

茶多酚对低盐中式腊肠防腐保鲜的影响

刘琨毅¹, 王琪^{1*}, 王卫², 袁华伟³

(1.宜宾职业技术学院五粮液技术学院, 四川 宜宾 644003; 2.成都大学肉类加工四川省重点实验室, 四川 成都 610106;
3.宜宾学院生命科学与食品工程学院, 四川 宜宾 644000)

摘要: 根据Box-Behnken实验设计原理, 以中式腊肠菌落总数及感官评分为指标, 在单因素试验的基础上, 采用四因素三水平响应曲面分析法优化茶多酚减菌化条件。结果表明: 茶多酚对中式腊肠原料肉减菌化处理的最佳工艺条件为茶多酚溶液质量浓度0.61 g/100 mL、溶液pH值8.35、溶液温度22.03 °C、处理时间33.44 min, 在此条件下中式腊肠的菌落总数可降至4.3 (lg (CFU/g)), 感官评分为89.3分。

关键词: 茶多酚; 中式腊肠; 响应面法

Effects of Tea Polyphenols in Preservation of Low-salt Chinese Sausage

LIU Kunyi¹, WANG Qi^{1*}, WANG Wei², YUAN Huawei³

(1.Wuliangye Technical College, Yibin Vocational and Technical College, Yibin 644003, China;
2.Sichuan Key Laboratory of Meat Processing, Chengdu University, Chengdu 610106, China;
3.College of Life Science and Food Engineering, Yibin University, Yibin 644000, China)

Abstract: After being pretreated with tea polyphenols, pork meat was used to produce low-salt Chinese sausage. One-factor-at-a-time method and response surface methodology based on a four-variable, three-level central composite design were used to optimize the pretreatment conditions. The response variables were total bacterial count and sensory evaluation score. The results showed that the optimal experimental conditions were as follows: tea polyphenol concentration 0.61 g/100 mL, pH 8.35, temperature 22.03 °C and treatment time 33.44 min. The total bacterial count of the sausage prepared under the optimized conditions was 4.3 (lg (CFU/g)) and sensory score 89.3 points.

Keywords: tea polyphenols; Chinese sausage; response surface methodology

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201803007

中图分类号: S482.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2018) 03-0034-06

引文格式:

刘琨毅, 王琪, 王卫, 等. 茶多酚对低盐中式腊肠防腐保鲜的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(3): 34-39. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201803007. <http://www.rlyj.pub>

LIU Kunyi, WANG Qi, WANG Wei, et al. Effects of tea polyphenols in preservation of low-salt Chinese sausage[J]. Meat Research, 2018, 32(3): 34-39. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201803007. <http://www.rlyj.pub>

茶多酚具有极强的清除有害自由基的能力以及抑制微生物生长、消除异味等功能, 其抗氧化能力是人工合成抗氧化剂2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚(2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol, BHT)和丁基羟基茴香醚(butyl hydroxyanisole, BHA)的4~6倍, VC的5~10倍^[1-4]。目前, 茶多酚以其高效的抗氧化性能及低成本优势被广泛应用于乳制品、肉制品、果蔬和罐头食品中^[5-9]。茶多酚不仅具有多种保健功效, 如免疫调节、抗肿瘤、预防动脉硬化等, 而且在人体内很快被降解, 不会引起抗药

性问题, 也不会改变人体内的正常菌群, 是一种安全无毒的食品防腐剂^[10-11]。

中式腊肠始创于南北朝以前, 因其风味鲜美、醇厚浓郁、回味绵长享誉海内外^[12-13], 但含盐量较高(2%以上)、过于油腻和保质期较短等问题在一定程度上影响了传统中式腊肠的销量^[14-17]。因此, 开发安全性高且有利于健康的低盐中式腊肠是我国肉制品的发展趋势^[18-20]。为此, 本研究在低盐中式腊肠加工制作过程中添加茶多酚, 以期达到抑制中式腊肠中有害菌的活力及减少有害菌数量的目的。

收稿日期: 2017-12-24

基金项目: 肉类加工四川省重点实验室开发基金项目(17-R-06)

第一作者简介: 刘琨毅(1987—), 男, 讲师, 硕士, 研究方向为食品发酵。E-mail: liukunyi799@qq.com

*通信作者简介: 王琪(1989—), 女, 讲师, 硕士, 研究方向为分析检测技术。E-mail: rodmanben@foxmail.com

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

茶多酚(质量符合GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[21]中茶多酚的相关要求) 辽宁中科生物工程有限公司; 鲜肉及香料 宜宾沃尔玛超市; 人造胶原蛋白肠衣(口径38 mm) 河北顺平肠衣基地; 其余试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

PHs-3c型精密pH计 上海理达仪器厂; BS210S型电子分析天平 北京赛多利斯天平有限公司; SW-CJ-2FD型超净工作台 苏州净化设备有限公司; HH-ZK型恒温水浴锅 上海卫凯仪器设备有限公司; 101C-3B型电热恒温鼓风干燥箱 上海市崇明试验仪器厂; RS-JR80A型多功能灌肠机 合肥荣事达小家电有限公司; XW-80A型漩涡混合器 云南科仪化玻有限公司。

1.3 方法

1.3.1 中式腊肠制作工艺

原料肉预处理(茶多酚溶液处理)→绞碎→混合拌料→腌制→灌肠→脱水→风干→真空包装→成品^[12,16]。

操作要点: 1) 将原料猪肉切成8~10 mm的肉丁, 放入一定质量浓度的茶多酚溶液中, 调整溶液的pH值及温度后利用恒温水浴锅处理一定时间, 然后用纯净水清洗3次、沥干水分后待用; 2) 将原料肉按肥、瘦肉质量比为1:4混匀后斩拌, 加入配料(白砂糖7.50%、盐1.00%、味精0.20%、生姜0.15%、五香粉0.10%); 3) 灌注100 g原料肉, 单节腊肠长度20 cm、直径4.5 cm, 结扎后于40℃条件下脱水24 h; 4) 15℃晾挂风干3 d, 真空包装后即成成品^[22]。

1.3.2 中式腊肠的菌落总数测定

将10 g中式腊肠切片后浸入100 mL蒸馏水中并停留1 min以上, 按照ISO 6887-1—2003《食品和动物饲料制品微生物学 试样准备及用于微生物检验的初始悬浮液和10倍制稀释液 初始悬浮液和10倍制稀释液》^[23]制备初悬液和10倍稀释液。根据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》^[24], 选取合适稀释度的稀释液涂布于平板计数琼脂培养基平板上^[25], 30℃恒温培养72 h, 进行菌落总数计数。

1.3.3 中式腊肠的感官评价

感官评价在学院食品品评室内完成, 邀请13位教师及实验员组成评定小组, 明确感官评定的指标和注意事项。参照GB/T 23493—2009《中式香肠》^[26]及张培培等^[27]对中式香肠品质的研究方法, 从外观、组织状态、色泽、香气、滋味五方面制订中式腊肠的感官评价标准, 如表1所示。

表1 中式腊肠感官评价标准

Table 1 Criteria for sensory evaluation of Chinese sausages

项目	感官评分	感官特征
外观	13~15	肠衣干燥, 紧贴肉馅, 结构紧致有弹性
	11~13	肠衣稍有湿润发黏, 较易与肉馅分离, 但不易撕裂, 表面稍有霉点, 但抹后无痕迹, 韧性较差
	9~11	肠衣较湿润发黏, 易与肉馅分离, 易撕裂, 表面有较多霉点, 抹后有痕迹, 发软、无韧性
组织状态	8~10	组织紧密, 有弹性, 切面良好、齐整、坚实, 无软骨及其他杂物, 无气孔
	7~8	组织较紧密, 有一定弹性, 切面较齐整, 有裂隙, 周缘部分有软化现象, 有少量气孔
	6~7	组织松散, 弹性小, 切面不整齐, 周缘部分软化严重, 有大量气孔
色泽	17~20	切面肉馅有光泽, 肌肉呈灰红或玫瑰红色, 脂肪呈白色, 色泽分明, 外表有光泽
	14~17	部分肉馅有光泽, 肌肉呈深灰或咖啡色, 脂肪发黄, 色泽分明, 外表有光泽
	12~14	肉馅无光泽, 瘦肉呈暗紫色, 脂肪呈灰色, 无光泽
香气	22~25	腊香味纯正浓郁, 具有中式腊肠固有的风味, 无不良味道
	19~22	脂肪有轻微酸味, 腊香味较浓郁, 具有中式腊肠固有的风味, 无其他异味
	15~19	有时肉馅带有较重酸味, 无浓郁的香味, 具有明显的异味
滋味	26~30	咸味适中, 无肉腥味, 略有甜香味, 滋味鲜美, 口感细腻均匀, 有良好的咀嚼性
	22~26	咸味略浓(或略淡), 略有肉腥味, 无甜香味, 滋味鲜美, 有粗糙感, 咀嚼性一般
	18~22	咸味较浓(或较淡), 肉腥味较浓, 有异味, 口感粗糙, 咀嚼性差

1.3.4 茶多酚溶液对中式腊肠原料肉减菌化处理的单因素试验

调整茶多酚溶液pH值为7.0、控制溶液温度为28℃、处理时间20 min, 茶多酚溶液质量浓度分别设置为0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8 g/100 mL; 调整茶多酚溶液质量浓度为0.5 g/100 mL、溶液温度28℃、处理时间20 min, 茶多酚溶液pH值分别设置为5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5; 调整茶多酚溶液质量浓度为0.5 g/100 mL、溶液pH值为7.0、处理时间20 min, 溶液温度分别设置为19、22、25、28、31、34、37℃; 调整茶多酚溶液质量浓度为0.5 g/100 mL、溶液pH值为7.0、溶液温度为28℃, 处理时间分别设置为5、10、15、20、25、30、35 min, 考察原料肉经过不同处理后中式腊肠的菌落总数及感官评分。

1.3.5 响应面法优化中式腊肠原料肉减菌化处理的最佳工艺条件

在单因素试验的基础上, 利用Box-Behnken^[28]的试验次数较少、周期较短、得到的回归方程精确度高的特点, 以中式腊肠的菌落总数为指标, 进行四因素三水平的响应面优化试验, 采用多元二次方程来拟合试验因素和响应值之间的函数关系, 再通过回归方程的分析^[29]确定茶多酚溶液对中式腊肠原料肉减菌化处理的最佳工艺条件。

1.4 数据处理

实验均重复测定3次,结果用平均值±标准差表示。采用OriginLab OriginPro 9.1软件进行数据统计分析和绘图;采用Design Expert 8.0.6软件进行响应面设计及结果分析。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 茶多酚溶液质量浓度对中式腊肠原料肉减菌化处理的影响

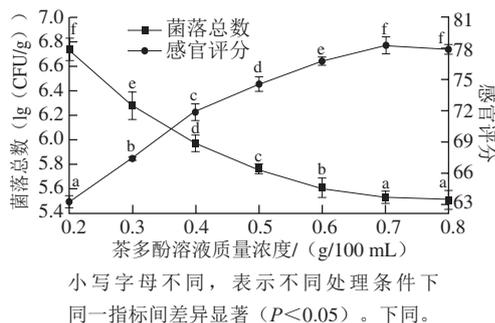


图1 茶多酚溶液质量浓度对中式腊肠菌落总数及感官评分的影响
Fig. 1 Effect of tea polyphenol concentration on total colony number and sensory score of Chinese sausages

由图1可知,随着茶多酚溶液质量浓度的增加,中式腊肠的菌落总数随之降低,当茶多酚溶液质量浓度为0.8 g/100 mL时菌落总数达到最低,为(5.51±0.08) (lg CFU/g)。当茶多酚溶液质量浓度在0.2~0.7 g/100 mL范围内变化时,中式腊肠的感官评分随着茶多酚溶液质量浓度的增加显著增加(P<0.05),最高可达(78.3±0.8)分;当茶多酚溶液质量浓度继续增加至0.8 g/100 mL时,中式腊肠的感官评分反而较0.7 g/100 mL时有所下降,但差异不显著(P>0.05)。因此选择茶多酚溶液质量浓度为0.6~0.8 g/100 mL进行后续响应面优化试验。

2.1.2 茶多酚溶液pH值对中式腊肠原料肉减菌化处理的影响

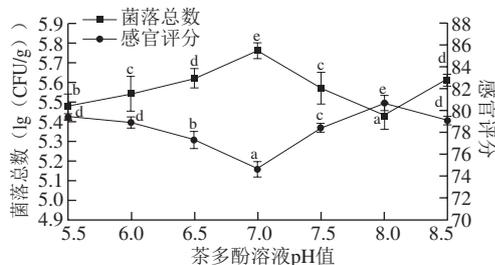


图2 茶多酚溶液pH值对中式腊肠菌落总数及感官评分的影响
Fig. 2 Effect of tea polyphenol pH value on total colony number and sensory score of Chinese sausages

由图2可知:当茶多酚溶液pH值在5.5~7.0范围内时,中式腊肠的菌落总数随着pH值的升高而升高,感官评分随着pH值的升高而降低;当茶多酚溶液pH值在7.0~8.0范围内时,中式腊肠的菌落总数随着pH值的升高而降低,感官评分随着pH值的升高而升高;随着溶液pH值的继续升高,中式腊肠的菌落总数也随之升高,但感官评分则开始下降。这表明茶多酚在弱酸或弱碱条件下表现出较强的抑菌能力,中式腊肠的菌落总数在溶液pH值为8.0时可降至最低,为(5.43±0.07) (lg CFU/g);感官评分也在溶液pH值为8.0时达到最高,为(80.7±0.7)分。因此茶多酚溶液减菌化处理中式腊肠原料肉的最适pH值为8.0左右。

2.1.3 茶多酚溶液温度对中式腊肠原料肉减菌化处理的影响

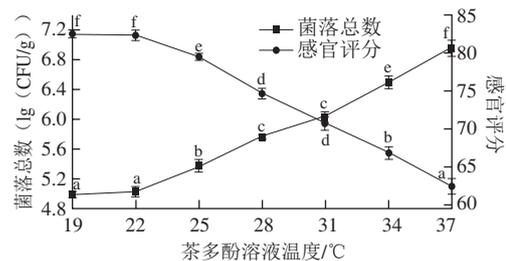


图3 茶多酚溶液温度对中式腊肠菌落总数及感官评分的影响
Fig. 3 Effect of tea polyphenol temperature on total colony number and sensory score of Chinese sausages

由图3可知,随着茶多酚溶液温度的逐步升高,中式腊肠的菌落总数也随之升高,感官评分则随之下降,表明低温处理对中式腊肠更为有利。当茶多酚溶液温度为19℃时,中式腊肠的菌落总数最低,为(4.99±0.04) (lg CFU/g),但与溶液温度为22℃时的菌落总数(5.03±0.07) (lg CFU/g)无显著差异(P>0.05);茶多酚溶液温度为19℃及22℃时,中式腊肠的感官评分也无显著差异(P>0.05)。因此选择茶多酚溶液温度为19~25℃用于后续响应面优化试验。

2.1.4 处理时间对中式腊肠原料肉减菌化处理的影响

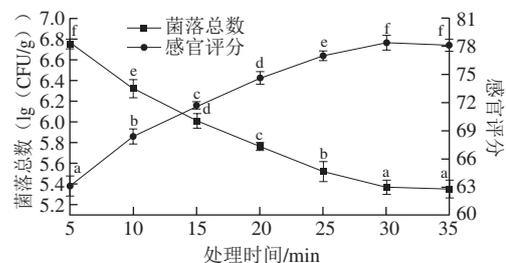


图4 处理时间对中式腊肠菌落总数及感官评分的影响
Fig. 4 Effect of processing time on total colony number and sensory score of Chinese sausages

由图4可知,中式腊肠的菌落总数随着茶多酚溶液处理时间的延长而降低,最低为(5.35±0.09)(lg(CFU/g))。当茶多酚溶液处理时间由5 min增加至30 min时,中式腊肠的感官评分也随之增加;但处理时间为35 min时,中式腊肠的感官评分较处理30 min时有所下降,但无显著差异($P>0.05$),主要体现在肉质的弹性有所下降。因此选择茶多酚溶液处理时间为25~35 min用于后续实验。

2.2 响应面优化试验结果

利用Box-Behnken的试验设计响应面优化试验,茶多酚溶液质量浓度、溶液pH值、溶液温度和处理时间4个因素的水平及试验结果如表2所示。

表2 响应面优化试验设计及结果

序号	A茶多酚溶液质量浓度/(g/100 mL)	B溶液pH值	C溶液温度/°C	D处理时间/min	Y菌落总数(lg(CFU/g))
1	0 (0.7)	-1 (7.5)	0 (22)	-1 (25)	4.93
2	0	1 (8.5)	0	-1	4.91
3	-1 (0.6)	0 (8.0)	1 (25)	0 (30)	4.89
4	0	1	-1 (19)	0	4.81
5	-1	0	-1	0	5.04
6	0	0	0	0	4.43
7	0	1	1	0	4.54
8	1 (0.8)	0	0	-1	4.45
9	0	0	1	1 (35)	4.60
10	0	0	0	0	4.45
11	0	0	0	0	4.40
12	0	0	0	0	4.42
13	-1	1	0	0	4.69
14	0	0	1	-1	4.76
15	0	0	-1	-1	5.09
16	0	-1	-1	0	5.14
17	0	0	0	0	4.43
18	1	1	0	0	4.74
19	-1	0	0	-1	5.01
20	1	0	-1	0	4.55
21	1	0	0	1	4.81
22	0	1	0	1	4.47
23	-1	0	0	1	4.44
24	1	0	1	0	4.83
25	0	-1	1	0	4.87
26	-1	-1	0	0	4.97
27	0	-1	0	1	5.08
28	1	-1	0	0	4.74
29	0	0	-1	1	4.98

运用Design-Expert 8.0.6软件对表2中的试验数据进行多元回归拟合,得到的回归方程为 $Y=4.430-0.077A-0.130B-0.093C-0.064D+0.070AB+0.110AC+0.230AD-0.150BD-0.013CD+0.130A^2+0.220B^2+0.240C^2+0.170D^2$ 。

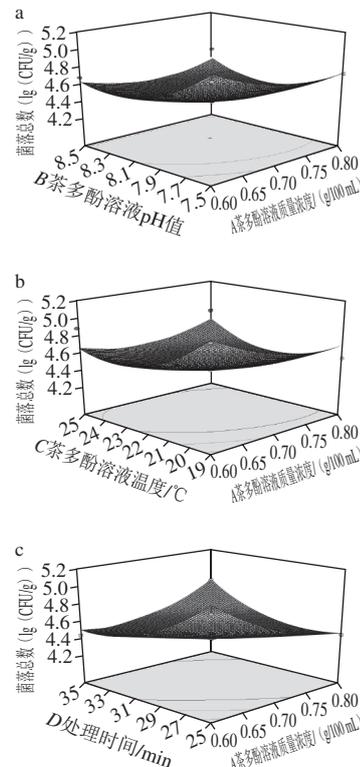
由表3可知,经过方差分析,不同试验条件下所得到的菌落总数回归方程模型极显著($P<0.01$),且失拟项检验不显著($P>0.05$),表明未知因素对实验结果的干扰较小,该试验模型可以充分拟合试验数据,所得的菌落总数回归方程是能够反映菌落总数与减菌化工艺各参

数之间关系的数学模型,即可以利用此回归方程确定茶多酚溶液减菌效果的最佳工艺。4个因素对中式腊肠菌落总数影响的强弱顺序依次为溶液pH值>溶液温度>茶多酚溶液质量浓度>处理时间,其中茶多酚溶液pH值对菌落总数的影响极显著($P<0.01$),茶多酚溶液质量浓度和溶液温度对菌落总数的影响显著($P<0.05$);且茶多酚溶液质量浓度与处理时间之间具有极显著交互作用($P<0.01$),溶液pH值与处理时间之间具有显著交互作用($P<0.05$)。

表3 响应面优化试验结果的方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
模型	1.46	14	0.100	8.44	0.000 1**
A	0.07	1	0.071	5.71	0.031 5*
B	0.21	1	0.210	16.62	0.001 1**
C	0.10	1	0.100	8.46	0.011 4*
D	0.05	1	0.049	4.00	0.065 3
AB	0.02	1	0.020	1.59	0.228 5
AC	0.05	1	0.046	3.74	0.073 6
AD	0.22	1	0.220	17.50	0.000 9**
BC	-8.88×10^{-16}	1	-8.880×10^{-16}	-7.19×10^{-14}	1.000 0
BD	0.09	1	0.087	7.04	0.018 9*
CD	6.25×10^{-4}	1	6.250×10^{-4}	0.05	0.825 3
A ²	0.10	1	0.100	8.36	0.011 9*
B ²	0.31	1	0.310	24.81	0.000 2**
C ²	0.39	1	0.390	31.17	<0.000 1**
D ²	0.19	1	0.190	15.60	0.001 5**
残差	0.17	14	0.012		
失拟项	0.17	10	0.017	0.521	0.093 1
纯误差	1.32×10^{-3}	4	3.300×10^{-4}		
总离差	1.63	28			

注:*,差异显著($P<0.05$);**,差异极显著($P<0.01$)。



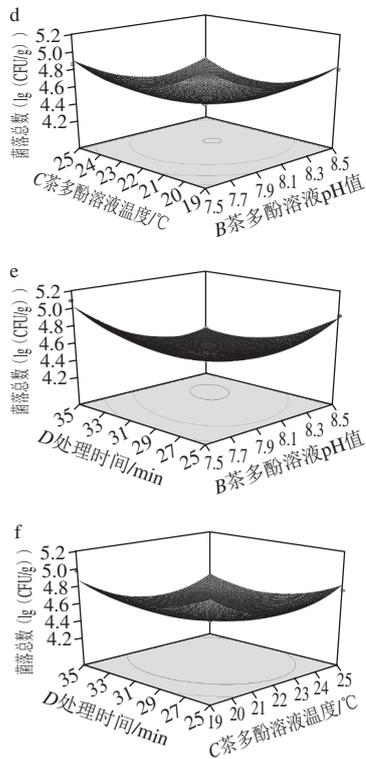


图5 两因素交互作用对中式腊肠菌落总数影响的响应面图

Fig. 5 Response surface plots for the interactive effect of operating parameters on total colony number of Chinese sausages

响应面图是回归方程的形象描述，能够直观反映各个因素与响应值之间的关系以及两因素间交互作用的类型，进而优化试验条件^[29]。响应面图的曲面坡度越陡峭、等高线越密集成椭圆形，表示两因素的交互影响越大^[30-31]。由图5可知，茶多酚溶液质量浓度与处理时间之间、溶液pH值与处理时间之间所形成的响应面图曲面坡度较为陡峭，即因素之间具有较强的交互作用。该结果与根据表3的方差分析所得的茶多酚溶液质量浓度与处理时间之间具有极显著交互作用 ($P < 0.01$)、溶液pH值与处理时间之间具有显著交互作用 ($P < 0.05$) 的结论相吻合。

通过软件分析确定茶多酚溶液对中式腊肠原料肉最佳减菌工艺为茶多酚溶液质量浓度0.61 g/100 mL、溶液pH值8.35、溶液温度22.03 °C、处理时间33.44 min，在此条件下由公式计算出的菌落总数理论值为4.39 (lg (CFU/g))。根据所得数据进行3组验证实验，得中式腊肠菌落总数为(4.35 ± 0.03) (lg (CFU/g))，测定结果稳定，偏差不大，证明该结果合理、可靠。

与未经过茶多酚溶液处理的原料肉所制成的中式腊肠的菌落总数(6.91 (lg (CFU/g)))相比，经茶多酚溶液最佳减菌工艺处理后，中式腊肠的菌落总数下降了33.7%，且符合GB/T 23493—2009《中式香肠》^[26]中式香肠菌落总数应低于6.00 (lg (CFU/g))的要求。经最

佳减菌工艺处理后，可获得结构紧致、富有弹性、色泽分明、外表有光泽、腊香味纯正、浓郁的低盐中式腊肠，感官评分为89.3分，达到了在低盐中式腊肠中添加茶多酚，抑制加工过程中有害菌的活力、减少有害菌数量及不影响产品感官品质的目的。

3 结论

在单因素试验的基础上，利用响应面法对利用茶多酚抑制低盐中式腊肠原料肉中有害菌数量的工艺条件进行优化，确定出的最优工艺条件为：将原料肉放入茶多酚质量浓度为0.61 g/100 mL的溶液中，调整溶液的pH值为8.35后利用恒温水浴锅在22.03 °C条件下处理33.44 min，然后用纯净水清洗，3次沥干后按肥、瘦肉质量比为1:4混匀后斩拌，加入配料；按照单节腊肠长度20 cm、直径4.5 cm规格灌注100 g原料肉，结扎后于40 °C条件下脱水24 h；然后在15 °C条件下晾晒风干3 d，真空包装。即可获得结构紧致、富有弹性、色泽分明、外表有光泽、腊香味纯正、浓郁的低盐中式腊肠，其菌落总数可降至4.35 (lg (CFU/g))。

参考文献:

- [1] 姜绍通, 吴洁方, 刘国庆, 等. 茶多酚和大蒜素在冷却肉涂膜保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 313-316.
- [2] 陈晓眠, 吴晓萍, 邓楚津, 等. 壳聚糖和茶多酚对罗非鱼冷藏保鲜效果比较[J]. 现代食品科技, 2011, 27(3): 279-282. DOI:10.3969/j.issn.1673-9078.2011.03.010.
- [3] VUONG Q V, STATHOPOULOS C E, NGUYEN M H, et al. Isolation of green tea catechins and their utilization in the food industry[J]. Food Reviews International, 2011, 27(3): 227-247. DOI:10.1080/87559129.2011.563397.
- [4] 符绍辉, 于福满, 罗志良, 等. 茶多酚、乳酸钠和Nisin对冷鲜猪肉品质特性的影响[J]. 肉类工业, 2014(1): 46-48.
- [5] 李颖物, 张笑, 仪淑敏, 等. 茶多酚对水产品的保鲜机理及其应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2013, 34(8): 365-368.
- [6] NAKAYAMA M, SHIGEMUNE N, TSUGUKUNI T, et al. Mechanism of the combined anti-bacterial effect of green tea extract and NaCl against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7[J]. Food Control, 2012, 25(1): 225-232.
- [7] 马君义, 马绍城, 刘嘉欣, 等. 茶多酚、螺旋藻及其复合物的抗氧化性能研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(16): 22-26. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2014.16.006.
- [8] 林美容, 刘晓艳, 杜劲松, 等. 茶多酚与竹荪、海带提取物的抗氧化协同效应[J]. 食品工业, 2015, 36(4): 181-185.
- [9] 钱丽红, 陶妍, 谢晶. 茶多酚对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌的抑菌机理[J]. 微生物学通报, 2010, 37(11): 1628-1633.
- [10] 夏天兰. 天然保鲜剂对冷却猪肉保鲜效果的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009: 7-46.
- [11] 张梁, 陈欣, 陈博, 等. 茶多酚体内吸收、分布、代谢和排泄研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2016, 43(5): 667-675.
- [12] 黄爱兰, 王志威, 玄夕龙, 等. 复合添加剂对中式腊肠品质的影响[J]. 安徽科技学院学报, 2015, 29(6): 87-93. DOI:10.3969/j.issn.1673-8772.2015.06.017.



- [13] 张雪梅. 四川香肠生产过程中理化特性、微生物特性及产葡萄球菌的筛选与应用[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010: 6-23.
- [14] 安攀宇. 低脂低钠传统中式香肠的研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2012: 5-31.
- [15] 张景伟. 中式香肠发酵工艺及成熟技术研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2010: 8-37.
- [16] 刘成国, 龙昊, 娄爱华, 等. 热风干燥条件对中式腊肠微生物及质构特性的影响[J]. 食品与机械, 2012, 28(4): 42-46. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2012.04.012.
- [17] 向廷建. 亚硝酸钠添加量对中式香肠贮藏品质的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013: 6-28.
- [18] 叶阳, 王洋, 袁先铃, 等. 复合防腐剂对低硝中式香肠贮藏期品质的影响[J]. 中国食品添加剂, 2016(9): 139-145. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2016.09.016.
- [19] 朱培培, 唐宏刚, 肖朝耿, 等. 甜菜粉与亚硝酸钠复合对中式香肠品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(1): 269-272. DOI:10.13386/j.issn.1002-0306.2017.01.045.
- [20] 章林, 黄明, 周光宏. 天然抗氧化剂在肉制品中的应用研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(7): 299-303.
- [21] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准食品添加剂使用标准: GB 2760—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [22] 刘琨毅, 王琪, 郑佳, 等. 乳酸链球菌素在中式腊肠防腐保鲜中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2018(2): 144-149.
- [23] 国际标准化组织. 食品和动物饲料制品微生物学 试样准备及用于微生物检验的初始悬浮液和10 倍制稀释液 初始悬浮液和10 倍制稀释: ISO 6887-1—2003[S]. 日内瓦: 国际标准化组织, 2003.
- [24] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [25] 黄艳杰. 传统腊肉制品减菌化加工工艺和保鲜技术的研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2014: 5-41.
- [26] 中国商业联合会商业标准中心, 中山市黄圃食品腊味商会, 广州食品企业集团有限公司皇上皇肉食制品厂. 中式香肠: GB/T 23493—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [27] 张培培, 吴雪燕, 朱孟香, 等. 两种植物油对中式香肠品质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(16): 105-108.
- [28] 侯学敏, 李林霞, 张直峰, 等. 响应面法优化薄荷叶总黄酮提取工艺及抗氧化活性[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 124-128. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201306027.
- [29] 喻俊, 王涛, 贾春红, 等. 响应面优化牛蒡子多糖的提取及其抗氧化活性研究[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(6): 207-212. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.201506039.
- [30] 刘娜, 梁美莲, 谭媛元, 等. 响应面法优化切片腊肉的脉冲强光-紫外照射杀菌工艺[J]. 肉类研究, 2017, 31(6): 29-34. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201706006.
- [31] 梁肖娜, 叶馨阳, 韩宏娇, 等. 鸡血发酵工艺条件的优化[J]. 肉类研究, 2017, 31(10): 25-30. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201710005.