

## 乳酸菌发酵液保鲜冷却猪肉的效果研究

马丽珍<sup>1</sup>, 南庆贤<sup>2</sup>, 戴瑞彤<sup>2</sup>, 李红伟<sup>3</sup>, 程文新<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>天津农学院食品系, 天津 300190; <sup>2</sup>中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;  
<sup>3</sup>双汇肉类集团技术中心, 漯河 462000)

**摘要:** 利用乳酸球菌发酵液处理冷却猪肉, 结合不同的气调包装, 通过测定其在冷藏过程中的微生物指标、理化指标和感官评定以及贮存末期的菌相分析和生物胺含量等来考察其对冷却猪肉的保鲜效果。结果显示: 冷却猪肉经乳酸球菌发酵液处理后, 采用真空包装、气调包装1 (CO<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>) 和气调包装2 (含有极微量CO、CO<sub>2</sub>和少量O<sub>2</sub>) 3种不同包装形式, 对冷却猪肉的保鲜效果不同。真空包装组汁液流失率高, 猪肉色泽呈紫色, 感官评分低; 气调包装1组的TBA值低, 汁液流失率低, 但色泽灰白, 感官评分也不高; 气调包装2组对冷却猪肉的综合保鲜效果最好。产品在冷藏贮存(1±1)℃ 21 d时, 细菌总数的对数值为6.15, TVB-N值为12.20 mg/100 g, TBA值为0.184 mg·kg<sup>-1</sup>, 汁液流失率控制在3%以下, 红度a值为19.49, 此时产品色泽鲜艳, 感官评分高(18.89)。乳酸菌发酵液对冷却猪肉上的致病菌如金黄色葡萄球菌和粪大肠菌群有明显的抑制作用, 而对G<sup>-</sup>菌如假单胞菌属、肠杆菌科等抑制作用不明显。乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后, 不影响产品的感官特性, 贮存末期产品的生物胺含量除腐胺含量较高外, 其余均处于较低水平。

**关键词:** 冷却猪肉; 乳酸菌发酵液; 气调包装; 综合保鲜

## Studies on the Preservation of Chilled Pork by LAB Fermented Solution

MA Li-zhen<sup>1</sup>, NAN Qing-xian<sup>2</sup>, DAI Rui-tong<sup>2</sup>, LI Hong-wei<sup>3</sup>, CHENG Wen-xin<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Tianjin Agricultural College, Tianjin 300190; <sup>2</sup>College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083; <sup>3</sup>Shuang Hui Meat Group Technology Center, Luohe 462000)

**Abstract:** The microflora counts, physiochemical value, taste panel scores and the final microflora composition and bioamino concentration of chilled pork treated with LAB fermented solution, packed in different modified atmosphere packages(MAP) and stored at (1±1)℃ were studied. Different gas compositions in the modified atmosphere packages had different shelf-life extension effects. Chilled pork treated with LAB fermented solution and vacuum packaged had highest drip loss, dark pink color and low taste panel score. Chilled pork treated with LAB fermented solution and packaged with MAP1(CO<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>) had low TBA value, low drip loss, low taste panel score and pale color; Chilled pork treated with LAB fermented solution and packaged with MAP2(CO + O<sub>2</sub> +CO<sub>2</sub>) had best shelf-life extension effect, at 21 day of storage, the logarithmic value of total microflora count, TVB-N value, TBA value, redness a\* value and taste panel score was 6.15, 12.20, 0.184, 19.49 and 18.89, respectively. The drip loss was less than 3%, and the color of the pork was bright red. The LAB fermented solution can greatly inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* and *Fecal coliform*, but has no evident inhibitory effect on *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae*. The sensory property of chilled pork treated with LAB fermented solution was not adversely affected. At the end of storage, the concentration of bio-amino were very low except putrescine.

**Key words:** Chilled pork; LAB fermented solution; Modified atmosphere packages; Integrated preservation

冷却猪肉是今后生肉消费的主流, 如何延长其保质期是目前急待解决的问题。冷藏是最有效的延长易

腐食品(如鲜肉等)保质期的方法。但一些嗜冷菌如单核细胞李斯特增生菌(*Listeria monocytogenes*)

收稿日期: 2003-02-11

基金项目: 国家“十五”科技攻关资助项目(2001BA501A11)

作者简介: 马丽珍(1963-)女, 山西临猗人, 教授, 博士, 主要从事肉类科学研究。Tel: 0354-6288796; Fax: 0354-6289756;  
E-mail: malizhen@163.com

和假单胞菌属 (*Pseudomonas*) 在冷藏条件下仍可生长, 并可引起冷藏食品发生致病和腐败。目前比较成熟的保鲜方法是真空包装和气调包装, 但这种包装方法却有利于某些致病菌如肉毒梭菌 (*Clostridium botulinum*) 的生长<sup>[1]</sup>。化学防腐方法不能保持食品原有鲜度, 且对人的健康不利。食品保鲜的最新研究趋势是将几种防腐因子结合, 其中包括生物防腐。生物防腐是利用自然的或人为控制的微生物以及它们产生的抗生素来延长食品的货架期, 并提高食品的安全性<sup>[1]</sup>。用微生物培养液保鲜食品, 目前主要是乳酸菌发酵液, 它的特点是在食品中能够生长, 可以抑制食品中的致病菌和腐败菌, 且不释放风味物质, 不改变食品的组织状态, 并在正常冷却贮存条件下, 不影响食品的感官特性<sup>[2]</sup>。

Gilland and Speck<sup>[3]</sup>报道用活菌数为  $5 \times 10^8$  的 *L. delbrueckii*, subsp. *bulgaricus*, *P. cerevisiae* 菌处理绞碎的牛肉, 在  $5^\circ\text{C}$  下贮存可抑制 *Pseudomonas* spp. 菌的生长。Raccach 等<sup>[6]</sup>用活菌数为  $1 \times 10^9$  的 *P. cerevisiae* 菌处理禽肉原料后, 在  $3^\circ\text{C}$  下贮存可抑制 *Pseudomonas* spp. 菌的生长。Brashears 等<sup>[4]</sup>用活菌数为  $5 \times 10^7$  的 *Lc. Lactis* 菌处理鸡肉原料后, 在  $7^\circ\text{C}$  下贮存可抑制 *E. coli* 0157:H7 菌的生长。Raccach 等<sup>[5]</sup>报道用 *L. curvatus* 和乳酸球菌 (*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*) 的生长。但对于将乳酸菌用于冷却猪肉的保鲜上还未见报道。

笔者利用乳酸球菌发酵液浸泡冷却猪肉, 再结合不同的气调包装, 通过测定其在冷藏过程中的细菌总数、理化指标和感官评定以及贮存末期的菌相分析和生物胺含量等来考察其对冷却猪肉的保鲜效果, 期望为延长冷却肉的保质期提供一种切实可行的生物防腐方法。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

1.1.1 原料 双汇肉类集团生产并经 24 h 冷却的猪通脊肉。

1.1.2 主要试验设备 INV30 型真空充气包装机 (美国 interVac)、GM-B 型气体比例混合器 (上海水产大学)、UV-VIS 85 系列紫外/可见分光光度计 (上海天美科学仪器有限公司)、《foss》2300 kjeltec Analyzer Unit 全自动定氮仪 (丹麦造)、Bactometer 全自动微生物检测记数仪 (法国梅里埃公司)、mini-VIDAS 全自动免疫荧光酶标仪 (法国梅里埃公司)、3M petrifilm plates (美国)、BagMixer (无菌袋混合器)、Texture Analyser Settings (Version 07.15 Load Cell:50)、HY-2 调速多用振荡器、热电偶测温仪、温度可调式冰箱、超净工作台、高压灭菌锅和恒温培养箱等。

1.1.3 包装材料 聚偏氯乙烯真空包装袋 ( $23^\circ\text{C}$  下透氧率  $5 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ )。

1.1.4 试剂 三氯乙酸、2-硫代巴比妥酸、EDTA 等均为分析纯。

1.1.5 培养基 MRS 琼脂、VRBGA 琼脂、假单胞琼脂、STAA 琼脂。

1.1.6 乳酸菌发酵液 具有产生细菌素能力的乳酸球菌由中国农业大学食品学院微生物教研室提供。将其用 MRS 液体培养基活化传代培养 3~4 代, 活菌数为  $5.8 \times 10^7$  个/ml。本试验在已研究的 1# 和 2# 保鲜液的基础上将其命名为 3# 保鲜液。

### 1.2 试验方法

1.2.1 乳酸菌发酵液与不同气调包装方式结合进行保鲜试验 (试验时间 2002.11.27~2002.12.17) 将从生产车间取回的冷却猪通脊肉 (不破坏肉块的筋膜) 运到中试车间进行切分, 切分 (刀具和案板) 工具均事先用 75% 酒精棉球充分擦拭, 将猪通脊切成重约 250 g 的肉块, 随机分成 4 组, 每组 24 块, 处理组在乳酸菌发酵液中浸泡 1 min 后沥干 1 min, 用真空充气包装机分别进行真空和充气包装, 充气包装用配气装置按照试验设计调整气体比例, 充气量是包装袋容量的 80%。包装后立即将样品放入  $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$  的冰箱中贮藏至 21 d。试验的分组设计见表 1 所示。

1.2.2 指标测定 样品在第 0、3、6、9、12、15、18、21 d 分别测定细菌总数、金黄色葡萄球菌、粪大肠菌群、TVB-N 值、TBA 值、pH、汁液流失率、

表 1 试验设计

Table 1 Experimental design

组别 Grop	代号 Code	处理方式 Treatment method	包装形式 Package method
1	VP-N	未做处理 No	真空包装 Vacuum package
2	VP-3#	3# 保鲜液浸泡 Treated with LAB fermented solution 3#	真空包装 Vacuum package
3	CP1-3#	3# 保鲜液浸泡 Treated with LAB fermented solution 3#	气调包装 ( $\text{CO}_2+\text{N}_2$ ) MAP1 ( $\text{CO}_2+\text{N}_2$ )
4	CP2-3#	3# 保鲜液浸泡 Treated with LAB fermented solution 3#	气调包装 (极低浓度 $\text{CO}$ + 低浓度 $\text{O}_2+\text{CO}_2$ ) MAP2 ( $\text{CO}+\text{CO}_2+\text{O}_2$ )

红度 a 值；在贮存第 8 天和第 21 天进行感官评定；贮存末期测定 CP2-3# 组的酪胺 (tyramine)、腐胺 (putrescine)、尸胺 (cadaverine)、组胺 (histamine)、精胺 (spermine)、色胺 (tryptophan-amine) 和亚精胺 (spermidine)，评定乳酸菌发酵液处理的冷却猪肉的安全性。

(1) 细菌总数测定方法：用 Bactometer 全自动微生物检测记数仪测定细菌总数，事先按照 GB4789.294 方法测定 100 块冷却猪肉样品的细菌总数，用此来绘制该仪器的冷却猪肉中细菌总数的标准曲线。结果以  $\text{CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  (CFU, colony forming unit) 表示。具体测定方法如下：称取每个被检验样品 25 g，放入无菌袋内，加入 225 ml 无菌生理盐水，在 BagMixer (无菌袋振荡器) 中振摇 1 min，取 0.1 ml 上清液加入微生物检测记数仪专用模板池中，每个样品加 3 个平行小池，放入 Bactometer 全自动微生物检测记数仪中，温度为  $36\sim 37^\circ\text{C}$ ，培养 24 h 自动显示结果。

(2) 金黄色葡萄球菌测定方法：采用 3M 滤纸片 (petrifilm plates) 法。用无菌操作方法将 3M 滤纸片的上膜揭开，吸取 1 ml 10 倍稀释液加入 3M 滤纸片中，均匀放下揭开的膜，在  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$  温度下培养 24 h，再在  $(62 \pm 2)^\circ\text{C}$  培养 1~4 h 杀死其它菌。取出加显色片，在  $(35 \pm 1)^\circ\text{C}$  培养 1~3 h，直接记数粉红色环带状的菌落。

(3) 粪大肠菌群：采用 SN0169-92 (中华人民共和国出口商品检验行业标准) 方法检测。

(4) 挥发性盐基氮 (TVB-N)：利用《foss》2300 kjeltec Analyzer Unit 全自动定氮仪测定，预处理方法按照 GB/T5009.44-96 半微量扩散方法进行。

(5) 汁液流失率：汁液流失量与原料肉的重量比值为汁液流失率 (%)。

(6) TBA 值：取 10 g 肉样研细，加 50 ml 7.5% 的三氯乙酸 (含 0.1% EDTA，振摇 30 min，双层滤纸过滤 2 次。取 5 ml 上清液加入 5 ml 0.02M TBA 溶液， $90^\circ\text{C}$  水浴中保温 40 min，取出冷却 1 h 后离心 5 min ( $16\ 000\ \text{r}/\text{min}$ )，上清液中加 5 ml 氯仿摇匀，静置分层后取上清液分别在 532 和 600 nm 处比色，记录消光值并用以下公式计算 TBA 值。

TBA 值 ( $\text{mg}/100\text{g}$ ) =  $(A_{532} - A_{600}) / 155 \times (1/10) \times 72.6 \times 100$

与 TBA 反应的物质的量 (TBARS) 以每千克肉中丙二醛的毫克数来表示。

(7) pH：用探针式酸度计将探头插入待测肉中心进行直接读数。评价标准为新鲜肉 pH  $5.8\sim 6.2$ ，次鲜肉 pH  $6.3\sim 6.6$ ，变质肉 pH 6.7 以上。

(8) 多胺的测定方法：反相离子对柱后衍生法 (由农业部饲料工业中心测试)。

试剂：离子对试剂

条件：激发波长 340 nm

发射波长 440 nm

流动相  $1.0\ \text{ml}/\text{min}^{-1}$

衍生液  $0.5\ \text{ml}/\text{min}^{-1}$

(9) 感官指标评价：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打分 (满分 25 分)，最后综合判定。

(10) 数据分析：所得数据均为 3 次的平均值，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 各处理组在贮存过程中的细菌总数、金黄色葡萄球菌和粪大肠菌群变化

各组在贮存过程中的细菌总数、金黄色葡萄球菌和粪大肠菌群见图 1、2、3 所示。

从图 1 可看出，凡是经过乳酸菌发酵液处理过的 2、3 和 4 组，无论包装形式如何，其细菌总数的对数值均由初始菌数的 3.18 猛升到  $5.15\sim 5.79$ ，在以后的贮存过程中细菌总数基本保持平稳，直到贮存末期，3 组之间的差异不显著 ( $P > 0.05$ )。而且对照组细菌总数一直较低，与其它各组之间差异显著 ( $P < 0.05$ )。冷却猪肉经浓度为  $10^7$  的乳酸菌发酵液浸泡后，细菌总数可增加 2 个对数值，增加的细菌总数中主要是乳酸菌，乳酸菌是一种兼性厌氧菌，本试验设计的 3 种包装形式都可以为乳酸菌生长创造适宜的环境。由于冷藏温度较低 ( $1 \pm 1^\circ\text{C}$ )，在贮存过程中乳酸菌基本不会增殖，只是保持原有水平。但由于处理后的冷却猪肉，乳酸菌呈绝对优势菌，加之较低的 pH 以及可能产生的细菌素就可抑制冷却肉中的致病菌和腐败菌，使其处于较

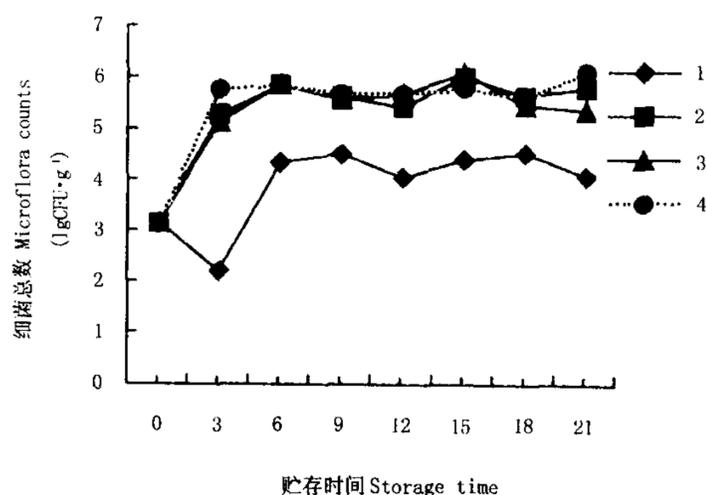


图 1 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后经不同包装形式在冷藏过程中的细菌总数变化

Fig.1 Changes of the microflora counts of chilled pork treated with LAB cultures solution and stored at  $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$

低的数量，甚至消亡。有研究表明，微生物的生长都是以消耗肉品中低分子成分为基础的<sup>[6]</sup>。肉品的腐败类型取决于哪一种腐败菌在竞争中占优势，以及它们产生如硫化氢、挥发性胺、酯等异味化合物的能力。本试验中，占绝对优势的乳酸菌会和其它腐败菌竞争肉中的营养物质，首先是葡萄糖，当碳水化合物耗尽时，才会分解肉中的氨基酸，产生其他异味物质。

从图2可看出，经乳酸菌发酵液处理后的2、3和4组，无论包装形式如何，其金黄色葡萄球菌在贮存前3 d明显降低，以后贮存过程中变化不大，均处于较低的水平。第4组比2和3组保持更低水平。而对照组的金黄色葡萄球菌在第1周有一个降低趋势，第2周基本不变，第3组又开始上升，在整个贮存期内均高于各处理组，这说明乳酸菌发酵液确实可以抑制金黄色葡萄球菌的生长。另外本试验中金黄色葡萄球菌即使在对照组中检测水平也很低，均小于100 CFU·g<sup>-1</sup>，这是由金黄色葡萄球菌的最适生长温度决定的，它在3℃时基本停止生长，而本试验设计温度是(1±1)℃，所以各组在贮存过程中金黄色葡萄球菌不会增加，只是在

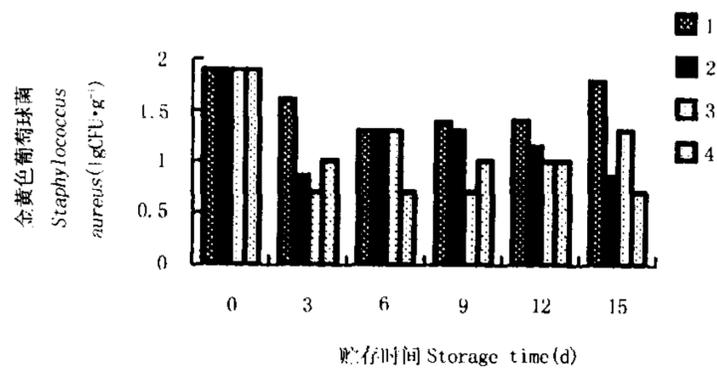


图2 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后在贮存过程中的金黄色葡萄球菌变化

Fig.2 Changes of the *Staphylococcus aureus* counts of chilled pork treated with LAB culture solutions and stored at (1±1)℃

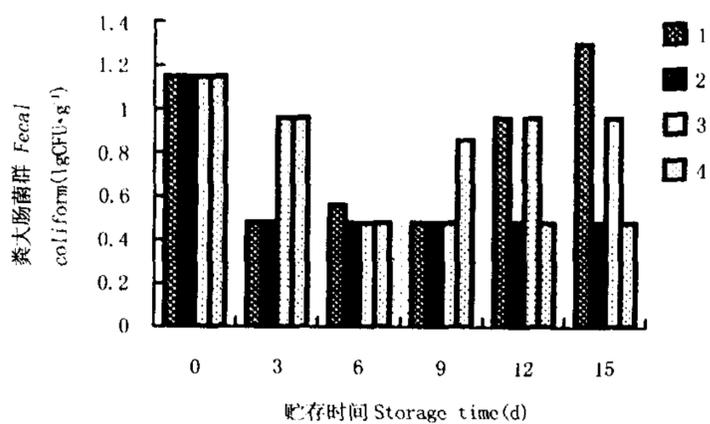


图3 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后在贮存过程中的粪大肠菌群的变化

Fig.3 Changes of the *Fecal coliform* counts of chilled pork treated with LAB culture solution and stored at (1±1)℃

原有基础上小幅度变化。

从图3可看出，冷却猪肉经乳酸菌处理后的2、3和4组，其粪大肠菌群均有明显降低，但与对照组之间差异不显著(P>0.05)。本试验中各组的粪大肠菌群均比较低，这主要是原料冷却猪肉中本身含量就很低，再加之乳酸菌的抑制作用，更重要的是(1±1)℃就可抑制粪大肠菌群的生长。

2.2 各处理组在贮存过程中的理化指标变化

各组在贮存过程中的TVB-N值、TBA值、汁液流失率、红度a值、pH见图4、5、6、7、8。

从图4可看出，4组的TVB-N值在贮存过程中缓慢增加，各组之间差异不显著(P>0.05)，虽然处理组中的细菌总数比对照组始终高2个对数值，但因为处理组的优势菌是乳酸菌，乳酸菌首先只利用葡萄糖产生乳酸，不会分解氨基酸产生氨和胺类等低分子物质，所以处理组的挥发性盐基氮值并不高。

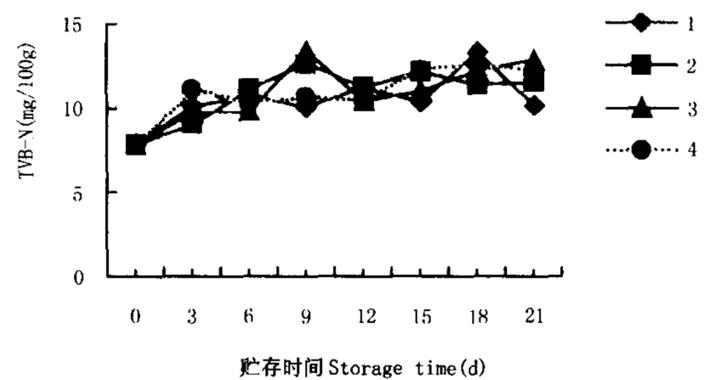


图4 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后经不同包装形式在冷藏(1±1)℃过程中的TVB-N值变化

Fig.4 Changes of the TVB-N value of chilled pork treated with LAB culture solution and stored at (1±1)℃

从图5可看出，4组的TBA值达显著水平(P<0.05)，说明不同包装形式会影响冷却猪肉的脂肪氧化。本试验中，第3组TBA值变化最为平缓，第2组和对照组的TBA值变化也较慢，这是因为第3组的气调比例主要由CO<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>组成，第2组是真空包装，它们的包装中都无氧存在，无氧环境可抑制脂肪氧化。第4组TBA值变化在12 d前曲线很陡，是因为第4组的气调比例中含有一定浓度的氧气，氧气的存在势必加速肉中的脂肪氧化，12 d后本组TBA值又开始下降，可能是因为袋中的一些好氧微生物和兼性好氧微生物消耗掉其中的氧气，使脂肪氧化受到了抑制。腐败菌能够产生脂氧合酶，加速不饱和脂肪酸氧化生成乙醛，导致肉产生“氧化酸败”。氧化酸败是由于氧气的慢慢侵入和假单胞菌分解脂肪的作用共同引起的。

从图6可看出，处理2、3组和对照组在贮存过程中红度a值逐渐降低，由16.89降到12~14，而第

4组在贮存过程中, 红度a值始终保持较高水平, 到贮存末期时还可达到19.49。说明冷却猪肉采用乳酸菌发酵液处理, 并与气调比例2的包装方式结合, 可使冷却猪肉的红度值在贮存过程中能始终保持在20左右, 这时肉的色泽鲜红, 这是CO与肌红蛋白牢固结合形成羧基肌红蛋白的结果; 而真空包装的第1组和2组, 因袋内的氧分压低, 冷却肉表面的肌红蛋白无法与氧气发生反应生成氧合肌红蛋白, 而呈还原态的肌红蛋白, 而使肉呈现紫红色。第3组由于在CO<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>的混合气体中, 因CO<sub>2</sub>会溶解到肉的表面形成H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 使肌肉pH降低, 肉呈灰白色。

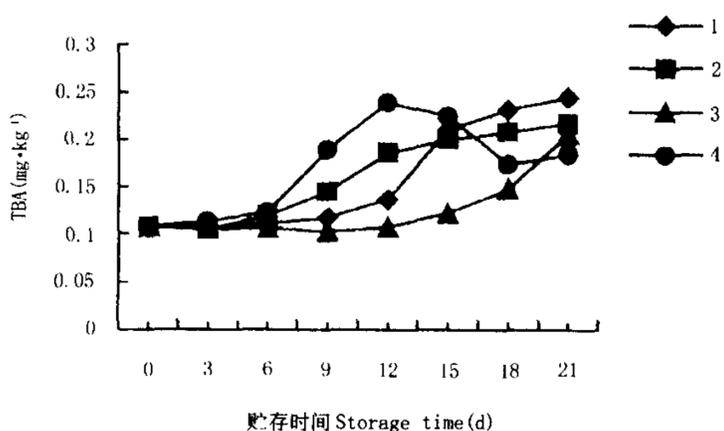


图5 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后经不同包装形式在冷藏过程中TBA值的变化

Fig.5 Changes of the TBA value of chilled pork treated with LAB culture solution and stored at (1 ± 1) °C

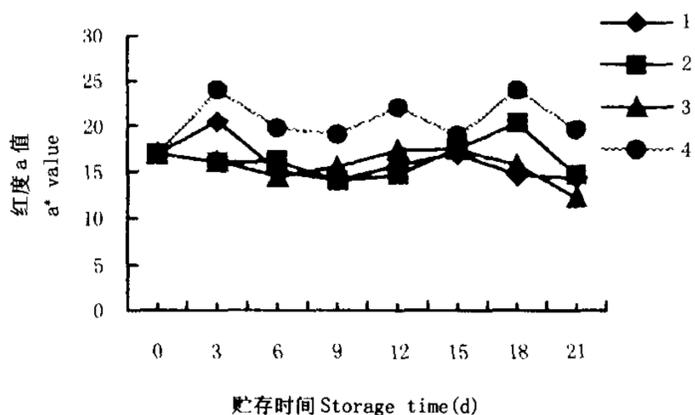


图6 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后经不同包装形式在冷藏过程中红度a值的变化

Fig.6 Changes of the a\* value of chilled pork treated with LAB culture solution and stored at (1 ± 1) °C

从图7可看出, 处理3和处理4与对照组在存过程中汁液流失率逐渐增加, 曲线较为平缓, 三者之间差异不显著 (P > 0.05)。而第2组汁液流失率均高于其它组, 差异显著 (P > 0.05)。说明冷却猪肉经乳酸菌发酵液处理后, 不适合真空包装。

从图8可看出, 第2、3和4组的pH在第1周基

本保持初始的pH, 第2周有下降的趋势, 第3组开始又快速上升。这说明经乳酸菌发酵液处理后, 由于乳酸菌发酵利用葡萄糖产生乳酸, 使肉的pH有所下降, 但第3周开始, 随着葡萄糖的耗尽, 产生乳酸的能力降低, 再加上肉中自溶酶的作用以及其它腐败菌的繁殖和产生的酶类作用, 分解氨基酸产生氨或胺类等碱性物质, 使肉的pH又开始较快的增长。对照组因没有优势菌—乳酸菌的作用, pH没有一个降低过程, 而是平缓的增加。

从表2可看出, 经乳酸菌发酵液处理的冷却猪

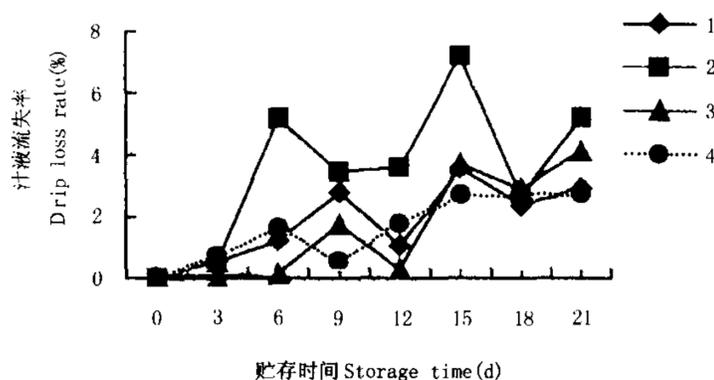


图7 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后在冷藏过程中汁液流失率的变化

Fig.7 Changes of the a\* value of chilled pork treated with LAB culture solution and stored at (1 ± 1) °C

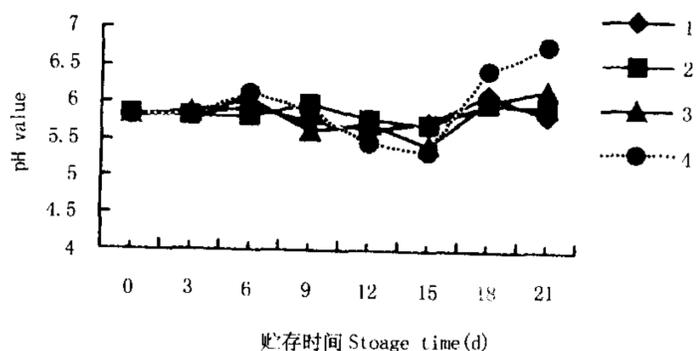


图8 乳酸菌发酵液处理冷却猪肉后在贮存过程中的pH变化

Fig.8 Changes of the pH value of chilled pork treated with LAB culture solution and stored at (1 ± 1) °C

表2 CP2-3#组在贮存第21天的生物胺含量

Table 2 Bio-amino concentration of CP2-3# group at 21th day of storage at (1 ± 1) °C

样品指标 Sample index	3# 保鲜液处理 Treated with 3# preservative solution (mg·kg <sup>-1</sup> )	
酪胺 Tyramine		0
腐胺 Putrescine		30.14
尸胺 Cadaverine		3.67
组胺 Histamine		0
精胺 Spermine		3.79
色胺 Tryptophan-amine		No test
亚精胺 Spermidine		3.01

肉, 在贮存末期的7种生物胺含量, 除腐胺含量较高外, 其它生物胺含量均较低, 特别是酪胺和组胺含量为0, 色胺未检出。腐胺和尸胺是氨基酸在分解和降解过程中形成的, 特别是腐胺是由于假单胞菌的蛋白分解作用产生的。从菌相分析可知, CP2-3#组在贮存末期的假单胞菌比例较高, 所以测定结果腐胺含量达到 $30.14 \text{ (mg} \cdot \text{kg}^{-1})$ 。

表3 冷却猪肉经发酵液处理和不同形式包装后在第8和21天的感官评定分

Table 3 Taste panel score of chilled pork treated with LAB culture solution and at 8th and 21th day of storage at  $(1 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$

时间 Time	组别 Group	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	综合打分 Total score
8th day	1	1.83	2.78	3.28	2.61	5.0	15.50
	2	2.17	2.11	3.44	2.56	5.0	15.28
	3	3.61	3.22	3.44	3.39	5.0	18.66
	4	4.44	3.06	3.56	4.06	5.0	20.12
21th day	1	3.81	3.32	3.80	2.0	2.0	14.93
	2	2.94	2.29	3.20	1.0	3.0	12.43
	3	2.91	3.11	2.77	5.0	4.0	17.79
	4	4.00	3.29	3.60	4.0	4.0	18.89

### 3 讨论

3.1 冷却猪肉经乳酸菌发酵液处理后在冷藏过程中, 就像发酵食品一样, 通过竞争性的抑制, 产生不同的抑菌物质, 包括乳酸、其它小分子物质(氢过氧化物、乙醇、 $\text{CO}_2$ 、丁二酮、苯甲酸等), 从而防止食品腐败, 保证食品安全<sup>[6]</sup>。和化学防腐不同, 生物防腐并不是简单地将乳酸菌培养物添加到食品中去起防腐作用, 而是一个动态的过程。抑菌的效果主要由所添加的乳酸菌培养物和被保鲜食品中的致病菌和腐败菌的生长速率以及产生抑菌物质和食品中致病菌繁殖产生毒素的速率决定的。这些因素反过来又受食品本身的内在特性和外部因素所影响。

3.2 本试验冷却猪肉经乳酸菌发酵液处理后, 真空包装组由于猪肉处于低氧分压, 使肌红蛋白以还原形式存在, 所以肉呈紫红色; 第一种气体成分可使冷却猪肉的货架期延长, 但由于环境无氧, 再加上较高的 $\text{CO}_2$ , 溶解到冷却肉的组织中后, 引起冷却肉表面pH值下降, 使一些肌原纤维变性, 变性的肌原纤维对入射光的反射发生变化, 造成冷却肉表面呈现灰褐色。第二种气体成分中含有微量CO。由于CO可与肉中的肌红蛋白结合, 生成稳定的鲜艳红色CO-Mb。Mb与CO的结合能力比其与氧的结合力高240倍左右, 因此, 很微量的CO就能保持肉的鲜红色。所以CP2-3#组在贮存过程中始终保持鲜红色。在贮存18d后, 其它组的色泽已变成灰褐色或灰白色, 而CP2-3#却仍为鲜红色, 具体护色机理还不清楚, 可能与乳酸菌的作用有关。

3.3 生物胺是由氨基酸在脱羧酶作用下经脱羧反应而形

### 2.4 各组在贮存第8和第21天时的感官评定

各组在贮存第8、21天时感官评定结果见表3。从表3可看出, 无论第8还是第21天, 从色泽、滋气味、组织状态、汁液流失率和肉汤透明度5个方面综合评定, 第4组的打分较高, 在第8天时为20.12分, 到贮存第21天时, 综合评分降为18.89, 但均比其它组高, 差异达显著水平( $P < 0.05$ )。

成, 这种反应由食品中细菌所产生的脱羧酶所催化。本试验冷却猪肉经乳酸菌发酵液处理, 贮存末期的优势菌是假单胞菌属, 所以产品贮存末期的腐胺含量相对较高, 但其它生物胺含量均较低。这是因为产品的贮存温度比较低, 不利于氨基酸在脱羧酶作用下的脱羧反应。

3.4 本次试验的贮存温度比较低, 乳酸菌在此条件下不易快速生长, 而是仅仅保持原有数量, 如果提高贮存温度可能会加强乳酸菌对致病菌的抑制作用, 但温度的提高又势必影响冷却猪肉的保质期。

3.5 本试验的CP2-3#组无论从微生物和理化指标, 还是从感官指标方面, 特别是鲜红色泽稳定性保持方面都是最理想的, 具体是由于乳酸菌发酵液的作用还是气调包装中CO和 $\text{CO}_2$ 的作用, 而且孰轻孰重? 难以判断, 但可以肯定一点, 这是两者综合保鲜的结果。由于乳酸菌的作用, 使冷却肉在贮存一开始即成为优势菌, 从而起到竞争性地抑制其它腐败菌的繁殖; 同时乳酸菌的作用产生的乳酸使冷却肉的pH降低、乳酸菌在代谢过程中所产生的细菌素对致病菌和腐败菌的抑制作用、以及 $\text{CO}_2$ 的抑菌作用和极微量CO的发色作用, 这几方面因素的共同作用使冷却猪肉的保质期长, 色泽稳定。

### References

- [1] Rodgers S. Preserving non-fermented refrigerated foods with microbial cultures—a review. *Trends in Food Science and Technology*, 2001, 12: 276-284.
- [2] Leroi F, Arbey N, Joffraud J J, Chevalier F. Effect of

- incubation with lactic acid bacteria on extending the shelf-life of vacuum-packed cold smoked salmon. *International Journal of Food Science and Technology*, 1996, 31:497-504.
- [3] Gilliland S E, Speck M L. Inhibition of psychrotrophic bacteria by *Lactobacilli* and *Pediococci* in nonfermented refrigerated foods. *Journal of Food Science*, 1975, 40: 903-904.
- [4] Brashears M M, Reilly S S, Gilliland S E. Antagonistic action of cells *Lactobacillus lactis* toward *Escherichia coli* O11:H7 on refrigerated raw chicken meat. *Journal of Food Protection*, 1998, 61(2):166-170.
- [5] Raccach M, Baker R C, Regenstein J M, Mulnix E J. Potential application of microbial antagonism to extended storage stability of a flesh type food. *Journal of Food Science*, 1979, 44(1):43-46.
- [6] Vescovo M, Torriani S, Orsi C, Macchiarolo F, Scolari G. Application of antimicrobial-producing lactic acid bacteria to control pathogens in ready-to-use vegetable. *Journal of Applied Bacteriology*, 1996, 81: 113-119.

(责任编辑 孙雷心)

## 欢 迎 订 阅

《西南农业学报》是由西南六省、市农科院(所)联合主办的国内外公开发行的综合性农业学术期刊,是中国科技核心期刊。本刊立足大西南,面向国内外,主要刊登农学、林学、植(森)保、园艺、土壤农化、畜牧、兽医、农业机械与电子工程、水利和建筑工程、食品科学等的基础理论研究和应用技术理论研究方面具有创见的学术论文、领先水平的科研成果、学术报告、研究简报,有新意的文献综述及学术动态、科研成果、新品种介绍等。双月刊,128页,大16开,每期定价10元,全年60元。邮发代号62-152,全国各地邮局均可订阅。欢迎广大读者踊跃投稿和订阅。地址:成都市静居寺路20号省农科院情报所内;邮编:610061;电话:(028)84504192。

《生物技术通报》是农业部主管、中国农业科学院科技文献信息中心主办、中国农业科学院生物技术研究所和中国农学会高新技术农业应用专业委员会合办的国家级综合性科技刊物。内容包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、生化工程、蛋白质工程以及生物工程的应用、研究现状和新的实验技术与方法等。设有专家论坛、综述与专论、研究报告、技术与方法、成果与应用、国际交流、国外动态、国内信息、文摘等栏目;报道内容新,信息量大,实用性强。主要读者对象是从事农业、医药、食品、环保等生物技术领域研究的科研和教学人员、主管部门管理人员、生物技术产业策划人员、风险投资者和高校学生。双月刊,大16开,64页,逢双月26日出版,每期定价10元,全年定价60元。统一刊号:CN11-2396/Q,国际标准刊号:ISSN1002-5464。可在当地邮局订阅,邮发代号:18-92,也可直接向编辑部订阅(免邮费)

《农业质量标准》是由中国农业科学院主办的专业性科技期刊。主要栏目:本刊特稿、专家点评、专题访谈、政策法规、农产品质量安全、农业标准化、无公害食品行动、标准制定与实施、质量认证与管理、质量监督与检验、检验检测体系建设、农业标准公告、研究与探讨、质检中心之窗、名企名品、市场信息与动态、海外博览、编读园地、广告信息等。读者对象:与农业质量标准和农产品质量安全有关的各级行政管理、科研教学、检验检测、技术推广、生产企业等部门的相关人员。双月刊,逢双月10日出版。大16开本,彩色四封,48页。全国各地邮局(所)均可订阅,也可直接到本刊编辑部办理订阅手续。邮发代号:82-223,每册定价6.00元,全年36.00元。地址:北京中关村南大街12号中国农业科学院;邮政编码:100081;联系电话:(010)62138026,传真:(010)62138026;E-mail: aqs@caas.net.cn。