使保质期达到 6 d 左右, 但酸溶性壳聚糖会使肉样产生酸味, 影响感官, 而水溶性壳聚糖保鲜液无此缺陷^[9]。【本研究切入点】针对目前多种天然防腐剂同时应用于冷却猪肉的防腐保鲜研究相对甚少, 该课题应用通用旋转设计进行了交配筛选试验, 得到 1[#]保鲜液(壳聚糖 0.5%、混合香辛料浸提液 2.5%、蜂胶 0.1%、Nisin-

溶菌酶 0.15% 和茶多酚 0.5%)、2[#]保鲜液(丁香 0.66%、桂皮 0.97%、乳酸菌发酵液 17.65%、生姜 9.16% 和大蒜 6.15%) 和 3[#]保鲜液(乳酸菌发酵液)。【拟解决的关键问题】本文将在原有研究的基础上, 进一步对这 3 种保鲜液在延长冷却肉货架期效果方面进行研究, 确定能否推广应用。由于冷却肉的不同初始菌数、采用的不同包装形式以及冷却肉的不同贮存温度都对 3 种保鲜液的抑菌效果产生影响, 会影响到包装袋内优势菌群的变化, 进而影响产品的货架期。因此, 该项内容分两部分进行研究, 本部分针对较高初始菌数(2×10^5 cfu/g) 和贮存温度(4±1) °C 的冷却猪肉, 包装形式为真空包装。

1 材料与amp;方法

1.1 材料和设备

1.1.1 样品来源 试验中的冷却猪肉(通脊肉)购自太原华联超市(宰后冷却 24 h)。将样品肉去掉筋膜, 无菌操作切成约 100 g 左右的肉块。

1.1.2 主要试验设备 真空包装机、PHS-2C 型精密 pH 计、康威氏皿、微量滴定管、超净工作台、岛津 LC-10A 荧光检测器、C₁₈ 的反相柱、自动进样器、标温箱、脱气机。

1.1.3 包装材料 尼龙/聚乙烯真空包装袋, 在 23 °C, 60% 相对湿度条件下氧气透过率 90 ml·m⁻²·24 h⁻¹·atm⁻¹, 日本吴羽化学公司提供。

1.2 方法

1.2.1 样品处理方法 试验肉块随机分成四组, 每组 30 块。在包装之前, 对照组用无菌蒸馏水浸泡约 1 min, 第 1[#]、2[#]、3[#] 处理分别用前期试验优选出的 1[#]、2[#] 和 3[#] 保鲜液浸泡约 1 min, 取出沥干 2~5 min 真空包装, 放在(4±1) °C 冰箱中贮存。

1.2.2 指标测定方法 将处理后的各组样品分别在 0 (指各处理组真空包装后在(4±1) °C 贮存 3 h 后开始测定)、7、14 和 21 d 测定下列各项指标。

1.2.2.1 微生物指标测定 平板倾注法计数(表 1)。

1.2.2.2 TVB-N 值 按照 GB/T5009.44-96 进行。

1.2.2.3 生物胺的测定方法 反相离子对柱后衍生法

(由农业部饲料工业中心测试)。试剂为离子对试剂；条件为激发波长 340 nm，发射波长 440 nm，流动相 1.0 ml·min⁻¹，衍生液 0.5 ml·min⁻¹。

表 1 各种菌培养条件

种类	培养基	培养条件
Species	Culture medium	Condition
细菌总数	营养琼脂	30℃/48h
The total plate counts	Plate count agar	
乳酸菌	MRS 琼脂培养基	30℃/48h
Lactic acid bacteria	Man-Rogosa-Sharpe agar	
假单胞菌属	Pseudomonades 琼脂培养基	25℃/48h
<i>Pseudomonas</i>	Pseudomonades agar	
肠杆菌科	VRBGA 琼脂培养基	30℃/48h
<i>Enterobacteriaceae</i>	Violet red bile glucose agar	
热死环丝菌	STAA 琼脂培养基	
<i>B. thermosphacta</i>	Streptomycin thalliumacetate actidion agar	30℃/48h
嗜冷菌	营养琼脂 (PCA)	4℃/240h
<i>Psychrophile</i>	Plate count agar	

1.2.2.4 感官评价方法 采用由经过专门训练的 10 位专家组成评定小组，分别对肉色、气味、组织状态、肉汤透明度和汁液流失情况进行满分 25 分打分，最后综合判定。具体评判标准为：

(1) 色泽：5 分=肌肉色泽鲜红，有光泽；4 分=色泽紫红，有光泽；3 分=色泽暗红，无光泽；2 分=色泽灰暗或苍白，无光泽；1 分=色泽暗褐色，不能接受。(2) 滋气味：5 分=具有鲜猪肉特有的气味，无任何异味；4 分=具有猪肉气味，无异味；3 分=猪肉气味较淡或无味；2 分=稍有异味；1 分=有异味，不可接受。(3) 组织状态：5 分=弹性好，指压后凹陷立即恢复；4 分=弹性较好，指压后凹陷可恢复；3 分=弹性一般，指压后凹陷缓慢恢复；2 分=无弹性，指压后凹陷不能恢复；1 分=弹性完全丧失，指压后凹陷明显存在。(4) 肉汤透明度：5 分=透明，澄清，脂肪团聚表面，具有猪肉香气；4 分=较透明，澄清，具有猪肉香气；3 分=肉汤浑浊，猪肉香气不浓；2 分=肉汤很浑浊，无味；1 分=肉汤很浑浊，有异味。(5) 汁液流失情况：5 分=1%以下；4 分=1~2%；3 分=2%~3%；2 分=3%~4%；1 分=4%以上。

1.2.3 数据分析 所得数据用 SPSS 软件 (8.0 版) 进行邓肯氏新复极差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对冷却肉中微生物的影响

各处理组在 (4±1)℃ 贮存过程中的微生物变化见图 1~图 6 所示。

由图 1 可看出，原料肉经 1[#]保鲜液处理后真空包装，在 (4±1)℃ 下作用 3 h，可使冷却猪肉表面的细菌总数降低 2 个对数值，而且在整个贮存过程中，1[#]处理的细菌总数变化较为平缓，至贮存 21 d 时，细菌总数对数值为 5.176。1[#]处理与对照之间的细菌总数对数值差异达极显著水平 ($P<0.01$)。2[#]处理和 3[#]处理相对于对照来说，在贮存前 14 d，细菌总数略高于对照组，差异不显著 ($P>0.05$)，但 14 d 后，2[#]处理和 3[#]处理的细菌总数明显低于对照组，差异达显著水平 ($P<0.05$)，到贮存到第 21 天时，2[#]处理和 3[#]处理的细菌总数对数值分别为 5.041 和 5.556。出现这一现象的原因是 2[#]和 3[#]保鲜液中都含有活的乳酸球菌，处理冷却猪肉后使乳酸菌群成为其中的优势菌，从而使 2[#]处理和 3[#]处理在贮存前期有较高的细菌总数。但由于乳酸菌的竞争优势，会抑制冷却肉上其它腐败菌的生长繁殖，结果使贮存后期的原料肉细菌总数不但不增加，反而明显降低。由此可看出，3 种保鲜液均可明显降低冷却猪肉表面的腐败菌，1[#]保鲜液在贮存初期就明显降低其初始菌数；2[#]和 3[#]保鲜液通过乳酸球菌的竞争性作用使冷却猪肉在贮存后期细菌总数明显低于对照组。

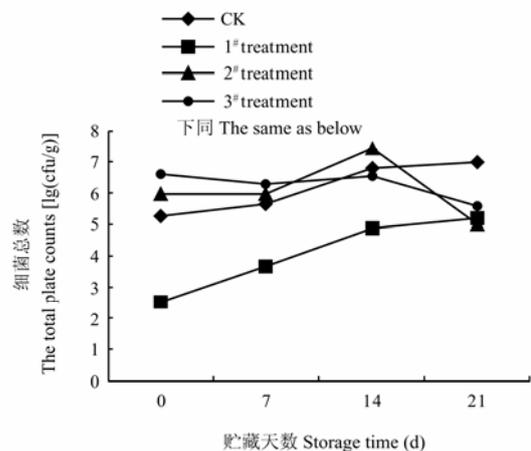


图 1 各处理贮存过程中细菌总数的变化 [(4±1)℃]

Fig. 1 The changes of the total plate counts of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1)℃

从图 2 可看出，1[#]保鲜液对假单胞菌属的抑菌作用比较明显，可使初始假单胞菌数降低 3 个对数值，

因而 1[#]处理的假单胞菌属在整个贮存过程中，变化趋势较为平缓，贮存到第 21 天时，对数值为 5.342，与对照组相比差异达极显著水平 ($P < 0.01$)；3[#]保鲜液对假单胞菌属也有一定的抑菌作用，使初始假单胞菌属降低 2 个对数值。但在贮存过程中，假单胞菌属的上升趋势较快，到第 21 天时，假单胞菌属的对数值达到 6.886。2[#]保鲜液虽然在一开始对假单胞菌属抑制并不明显，但在贮存过程中假单胞菌属的变化趋势增加缓慢，14 d 后还有降低趋势。对照组的假单胞菌属在贮存过程中一直在缓慢增加，贮存到第 21 天时，其数量已超过 10^7 cfu/g (冷却肉腐败的极限值)。这说明 3 种保鲜液对假单胞菌属均有一定的抑制作用，其中 1[#]保鲜液抑菌作用最强，2[#]保鲜液贮存后期作用强，而 3[#]保鲜液贮存前期作用强。假单胞菌本是一类严格需氧微生物，在本试验的真空包装条件下，加之 1[#]、2[#]和 3[#]保鲜液的抑制作用，使假单胞菌的数量增加缓慢，但对照组在贮存第 21 天时的假单胞菌已超过 10^7 cfu/g，原因之一是该组没有经过保鲜液处理；原因之二与包装袋的透氧性有关，虽然在贮藏的初期也有氧气进入包装袋，但此时肉本身还存在呼吸作用，会消耗掉这些进入的氧气。随着贮藏时间延长，肉本身的呼吸作用停止，进入的氧气可被假单胞菌利用，从而产生包装后期对照组假单胞菌数量增加的现象。

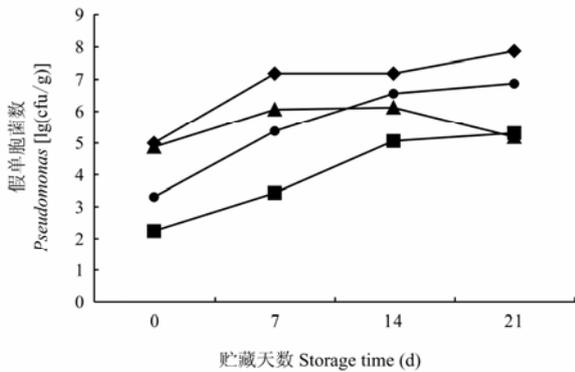


图 2 各处理在贮藏过程中假单胞菌属的变化 [(4±1) °C]
 Fig. 2 The changes of the *Pseudomonas* of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1)°C

从图 3 可看出，1[#]保鲜液对肠杆菌科的抑菌作用非常明显，可使初始肠杆菌科降低 2 个对数值，因而 1[#]处理的肠杆菌科在整个贮存过程中，变化趋势较为平缓，贮存到第 21 天时，对数值为 5.0，与对照相比

差异达极显著水平 ($P < 0.01$)；2[#]和 3[#]保鲜液对肠杆菌科也有一定的抑制作用，与对照组差异显著 ($P < 0.05$)，但远低于 1[#]保鲜液的抑菌作用。贮存到第 21 天时，2[#]处理和 3[#]处理肠杆菌科的对数值分别达 6.415 和 6.146，对照组为 7.322。试验说明 1[#]保鲜液对肠杆菌科有较强的抑制作用，而 2[#]和 3[#]保鲜液对肠杆菌科的抑菌作用较弱。

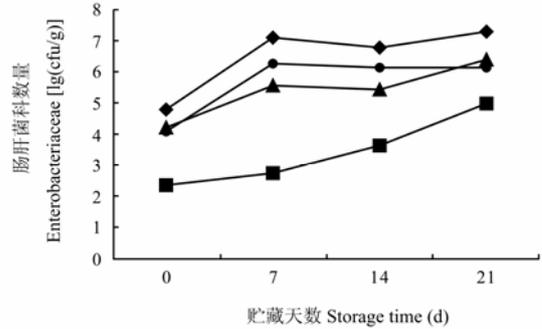


图 3 各处理在贮藏过程中肠杆菌科的菌落变化 (4±1) °C
 Fig. 3 The changes of the *Enterobacteriaceae* of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1)°C

从图 4 可看出，2[#]处理和 3[#]处理中加入了乳酸菌发酵液，其中有活的乳酸菌，因此在第 1 天乳酸菌数超过对照组 2 个对数值。在贮存过程中乳酸菌数虽然不再继续增加，但能一直保持原有较高的水平，贮存 14 d 后，乳酸菌数有明显增加趋势，贮存到第 21 天时，乳酸菌数已达 10^7 cfu/g 以上，甚至超过对照组。1[#]保鲜液对冷却猪肉上的乳酸菌有明显抑制作用，可使初始乳酸菌数比对照组降低 2 个对数值，差异达极显著水平 ($P < 0.01$)。

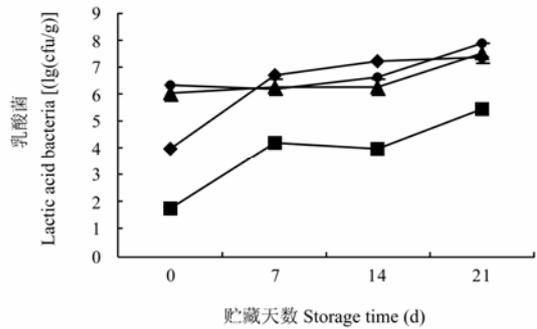


图 4 各处理在贮藏过程中乳酸菌的变化 [(4±1) °C]
 Fig. 4 The changes of the lactic acid bacteria of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1)°C

从图 5 可看出，1[#]、2[#]和 3[#]保鲜液都可使冷却猪肉的初始热死环丝菌数降低，其对数值由 3.633 依次降为 1.653、2.000 和 2.929，说明 1[#]和 2[#]保鲜液降低的比较明显，而 3[#]保鲜液抑菌作用不明显。在贮存过程中，1[#]处理的热死环丝菌变化较平缓，2[#]处理和 3[#]处理在贮存 7 d 后快速增长，到贮存末期基本与对照组达到同样水平。从试验中可看出，各处理组在贮存过程中热死环丝菌相对于细菌总数和假单胞菌属来说，变化趋势较为平缓，贮存到第 21 天时，1[#]处理的热死环丝菌对数值为 3.114，其它 3 个处理均在 4.0 左右，说明各处理组在贮存过程中热死环丝菌不是冷却肉贮存过程中的优势菌。

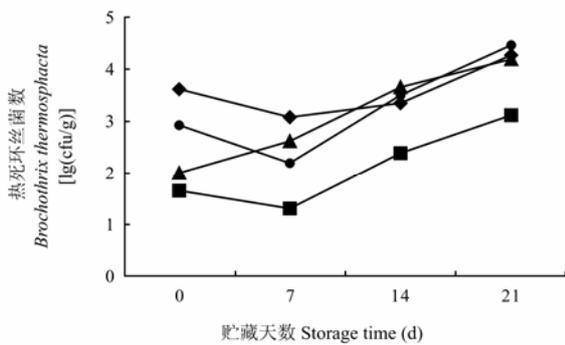


图 5 各处理在贮藏过程中热死环丝菌的变化 [(4±1) °C]
Fig. 5 The changes of the *B. thermosphacta* of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1)°C

从图 6 可看出，经 1[#]、2[#]和 3[#]保鲜液处理过的冷却猪肉，初始嗜冷菌数都比对照组的嗜冷菌数低 1~2 个对数值，并在贮存过程中一直保持这种趋势，到贮存末期时，1[#]、2[#]和 3[#]处理的嗜冷菌对数值分别为 3.98、5.0 和 4.544，而对照组的对数值达到 5.8，它们之间的差异达显著水平 (P<0.05)。

2.2 不同处理对冷却肉理化指标的影响

各处理组在 (4±1) °C 贮存过程中，TVB-N 值和贮存末期冷却肉的生物胺含量测定结果分别见图 7 和表 2 所示。从图 7 可看出，对照组的 TVB-N 值在测定的各个点上均比各处理组的 TVB-N 值高，在贮存第 21 天时 TVB-N 值已达到 22.9 mg/100g。而各处理组在贮存第 21 天时 TVB-N 值均未超过 15 mg/100g，其中 1[#]处理的 TVB-N 值仅仅是 11 mg/100g。说明各处理组对冷却猪肉的保鲜具有明显效果，其中 1[#]处理和 2[#]处理优于 3[#]处理。这与各组的细菌总数是一致的，

对照组的细菌总数对数值为 7.012，大量微生物繁殖分解蛋白质产生胺类等碱性物质，从而使 TVB-N 值的测定值大于 20 mg/100g。

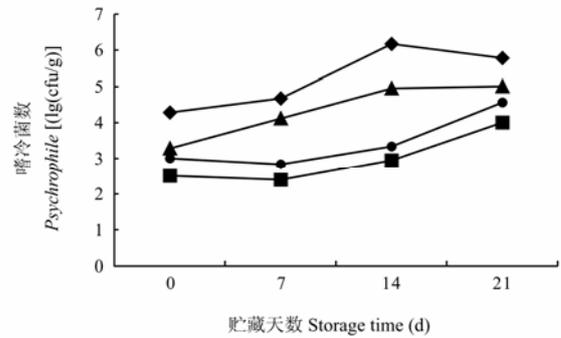


图 6 各处理在贮藏过程中嗜冷菌的变化 [(4±1) °C]
Fig. 6 The changes of the Psychrophile of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1) °C

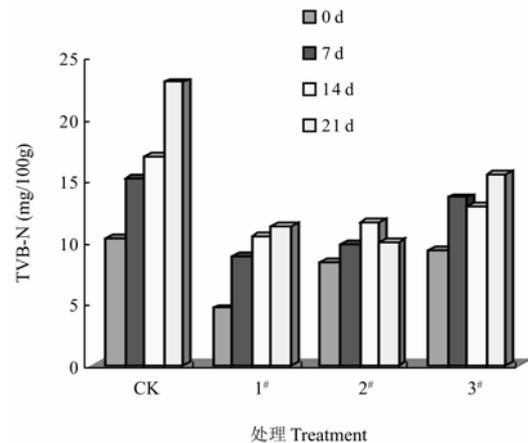


图 7 各处理组在贮藏过程中的 TVB-N 值变化 [(4±1) °C]
Fig. 7 The changes of the TVB-N value of chilled pork treated with natural preservation solution and stored at (4±1)°C

从表 2 可看出，1[#]处理、2[#]处理和对照组，除了亚精胺含量最高在 17.75~21.33 mg·kg⁻¹ 范围外，其它生物胺含量均较低。1[#]处理的腐胺、精胺和色胺均比对照低 (P<0.05)，而尸胺和酪胺与对照组相比差异不显著 (P>0.05)。3[#]处理除腐胺含量较高 (30.14 mg·kg⁻¹) 外，其它生物胺含量均较低。腐胺和尸胺是氨基酸在分解和降解过程中形成的，腐胺是由于假单胞菌的蛋白分解作用^[10]产生的。从菌相分析可知，3[#]处理在贮存末期的假单胞菌比例较高 (对数值为

6.886), 所以测定结果腐胺含量达到 $30.14 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 可能与假单胞菌属的作用有关。另外也与 3[#]处理的乳酸菌作用有关, 因生物胺是由氨基酸在乳酸菌产生的脱羧酶作用下经脱羧反应而形成, 而 3[#]处理是经乳酸菌发酵液浸泡处理, 所以有可能在贮存过程中乳酸菌产生脱羧酶, 氨基酸在脱羧酶作用下发生反应, 使腐胺的含量偏高。

Nadon 等^[11]研究了真空包装冷却猪肉在 $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

贮存过程中的 7 种生物胺含量变化。该试验中除亚精胺和腐胺含量相对较高外, 其余生物胺含量与 Nadon 等^[11]报道相比, 均比较低, 可能是与两个试验的原料种类、取样部位、处理方式、包装形式和贮存温度等不同有关。

2.3 不同处理对冷却肉感官特性的影响

各处理组在贮存至第 21 天时的感官评分见表 3。对照、1[#]处理和 3[#]处理的冷却猪肉色泽为真空包装肉

表 2 各处理组在贮存至第 21 天时的生物胺含量

Table 2 Biogenic amine content of each group at 21 day storage

样品指标 Sample index	对照 CK ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	1 [#] 处理 1 [#] Group ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	2 [#] 处理 2 [#] Group ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	3 [#] 处理 3 [#] Group ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
酪胺 tyramine	0.00±0.00C	0.16±0.006B	2.20±0.003A	0.00±0.00C
腐胺 putrescine	1.14±0.005B	1.03±0.011C	1.02±0.007C	30.14±0.006A
尸胺 cadaverine	4.36±0.002A	4.33±0.005A	4.06±0.005A	3.67±0.004B
组胺 histamine	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A
精胺 spermine	2.24±0.004B	1.42±0.008D	2.09±0.009C	3.79±0.002A
色胺 tryptophan-amine	2.63±0.012A	1.20±0.007C	1.51±0.002B	0.00±0.00D
亚精胺 spermidine	17.75±0.009C	21.33±0.010A	20.21±0.200B	3.01±0.010D

同行数字后字母不同表示处理间差异显著 ($P<0.05$)

Different letters in the same row represented significant difference between different treatment ($P<0.05$)

表 3 各组在贮存至第 21 天时的感官变化

Table 3 Taste panel score of different treatment group store for 21 days storage

处理 Treatment	色泽 Color	滋气味 Flavor and odour	组织状态 Texture	汁液流失率 Drip loss	肉汤透明度 Broth transparent degree	综合得分 Total score
对照 CK	4.15	3.32	2.97	2.60	2.42	15.46
1 [#] treatment	4.04	4.12	4.32	3.59	4.37	20.44
2 [#] treatment	4.92	4.33	3.66	3.23	4.25	20.39
3 [#] treatment	4.00	2.29	3.20	2.60	3.36	15.45

的正常紫红色, 这时肌肉中的肌红蛋白多以还原型肌红蛋白的形式存在。2[#]处理的色泽为鲜红色, 试验中再次证实 2[#]保鲜液确实能使冷却肉表面形成鲜红色层, 而且在贮存过程中始终保持稳定。

试验中发现, 冷却猪肉经 1[#]保鲜液处理后的前 30 min, 表面色泽较淡, 这是因为 1[#]保鲜液的 pH 较低, 有可能引起肉块表面肌肉的酸化使可溶性蛋白和结构蛋白质发生变性, 可溶性蛋白溶解性降低, 沉淀在结构蛋白的上面, 干扰表面肉的光学性质, 降低肉的半透明感, 使更多的光从肉表面被反射, 从而形成较淡肉色。但包装后随着时间延长, 这种变化逐渐消失, 冷却肉的肉色与未经保鲜液处理的基本达到一致。3[#]处理滋气味评分明显较低, 可能与其腐胺含量高有关。

3 讨论

3.1 国内外对于天然保鲜剂的抑菌研究报道很多, 但国外都是对单一天然保鲜剂的研究。Gill 等^[12]报道芫荽叶精油对不同类型的李斯特氏菌均有一定的抑制作用。Marie-Jose'e^[13]报道芥末精油可使鸡肉香肠贮藏 2 d 后显著降低李斯特氏菌和乳酸菌的活菌总数, 但 7 d 后活菌总数会回升, 其抗菌效果与乳酸链球肽和乳酸钠相当。Satnam Sagoo 等^[14]报道 1.0% 的壳聚糖浸泡冷却猪肉肠可使其初始菌数降低大约 1~3 个数量级。Singh 等^[15]报道百里香、丁香和多香果辣椒的精油对李斯特氏菌具有显著的杀菌作用; 其中百里香和丁香精油成分在蛋白质溶液中浓度达到 $1 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ 时对李斯

特氏菌有强烈的杀灭作用。Hassan 等^[16]进行了茶多酚对机械去骨鸡肉的抗氧化作用的研究,结果表明,在防止 TBARS 和过氧化物升高方面茶多酚的抗氧化活性可达到 BHA/BHT 混合物的 80%左右。国内近几年也有将复合保鲜剂应用于冷却肉的保鲜研究,但多数是化学保鲜剂与天然保鲜剂的复合。如顾仁勇^[17]研究了化学防腐剂山梨酸钾与溶菌酶和 Nisin 复合保鲜剂对冷却猪肉的保鲜效果,报道 0.5%溶菌酶+ 0.05% Nisin + 0.1%山梨酸钾处理再结合真空包装能使猪肉在 0~4℃条件下保鲜 30 d 以上。马美湖^[18]报道 NaCl、葡萄糖与 Nisin、溶菌酶复配,对冷却肉保鲜有显著效果。刘书亮^[19]报道 1.0%醋酸、2.5%乳酸钠、0.1%茶多酚、0.1% 异 V_C-Na、2.0% NaCl 组合有明显抑菌作用,可使冷却猪肉的保质期延长至 22 d。本试验研究出的 1[#]和 2[#]复合保鲜剂完全是天然保鲜剂科学组合搭配,优势互补,在增强其抑菌保鲜效果的同时也提高了食品安全性。

3.2 Gilliland 等^[20]利用 *L.delbrueckii*, *P.cerevisiae* 和 *L.Lactis* 发酵液处理牛肉和鸡肉可以明显抑制 *Pseudomonas* spp.菌的生长。Garver 和 Muriana^[21]报道用 *L.curvatus* 和乳酸菌 (*Lactococcus lactis*) 可以抑制蜡状芽孢杆菌 (*Bacillus cereu*)、金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 和产气梭状芽孢杆菌 (*C.perfringens*)。武运等^[22]利用植物乳杆菌及其代谢产物对鲜羊肉进行保鲜试验。目前将乳酸菌发酵液用于冷却猪肉的保鲜国内外未见报道。

3.3 Nadon 等^[11]报道酪胺是真空包装猪肉中的具有潜在毒害作用的物质,摄入酪胺含量高的食品极易引起人体毒害反应,目前毒害剂量并不确定。Nadon 等^[11]的研究报道,真空包装冷却猪肉在-1.5℃温度下贮存第 4 周时酪胺最高含量为 38 mg·kg⁻¹。本试验中,2[#]保鲜液处理的冷却猪肉在贮存至第 21 天时酪胺含量最高为 2.2 mg·kg⁻¹,1[#]保鲜液和 3[#]保鲜液处理的冷却猪肉分别为 0.16 mg·kg⁻¹和 0,那么消费 500 g 经 2[#]保鲜液处理过的冷却猪肉,酪胺含量仅为 4.4 mg,也远低于 Nadon 等的试验结果,所以 3 种保鲜液处理冷却猪肉后在贮存过程中酪胺的产生量是非常低的,是安全的。

4 结论

4.1 3 种保鲜液对冷却猪肉的抑菌效果不同,从综合效果来看,经 1[#]保鲜液处理过的冷却猪肉,在 4±1℃贮存至第 21 天时细菌总数、假单胞菌属、肠杆菌科、

乳酸菌、热死环丝菌和嗜冷菌的对数值分别为 5.176、5.342、5.000、5.447、3.114 和 3.980,TVB-N 值为 11.0 mg/100g,所以 1[#]保鲜液是一种抑菌效果比较好的天然防腐剂,说明茶多酚、壳聚糖、蜂胶、Nisin 和香辛料复合液按一定比例复配,可以发挥优势互补的作用。

4.2 2[#]保鲜液能够抑制冷却肉的假单胞菌属、肠杆菌科和嗜冷菌,对乳酸菌和热死环丝菌抑制作用较弱,使冷却猪肉的 TVB-N 值和生物胺含量优于对照组,而且 2[#]保鲜液可使真空包装的冷却猪肉色泽为鲜红色,所以 2[#]保鲜液也可以应用于实际生产。

4.3 3[#]保鲜液在贮存初期能够抑制假单胞菌属的生长,并在一定程度上抑制肠杆菌的生长,但产品在贮存末期的 TVB-N 值为 15.39 mg/100g,且 7 种生物胺中,腐胺的含量很高,因此 3[#]保鲜液不适合作为真空包装冷却猪肉的保鲜液使用。

4.4 1[#]和 2[#]保鲜液处理过的冷却猪肉,在贮存到第 21 天时生物胺的含量除亚精胺最高(17.75 mg·kg⁻¹)外,其余的都在 0~4.33 mg·kg⁻¹范围内,所以 1[#]和 2[#]保鲜液处理过的冷却猪肉在生物胺含量上是安全的。

References

- [1] 张子平. 冷却肉的加工技术及质量控制. 食品科学, 2001, 22(1): 83-89.
Zhang Z P. Studies on processing technologies and quality control of chilled meat. *Food Science*, 2001, 22(1): 83-89. (in Chinese)
- [2] Osawa K, Saeki T, Yasuda H, Hamashima H, Sasatsu M, Arai T. The antibacterial activities of peppermint oil and green tea Polyphenols, alone and in combination, against enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *Biocontrol Science*, 1999, 4(1): 1-7.
- [3] 殷彩霞, 谢家敏, 张 更, 易洪荣. 茶多酚抑菌抗氧化性能研究. 云南化工, 1999, 2: 24-26.
Duan C X, Xie J M, Zhang G, Yi H R. Studies on bacteriostatic and antioxidative performance of tea polyphenols. *Yunnan Chemical Industry*, 1999, 2: 24-26. (in Chinese)
- [4] 董金甫, 李瑶卿, 洪绍梅. 茶多酚(TPP)对 8 种致病菌最低抑制浓度的研究. 食品科学, 1995, 16(1): 6-12.
Dong J P, Li Y Q, Hong S M. Studies on the lowest inhibition concentrations of tea polyphenols affecting on the 8 kinds of pathogenetic bacteria. *Food Science*, 1995, 16(1): 6-12. (in Chinese)
- [5] 杨联松, 檀根甲, 徐美清. 茶多酚抑菌作用和防腐效果初探. 安徽农业科学, 1996, 24(4): 373-375.
Yang L S, Tan G J, Xu M Q. A study on antimicrobial action and antiseptic effect of tea polyphenols on some common putrefied

- microbes. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 1996, 24(4): 373-375. (in Chinese)
- [6] 汤凤霞, 高飞云, 乔长晟. 蜂胶对猪肉保鲜效果的初步研究. 宁夏农学院学报, 1999, 20(2): 37-40.
Tang F X, Gao F Y, Qiao C C. Primary study on the effect of preserving pork fresh by bee glue. *Journal of Ningxia Agricultural College*, 1999, 20(2): 37-40. (in Chinese)
- [7] 吴传茂, 吴周和. 丁香提取液的抑菌作用研究. 湖北工学院学报, 2000, 15(1): 43-45.
Wu C M, Wu Z H. Studies on antibacterial activity of eugenia caryophyllata thunb extract. *Journal of Hubei Polytechnic University*, 2000, 15(1): 43-45. (in Chinese)
- [8] 吴传茂, 吴周和, 曾莹, 何霞辉, 陈士英. 从植物中提取天然防腐剂的研究. 食品科学, 2000, 21(9): 24-27.
Wu C M, Wu Z H, Zeng Y, He X H, Chen S Y. Studies on extraction of natural preservatives from plant material. *Food Science*, 2000, 21(9): 24-27. (in Chinese)
- [9] 段静芸, 徐幸莲, 周光宏. 壳聚糖和气调包装在冷却肉保鲜中的应用. 食品科学, 2002, 23(2): 138-142.
Duan J Y, Xu X L, Zhou G H. Effect on chitosan and modified atmosphere packaging used in preservation of chilled fresh pork. *Food Science*, 2002, 23(2): 138-142. (in Chinese)
- [10] Dainty R H, Shaw B G, Roberts T A. Microbial and chemical changes in chill-stored red meats. In: Roberts T A and Skinner F A Eds. *Food Microbiology Advances and Prospects*. London: Academic Press, 1983.
- [11] Nadon C A, Ismond M A H, Holley R. Biogenic amines in vacuum-packaged and carbon dioxide-controlled atmosphere packaged fresh pork stored at -1.5°C. *Journal of Food Protection*, 2001, 64 (2): 220-227.
- [12] Gill A O, Delaqui P, Russo P, Holley R A. Evaluation of antilisterial action of cilantro oil on vacuum packed ham. *International Journal of Food Microbiology*, 2002, (73): 83-92.
- [13] Marie-Josée L, Julie C, Pascal J D, Claude G, Natalie R, Linda S. Antimicrobial effect of natural preservatives in a cooked and acidified chicken meat model. *International Journal of Food Microbiology*, 2002, (78): 217-226.
- [14] Satnam S, Ron B, Sibel R. Chitosan inhibits growth of spoilage micro-organisms in chilled pork products. *Food Microbiology*, 2002, 19, 175-182.
- [15] Singh A, Singh R K, Bhunia A K, Singh N. Efficacy of plant essential oils as antimicrobial agents against *Listeria monocytogenes* in hot dogs. *Lebensmittel Wissenschaft & Technologie*, 2003, (36): 787-794.
- [16] Hassan O, Swet Fan L. The anti-oxidation potential of polyphenol extract from cocoa leaves on mechanically deboned chicken meat. *Food Science & Technology- Lebensmittel- Wissenschaft & Technologie*, 2005, 38: 315-321.
- [17] 顾仁勇, 马美湖, 付伟昌, 王进, 洪亮发, 彭南山. 溶菌酶、Nisin、山梨酸钾用于冷却肉保鲜的配比优化. 食品与发酵工业, 2003, 29(7): 45-48.
Gu R Y, Ma M H, Fu W C, Wang J, Hong L F, Peng N S. The optimized composite of lysozyme, Nisin and potassium sorbate in fresh-keeping of cool Pork. *Food and Fermentation Industries*, 2003, 29(7): 45-48. (in Chinese)
- [18] 马美湖, 葛长荣, 王进, 顾仁勇, 傅伟昌. 冷却肉生产中保鲜技术的研究-溶菌酶、Nisin、GNa 液复合性保鲜试验. 食品科学, 2003, 24 (4): 74-82.
Ma M H, Ge C R, Wang J, Gu R Y, Fu W C. Study on the fresh-keeping technologies in the production of cooling meat - preservation effects of combining GNa solution, Nisin and lysozyme on cooling meat. *Food Science*, 2003, 24 (4): 74-82. (in Chinese)
- [19] 刘书亮, 杨勇, 李诚. 复合保鲜液对冷却猪肉保鲜作用的研究. 食品科学, 2004, 25(4): 168-171.
Liu S L, Yang Y, Li C. Studies on multiple preservative solution used in the preservation of cooled pork. *Food Science*, 2004, 25(4): 168-171. (in Chinese)
- [20] Gilliland S E, Speck M L. Inhibition of psychrotrophic bacteria by Lactobacilli and pediococci in non-fermented refrigerated foods. *Journal of Food Science*, 1975, 40: 903-905.
- [21] Kristian I G, Peter M M. Detection, identification and characterization of bacteriocin - producing lactic acid bacterial from retail food products. *International Journal of Food Microbiology*, 1993, 19: 241-258.
- [22] 武运, 马长伟, 罗红霞, 刘名省, 王雪青, 方碧春. 天然防腐剂对真空包装鲜羊肉冷藏条件下保鲜作用的研究. 食品与发酵工业, 2001, 27(5): 1-3.
Wu Y, Ma C W, Luo H X, Liu M S, Wang X Q, Fang B C. Studies of the effect of natural preservatives on the preservation of vacuum-packed fresh mutton during cold storage. *Food and Fermentation industries*, 2001, 27(5): 1-3. (in Chinese)