

栅栏技术在泡椒凤爪保藏中的应用

杨欢¹, 李思宁¹, 闫志农², 卢晓黎^{1,*}

(1.四川大学轻纺与食品学院, 四川 成都 610065; 2.四川省农产品质量安全中心, 四川 成都 610041)

摘要:应用栅栏技术,对泡椒凤爪的脂肪含量、水分活度、pH值及复合防腐剂的复配比例4个栅栏因子进行了研究,以感官评分和保藏时间为指标,确定泡椒凤爪保藏的最佳栅栏条件。通过四因素三水平正交试验结果得到泡椒凤爪的最佳栅栏因子组合为:脂肪含量13.2g/100mL,水分活度0.809, pH4.0, 复合防腐剂(乳酸链球菌素:双乙酸钠)添加量0.1g/100mL、复配比1:3。通过验证实验可知,在此条件下,泡椒凤爪于温度37℃、相对湿度80%、光照33%条件下可贮藏50d。

关键词:泡椒凤爪; 栅栏; 保藏

Application of Hurdle Technology in Pickled Chicken Feet Preservation

YANG Huan¹, LI Si-ning¹, YAN Zhi-nong², LU Xiao-li^{1,*}

(1. College of Light Industry, Textile and Food Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Center of Quality and Safety of Agricultural Products of Sichuan Province, Chengdu 610041, China)

Abstract: Hurdle technology was used to determine optimal conditions for preserving pickled chicken feet. Fat content, water activity, pH and nisin-to-sodium diacetate ratio were identified as hurdle factors. A four-factor, three-level orthogonal array design was used to optimize these hurdle factors based on sensory score and shelf life. The optimal hurdle conditions for preserving pickled chicken feet were established as follows: fat content 13.2 g/100 mL, water activity 0.809, pH 4.0 and a mixture of nisin of sodium diacetate at a ratio of 1:3 as a preservative. Under these conditions, the shelf life of pickled chicken feet in an environment of 37 °C, 80% humidity and 33% light exposure was 50 day.

Key words: pickled chicken feet; hurdle technology; preservation

中图分类号: TS205.9

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2012)24-0348-04

凤爪也称鸡爪、鸡掌、凤足,其味甘,性平,营养价值颇高,含有丰富的蛋白质、钙和铁等营养物质,经常食用具有软化血管、美容养颜等功效^[1]。泡椒凤爪是一种将发酵技术成功运用于肉制品加工生产的新食品^[2],因其营养丰富,且鲜香脆嫩、爽口开胃、回味悠长,深受广大消费者的喜爱^[3]。

泡椒凤爪中含有大量的胶原蛋白,其热稳定性较差。热杀菌导致胶原蛋白析出,降低了泡椒凤爪的韧性,严重影响了产品的外观形态和口感。目前,泡椒凤爪生产多采用辐照杀菌技术。辐照杀菌具有操作方便、杀菌中不产生热量,对产品的营养物质及口感影响较小等优点^[4],但存在杀菌成本高、消费者接受程度低等问题。

栅栏技术是多种技术科学结合的食品防腐保鲜技术,它是根据影响食品保藏效果的栅栏因子之间的协同作用或交互效应来抑制微生物的生长繁殖以及引起食品氧化变质的酶的活性。栅栏技术已广泛运用于肉制品加

工、果蔬加工、食品包装等^[5-7]。本实验运用栅栏技术,通过对泡椒凤爪的脂肪含量,水分活度(a_w)、pH值和复合防腐剂4个栅栏因子进行研究,确定泡椒凤爪保藏的最佳栅栏条件,旨在为泡椒凤爪的工业化生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冷冻鸡爪 贵阳海丰粮油冷冻食品批发有限公司; 小米辣、香辛料、食盐、白砂糖、鸡精 市售; 食用碱(NaCO_3)、乳酸、冰乙酸 河南金润食品添加剂有限公司; 乳酸链球菌素(Nisin)、双乙酸钠(食品级) 南通奥凯生物技术开发有限公司。

1.2 仪器与设备

HD-3A型智能水分活度测量仪 无锡市华科仪器仪表有限公司; RXZ-12型智能人工气候箱 嘉兴中兴医

收稿日期: 2012-10-15

作者简介: 杨欢(1988—),女,硕士,研究方向为食品加工与保藏应用技术。E-mail: 147285978@qq.com

*通信作者: 卢晓黎(1954—),男,教授,本科,研究方向为食品科学与工程技术。E-mail: LXL8628@163.com

疗仪器有限公司; PHS-2C型精密pH计 成都世纪方舟科技有限公司; DZ400真空包装机 通州市平潮达飞包装设备有限公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

将经解冻、分割好的鸡爪放入清水中浸泡15min, 然后沸水煮熟3~5min, 鸡爪与水的质量比为1:3。将煮制后的鸡爪捞出, 分别放入一定质量浓度的食用碱溶液中浸泡5min, 以脱去脂肪。将鸡爪用40℃的水清洗5次后, 放入不同食盐质量浓度、酸含量和复合防腐剂配比的腌制液中, 鸡爪与腌制液的比例为1:2, 于4~8℃温度下腌制20h后, 用真空包装机真空封口得到泡椒凤爪。

1.3.2 各栅栏因子对泡椒凤爪品质的影响

分别采用质量浓度为0.2~1.0g/100mL的食用碱溶液浸泡清洗煮制后的鸡爪, 以降低鸡爪的脂肪含量, 在食盐质量浓度为4.0g/100mL、pH3.5条件下考察脂肪含量对泡椒凤爪品质的影响; 在采用质量浓度为0.6g/100mL的食用碱溶液清洗鸡爪后, 向腌制液中分别添加2.0、3.0、4.0、5.0、6.0g/100mL的食盐来改变泡椒凤爪的 a_w , 在pH3.5的条件下考察 a_w 对泡椒凤爪品质的影响; 在采用质量浓度为0.6g/100mL的食用碱溶液清洗鸡爪后, 向食盐质量浓度为4.0g/100mL的腌制液中分别添加质量浓度为0.80、0.72、0.64、0.56、0.48g/100mL的复合酸(乳酸和冰乙酸质量比=3:1)调节腌制液的pH值为3.0、3.5、4.0、4.5、5.0, 考察pH值对泡椒凤爪品质的影响; 在采用质量浓度为0.6g/100mL的食用碱溶液清洗鸡爪后, 在食盐浓度为4.0g/100mL、pH3.5的条件下选取不同比例的Nisin和双乙酸钠进行复配, 复合防腐剂添加量为0.1g/100mL, 考察不同复合防腐剂复配比例对泡椒凤爪品质的影响。

1.3.3 栅栏因子的正交试验优化

在单因素试验的基础上, 对清洗时食用碱溶液浓度, 腌制液的食盐浓度、酸用量及复合防腐剂复配比例4个因素进行正交试验优化, 确定泡椒凤爪保藏的最佳栅栏条件。各因素水平见表1。

表1 正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels for orthogonal array design

水平	A食用碱质量 浓度(g/100mL)	B食盐质量浓度/ (g/100mL)	C酸用量/ (g/100mL)	D复合防腐剂的 复配比例
1	0.4	3	0.72	1:2
2	0.6	4	0.64	1:3
3	0.8	5	0.56	2:3

1.3.4 验证实验

样品真空包装后放入温度37℃、相对湿度80%、光照33%的人工气候箱中进行贮藏, 每隔10d测定其菌落总数和挥发性盐基氮(TVB-N), 并进行感官评定。

1.3.5 理化指标的检测

脂肪含量: 根据GB/T 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》^[8]中规定的方法测定; a_w : 根据GB/T 23490—2009《食品水分活度测定》^[9]中规定的水分活度仪扩散法, 采用水分活度测量仪测定; pH值: 采用PHS-2C型精密pH计测定。

1.4 评价方法

1.4.1 感官评定

感官评定采用DB50/294—2008《泡椒凤爪》^[10]中规定的方法评定。由具有专业品评经验的10人组成感官评定小组, 分别对泡椒凤爪的色泽、香气、滋味、形态4方面总体可接受性进行综合感官评定, 总分10分。评定标准见表2。

表2 感官评定标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation of pickled chicken feet

项目	评分标准
色泽	1.凤爪呈淡乳黄色, 色泽均匀, 无变色现象(2.5分); 2.色泽良好, 无变色现象, 可视其程度(1.5分); 3.色泽较差, 或有变色现象(0.5分)。
滋味	1.有泡椒凤爪的滋味, 酸味、咸味适中, 韧性较好(2.5分); 2.泡椒凤爪的滋味良好, 酸味、咸味略重或略淡, 韧性良好, 可视其程度(1.5分); 3.无泡椒凤爪的滋味, 酸味、咸味过重或过淡, 质地较软(0.5分)。
香气	1.泡椒香味纯正浓郁, 具有泡椒凤爪固有风味(2.5分); 2.香味良好, 可视其程度(1.5分); 3.香味较差或有异味(0.5分)。
形态	1.凤爪外形完整, 质地致密, 无肉眼可见的异物(2.5分); 2.外形良好, 无明显破皮现象, 可视其程度(1.5分); 3.外形较差, 大部分出现破皮现象(0.5分)。

1.4.2 保藏时间测定

将真空包装后的样品放入智能人工气候箱内进行保藏, 设定温度37℃、相对湿度80%、光照33%。每隔1d测定样品的TVB-N值和菌落总数, 当样品中TVB-N值>30mg/100g或菌落总数>1.0×10⁶CFU/g时保藏截止^[11], 以此确定样品在此条件下的保藏时间。菌落总数测定采用平板计数法, 按GB 4789.2—2010《食品微生物学检验: 菌落总数测定》^[12]规定的方法测定, 结果以菌落总数(CFU/g)表示。TVB-N值测定采用微量扩散法, 按GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》^[13]规定的方法测定。

2 结果与分析

2.1 各栅栏因子对泡椒凤爪品质的影响

2.1.1 脂肪含量对泡椒凤爪品质的影响

在泡椒凤爪加工过程中, 对鸡爪进行清洗脱脂是十分重要的工序。若鸡爪含有较多脂肪, 则腌制过程中容易滋生微生物, 产生异味, 严重影响产品的口感和风味, 因此, 在鸡爪的加工过程中需要进行脱脂工艺。用食用碱溶液清洗鸡爪, 能达到较好的去油脂效

果,对泡椒凤爪的保藏起到关键性的作用。通过采用0.2~1.0g/100mL的食用碱溶液清洗来降低鸡爪的脂肪含量,脂肪含量对泡椒凤爪品质的影响结果见图1。

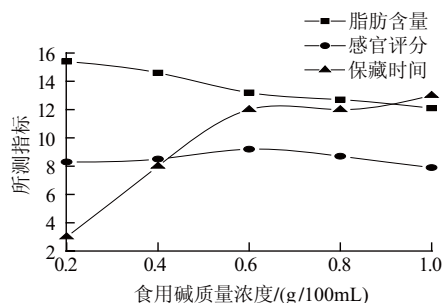


图1 脂肪含量对泡椒凤爪品质的影响

Fig.1 Influence of fat content on the quality of pickled chicken feet

由图1可知,随着食用碱溶液质量浓度增大,鸡爪的脂肪含量逐渐减小,感官评分和保藏时间也随之增加。但食用碱溶液质量浓度过大会导致鸡爪形态不完整,出现破皮的现象且质地较软,影响鸡爪的外观形态及口感,从而导致感官评分下降。当食用碱溶液质量浓度为0.6g/100mL或以上时,保藏时间变化不明显。综合感官评分和保藏时间,选取食用碱溶液质量浓度为0.4、0.6、0.8g/100mL进行进一步研究。

2.1.2 a_w 对泡椒凤爪品质的影响

a_w 对食品的品质和保藏具有重要的意义。 a_w 低,食品中微生物可利用的自由水含量低,对微生物的生长起到了抑制作用。此外,食品中各种生化反应对 a_w 都有一定的要求,因此, a_w 直接影响着食品的色、香、味和组织结构等品质。当 a_w 低于0.80时,大多数的有害微生物的生长都将受到抑制,延长了食品的货架期。

在腌制过程中,腌制液的食盐质量浓度至关重要,它直接影响着产品的 a_w 。并且食盐可结合鸡爪中胶原蛋白的水分,增加鸡爪的韧性。通过在腌制液中添加2.0~6.0g/100mL食盐来改变泡椒凤爪的 a_w ,结果见图2。

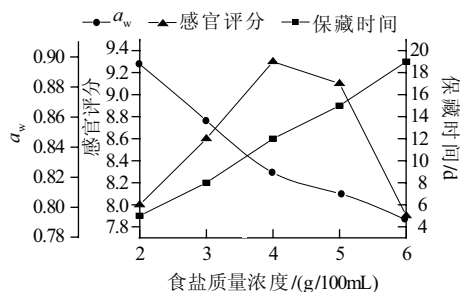


图2 a_w 对泡椒凤爪品质的影响

Fig.2 Influence of a_w on the quality of pickled chicken feet

由图2可知,随着腌制液食盐质量浓度的增大, a_w 逐渐降低,保藏时间随之增加,而感官评分呈先增大后减小的趋势。当食盐质量浓度为最大值6.0g/100mL时,保藏时间达到了19d。但食盐质量浓度过高会影响产品的口

感,在食盐质量浓度为4.0g/100mL时口感最佳。因此,综合感官评分和保藏时间,选取腌制液的食盐质量浓度为3.0、4.0、5.0g/100mL进行进一步研究。

2.1.3 pH值对泡椒凤爪品质的影响

pH值是控制腌制发酵工艺的关键参数,对泡椒凤爪的风味形成具有十分重要的作用。乳酸菌对酸的耐受性较强,在较低的pH值下,乳酸菌能较快较好的生长,迅速成为优势菌群,抑制其他杂菌和腐败菌的生长,使产品具有较好的保藏效果,延长产品的保质期。分别用质量浓度为0.80、0.72、0.64、0.56、0.48g/100mL的复合酸(乳酸和冰乙酸质量比=3:1)调节腌制液的pH值为3.0、3.5、4.0、4.5、5.0,pH值对泡椒凤爪品质的影响结果见图3。

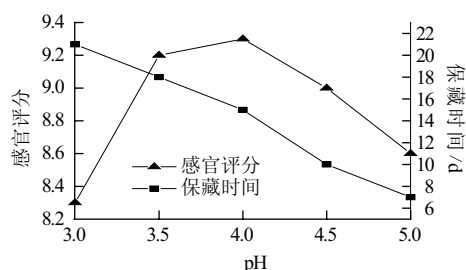


图3 pH值对泡椒凤爪品质的影响

Fig.3 Influence of pH on the quality of pickled chicken feet

由图3可知,随着pH值升高,保藏时间逐渐减小,而感官评分呈先增大后减小的趋势。在pH值为3.0时,保藏时间达到了21d,但pH值过低,酸味过重,直接影响产品的口感。当pH值为4.0时口感最佳。因此,综合感官评分和保藏时间,选取腌制液的酸用量为0.72、0.64、0.56g/100mL进行进一步的研究。

2.1.4 复合防腐剂的复配比例对泡椒凤爪品质的影响

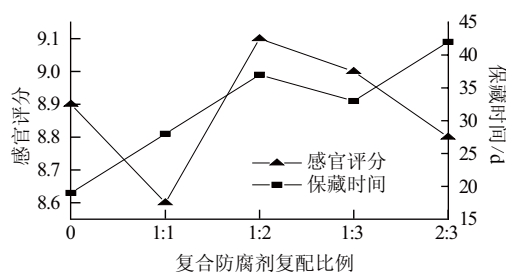


图4 复合防腐剂复配比例对泡椒凤爪品质的影响

Fig.4 Influence of nisin-to-sodium diacetate ratio on the quality of pickled chicken feet

由于鸡爪中的胶原蛋白的热稳定性较差,若进行热杀菌,胶原蛋白将大量析出,使产品形成胶黏感,鸡爪韧性降低,影响产品的品质。选取不同比例的Nisin和双乙酸钠进行复配,复合防腐剂添加量为0.1g/100mL,不同复合防腐剂复配比例对泡椒凤爪品质的影响见图4。

根据GB 2760—2011《食品添加剂使用标准》^[14],选择可用于肉制品,且耐热耐酸性能较好、高效安全的防腐剂。根据预实验筛选结果,选取Nisin和双乙酸钠进行复

配。Nisin是由乳酸链球菌合成的一种多肽抗菌类物质,是一种高效、安全、无副作用的天然食品添加剂,能有效地抑制多种引起食品腐败的革兰氏阳性菌的生长繁殖。双乙酸钠主要是通过有效地渗透入霉菌的细胞壁而干扰酶的相互作用,抑制了霉菌的产生,从而达到高效防霉、防腐等功能,且双乙酸钠在酸性条件下的防腐效果更佳。由图4可知,添加复合防腐剂后,泡椒凤爪的保藏时间明显增大,而感官评分无明显差异。当Nisin和双乙酸钠的比为2:3时,保藏时间为最大值42d,感官评分为8.8。因此,选取感官评分值与保藏时间均较大的复合防腐剂复配比例1:2、1:3、2:3进行进一步的研究。

2.2 栅栏因子的正交优化试验

在多个栅栏因子的协同和交互作用下,可使产品达到更好的保藏效果。本试验在单因素试验的基础上,对清洗时食用碱溶液质量浓度、腌制液的食盐质量浓度、酸用量及复合防腐剂复配比例4个因素进行正交优化,综合指标=50%×感官评分+50%×保藏时间,确定泡椒凤爪保藏的最佳栅栏条件。正交试验结果与极差分析见表3。

表3 $L_9(3^4)$ 正交试验结果与极差分析
Table 3 Orthogonal array design and results

试验号	A	B	C	D	感官评分	保藏时间/d	综合指标
1	1	1	1	1	8.7	29	18.85
2	1	2	2	2	9.3	37	23.15
3	1	3	3	3	8.5	31	19.75
4	2	1	2	3	8.6	33	20.80
5	2	2	3	1	8.3	31	19.65
6	2	3	1	2	9.0	42	25.50
7	3	1	3	2	7.9	30	18.95
8	3	2	1	3	8.4	32	20.20
9	3	3	2	1	8.1	34	21.05
K_1	61.75	58.60	64.55	59.55			
K_2	65.95	63.00	65.00	67.60			
K_3	60.20	66.30	58.35	60.75			
R	5.75	7.70	6.65	8.05			

由表3极差分析可知,4个因素对泡椒凤爪品质影响的大小顺序依次为复合防腐剂复配比例(D)、腌制液食盐质量浓度(B)、腌制液酸用量(C)、清洗时食用碱溶液质量浓度(A);泡椒凤爪保藏的最佳工艺组合为 $A_2B_3C_2D_2$,即清洗时食用碱溶液质量浓度为0.6g/100mL、腌制液食盐质量浓度为5.0g/100mL、酸用量0.64g/100mL、复合防腐剂的复配比例(Nisin:双乙酸钠)为1:3,即泡椒凤爪的最佳栅栏因子组合为:脂肪含量13.2g/100mL、 a_w 0.809、pH4.0、复合防腐剂(Nisin:双乙酸钠)复配比1:3。

2.3 验证实验

按照最佳的栅栏因子组合 $A_2B_3C_2D_2$ 进行验证实验,每组进行3次平行实验,取其平均值,测定结果见表4。

动物性食品在贮藏过程中由于微生物和酶的共同作用,导致蛋白质被分解而产生氮及胺类等碱性含氮物质^[1],因此可通过测定样品的TVB-N及菌落总数来判定产品的保藏效果。从表4可知,随着保藏时间的增加,样品中的菌落总数和TVB-N值逐渐增大,而感官评分逐渐减小。当样品贮存60d时,TVB-N值>30mg/100g,菌落总数> 1.0×10^6 CFU/g,样品腐败变质,感官评分较低。故通过本处理的产品在温度为37℃,相对湿度为80%,光照为33%的条件下可贮藏50d。此结果优于正交表中保藏时间

最大值42d,由此说明在最佳的栅栏因子组合条件下,保藏效果较好。

表4 验证实验结果

Table 4 Changes in microbiological indices and sensory score of pickled chicken feet prepared under optimized conditions during storage

时间/d	菌落总数/(CFU/g)	TVB-N/(mg/100g)	感官评分
0	3.9×10^2	2.1	9.5
10	8.6×10^2	13.4	9.2
20	2.2×10^3	18.9	9.0
30	4.5×10^3	22.4	8.9
40	1.1×10^4	25.6	8.8
50	7.3×10^4	26.8	8.5
60	2.1×10^6	31.5	7.8

3 结 论

通过对泡椒凤爪的脂肪含量、 a_w 、pH值及复合防腐剂复配比例4个栅栏因子进行研究,确定泡椒凤爪保藏的最佳工艺条件为:清洗时食用碱溶液质量浓度0.6g/100mL、腌制液食盐质量浓度5.0g/100mL、腌制液酸用量0.64g/100mL、复合防腐剂(Nisin:双乙酸钠)添加总量0.1g/100mL、复配比例为1:3,即泡椒凤爪的最佳栅栏因子组合为:脂肪含量13.2g/100mL、 a_w 0.809、pH4.0,复合防腐剂(Nisin:双乙酸钠)复配比1:3。在此最佳的栅栏条件下,样品真空包装后于温度37℃,相对湿度80%,光照33%的条件下可贮藏50d。

本实验将栅栏技术运用到泡椒凤爪的保藏中,通过对几个重要的栅栏因子进行优化后,得到了较好的保藏效果。此保藏方法不经过热杀菌,在最大程度上保持了泡椒凤爪原有的风味。此外,其操作简单、成本较低等优点,对泡椒凤爪的工业化生产提供了一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 焦锴,石明生,王喜娥.泡凤爪的加工工艺探讨[J].黑龙江畜牧兽医,2006(8):105-107.
- [2] 刘鹭,贺雅非,宫春波,等.乳酸链球菌素在泡凤爪制品保藏应用中的研究[J].肉类工业,2003(3):13-15.
- [3] 刘玉荣.泡椒凤爪的加工工艺[J].肉类工业,2001(4):9-10.
- [4] 哈益明,施惠栋,王锋,等.电子束食品辐照的研究现状与应用特点[J].核农学报,2007,21(1):61-64.
- [5] 王卫.栅栏技术在肉食品开发中的应用[J].食品科学,1997,18(3):9-13.
- [6] 赵志峰,雷鸣,卢晓黎,等.栅栏技术及其在食品加工中的应用[J].食品工业科技,2002,23(3):93-95.
- [7] 莱斯特,王卫.栅栏技术在食品开发中的应用[J].肉类研究,1996,10(1):31-33.
- [8] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 5009.6—2003 食品中脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [9] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 23490—2009 食品水分活度测定[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [10] 重庆市质量技术监督局.DB 50/294—2008 泡椒凤爪[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [11] 王天佑,王玉娟,秦文.猪肉挥发性盐基氮值指标与其感官指标的差异研究[J].食品工业科技,2007(12):124-126.
- [12] 中国国家标准化管理委员会.GB 4789.2—2010 食品微生物学检验菌落总数测定[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [13] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 5009.44—2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [14] 中国国家标准化管理委员会.GB 2760—2011 食品安全国家标准食品添加剂使用标准[S].北京:中国标准出版社,2011.