

冷却肉栅栏保鲜工艺优化

张根生*, 姜艳, 张毅超, 姚焯

(哈尔滨商业大学食品工程学院, 哈尔滨 150076)

摘要: **目的** 以新鲜猪肉为原料, 开发一种能延长冷却肉货架期的保鲜工艺。**方法** 根据栅栏因子理论选取3种栅栏因子, 研究低温冷藏、紫外灭菌和天然保鲜液对冷却肉综合保鲜的影响。在单因素基础上, 通过正交试验, 以菌落总数和挥发性盐基氮(TVB-N)值为评价指标。**结果** 紫外灭菌(20 W、90 s和30 cm)+天然保鲜液配方(ϵ -聚赖氨酸0.5%、茶多酚1.75%和植酸0.3%)能在4℃保存18 d。**结论** 根据栅栏技术因子保鲜理论, 采用多种栅栏因子的科学组合能有效将货架期从4 d延长至18 d。

关键词: 冷却肉; 栅栏技术; 保鲜工艺; 优化

Optimization on refreshment process in chilled meat hurdle preservative technology

ZHANG Gen-Sheng*, JIANG Yan, ZHANG Yi-Chao, YAO Ye

(College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

ABSTRACT: Objective To develop a new technology for prolonging the shelf life of chilled meat using fresh pork as raw material. **Methods** According to the theory of barrier factors, 3 kinds of barrier factors were selected to study the effect of low temperature, UV-C, and natural fresh keeping agents on the preservation of chilled meat. Based on the single factor, the total numbers of colony and total volatile basic nitrogen (TVB-N) were evaluated by orthogonal test. **Results** After process of UV-contamination control (20 W, 90 s, 30 cm)+natural preservation fluid formulations (ϵ -polylysine 0.5%, tea polyphenol 1.75% and phytic acid 0.3%) + vacuum packaging, products could maintain refresh under refrigerated (4℃) for 18 d without corruption or deterioration. **Conclusion** Based on the theory of the technology factor of the fence, the combination of a variety of fence factor can effectively extend the shelf life from 4 d to 18 d.

KEY WORDS: chilled meat; hurdle technology; preservation technology; optimization

1 引言

栅栏技术^[1]是由 Leistner(德国肉类研究中心微生物和毒理学研究所所长)在长期研究的基础上率先提出。其作用机制是利用存在于肉制品内部用来阻止残留致病菌和病原菌生长繁殖的因子, 以其复杂的

交互作用来控制微生物的腐败、产毒或有益发酵, 从而使肉制品达到其固有的可贮藏性和卫生安全性。把存在于肉制品中的这些起控制作用的因子, 称作栅栏因子(hurdles)。栅栏因子共同防腐作用的内在统一, 称作栅栏技术。利用多个栅栏因子协同作用, 能够最大限度地防止微生物的生长繁殖^[2]。Karthkeyan^[3]、

*通讯作者: 张根生, 博士, 教授, 主要研究方向为畜产品加工。E-mail: zhanggsh@163.com

*Corresponding author: ZHANG Gen-Sheng, Ph.D, Professor, College of Food Engineering, Harbin University of Technology, Harbin 150076, China. E-mail: zhanggsh@163.com

Saxena^[4]、Chawla^[5]、Thomas^[6]和 Tang^[7]等诸多学者研究发现, 多个栅栏因子协同作用可以显著延长食品的货架期。孙京新等^[8]对冷却肉减少初始菌数工艺进行研究, 对现有的喷淋工艺进行调整, 采用乳酸和水配合喷淋的方法进行处理, 结果表明: 采用热分割, 劈半后冲洗 1 min、乳酸喷淋 1 min 对微生物去污染效果显著。邓明等^[9]将复合保鲜剂[0.05% Nisin+0.112% 乙二胺四乙酸(EDTA)+0.054% 山梨酸钾]添加到冷却猪肉中, 并添加 0.005% 茶多酚抗氧化剂, 真空包装, 2 kGy 辐照, (4±1) °C 贮藏 21 d 时, 各项指标仍处于国标允许的鲜肉范围以内。本试验根据国内外学者对一些保鲜剂的抑菌、保鲜作用及机制研究^[10-15], 选出对冷却肉品保鲜效果较好的 3 个栅栏因子, 分别为低温冷藏、紫外减菌和天然保鲜剂, 使冷却肉货架期明显延长, 取得了较好的保鲜效果。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

冷却肉(市售); ϵ -聚赖氨酸(郑州拜纳佛生物工程股份有限公司); 茶多酚(河南旗诺食品配料有限公司); 植酸(上海彤源化工有限公司); MRS 固体培养基(北京奥博星生物科技有限责任公司)。

2.2 仪器与设备

ZHWY-2102C 型恒温培养箱(上海智城分析仪器制造有限公司); SCOUT 型电子天平(梅特勒-托利多常州衡器有限公司); 721E 型紫外可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司); SYQ-DSX-280B 型高压灭菌锅(上海申安医疗器械厂); 超净工作台(苏州佳宝净化工程设备有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 工艺流程

原料肉→预处理→切割→紫外处理→添加天然保鲜液→沥干→冷藏→检测。

2.3.2 操作要点

原料肉: 选择卫生检验合格的新鲜瘦猪肉。

预处理及切割: 将选购好的鲜肉, 在无菌操作台内除去其表面筋膜、脂肪, 修整后分割成形状较规则的小块, 每块重约 100 g, 放进(4±1) °C 的冰箱中备用。

紫外处理: 紫外灯照射减少初始菌量。

添加天然保鲜液: 将切好的肉块放入相应的天然保鲜液中浸泡 5~10 min。

沥干: 将浸泡好的肉块取出沥干 10 min 以降低肉品表面的水分含量。

冷藏及检测: 将包装好的冷却肉放置在 4 °C 条件下冷却保藏, 每间隔几天检测 1 次指标。

2.3.3 指标测定

(1) 感官评分标准

参照 GB 2707-2005《鲜冻畜肉卫生标准》进行^[16]。由 10 名经培训的人员对肉样进行感官评定并评分满分为 30 分(表 1)。

表 1 感官评分标准
Table 1 Sense grade standard

项目	偏好	得分	评分标准
色泽	好	10~9	颜色鲜红, 有光泽
	一般	8~7	颜色暗红, 无光泽
	差	6~0	色泽灰暗或苍白, 无光泽
组织状态	好	10~9	弹性好, 无汁液流失
	一般	8~7	弹性一般, 汁液流失较多
	差	6~0	无弹性, 汁液大量流失
气味	好	10~9	鲜猪肉特有气味
	一般	8~7	少有氨味
	差	6~0	有腐败气味, 不能接受

(2) 菌落总数

参照 GB 4789.2-2010《食品卫生微生物学检测菌落总数测定》^[17]。

(3) pH 值的测定

参照 GB/T 9695.5-2008 肉与肉制品 pH 测定^[18]。

(4) TVB-N 值的测定

参照 GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》中的半微量凯氏定氮法进行^[19]。

(5) 硫代巴比妥酸(TBA)值的测定

参照夏天兰^[20]方法进行测定。

2.3.4 单因素试验

根据对有关资料及预实验结果, 选择 ϵ -聚赖氨酸、茶多酚和植酸进行单因素试验, 各单因素的因素水平见表 2。单因素试验以菌落总数和 TVB-N 值作为冷却肉新鲜度的评价指标。

表2 单因素试验设计
Table 2 Single factor design test

水平	因素		
	ϵ -聚赖氨酸/%	茶多酚/%	植酸/%
空白组	0	0	0
1	0.3	0.25	0.1
2	0.5	0.75	0.2
3	0.7	1.25	0.3
4	0.9	1.75	0.4
5	1.1	2.25	0.5

2.3.5 复合保鲜剂筛选正交试验

在单因素试验基础上, 选用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计表。用复合保鲜液处理冷却猪肉后, 置于 $0\sim 4\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下贮藏 8 d, 以菌落总数和 TVB-N 值为评价指标, 考查几种保鲜液的复配效果, 以确定最优的复合保鲜液配方。

2.3.6 综合保鲜效果的试验设计

将试验分成 2 组, 分别为空白对照组和综合保鲜组, 见表 3, 空白对照组用无菌蒸馏水浸渍 5 min, 用保鲜膜覆盖, 无菌托盘包装。综合保鲜组用 20 W 灯的紫外灯照射(90 s、30 cm), 然后用配制好的 ϵ -聚赖氨酸、茶多酚和植酸的保鲜液浸渍 5 min, 托盘包装, 放入 $(4\pm 1)\text{ }^\circ\text{C}$ 的冰箱中贮藏, 在第 0、3、6、9、12、15 和 18 d 分别测定感官评价、菌落总数、TVB-N 值、TBA 值及 pH 值等各项指标。

表3 试验设计
Table 3 Experiment design

组别	处理方式	包装形式
1(空白对照组)	未做处理	托盘包装
2(综合保鲜组)	紫外减菌(90 s、30 cm)+ 最优保鲜液配方	托盘包装

3 结果与分析

3.1 单一保鲜剂对冷却肉贮藏期间的影响

3.1.1 ϵ -聚赖氨酸添加量对菌落总数和 TVB-N 的影响

由图 1 和图 2 可知, 空白组的菌落总数和 TVB-N 值 0~10 d 内迅速上升, 第 6 d 菌落总数和 TVB-N 值分别达到 5.73 cfu/g 和 22.43 mg/100 g; 不同浓度保鲜

液的菌落总数和 TVB-N 值明显低于空白组, 说明保鲜液对冷却肉中的腐败微生物具有较好的抑制效果; 随着 ϵ -聚赖氨酸浓度的增加, 抑菌的效果越明显, 0.90% 与 1.10% 之间抑菌的效果差异不显著 ($P < 0.05$), 表明在 0.70%、0.90% 已达到最优抑菌效果。第 8 d 浓度为 0.90%、1.10% 的 ϵ -聚赖氨酸的菌落总数和 TVB-N 值仍在国家规定的鲜肉标准范围内。

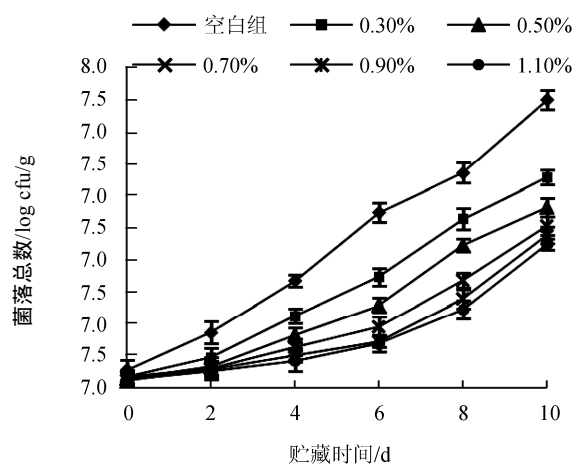


图1 不同浓度 ϵ -聚赖氨酸在贮藏期间对菌落总数的影响
Fig. 1 Effect of different ϵ -polylysine concentration on total bacterial count during storage

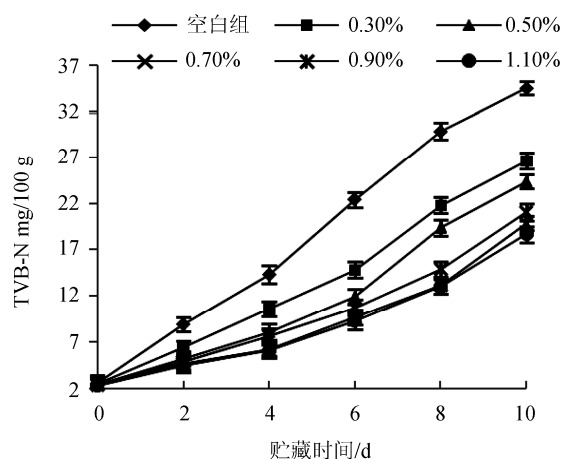


图2 不同浓度 ϵ -聚赖氨酸在贮藏期间对 TVB-N 值的影响
Fig. 2 Effect of Different of ϵ -polylysine concentration on TVB-N value during storage

3.1.2 茶多酚添加量对菌落总数的影响

由图 3 和图 4 可知, 空白组的菌落总数和 TVB-N 值 0~10 d 内迅速上升, 第 6 d 菌落总数和 TVB-N 值

达到 6.52 cfu/g 和 22.43 mg/100 g; 不同浓度保鲜液菌落总数和 TVB-N 值明显低于空白组, 说明保鲜液对冷却肉中的腐败微生物具有较好的抑制效果; 随着茶多酚浓度的增加, 抑菌的效果越明显, 1.75% 与 2.25% 之间抑菌的效果差异不显著 ($P < 0.05$), 表明在 1.25%、1.75% 已达到最优抑菌效果。第 8 d 浓度为 1.25%、1.75% 茶多酚的菌落总数和 TVB-N 值仍在国家规定的鲜肉标准范围内。

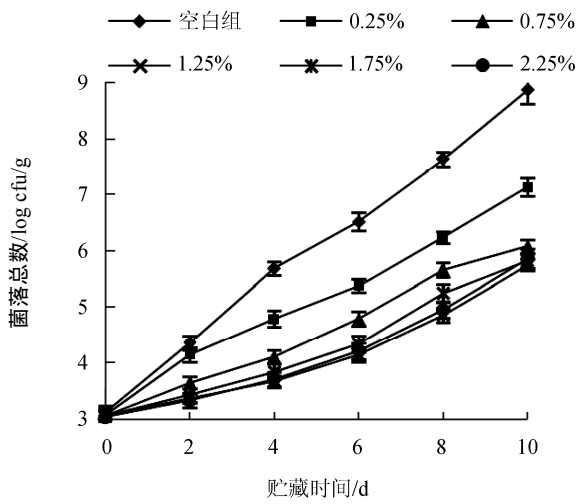


图 3 不同浓度茶多酚在贮藏期间的菌落总数的影响
Fig. 3 Effect of different tea polyphenol concentration on total bacterial count during storage

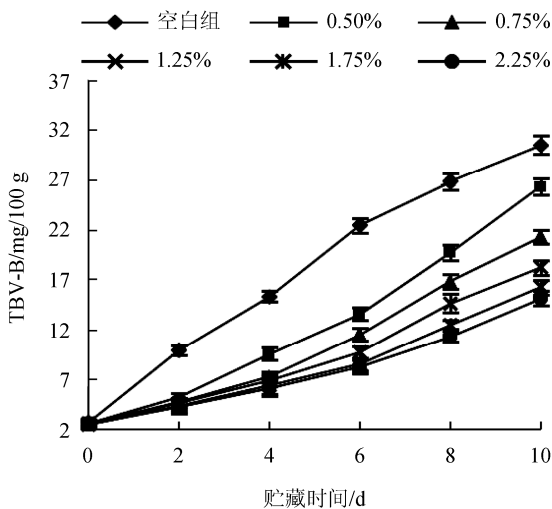


图 4 不同浓度茶多酚在贮藏期间对 TVB-N 值的影响
Fig. 4 Effect of different tea polyphenol concentration on TVB-N value during storage

3.1.3 植酸添加量对菌落总数和 TVB-N 值的影响

由图 5 和图 6 可知, 空白组的菌落总数和 TVB-N 值 0~10 d 内迅速上升, 第 6 d 菌落总数和 TVB-N 值达到 6.12 cfu/g 和 22.43 mg/100 g; 不同浓度保鲜液菌落总数和 TVB-N 值明显低于空白组, 说明保鲜液对冷却肉中的腐败微生物具有较好的抑制效果; 随着植酸浓度的增加, 抑菌的效果越明显, 1.75% 与 2.25% 之间抑菌的效果差异不显著 ($P < 0.05$), 表明在 1.25%、1.75% 已达到最优抑菌效果。第 8 d 浓度为 0.3%、0.4% 植酸的菌落总数和 TVB-N 值仍在国家规定的鲜肉标准范围内。

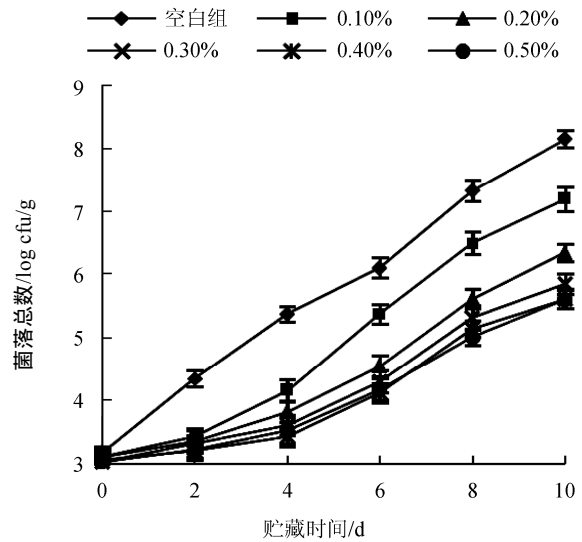


图 5 不同浓度植酸在贮藏期间对菌落总数的影响
Fig. 5 Effect of different phytic acid concentration on total bacterial count during storage

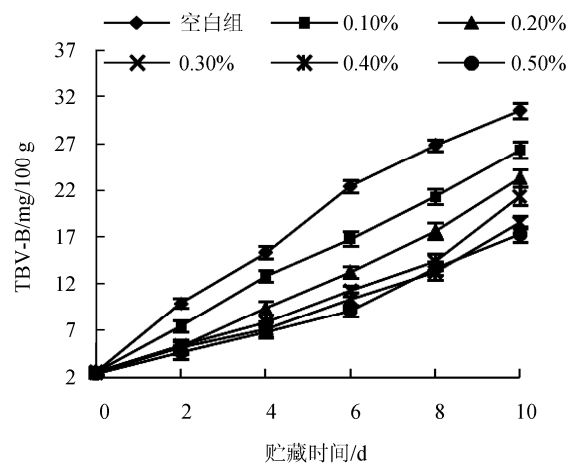


图 6 不同浓度植酸在贮藏期间对 TVB-N 值的影响
Fig. 6 Effect of different of phytic acid concentration on TVB-N value during storage

3.2 天然保鲜液的正交试验结果

由表4正交试验结果、表5菌落总数方差分析及表6 TVB-N值方差分析的结果可以看出,各因素对菌落总数影响的主次顺序为 $A>B>C$,对TVB-N值影响的主次顺序为 $A>C>B$ 。根据水平平均值(K)可以得

出相对于各指标的最优水平组为:菌落总数($A_3B_2C_2$), TVB-N值($A_1B_2C_2$)。由于各指标单独分析的优水平不一致,经综合分析后,确定的较优水平组合为 $A_1B_2C_2$,即 ϵ -聚赖氨酸0.5%、茶多酚1.25%、植酸0.3%为最佳保鲜液配方。

表4 试验方案及试验结果
Table 4 Testing program and results

试验号	因素				菌落总数/(cfu/g)	TVB-A/(mg/100 g)
	ϵ -聚赖氨酸/%	茶多酚/%	植酸/%	空列		
1	-1(0.5)	-1(0.75)	-1(0.2)	-1	4.41	14.70
2	-1	0(1.25)	0(0.3)	0	4.21	13.13
3	-1	1(1.75)	1(0.4)	1	4.19	13.36
4	0(0.7)	-1	0	1	3.67	14.40
5	0	0	1	-1	3.74	14.18
6	0	1	-1	0	4.09	14.82
7	1(0.9)	-1	1	0	3.55	15.43
8	1	0	-1	1	3.27	15.21
9	1	1	0	-1	3.43	14.47
K_1	12.81	11.46	11.76	11.58		
K_2	11.49	11.22	11.31	11.85		
K_3	10.26	11.70	11.49	11.13		
菌落总数	k_1	4.27	3.88	3.92	3.86	
	k_2	3.83	3.74	3.77	3.95	
	k_3	3.42	3.90	3.83	3.71	
	R	0.85	0.16	0.15	0.240	
优水平	A_3	B_2	C_2	D_3		
	K_1	41.19	44.52	44.73	43.35	
	K_2	43.41	42.51	42.00	43.38	
	K_3	45.12	42.66	42.96	42.96	
TVB-A值	k_1	13.73	14.84	14.91	14.45	
	k_2	14.47	14.17	14.00	14.46	
	k_3	15.04	14.22	14.32	14.32	
	R	1.307	0.67	0.91	0.137	
优水平	A_1	B_2	C_2	D_3		

表5 正交试验结果方差分析
Table 5 Orthogonal test results and variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
A	1.092	2	30.33	19.000	*
B	0.046	2	1.278	19.000	
C	0.036	2	1.000	19.000	
空列	0.088	2	2.444	19.000	
误差	0.04	2			

表 6 正交试验结果方差分析
Table 6 Orthogonal test results and variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
A	2.575	2	73.571	19.000	*
B	0.843	2	24.086	19.000	*
C	1.277	2	36.486	19.000	*
空列	0.035	2	1.000	19.000	
误差	0.04	2			

3.3 综合保鲜效果对冷却肉的影响

3.3.1 综合保鲜过程中感官评分的变化

由图 7 可知, 空白对照组中的感官评分在贮藏过程中呈快速下降的趋势, 而经过综合保鲜处理的肉样下降相对缓慢。空白对照组在 d 6 低于 14.14 分, 之后迅速下降, 成为腐败肉; 经过综合保鲜组处理的肉样在 d 18 时感官评分没有超过 20.05 分, 说明本试验所用综合保鲜组的保鲜效果十分明显, 能达到延长冷却肉贮藏时间的效果。

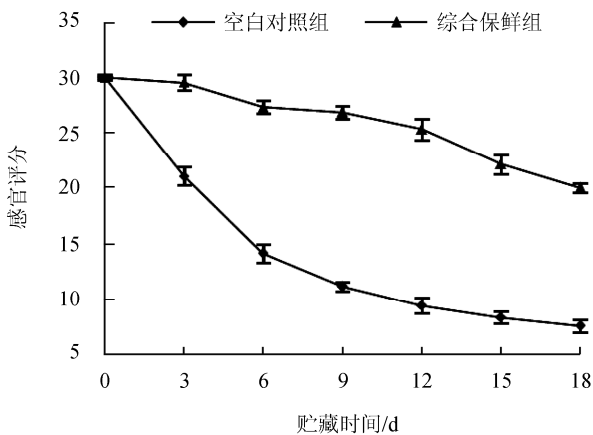


图 7 冷却肉在贮藏过程中感官评分的变化
Fig. 7 Chilled meat sensory evaluation during storage

3.3.2 综合保鲜过程中菌落总数的变化

由图 8 可知, 空白对照组中的菌落总数在贮藏过程中呈上升的趋势, 而经过综合保鲜组处理的肉样上升相对缓慢。国际规定冷却肉一级鲜度菌落总数在 10^4 cfu/g 以下, 腐败肉的菌落总数在 10^6 cfu/g 以上^[17]。对照组在 d 6 达到 6.37 log(cfu/g), 成为腐败肉;

经过综合保鲜组处理的肉样在 d 18 时菌落总数仍低于 4.00 log(cfu/g), 为 3.99 log(cfu/g), 说明本试验所用综合保鲜组的保鲜效果十分明显, 能达到延长冷却肉贮藏时间的效果。

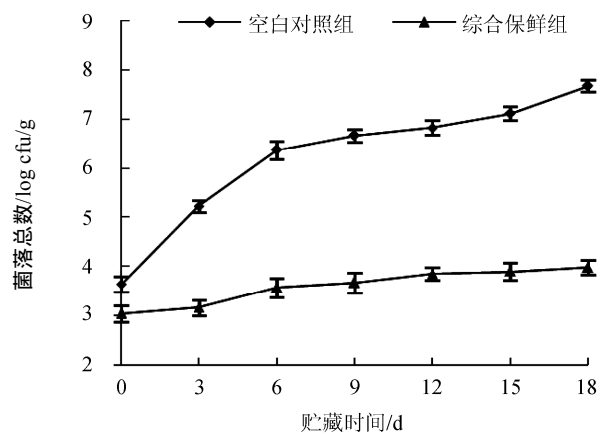


图 8 冷却肉在贮藏过程中菌落总数的变化
Fig. 8 Changes of total bacterial count of chilled meat during storage

3.3.3 综合保鲜过程中 TVB-N 值的变化

由图 9 可知, 空白对照组中的 TVB-N 在贮藏过程中呈上升的趋势, 而经过综合保鲜组处理的肉样上升相对缓慢。国际规定冷却肉一级鲜度 TVB-N 15.8 mg/100 g, 腐败肉的 TVB-N 值在 25 mg/100 g 以上^[19]。空白对照组在 d 3 达到 16.61 mg/100 g, 之后迅速上升, 到 d 6 后便超出 25.36 mg/100 g 成为腐败肉; 经过综合保鲜组的肉样在 d 18 时 TVB-N 值仍低于 15 mg/100 g, 为 14.1 mg/100 g, 说明本试验所用综合保鲜组的保鲜效果十分明显, 能达到延长冷却肉贮藏时间的效果。

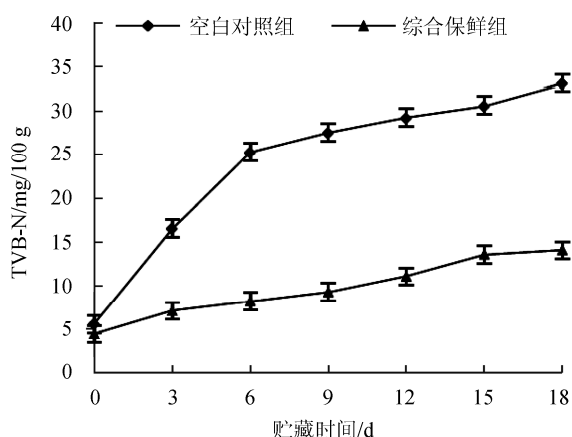


图9 冷却肉在贮藏过程中 TVB-N 的变化

Fig. 9 Changes of TVB-N value of chilled meat during storage

3.3.4 综合保鲜过程中 TBA 值的变化

由图 10 可知, 空白对照组中的 TBA 在贮藏过程中呈上升的趋势, 而经过综合保鲜组处理的肉样上升相对缓慢。国际规定冷却肉一级鲜度 TBA 值在 0.202~0.664 mg/100 g 之间, 腐败肉的 TBA 值在 1.0 mg/100 g 以上^[20]。空白对照组在 d 3 达到 0.72 mg/100 g, 之后迅速上升, 到 d 9 后便超出 1.01 mg/100 g, 成为腐败肉; 经过综合保鲜组处理的肉样在 d 18 时 TBA 值仍低于 0.664 mg/100 g, 为 0.62 mg/100 g, 说明本试验所用综合保鲜组的保鲜效果十分明显, 能达到延长冷却肉贮藏时间的效果。

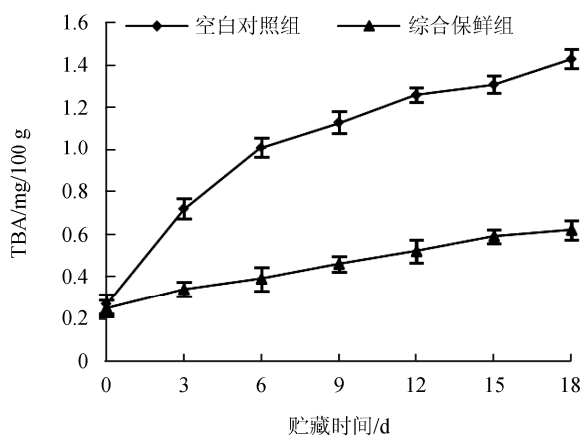


图 10 冷却肉在贮藏过程中 TBA 的变化

Fig. 10 Changes of TBA value of chilled meat during storage

3.3.5 综合保鲜过程中 pH 值的变化

由图 11 可知, 空白对照组中的样品 pH 在贮藏过程中呈上升的趋势, 而经过综合保鲜组处理的肉样上升相对缓慢。国际规定冷却肉一级鲜度 pH 值 6.2, 腐败肉的 pH 值在 6.7 以上^[18]。空白对照组在 d 3 达到 5.38, 之后迅速上升, 到 d 6 后便超出 6.64, 成为腐败肉; 而对经过综合保鲜组处理的肉样在 d 18 时 pH 值仍低于 6.2, 为 6.14, 说明本试验所用综合保鲜组的保鲜效果十分明显, 能达到延长冷却肉贮藏时间的效果。

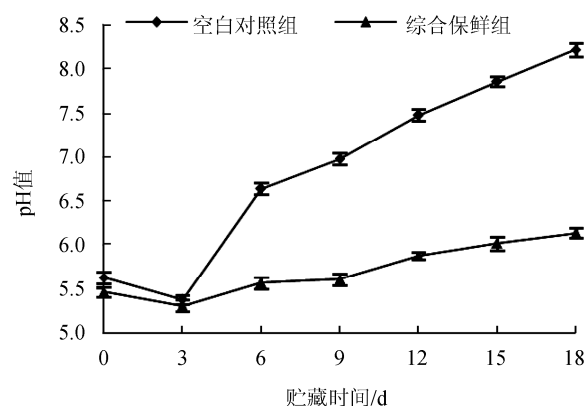


图 11 冷却肉在贮藏过程中 pH 的变化

Fig. 11 Changes of pH value of chilled meat during storage

3.4 结果

本实验采用正交试验设计, 确定复合保鲜液的最佳配比为 ϵ -聚赖氨酸 0.5%、茶多酚 1.25%、植酸 0.3%。将对各栅栏因子研究得到的最佳条件综合运用到冷却肉的保鲜效果研究中, 通过综合保鲜实验研究发现, 紫外处理(20 W、90 s、30 cm)+保鲜剂(ϵ -聚赖氨酸 0.5%、茶多酚 1.25%、植酸 0.3%)的贮藏方式能有效延长冷却肉的保鲜期, 并在 18 d 时各项指标仍处于国标允许的鲜肉范围以内。

4 讨论

虽然冷却肉始终处于冷却状态, 大多数微生物的生长和繁殖受到抑制, 但冷却不能完全抑制腐败菌的生长, 在 0 °C 左右腐败菌仍会继续繁殖。特别是在贮存和销售过程中由于外界环境因素影响常出现表面褪色现象, 严重影响其外观和品质。冷却肉的货

架期成为限制冷却肉快速发展的主要瓶颈。如何降低冷却肉的初始菌数和抑制残留微生物的生长繁殖是延长冷却肉货架期的关键问题。本实验采用栅栏技术, 在低温冷藏条件下以紫外处理减少初始菌数, 添加天然保鲜液抑制微生物的生长、繁殖的方法, 最大限度的延长冷却肉的货架期。

参考文献

- [1] Leistner L. Handle technology applied to meat products of the shelf stable product and intermediate moisture food types [M]. Oordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1985.
- [2] 王满生. 多靶栅栏技术在草鱼贮藏过程中对微生物腐败的控制研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2012.
Wang MS. Study on the control of microbial spoilage during storage of grass carp by multi target hurdle technology [D]. Changsha: Changsha University of Science and Technology, 2012.
- [3] Karthikeyan J, Kumar S, Anjaneyulu ASR. *et al.* Application of hurdle technology for the development of caprine keema and its stability at ambient temperature [J]. Meat Sci, 2000, 54(1): 9–15.
- [4] Saxena S, Mishra BB, Chander R, *et al.* Shelf stable intermediate moisture pineapple sciles using hurdle technology [J]. LWT-Food Sci Technol, 2009, 42(10): 1681–1687.
- [5] Chawla SP, Chander R, Sharma A. Safe and shelf-stable natural casing using hurdle technology [J]. Food Control, 2006, 17(2): 127–131.
- [6] Thomas R, Anjaneyulu ASR, Kondaiah N. Development of shelf pork sausages using hurdle technology and their quality at ambient temperature [(37±1) °C] storage [J]. Meat Sci, 2008, 79(1): 1–12.
- [7] Tang J. Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef pre-served by sous vide packaging [J]. Food Control, 2006, 17(3): 171–175.
- [8] 孙京新, 邹晓葵, 周光宏. 同工艺条件对猪胴体和冷却猪肉微生物去污染效果的影响[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(7): 1–5.
Sun JX, Zou XK, Zhou GH. Effects of the same process conditions on microbial contamination of pig carcasses and chilled pork [J]. Food Ferment Ind, 2003, 29 (7): 1–5.
- [9] 邓明. 栅栏技术在冷却猪肉保鲜中的应用[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
Deng M. The application of technology in the preservation of chilled pork [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2006.
- [10] Blixt Y, Borch E. Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef [J]. Meat Sci, 2002, 60(4): 371–378.
- [11] 罗欣, 朱燕. 乳酸钠在牛肉冷却肉保鲜中的应用研究[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(3): 1–5.
Luo X, Zhu Y. Study on the application of in the preservation of chilled meat of beef [J]. Food Ferment Ind, 2000, 26(3): 1–5.
- [12] 王树林. 鲜肉保鲜技术的应用及研究现状[J]. 肉类工业, 2002, (12): 18–22.
Wang SL. Application and research status of meat preservation technology [J]. Meat Ind, 2002, (12): 18–22.
- [13] Jensen JM, Robbins KL, Ryan KJ, *et al.* Effects of lactic and acetic acid salts on quality characteristics of enhanced pork during retail display [J]. Meat Sci, 2003, 63(4): 501–508.
- [14] Bell RG, Penney N, Gilbert KV, *et al.* The chilled storage life and retail display performance of vacuum and carbon dioxide packed hot deboned beef striploin [J]. Meat Sci, 1996, 42(4): 371–386.
- [15] Hee C, Koo BC. Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with *Listeria monocy to genes* [J]. Meat Sci, 2003, 65(1): 531–537.
- [16] GB2707-2005 鲜冻畜肉卫生标准 [S].
GB2707-2005 Hygienic standard for fresh (frozen) meat of livestock [S].
- [17] GB 4789.2-2010 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2-2010 Food microbiological examination Aerobic plate count [S].
- [18] GB/T 9695.5-2008 肉与肉制品 pH 测定[S].
GB/T 9695.5-2008 Meat and meat products pH determination [S].
- [19] GB/T5009 44-1996 肉与肉制品卫生标准的分析方法[S].
GB/T5009 44-1996 Analysis method for health standard of meat and meat products [S].
- [20] 夏天兰. 天然保鲜剂对冷却猪肉保鲜效果的研究[D]. 成都: 西华大学, 2009.
Xia TL. Study on the effect of natural preservatives on the preservation of chilled pork [D]. Chengdu: Xihua University, 2009.

(责任编辑: 金延秋)

作者简介



张根生, 教授, 主要研究方向为畜产品加工。

E-mail: zhanggsh@163.com