

菊粉天然复合保鲜剂对冷鲜猪肉保鲜效果的影响

徐畅, 蔡明迪, 刘秋, 于基成

(大连民族大学 生命科学学院, 辽宁 大连 116600)

摘要: **目的** 通过研究菊粉天然复合保鲜剂对冷鲜猪肉保鲜效果的影响, 为冷鲜猪肉保鲜提供实验数据基础。**方法** 以冷鲜猪肉的感官评价为依据, 分别采用单因素实验和响应面法优化菊粉天然复合保鲜剂(菊粉、壳聚糖、茶多酚和 Nisin) 配方, 并考察其对贮藏期冷鲜猪肉感官品质、pH 值、汁液流失率、脂肪氧化程度(TBA 值)和菌落总数等指标的影响。**结果** 得到了菊粉天然复合保鲜剂的优化配方, 菊粉为 35.2 g/L, 壳聚糖为 21.5 g/L, 茶多酚为 9.5 g/L, Nisin 为 0.16 g/L。优化的菊粉天然复合保鲜剂可改善冷鲜猪肉的感官品质, 减少汁液流失, 减缓 pH 值和 TBA 值的升高及抑制细菌生长速度。在 4 °C 贮藏条件下, 可使冷鲜猪肉的货架期延长 6 d。**结论** 菊粉天然复合保鲜剂能有效保持冷鲜猪肉的商品价值, 可用于冷鲜猪肉的保鲜。

关键词: 冷鲜猪肉; 菊粉; 天然保鲜剂; 保鲜

中图分类号: TS205.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)19-0008-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.19.002

Effect of Inulin Nature Compound Preservative on Chilled Pork during Refrigerated Storage

XU Chang, CAI Ming-di, LIU Qiu, YU Ji-cheng

(College of Life Science, Dalian Minzu University, Dalian 116600, China)

ABSTRACT: This work aims to study the effect of inulin natural compound preservative on chilled pork, and provide experimental data for fresh keeping of chilled pork. Based on the sensory evaluation of chilled pork, the formula of inulin natural compound preservative (including inulin, chitosan, tea polyphenol and Nisin) was optimized by single factor experiment and response surface methodology. And its effects on sensory quality, pH value, drip loss rate, oxidation degree of fat (TBA value) and total bacteria count of chilled pork during storage were investigated. The optimal formula of inulin natural composite preservative was obtained, including 35.2 g/L of inulin, 21.5 g/L of chitosan, 9.5 g/L of tea polyphenol and 0.16 g/L of Nisin. The optimized inulin natural composite preservative can improve the sensory quality of chilled pork, reduce drip loss, slow down the increase of pH and TBA value, inhibit the growth rate of bacteria,. It can also prolong the shelf life of chilled pork more than 6 days at 4 °C. The inulin natural compound preservative can effectively maintain the commercial value of chilled pork, and can be used to preserve the chilled pork.

KEY WORDS: chilled pork; inulin; natural preservative; fresh keeping

收稿日期: 2020-04-29

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31770006)

作者简介: 徐畅(1995—), 女, 大连民族大学硕士生, 主攻食品质量与安全控制。

通信作者: 于基成(1968—), 男, 博士, 大连民族大学教授, 主要研究方向为食品质量与安全控制。

冷鲜肉是指严格按照国家的检验检疫标准,在标准卫生条件下,对屠宰后的畜禽胴体迅速进行冷却处理,使肉的中心温度在24 h内降至0~4℃,并在后续的加工、流通以及销售等环节,始终保持在0~4℃低温的生鲜肉^[1]。冷鲜肉由于肉质细嫩,营养易被人体吸收而深受消费者喜爱。虽然冷鲜肉在整个加工及流通过程中始终处于低温环境,可降低肉品的初始菌数,但即使在低温下贮运和销售,也很难抑制由一些微生物和酶引起的腐败变质^[2]。为防止其腐烂变质,保持营养成分、色、味不变,冷鲜肉保鲜技术(如保鲜防腐剂、包装技术、辐射保鲜技术、涂膜保鲜技术等)应运而生^[3-5]。近年来,由于化学保鲜剂存安全隐患等问题,天然保鲜剂的研究和应用是当下研究的热点。

天然保鲜剂具有来源广、抑菌谱广、抗氧化和安全性高等特点,按来源主要分为动物源、植物源以及微生物源等保鲜剂^[6]。目前,国内外对冷鲜肉天然保鲜剂研究较多的包括壳聚糖^[7]、茶多酚^[8]和乳酸链球菌素(Nisin)^[9]等。相较于单一保鲜剂,天然复合保鲜剂因其具有较好的抑菌和抗氧化效果^[6,10],可减缓pH值、TBA值和汁液损失率的升高^[10],所以可以更好提高冷鲜肉的保鲜效果和延长货架期^[6,11]。

菊粉是由D-呋喃果糖分子通过 β -(2 \rightarrow 1)糖苷键连接而成的多聚果糖,其末端有一个葡萄糖残基^[12]。菊粉是一种天然的水溶性膳食纤维,在食品工业中主要用于代替糖^[13]或脂肪^[14],改善食品质构^[15]等。同时,因其可以改善肠道益生菌群,降低肠道疾病的风险^[16],而被称为益生元。另外菊粉具有良好的抗氧化^[17]和抑制有害菌的性能^[18],已有研究以菊粉作为原料制备保鲜涂膜或保鲜剂用于肉制品和果蔬^[19-20]的保鲜,但是关于菊粉在冷鲜肉保鲜上的应用尚无文献报道。文中主要研究菊粉天然复合保鲜剂(菊粉、壳聚糖、茶多酚、Nisin)对冷鲜猪肉感官品质和理化特性的影响,研发一种应用于冷鲜猪肉保鲜的新型菊粉天然复合保鲜剂。

1 实验

1.1 材料、试剂和仪器

实验用冷鲜猪肉购于当地大商新玛特店。

主要试剂:菊粉、壳聚糖、茶多酚和Nisin,均为食品级;三氯乙酸、氯化钠、三氯甲烷、无水乙醇、乙二胺四乙酸(EDTA)和2-巯代巴比妥酸,均为分析纯,购自大连默科尔北疆化工技术有限公司。

主要仪器设备:YC-260L冷藏柜,中科美菱公司;SN510高压立式灭菌锅,日本雅玛拓公司;BS电子天平,北京赛多利斯科学仪器有限公司;PHS-3C台式酸度计,上海仪电科学仪器有限公司;UV-1600紫外可见分光光度计,上海美普达仪器有限公司;

CR-400色差仪,柯尼卡美能达公司;BWS-20恒温水槽与水浴锅,上海一恒科学有限公司;H-2050R台式高速冷冻离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司。

1.2 方法

1.2.1 单因素实验优化不同浓度保鲜剂对冷鲜猪肉感官品质的影响

在无菌条件下,将猪外脊肉切成2 cm \times 2 cm \times 1.5 cm的均匀块状,分别在不同含量的菊粉(10, 20, 30, 40, 50 g/L),壳聚糖(5, 10, 15, 20, 25 g/L),茶多酚(2.5, 5, 10, 15, 20 g/L)和Nisin(0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 g/L)中浸泡60 s,取出沥干后分别用无菌保鲜膜包装,在4℃下贮藏。在冷藏2 d, 4 d, 6 d, 8 d, 10 d后取出不同处理组进行感官评价,确定不同保鲜剂的最适浓度。同时以无菌水处理样品作为对照实验。实验设3次重复处理,测定结果取平均值。

1.2.2 响应面法优化菊粉天然复合保鲜剂

采用Box-Behnken实验设计进行优化。选择 X_1 (菊粉), X_2 (壳聚糖), X_3 (茶多酚)和 X_4 (Nisin)等4个因素进行响应面优化试验。取4种保鲜剂的最适含量作为响应面实验设计的中心点,响应值为贮藏第10天的冷鲜猪肉感官评价分值,因素水平见表1,样品处理同1.2.1节。

表1 Box-Behnken 试验设计因素水平及编码
Tab.1 Box-Behnken experimental design factor level and code

水平 编码	因素			
	X_1 (菊粉)/ (g \cdot L $^{-1}$)	X_2 (壳聚糖)/ (g \cdot L $^{-1}$)	X_3 (茶多酚)/ (g \cdot L $^{-1}$)	X_4 (Nisin) (g \cdot L $^{-1}$)
-1	10	15	5	0.1
0	30	20	10	0.15
1	50	25	15	0.2

1.2.3 菊粉天然复合保鲜剂对冷鲜猪肉品质的影响

1) 感官评价。感官评价小组由10名专业人员组成。根据GB/T 22210—2008《肉与肉制品感官评定规范》,分别对冷鲜猪肉的色泽、气味、弹性、粘度等4个方面进行感官评分。感官评定标准见表2。新鲜度评价由高至低分值依次是好为10.0~8.1分,较好为8.0~6.1分,一般为6.0~4.1分,较差为4.0~2.1分,极差为2.0~0分^[6]。

2) 汁液流失率的测定。冷鲜猪肉在冷藏过程中样品的汁液流失率参照高立红^[21]的方法进行测定。实验设3次重复处理,测定结果取平均值。

表2 感官评定标准
Tab.2 Sensory evaluation criteria

感官评分	感官指标			
	颜色	气味	弹性	粘度
10	颜色鲜红	气味正常	柔软弹性好	不粘手
8	颜色淡暗红	无异味	弹性较强	轻微粘手
6	颜色暗红	无异味	弹性弱	粘手
4	肉表面 1/3 变褐色	略有异味	无弹性	切面发粘
2	肉表面大部分变褐色	异味显著	无弹性	切面很粘

3) pH 值的测定。按照 GB/T 5009.237—2016《食品安全国家标准食品 pH 的测定》方法进行测定。实验设 3 次重复处理,测定结果取平均值。猪肉 pH 值参考标准为:一级鲜度 pH 值为 5.60~6.20,二级鲜度 pH 值为 6.30~6.60,变质肉 pH 值为 6.70 以上。pH 值保持在较低水平的时候,肉品新鲜度较好^[22]。

4) 脂肪氧化程度(TBA 值)的测定。冷鲜猪肉在冷藏过程中样品的 TBA 值参照夏天兰^[23]的方法进行测定。设 3 次重复处理,测定结果取平均值。评定标准:TBA 值在 0.202~0.664 mg/kg 之间时为良质肉;TBA 值>1.00 mg/kg 为变质肉^[24]。

5) 菌落总数的测定。按照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》进行测定。根据菌落总数将肉品新鲜度分为 3 级,<4 lg CFU/g 为新鲜肉,4~6 lg CFU/g 为次鲜肉,>6 lg CFU/g 为变质肉^[25]。

6) 色差值的测定。冷鲜猪肉切成 2 cm×2 cm×1.5 cm 的均匀块状,利用色差仪测定每组肉样的亮度(L^* 值),红度(a^* 值),黄度(b^* 值),重复 3 次,结果取平均值。

1.3 数据处理

实验数据采用 Microsoft Excel 2016 和 Origin v9.6.5.169 软件进行分析,响应面实验利用 Design Expert 8.0.6 设计软件进行处理。所有样品均进行 3 次重复测定,数据均采用均值±标准偏差($\bar{X} \pm S$)表示。

2 结果与分析

2.1 不同浓度天然保鲜剂对冷鲜猪肉感官品质的影响

实验结果表明,采用不同浓度的菊粉、壳聚糖、茶多酚和 Nisin 处理冷鲜猪肉,当菊粉含量为 30 g/L,壳聚糖为 20 g/L,茶多酚为 10 g/L 和 Nisin 为 0.15 g/L 时的处理组对冷鲜猪肉的保鲜效果表现良好。在贮藏第 10 天时感官评分分别为 6.31, 6.30, 6.27 和 6.13 分(见图 1),高于同一保鲜剂的其他浓度处理组。

对照组在贮藏至第 8 天和第 10 天时,感官评分值分别低于 6 分和 5 分,冷鲜猪肉表面局部变褐色,略有异味,无弹性。这一结果与相洋^[26],夏天兰^[23],关婷婷^[27]报道结果相一致,因此,选择 30 g/L 菊粉,20 g/L 壳聚糖,10 g/L 茶多酚和 0.15 g/L Nisin 作为下一步优化实验的最适含量。

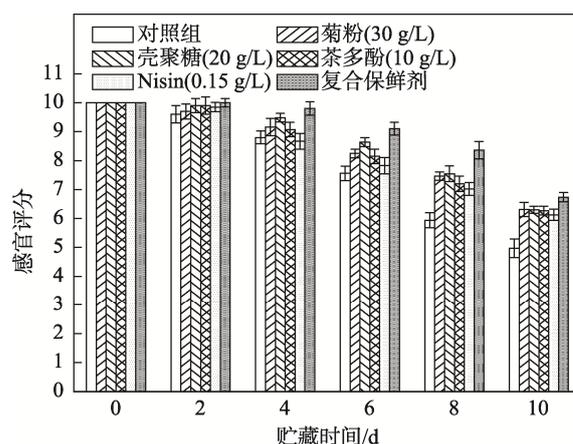


图1 不同保鲜剂对冷鲜猪肉感官品质的影响
Fig.1 Effects of different preservatives on sensory quality of chilled pork

2.2 响应面法优化菊粉天然复合保鲜剂的配方

在单因素实验基础上,根据冷鲜猪肉感官评分,采用 Box-Benhnken 实验设计进一步优化了菊粉天然复合保鲜剂(菊粉、壳聚糖、茶多酚和 Nisin)的配方,实验设计与结果见表 3。

将菊粉、壳聚糖、茶多酚、Nisin 等 4 个因素相对于贮藏 10 d 的冷鲜猪肉感官评价数据进行二次多元回归拟合,得到二次多项回归方程:

$$Y=6.52+0.13X_1+0.16X_2-0.042X_3+0.051X_4+0.07X_1X_2+0.03X_1X_4-0.075X_2X_3+0.11X_2X_4+0.005X_3X_4-0.30X_1^2-0.34X_2^2-0.33X_3^2-0.32X_4^2$$

为了进一步验证模型的可靠性,对回归方程进行方差分析,结果见表 4。可以看出模型 $F=42.12$, $P<0.0001$,说明该回归模型高度显著;失拟项 $F=2.71$,

表 3 Box-Benhnken 实验设计与结果
Tab.3 Box-Benhnken experimental design and results

试验组号	因素				响应值
	X ₁ (菊粉)	X ₂ (壳聚糖)	X ₃ (茶多酚)	X ₄ (Nisin)	Y (感官评分)
1	1	0	1	0	5.95
2	-1	0	0	1	5.78
3	1	0	0	1	6.12
4	0	1	0	1	6.15
5	-1	1	0	0	5.90
6	1	1	0	0	6.30
7	-1	-1	0	0	5.60
8	1	0	-1	0	6.00
9	0	0	0	0	6.50
10	0	0	-1	-1	5.88
11	0	-1	-1	0	5.71
12	-1	0	1	0	5.70
13	-1	0	0	-1	5.80
14	0	1	-1	0	6.15
15	0	0	0	0	6.49
16	1	-1	0	0	5.72
17	0	0	1	-1	5.79
18	0	1	1	0	5.88
19	0	0	0	0	6.55
20	0	-1	0	1	5.68
21	0	-1	1	0	5.74
22	-1	0	-1	0	5.75
23	0	0	-1	1	5.95
24	0	0	0	0	6.58
25	0	0	1	1	5.88
26	0	1	0	-1	5.75
27	1	0	0	-1	6.02
28	0	-1	0	-1	5.71
29	0	0	0	0	6.48

$P=0.1742 > 0.05$, 失拟项检验不显著, 说明该模型与客观实际情况的拟合程度较好。相关决定系数 $R^2=0.9768$, 校正系数 $R^2_{Adj}=0.9536$, 说明该模型的回归方程能够有效描述响应值与各因素之间的对应关系, 适用于冷鲜猪肉感官品质变化的预测。

由表 4 可知, 一次项 X_1 (菊粉)、 X_2 (壳聚糖),

交互项 X_2X_4 和所有二次项对响应值 Y (感官评分) 有极显著的影响 ($P < 0.01$); 一次项 X_3 、 X_4 和交互项 X_1X_2 、 X_2X_3 (见图 2) 达到显著水平 ($P < 0.05$)。各因素对感官评分的影响顺序为: X_2 (壳聚糖) $> X_1$ (菊粉) $> X_4$ (Nisin) $> X_3$ (茶多酚)。

通过 Design-Expert 软件分析菊粉天然复合保鲜剂得到了最优配比, 当菊粉含量为 35.2 g/L, 壳聚糖为 21.5 g/L, 茶多酚为 9.5 g/L, Nisin 为 0.16 g/L 时, 冷藏第 10 天的感官评分预测值为 6.57 分。在此优化条件下进行 3 次重复验证实验, 平均感官评分为 6.74, 与预测评分的相对误差为 2.59%, 表明此回归模型具有可靠性。

2.3 菊粉天然复合保鲜剂对冷鲜猪肉的保鲜效果

2.3.1 感官品质的影响

处理组和对照组的感官评分随着贮藏时间的延长而逐渐降低, 见图 3。其中, 对照组的评分明显低于各处理组, 在 4 °C 贮藏至第 8 天时已低于 6 分, 而所有处理组的评分在第 10 天时仍在 6 分以上。其中, 菊粉天然复合保鲜剂处理组的评分最高 (6.74 分)。实验结果表明, 经天然保鲜剂处理的冷鲜猪肉可显著维持新鲜度, 且复合保鲜剂的保鲜效果要优于单一保鲜剂。

2.3.2 汁液流失率的影响

冷鲜肉在贮藏过程中, 常会有汁液渗出。渗出液中含有可溶性营养物质, 汁液流失率间接地反映了冷鲜肉营养物质损失程度。当贮藏至第 10 天时, 菊粉天然复合保鲜剂处理组的流失率最小, 为 5.96%, 对冷鲜猪肉汁液保持效果明显优于对照组 (10.48%), 见图 4。其次是菊粉处理组, 这可能与菊粉具有良好的胶凝性和持水性有关^[28-29]。与其他 2 个处理组相比, Nisin 处理组汁液流失率略高。说明冷鲜猪肉经菊粉天然复合保鲜剂处理后, 可有效地控制汁液的流失率。

2.3.3 pH 值的影响

pH 值是检测肉品新鲜度的重要依据之一。由于腐败菌的生长导致蛋白质与氨基酸降解形成氨类等碱性物质, 从而导致冷鲜肉 pH 值升高^[30]。所有实验组在第 6 天前, 冷鲜猪肉的 pH 值均呈现缓慢变化趋势; 在第 6 天后, 则急剧增加, 见图 5。在整个实验期内, 所有处理组 pH 值均小于 6.50。在第 10 天时, 对照组的 pH 值达到了 6.31, 表现为二级鲜度, 而菊粉、壳聚糖、Nisin、复合保鲜剂处理组仍处于一级鲜度。其中菊粉天然复合保鲜剂处理组的冷鲜猪肉 pH 值最低 (5.83), 冷鲜猪肉 pH 值仅增加了 0.51。与其他处理组相比, 菊粉天然复合保鲜剂具有良好维持冷鲜猪肉 pH 值的能力。

表4 回归方程的方差分析
Tab.4 Analysis of variance of regression equation

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	2.43	14	0.17	42.12	< 0.0001	**
X_1	0.21	1	0.21	50.57	< 0.0001	**
X_2	0.32	1	0.32	78.62	< 0.0001	**
X_3	0.021	1	0.021	5.06	0.041	*
X_4	0.031	1	0.031	7.54	0.0158	*
X_1X_2	0.02	1	0.02	4.76	0.0466	*
X_1X_3	0	1	0	0	1	
X_1X_4	0.0036	1	0.0036	0.88	0.3654	
X_2X_3	0.022	1	0.022	5.47	0.0347	*
X_2X_4	0.046	1	0.046	11.24	0.0047	**
X_3X_4	0.0001	1	0.0001	0.024	0.8783	
X_1^2	0.59	1	0.59	143.1	< 0.0001	**
X_2^2	0.77	1	0.77	187.68	< 0.0001	**
X_3^2	0.72	1	0.72	175.64	< 0.0001	**
X_4^2	0.65	1	0.65	158.95	< 0.0001	**
残差	0.058	14	0.004 114			
失拟项	0.05	10	0.005 019	2.71	0.1742	不显著
纯误差	0.0074	4	0.001 85			
总和	2.48	28				

$R^2=0.9768, R_{Adj}^2=0.9536$

注：*表示显著相关，**表示极显著相关

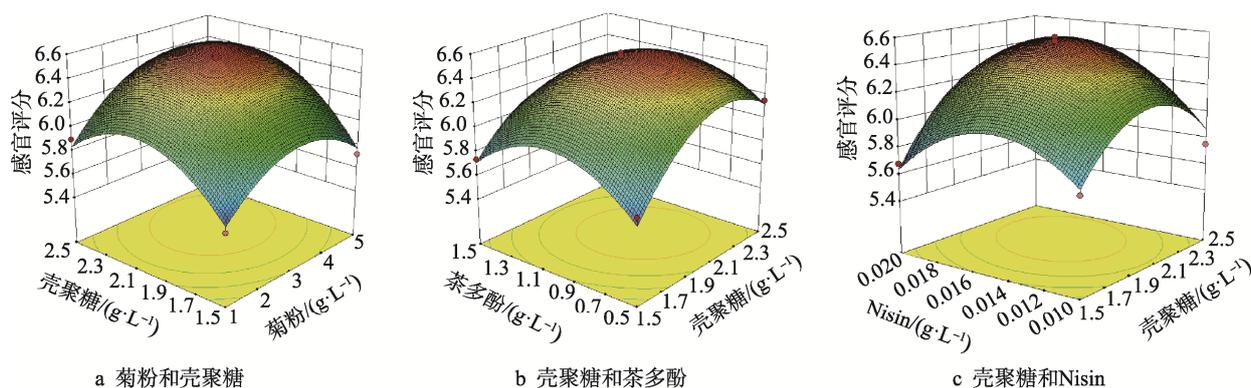


图2 不同因素交互作用对感官评分影响

Fig.2 Effect of the interaction between of different factors on the sensory score

2.3.4 TBA 值的影响

动物油脂中不饱和脂肪酸氧化分解会生成一系列降解产物（如丙二醛等），丙二醛会与 TBA 发生反应，因此 TBA 值的高低可反映脂肪的氧化程度^[11]，冷鲜猪肉的 TBA 值变化见图 6。对照组在贮藏第 8 天时 TBA 值

为 0.67 mg/kg，已大于良质肉判定标准（0.664 mg/kg），说明已开始发生变质。所有实验处理组在贮藏第 10 天时 TBA 值均仍小于 0.664 mg/kg。其中，菊粉天然复合保鲜剂处理组的 TBA 值最低，为 0.4 mg/kg，说明菊粉天然复合保鲜剂可很好抑制不饱和脂肪酸的氧化。

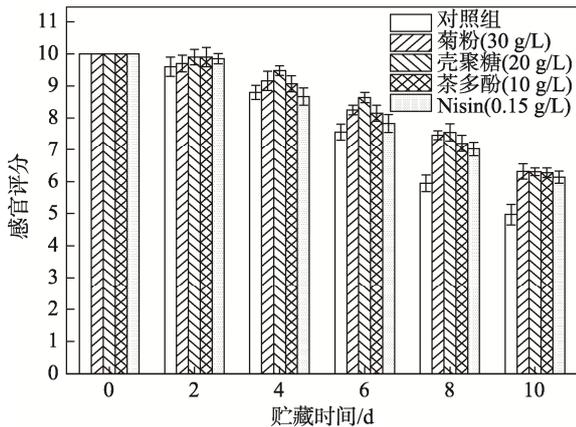


图 3 不同保鲜剂对冷鲜猪肉感官品质的影响
Fig.3 Effects of different preservatives on sensory quality of chilled pork

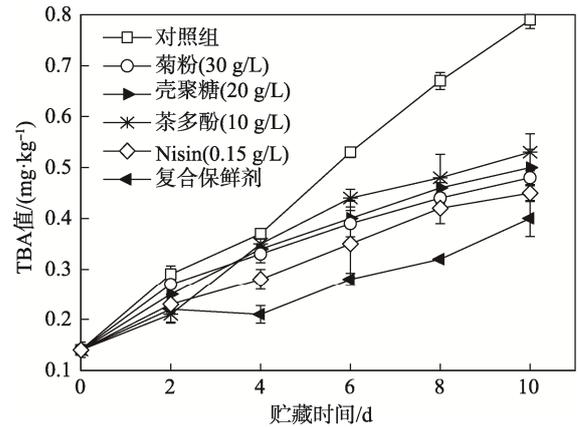


图 6 不同保鲜剂对冷鲜肉 TBA 值的影响
Fig.6 Effects of different preservations on TBA value of chilled pork

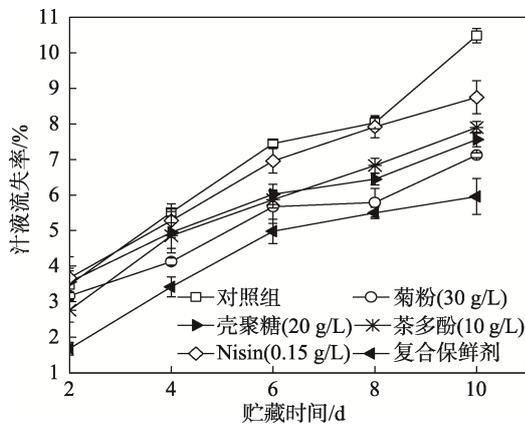


图 4 不同保鲜剂对冷鲜猪肉汁液流失率的影响
Fig.4 Effects of different preservations on drip loss rate of chilled pork

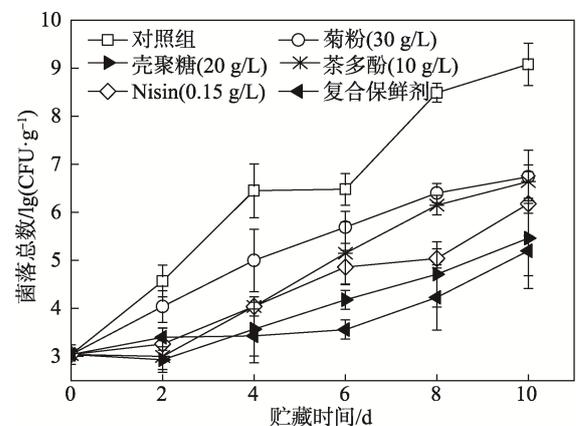


图 7 不同保鲜剂对冷鲜猪肉菌落总数的影响
Fig.7 Effects of different preservations on total bacterial count of chilled pork

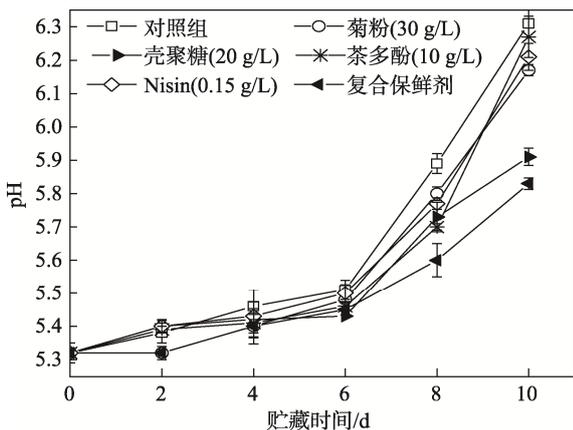


图 5 不同保鲜剂对冷鲜猪肉 pH 的影响
Fig.5 Effects of different preservations on pH value of chilled pork

2.3.5 菌落总数的影响

随着贮藏时间的增长,所有实验组的菌落总数均呈上升趋势,见图 7。图 7 中 5 个处理组的菌落总数明显低于对照组,说明所有处理组的保鲜剂对微生物都具有一定的抑制作用。在贮藏第 4 天时,对照

组的菌落总数已达到变质肉水平(菌落总数为 $6.45 \lg \text{CFU/g} > 6 \lg \text{CFU/g}$)。与其他处理组相比,菊粉天然复合保鲜剂处理组在贮藏第 6 天时,菌落总数的对数值为 3.56 ($< 4 \lg \text{CFU/g}$),仍为新鲜肉,其他处理组则表现为次鲜肉,而对照组为变质肉。在贮藏第 10 天时,菊粉天然复合保鲜剂处理组菌落总数的对数值为 5.20,冷鲜猪肉为次鲜肉等级,其他处理组除壳聚糖处理组外,则全部为变质肉。说明菊粉天然复合保鲜剂对冷鲜猪肉表面的细菌具有较好的抑制生长作用,可以将冷鲜猪肉的货架期延长约 6 d。

2.3.6 色度的影响

贮藏等环节中发生的细菌污染^[31]和脂肪氧化^[32]将诱发冷鲜肉中的氧合肌红蛋白氧化,形成褐色的高铁肌红蛋白,从而使得鲜肉发生颜色变化。由图 8a 和图 8b 可知,所有试验组的 L^* 值(亮度)、 a^* 值(红度)均随着贮藏时间的延长而呈现不同程度的降低。相比之下,天然保鲜剂有效减缓了冷鲜猪肉的 L^* 值、 a^* 值的下降速率,其中菊粉天然复合保鲜剂处理组最为明显。由图 8c 可见,所有试验组的 b^* 值随着贮藏

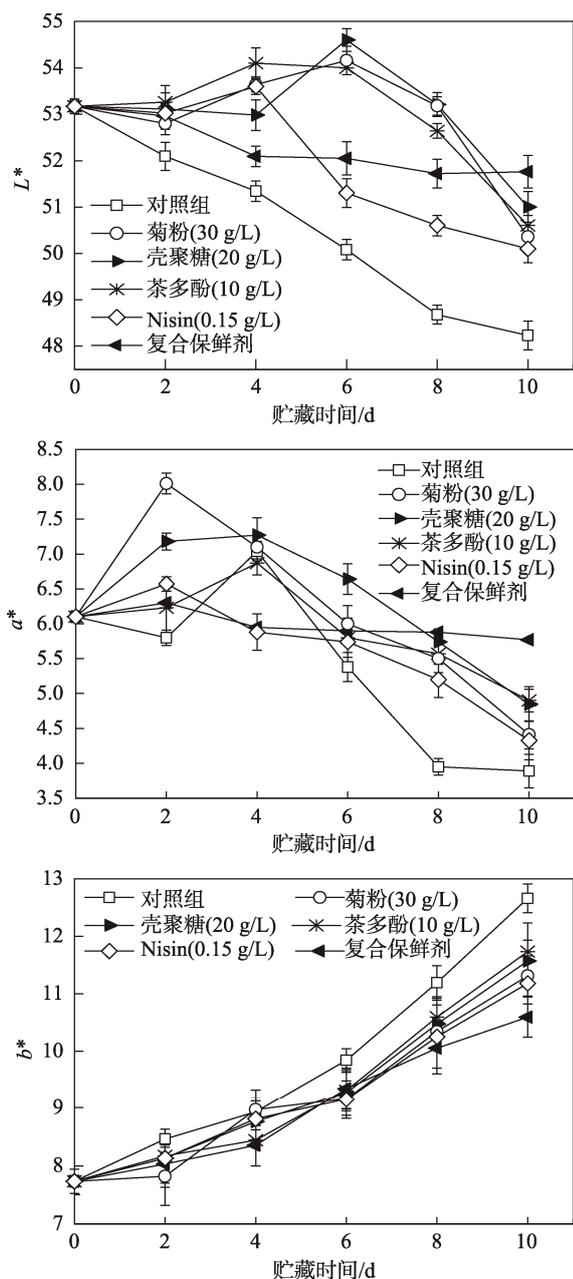


图8 不同保鲜剂对冷鲜猪肉色差值(L^* , a^* , b^* 值)的影响
Fig.8 Effects of different preservations on color parameters (L^* , a^* , b^* value) of chilled pork

时间的延长而升高,其中对照组 b^* 值升高得最显著 ($\Delta b^*=4.93$),菊粉天然复合保鲜剂处理组 b^* 值升高最不显著 ($\Delta b^*=2.86$),因此菊粉天然复合保鲜剂能有效延缓冷鲜猪肉色泽的变化。

3 结语

为了确定菊粉天然复合保鲜剂对冷鲜猪肉的保鲜效果,通过单因素实验和响应面优化实验,结合感官评价结果优化菊粉天然复合保鲜剂,得到了最适配方,菊粉的含量为35.2 g/L,壳聚糖的含量为21.5 g/L,茶多酚的含量为9.5 g/L, Nisin 的含量为0.16 g/L。

以此优化保鲜剂在4 °C条件下,冷鲜猪肉贮藏10 d仍保持一定的新鲜度,具有食用价值。与单一保鲜剂比较,菊粉天然复合保鲜剂能够有效减缓冷鲜猪肉的pH值、汁液流失率和TBA值的升高,较好保持冷鲜猪肉的色泽,延缓微生物的生长速度,因此,可以维持冷鲜猪肉的感官品质和商品价值。综合各项指标,经菊粉天然复合保鲜剂处理的冷鲜猪肉可以延长货架期至少6 d。由于菊粉天然复合保鲜剂具有安全性高、成本低、操作简单等优点,所以菊粉天然复合保鲜剂应用于冷鲜猪肉的保鲜具有较好应用潜力和巨大的市场应用前景。

参考文献:

- [1] GB 20799—2016, 肉和肉制品经营卫生规范[S]. GB 20799—2016, Hygienic Standard for Meat and Meat Products[S].
- [2] 程述震, 王晓拓, 王志东. 冷鲜肉保鲜技术研究进展[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(16): 194—198. CHENG Shu-zhen, WANG Xiao-tuo, WANG Zhi-dong. Research Progress on Preservation Methods for Chilled Meat[J]. Food Research and Development, 2017, 38(16): 194—198.
- [3] SUO B, LI H R, WANG Y X, et al. Effects of ZnO Nanoparticle-coated Packaging Film on Pork Meat Quality during Cold Storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017, 97(7): 2023—2029.
- [4] 程述震, 刘伟, 冯晓琳, 等. 电子束辐照对冷鲜猪里脊肉品质及蛋白特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(3): 151—156. CHENG Shu-zhen, LIU Wei, FENG Xiao-lin, et al. Effect of Overlapping Electron Beam on Quality and Protein Characteristics of Cold Pork Tenderloin[J]. Food and Fermentation Industry, 2017, 43(3): 151—156.
- [5] 王晓英, 刘长皎, 段连海, 等. 蒲公英总黄酮提取物在冷鲜猪肉涂膜保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2014, 35(6): 214—218. WANG Xiao-ying, LIU Chang-jiao, DUAN Lian-hai, et al. Application of Dandelion Flavonoids Extract in Coatings for Quality Preservation of Chilled Pork[J]. Food Science, 2014, 35(6): 214—218.
- [6] 朱亚, 宋纪霖. 天然复合保鲜剂对冷鲜肉感官品质和理化指标的影响[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(10): 87—90. ZHU Ya, SONG Ji-lin. Effect of Natural Composite Preservatives on Sensory Quality and Physical and Chemical Indexes of Cold Meat[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2018, 64(10): 87—90.
- [7] 贾秀春, 吴凤娜, 李迎秋, 等. 壳聚糖在冷却肉保鲜中的应用[J]. 山东轻工业学院学报, 2012, 26(1): 9—12.

- JIA Xiu-chun, WU Feng-na, LI Ying-qiu, et al. Application of Chitosan in the Preservation of Fresh Pork[J]. Journal of Shan Dong Polytechnic University, 2012, 26(1): 9—12.
- [8] 朱亚, 赵永平. 不同浓度茶多酚对冷鲜肉品质和贮藏时间的影响[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(11): 71—74.
ZHU Ya, ZHAO Yong-ping. Effects of Different Concentrations of Tea Polyphenols on the Quality and Storage Time of Chilled Meat[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2016, 62(11): 71—74.
- [9] 杨雯舸, 冯广莹, 孙铭, 等. 乳酸菌素复合抗菌膜的制备及其在冷鲜猪肉保鲜中的应用[J]. 北京农学院学报, 2018, 33(3): 88—92.
YANG Wen-ge, FENG Guang-ying, SUN Ming, et al. Preparation of a Combined Antibacterial Plastic Film with Lactein and its Effect on Quality of Chilled Meat[J]. Journal of Beijing University of Agriculture, 2018, 33(3): 88—92.
- [10] 陈亚莉, 杨秀华, 王远亮, 等. 冷却肉天然复合保鲜剂配比的优化[J]. 食品科学, 2010, 31(8): 84—90.
CHEN Ya-li, YANG Xiu-hua, WANG Yuan-liang, et al. Formulation Optimization of a Natural Complex Preservative for Chilled Meat Using Response Surface Methodology[J]. Food Science, 2010, 31(8): 84—90.
- [11] 肖少华. 天然复合保鲜剂对冷鲜肉理化性质影响的研究[J]. 肉类工业, 2016 (3): 20—23.
XIAO Shao-hua. Research on Effect of Natural Compound Preservatives on Physical and Chemical Properties of Chilled Meat[J]. Meat Industry, 2016 (3): 20—23.
- [12] 穆婉菊, 冯佳, 李秀秀, 等. 菊粉对小麦面筋蛋白理化性质的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(16): 64—68.
MU Wan-ju, FENG Jia, LI Xiu-xiu, et al. Effect of Inulin on Physicochemical Properties of Wheat Gluten[J]. Food Science, 2019, 40(16): 64—68.
- [13] 席栋, 罗登林, 李璇, 等. 低糖菊粉酥性饼干的研究[J]. 农产品加工, 2019(18): 1—5.
XI Dong, LUO Deng-lin, LI Xuan, et al. Development of Low-sugar Inulin Biscuits[J]. Farm Products Processing, 2019(18): 1—5.
- [14] KHODEAR M M, ZAYAN A F, TAMMAM A A, et al. Influence of Adding Inulin as a Fat Replacer on the Characteristics of Yoghurt[J]. Journal of Food and Dairy Science, 2018, 9(1): 13—17.
- [15] LIU J, LUO D L, CHEN R H, et al. Effects of Short-chain Inulin on Quality of Chinese Steamed Bread[J]. Journal of Food Quality, 2016, 39(4): 255—263.
- [16] 陈兴都, 陈庆安, 翟丹云, 等. 菊粉果聚糖的保健功能及应用价值[J]. 中国酿造, 2018, 37(1): 27—30.
CHEN Xing-du, CHEN Qing-an, ZHAI Dan-yun, et al. Healthy Function and Application Value of Inulin-fructan[J]. Chinese Brewing, 2018, 37(1): 27—30.
- [17] 杨振, 杨富民. 菊粉对油脂抗氧化性研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(6): 113—115.
YANG Zhen, YANG Fu-min. Study on Antioxidation Activity of Inulin to Plant Oil[J]. Food Industry Technology, 2009, 30(6): 113—115.
- [18] 杜云建, 谢翠平. 牛蒡中菊糖的提取及抑菌研究[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(12): 32—36.
DU Yun-jian, XIE Cui-ping. The Inulin Extraction from Burdock and Bacteriostasis Research[J]. Food Research And Development, 2011, 32(12): 32—36.
- [19] 张明. 一种平菇保鲜剂及其制备方法: 中国, 201510681723.7[P]. 2016-02-03.
ZHANG Ming. A Preservative for Pleurotus Ostreatus and its Preparation: China, 201510681723.7[P]. 2016-02-03.
- [20] 李莉莉. 一种可食性菊粉复合包装膜及其制备和应用: 中国, ZL20121020900.5[P]. 2012-10-17.
LI Li-li. An Edible Composite Packaging Film of Inulin and Its Preparation and Application: China, ZL20121020900.5[P]. 2012-10-17.
- [21] 高立红. 复合涂膜保鲜液对冷鲜肉保鲜效果研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018: 11—12.
GAO Li-hong. Research on the Effect of Compound Coating Solution on the Preservation of Chilled Fresh Meat[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2018: 11—12.
- [22] 谢菁. 冷鲜猪肉复合保鲜包装技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019: 14—18.
XIE Jing. Research on Composite Packaging Technology of Chilled Pork[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2019: 14—18.
- [23] 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: 15—25.
XIA Tian-lan. Study on Fresh-keeping Effect on Chilled Pork by Natural Preservative[D]. Chengdu: Xihua University, 2009: 15—25.
- [24] 李栋. 柠檬酸对冷鲜猪肉保鲜效果的研究[J]. 吕梁学院学报, 2016, 6(2): 39—41.
LI Dong. Study on the Fresh-keeping Effect of Citric Acid on Cold Fresh Pork[J]. Journal of Lüliang University, 2016, 6(2): 39—41.
- [25] 姜云北, 陶乐仁, 梅娜. 响应面法优化软冷冻肉复合保鲜剂的研究[J]. 食品与发酵科技, 2016, 52(1): 11—15.
JIANG Yun-bei, TAO Le-ren, ME Na. Studies on Preservative Effect of Antibacterial Materials on Soft Frozen Pork Based on Response Surface Methodology[J]. Food and Fermentation Technology, 2016, 52(1): 11—15.
- [26] 相洋. 几种天然保鲜剂对冷却猪肉保鲜效果的研究[D]. 厦门: 集美大学, 2015: 15—17.
XIANG Yang. Effect of Several Natural Preservatives on Preservation of Chilled Pork[D]. Xiamen: Jimei University, 2015: 15—17.

- [27] 关婷婷, 徐明生, 涂勇刚. 冷却猪肉复合抑菌剂的配比优化及保鲜效果研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(2): 158—160.
GUAN Ting-ting, XU Ming-sheng, TU Yong-gang. Study on Formulation Optimization of a Compound Bacteriostat and Fresh Technology for Chilled Pork[J]. Food and Machinery, 2012, 28(2): 158—160.
- [28] BCHIR B, SADIN N, RONKART S N, et al. Effect of Powder Properties on the Physicochemical and Rheological Characteristics of Gelation Inulin-water Systems[J]. Colloid and Polymer Science, 2019, 297(6): 849—860.
- [29] 计红芳, 李莎莎, 王雪菲, 等. 天然菊粉对鸡肉肌原纤维蛋白凝胶特性的影响[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(2): 124—130.
JI Hong-fang, LI Sha-sha, WANG Xue-fei, et al. Effect of Natural Inulin on Gel Properties of Chicken Myofibrillar Protein[J]. China Food Additives, 2019, 30(2): 124—130.
- [30] WANG S S, KUANG X, LI B, et al. Physical Properties and Antimicrobial Activity of Chilled Meat Pads Containing Sodium Carboxymethyl Cellulose[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2012, 127(1): 612—619.
- [31] 何叶子, 徐丹, 张春森, 等. 含壳聚糖和 Nisin 的复合衬垫对鲜肉的保鲜效果[J]. 食品科学, 2019, 40(1): 286—291.
HE Ye-zi, XU Dan, ZHANG Chun-sen, et al. Composite Hygroscopic Pad Containing Chitosan and Nisin for the Preservation of Ground Pork[J]. Food Science, 2019, 40(1): 286—291.
- [32] CHUN J, MIN, S, HONG G. Effects of High-Pressure Treatments on the Redox State of Porcine Myoglobin and Color Stability of Pork During Cold Storage[J]. Food Bioprocess Technol, 2014(7): 588—597.