

响应面法优化烧全鸡抑菌配方

武杰, 马龙, 曾卫国, 许晖
(蚌埠学院生物与食品工程系, 安徽 蚌埠 233030)

摘要: 利用响应面法, 以壳聚糖、Nisin、溶菌酶添加量为因素, 抑菌率为响应值建立回归模型, 以确定最佳的烧全鸡抑菌配方。结果表明: 在添加壳聚糖 0.36%、Nisin 0.038%、溶菌酶 0.05% 时, 室温保存 3d 后, 烧全鸡中的细菌抑菌率为 95.4%, 抑制细菌的效果最佳, 且该配方下的试验结果与模型拟合程度较好。

关键词: 烧全鸡; 响应面; 复合防腐剂

Optimization of Antibacterial Formula for Braised Whole Chicken Using Response Surface Analysis

WU Jie, MA Long, ZENG Wei-guo, XU Hui
(Department of Biotechnology and Food Engineering, Bengbu College, Bengbu 233030, China)

Abstract: Chitosan, nisin and lysozyme were used to develop an antibacterial formula for braised whole chicken. In order to find the optimal formula, response surface methodology was employed to optimize antibacterial rate as a function of the levels of added ingredients based on a regression model. The best antibacterial effect was observed when 0.36% chitosan, 0.038% nisin and 0.05% lysozyme were added to braised whole chicken, resulting in an antibacterial rate of 95.4% after 3 d of storage at room temperature. Moreover, the experimental data could be well fitted with the established regression model.

Key words: braised whole chicken; response surface analysis; composite preservative

中图分类号: TS251.67

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2012)08-0330-04

烧全鸡是安徽省蚌埠市怀远地区的一种地方特色菜肴, 营养丰富, 风味独特, 以农家散养草公鸡为主料, 辅以二十多种香料, 经十多道工序烧制而成。当地企业将传统烧制工艺与现代化生产方式相结合, 摸索开发出一套杀菌消毒、真空包装烧全鸡软罐头工业化生产技术。由于禽肉制品属于高水分高蛋白质食品, 加之原料供应或生产工艺管理不善, 在产品贮存、运输和销售等过程中极易因微生物的大量增殖而导致产品的腐败变质。为使烧全鸡在常温下能够长期保存, 目前厂家采用高温高压灭菌处理, 但结果肉质太烂无嚼劲, 产生明显的蒸煮味, 失去了原来特有的风味, 口感较差, 同时, 高温杀菌造成产品包装的破裂, 也造成了一定的经济损失^[1-4]。壳聚糖、乳酸链球菌素、溶菌酶、甘氨酸、纳他霉素、茶多酚都是国际上公认的安全、有效的天然防腐剂, 目前已被国家批准使用, 现广泛应用于畜禽类熟肉食品中^[5-13]。随着我国消费者食品安全意识的不断提高, 消费者对化学防腐剂安全性的担心日趋高涨。本实验以复配防腐剂对烧全鸡进行保鲜处理, 应用响应面法设计试验方案, 采用 Minitab 软件进行数据统计分析, 优化出一

种安全有效的烧全鸡复合防腐剂, 以期烧全鸡的防腐保鲜和工业化生产提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

雄草鸡、调味料 市售; Nisin(1000U/mg) 浙江银象生物工程有限公司; 甘氨酸(Glycin)、纳他霉素(Natamycin) 郑州天腾贸易有限公司; 溶菌酶(活力 20000U/mg) 南宁庞博生物工程有限公司; 壳聚糖(80目, 脱乙酰度≥90%) 济南海得贝海洋生物工程有限公司; 茶多酚 贵州汉源生物制品公司; 营养琼脂 广东环凯微生物科技有限公司。

GNP-9080 型隔水式电热恒温培养箱 上海三发科学仪器有限公司; SW-CJ-2FD 型单人单面净化工作台 上海一恒科技有限公司; LDZX-50KB 型高压灭菌锅 上海申安医疗器械厂; AR1140 型电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司。

1.2 方法

1.2.1 烧全鸡产品生产工艺流程

收稿日期: 2011-10-20

基金项目: 安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2009B210Z); 国家星火计划项目(2012GA710045)

作者简介: 武杰(1975—), 男, 副教授, 硕士, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: ahbbwj@tom.com

原料鸡→宰杀→退毛→清洗→沥干→切块→淋油→爆炒→烧制→真空包装→高温杀菌→成品

1.2.2 烧全鸡产品生产操作要点

对1年龄以上雄草鸡施行宰杀、退毛、开膛清洗、沥干等预处理后,切块备用。先将生姜、葱、蒜、辣椒等投入110℃油锅炸锅1min,再将鸡块投入锅内翻炒3~5min,然后向锅内加入与鸡等质量的老汤并同时加入特定数量各种调味料,在文火下将老汤煮沸并维持沸腾状态1.5h,将锅内的鸡块连同汤汁盛入容器内抽真空包装后进行高温杀菌即得成品^[14]。

1.2.3 评价指标

防腐剂的抑菌效果用抑菌率表示,在烧全鸡加工过程中直接添加防腐剂,产品不经灭菌处理,置于室温(25℃)条件下保存3d,采用GB/T 4789.2—2008《食品卫生微生物学检验:菌落总数测定》规定稀释涂布法测定烧全鸡中的细菌总数,并设空白对照组,计算防腐剂的抑菌率:

$$\text{抑菌率}/\% = \frac{\text{对照组样品细菌总数} - \text{加防腐剂样品细菌总数}}{\text{对照组样品细菌总数}} \times 100$$

1.2.4 防腐剂的筛选

在烧全鸡制作过程中分别加入乳酸链球菌素(Nisin)、甘氨酸(Glycin)、纳他霉素(Natamycin)、溶菌酶(Lysozyme)、壳聚糖、茶多酚等6种防腐剂,每种防腐剂按GB 2760—2007《食品添加剂使用卫生标准》规定的使用限量添加,以抑菌率为结果从中筛选出抑菌效果最好的3种防腐剂。

1.2.5 复配防腐剂配方优化

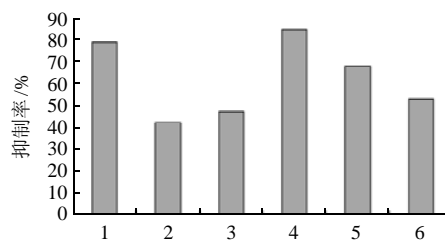
选取筛选出的3种抑菌效果较好的防腐剂添加量为自变量,将防腐剂质量分数设为5个水平,下限为0,上限为GB 2760—2007规定的使用限量,以抑菌率作为衡量指标的响应值,采用响应面法中的中心组合设计进行烧全鸡复合防腐剂最佳配比的优化^[15]。

2 结果与分析

2.1 防腐剂筛选试验

按GB 2760—2007规定的使用限量添加,各种防腐剂抑菌效果试验结果见图1。

从图1可知,各种防腐剂中Nisin、溶菌酶和壳聚糖对烧全鸡腐败菌抑制效果最好。故取这3种防腐剂进行复配使用,进一步通过响应面法优化出其最佳配方。一方面可以克服单一的防腐剂只能抑制一类细菌的缺陷;另一方面,各种防腐剂复合使用,可以降低防腐剂的添加量,也使产品的价格不致过多;同时,几种防腐剂复配使用还可以增加抗菌效果。



1.乳酸链球菌素; 2.甘氨酸; 3.纳他霉素; 4.溶菌酶; 5.壳聚糖; 6.茶多酚。

图1 防腐剂抑菌效果

Fig.1 Antibacterial effects of single preservatives

2.2 回归模型的拟合与检验

根据2.1节选取筛选出的壳聚糖、Nisin、溶菌酶的添加量3个因素为自变量,其因素水平见表1,以抑菌率作为衡量指标的响应值,采用响应面法中的中心组合设计进行烧全鸡复合防腐剂最佳配比优化^[15]。试验设计及结果见表2。

表1 烧全鸡复合防腐剂最佳配比中心组合试验设计因素水平及编码
Table 1 Factors and levels of central composite design

因素	编码	水平				
		-1.682	-1	0	1	1.682
壳聚糖用量/%	X ₁	0	0.12	0.3	0.48	0.6
Nisin用量/%	X ₂	0	0.01	0.025	0.04	0.05
溶菌酶用量/%	X ₃	0	0.01	0.025	0.04	0.05

表2 烧全鸡复合防腐剂最佳配比中心组合试验设计及结果
Table 2 Central composite design arrangement and corresponding results

试验号	X ₁	X ₂	X ₃	Y 抑菌率/%
1	-1	-1	-1	25
2	1	-1	-1	24
3	-1	1	-1	29
4	1	1	-1	28
5	-1	-1	1	29
6	1	-1	1	34
7	-1	1	1	57
8	1	1	1	79
9	-1.682	0	0	27
10	1.682	0	0	28
11	0	-1.682	0	24
12	0	1.682	0	48
13	0	0	-1.682	29
14	0	0	1.682	94
15	0	0	0	76
16	0	0	0	72
17	0	0	0	70
18	0	0	0	70
19	0	0	0	67
20	0	0	0	75

利用 Minitab 15 软件对表 2 中的试验结果进行多元回归拟合, 建立二次多项式回归模型方程:

$$Y = 71.72 + 1.95X_1 + 8.89X_2 + 14.81X_3 - 15.98X_1^2 - 12.97X_2^2 - 3.96X_3^2 + 2.12X_1X_2 + 3.62X_1X_3 + 8.12X_2X_3$$

对建立模型进行方差分析和显著性检验, 分析结果分别见表 3、4。

表 3 回归模型方差分析表

Table 3 Analysis of variance for the established regression model

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
模型	10390.26	9	1154.47	32.48	< 0.0001
线性	4127.81	3	1375.94	38.70	< 0.0001
平方	5593.07	3	1864.36	52.44	< 0.0001
交互作用	669.38	3	223.13	6.28	0.011
残差误差	355.49	10	35.55		
失拟	298.16	5	59.63	5.20	0.051
纯误差	57.33	5	11.47		
总误差	10745.7	19			

表 4 回归方程系数显著性检验

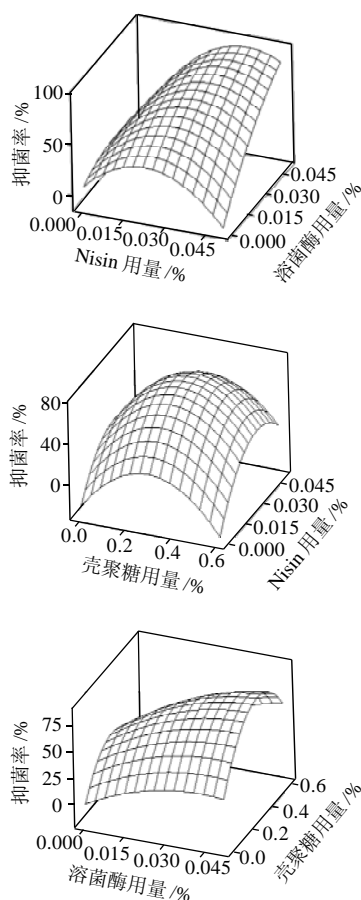
Table 4 Significance test for each coefficient in the established regression model

方差来源	t 值	P 值
常数项	29.494	< 0.0001
X_1	1.211	0.254
X_2	5.508	< 0.0001
X_3	9.182	< 0.0001
X_1^2	-10.174	< 0.0001
X_2^2	-8.260	< 0.0001
X_3^2	-2.520	0.030
X_1X_2	1.008	0.337
X_1X_3	1.720	0.116
X_2X_3	3.854	0.003

从表 3 可知, 复合防腐剂回归模型 $P < 0.0001$, 表明该回归方程模型极显著; 失拟项 $P = 0.051 > 0.05$, 表明失拟项不显著, 符合模型要求, 该模型可用于复合防腐剂最佳配方的理论预测。

从表 4 可知, 一次项 X_2 和 X_3 的 P 值小于 0.0001, 说明 Nisin 和溶菌酶对抑菌率的影响极显著, X_1 的 P 值大于 0.05, 说明壳聚糖对抑菌率的影响不显著; 二次项 X_1^2 和 X_2^2 的 P 值小于 0.0001, 具有极高的显著性, 说明抑菌率的变化相对复杂, 各防腐剂对抑菌率的影响不是简单的线性关系, 响应面效应显著; 交互项 X_2X_3 的 P 值小于 0.01, 说明 Nisin 与溶菌酶的交互作用对抑菌率的影响极显著, 交互项 X_1X_2 和 X_1X_3 的 P 值大于 0.05, 说明壳聚糖与 Nisin、壳聚糖与溶菌酶的交互作用对抑菌率的影响均不显著。

2.3 响应面分析与优化



固定水平: 壳聚糖用量 0.3%; Nisin 用量 0.025%; 溶菌酶用量 0.025%。

图 2 各两因素交互作用对抑菌率的响应曲面图

Fig.2 Response surface plots for the interaction effects of antibacterial ingredients on antibacterial rate

由图 2 可以看出, 随着防腐剂用量的增加, 抑菌率呈明显上升趋势, 防腐剂对烧全鸡中的微生物的生长具有明显的抑制作用。利用 Minitab15 软件自带响应优化器分析得复合防腐剂最佳配方为壳聚糖质量分数 0.36%、Nisin 质量分数 0.038%、溶菌酶质量分数 0.05%, 在此配方下抑菌率的预测值为 96.7%。

2.4 验证实验

以上述优化复合防腐剂配方进行验证实验, 结果所得的平均抑菌率(重复 3 次)为 95.4%, 与预测值的相对误差仅 1.3%。为检验该防腐剂的实际效果, 在烧全鸡制作过程中添加上述优化配方的复合防腐剂, 并辅以 105℃ 30min 灭菌, 产品 37℃ 保存 8d 未见胀袋, 根据企业实际经验产品可以达到半年保质期, 产品口感较之原先 121℃ 灭菌有较大改善, 而未加防腐剂的空白样 105℃ 灭菌后仅 2d 即出现胀袋。

3 结 论

实践证明, 防腐剂复合使用与防腐剂单独使用相

比,可以明显增加抗菌效果,有效地克服了单一保鲜剂只能抑制一类细菌的缺陷,显著延长肉制品常温保藏货架期。本实验优化出的壳聚糖、Nisin、溶菌酶复合防腐剂在烧全鸡等传统肉制品生产中具有积极的应用价值。

参考文献:

- [1] 邓源喜,马龙,许晖,等. 鸡肉保鲜技术的研究进展[J]. 中国家禽, 2010, 32(4): 42-48.
- [2] 宫庆娥,成晓霞,李春香,等. 鸡肉的腊制与保鲜技术研究[J]. 中国家禽, 2002, 24(6): 20-21.
- [3] 谢光华. 禽肉保鲜包装[J]. 中国家禽, 2007, 29(5): 31-32.
- [4] 武杰. 一种烧全鸡及其制作方法: 中国, CN 200910251516.2[P]. 2010-06-16.
- [5] 李苗云,樊静,赵改名,等. 不同保鲜剂对生鲜鸡肉的保鲜效果[J]. 河南农业大学学报, 2010, 44(5): 580-584.
- [6] 于见亮,贺家亮,于秀,等. Nisin、茶多酚、壳聚糖复合保鲜冷却羊肉的配比优化研究[J]. 食品科学, 2008, 29(12): 712-716.
- [7] 孙卫青,马俪珍,李平. 复合天然保鲜剂对低温酱鸭保鲜效果的研究[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(10): 141-144.
- [8] 还连栋,潘利华,朱克美,等. 乳酸链球菌素在扒鸡中的应用[J]. 肉类工业, 2000(12): 27-28.
- [9] 张希斌,罗欣,梁荣蓉,等. Nisin-明胶可食性涂层对冷却鸡胸肉综合保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2010, 36(7): 173-177.
- [10] 刘源岗. 溶菌酶分子活性长效性研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(10): 196-197.
- [11] 张然,龚忠,钟丹,等. 复合天然防腐剂对香酥酱鸭保鲜效果研究[J]. 食品科学, 2009, 30(20): 433-436.
- [12] 康怀彬,徐幸莲,张敏,等. 烧鸡综合保鲜技术研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 556-558.
- [13] 张坤生,刘晨,任云霞. 复配型防腐剂延长巴氏杀菌鸡肉香肠货架期的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 430-434.
- [14] 姚艳玲. 生物保鲜剂在肉制品保鲜中的应用[J]. 肉类研究, 2010, 24(9): 69-72.
- [15] 熊晓辉,严蓓蓓,姚丽丽,等. 响应面法优化月饼馅料的抑菌配方[J]. 食品工业科技, 2009, 30(6): 125-127.