

响应面法优化泡椒牦牛黄喉制作工艺研究

包高良¹,郭兆斌¹,魏晋梅²,张丽^{1,3,*},王莉¹,周玉春¹,孙宝忠³,余群力¹

(1.甘肃农业大学食品科学与工程学院,甘肃兰州 730070;

2.甘肃农业大学研究测试中心,甘肃兰州 730070;

3.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所,北京 100193)

摘要:对牦牛黄喉进行泡椒产品的开发,有利于牦牛副产物的增值增效,提高产品附加值。本实验以水煮时间、食用碱质量浓度、浸渍液中泡椒的比例和泡制时间4个反应因素,以泡椒牦牛黄喉感官评分为评价指标,在单因素工艺实验的基础上,通过四因素三水平的 Box-Behnken 响应面分析法优化泡椒牦牛黄喉的制作工艺条件。经方差分析得知泡制时间和食用碱质量浓度的交互影响显著,泡椒比例和泡制时间对泡椒牦牛黄喉的交互影响极显著。结果表明,最优制作条件为水煮时间 25min,食用碱质量浓度 0.7g/100mL,泡椒比例 21%,泡制时间 53h。在此制作条件下得到泡椒牦牛黄喉色泽良好,口感细腻,脆嫩,泡椒香气浓郁,泡椒牦牛黄喉感官评分可达到 36.19。验证实验泡椒牦牛黄喉感官评分为 35.27,表明实验结果与软件优化结果相符。

关键词:响应面,感官评价,泡椒牦牛黄喉,优化

Optimization of yak aortic with pickled peppers by response surface methodology

BAO Gao-liang¹, GUO Zhao-bin¹, WEI Jin-mei², ZHANG Li^{1,3,*}, WANG Li¹,

ZHOU Yu-chun¹, SUN Bao-zhong³, YU Qun-li¹

(1.College of Food Science and Engineering, Gansu Agriculture University, Lanzhou 730070, China;

2.Center of Analysis and Determination, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

3.Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: Aortic is one of the by-products of yak, develop the products of yak aortic with pickled peppers, its Advantageous to appreciation synergism of the yak by-product, improve the added value of products. The experiment was analyzed from every aspect such as the boiling time, edible alkali quality concentration, pickled peppers amount and soaking time, the quality of yak aortic with pickled peppers as evaluation index, based on single factor experiment, four factors three levels by Box-Behnken condition to make optimization of yak aortic with pickled peppers. The results of variance analysis indicated that cross-interaction between soaking time and edible alkali quality concentration, pickled peppers amount and soaking time had significant effect. And the optimal production conditions was boiling time 25min, edible alkali quality concentration 0.7g/100mL, pickled peppers amount 21%, soaking time 53h. Under the above conditions for yak aortic with pickled peppers had a good color, delicate taste, crisp, spicy aroma. The production conditions, sensory score can reach 36.19. Verification test was 35.27, which showed experimental results consistent with software optimization results.

Key words: response surface methodology; sensory evaluation; yak aortic with pickled peppers; optimization

中图分类号: TS251

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2015)01-0250-05

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2015.01.043

黄喉是畜禽类动物的大动脉血管(一般为主动脉,又称心管),其中富含血红素(有机铁)和促进铁吸收的半胱氨酸,可改善缺铁性贫血,提高机体免疫力,

增强抵抗力。目前,黄喉作为食材主要应用于涮火锅,也可以作为毛血旺、麻辣香锅的食材原料之一,主要来源于猪、牛等动物。牦牛黄喉是牦牛的副产物之一,其中蛋白质含量约 19.1g/100g,脂肪含量约 2.97g/100g,是高蛋白低脂肪的食材,但针对牦牛黄喉产品的开发很少。泡椒类产品可以增进食欲,帮助消化与吸收,深受广大老百姓的喜爱^[1]。目前市场上现有的泡椒类产品主要有泡椒凤爪、泡椒肉丝、泡椒鹅肠、泡椒肘子、泡椒竹笋、泡椒笋丁、泡椒蕨菜等。因此,本研究采用牦牛黄喉作为原料,在不同水煮时间、食用碱质量浓度、浸渍液中泡椒的比例、泡制时

收稿日期:2014-04-21

作者简介:包高良(1987-),男,硕士,研究方向:食品工程。

*通讯作者:张丽(1979-),博士,副教授,主要从事畜产加工与质量安全控制方面的研究。

基金项目:青藏高原特色有机畜产品生产技术与产业模式(201203009);国家肉牛牦牛产业技术体系(nycyt-38);国家科技支撑计划(2012BAD28B01)。

间泡制泡椒牦牛黄喉,通过感官评价得到泡椒牦牛黄喉感官评分数据,运用响应面优化最佳工艺条件,开发出一种新的休闲、方便、便携的符合卫生质量要求的泡椒类休闲食品。从而对泡椒牦牛黄喉技术化、工业化生产进行初探^[2-3],并为同类食品的工业化生产提供了技术参考。

1 材料与方法

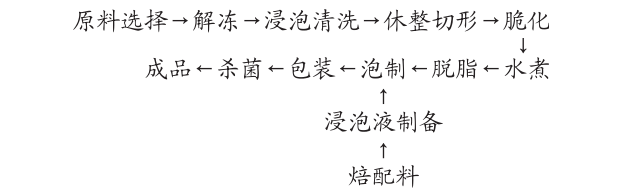
1.1 材料与仪器

牦牛黄喉 选自甘南藏族自治州;生姜 黄姜;小茴香 甘肃武威民勤;香叶 百里香香叶;八角 大红八角;桂皮 南肉桂桂皮;花椒 大红袍花椒;胡椒 黑胡椒;干辣椒 线椒;大蒜 苍山大蒜;洋葱 金罐 1 号洋葱;大葱 羊角葱;青野山泡椒罐头 宏斌小米辣;料酒 孝感佬米酒;食盐 白流井食用盐;白酒 古河州牡丹酒;味精 好百味味精;冰糖 得元水晶冰糖;醪糟汁 天府醪糟;食用油 金龙鱼食用油;小苏打(NaHCO_3) 天津红三角小苏打;食用碱(Na_2CO_3) 天津红三角食用碱;柠檬酸 丰原生化柠檬酸。

电磁炉 美的电磁炉 SF164;冰箱,海尔 BCD-216SDCM 佛山顺得美祥厂;真空包装机,XZ-260T 台式真空包装机 上海祥正机械有限公司;杀菌锅,YX280B 手提式不锈钢蒸汽消毒器 上海三申医疗器械有限公司;真空包装袋、刀、盆子、锅。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程



1.2.2 感官评定方法 选择牦牛黄喉,在不同水煮时间、食用碱质量浓度、浸渍液中泡椒的比例、泡制时间泡制的泡椒牦牛黄喉,依据国标 GB/T 16861-1997^[4]从切面紧实、切面均匀、有光泽、湿润度、灰白的、有嚼劲的、硬的、胶粘性、筋道、多汁性、刺激性的、肉香的、泡椒味、有咸味等方面为指标,依据国标 GB/T 10221-2012^[5]按没有感觉(0)、弱(1)、稍弱(2)、平均(3)、稍强(4)、强(5)进行感官评分。感官评价员 10 人,6 男 4 女,都是食品方面相关的专业人员,对泡椒牦牛黄喉感官评分,取 10 个人感官评分的平均值进行结果分析。

1.2.3 单因素实验设定

1.2.3.1 水煮时间对感官评分的影响 食用碱质量浓度 0.6g/100mL,泡椒比例 20%,泡制 48h,按照工艺流程和操作要点加工成泡椒牦牛黄喉,分析不同水煮时间(10、15、20、25、30min)对泡椒牦牛黄喉感官品质的影响。

1.2.3.2 食用碱质量浓度对感官评分的影响 水煮 25min,泡椒比例 20%,泡制 48h,不同食用碱质量浓度(0.2、0.4、0.6、0.8、1.0g/100mL)对泡椒牦牛黄喉感官品质的影响。

表 1 泡椒牦牛黄喉主要食用品质评价指标的定义
Table 1 The definition of edible quality evaluation indexes of yak aortic with pickled peppers

指标	定义
切面光滑的	用肉眼可感知到样品切面的光滑程度
切面紧实的	用肉眼可感知到样品切面的紧实程度
切面均匀的	用肉眼可感知到样品切面的均匀程度
有光泽的	用肉眼可感知到样品切面反射亮光的程度
油腻感	用肉眼可感知到样品表面的油脂含量
湿润度	用肉眼可感知到样品表面的水分含量
乳白色	用肉眼可感知到样品切面与乳白色相应的颜色
灰白的	用肉眼可感知到样品切面与灰白色相应的颜色
柔软的	牙齿间与舌尖上与上颚间对产品的压迫而感知到对产品的柔软程度
柔韧的	在口腔咀嚼时,表示对咀嚼引起的破坏有较弱的抵抗特性
结石的	牙齿间与舌尖上与上颚间对产品的压迫而感知到对产品的结石程度
有嚼劲的	与产品至可至吞咽所需时间或咀嚼次数有关的机械质地特性
硬的	在口腔咀嚼时,表示对变形抵抗较大的特性
胶粘性	将嘴中产品磨碎至易吞咽所需的力量
筋道	在口腔咀嚼时,表示对咀嚼有较持续性的抵抗特性
弹性	在口腔咀嚼时,与物质恢复原状程度有关的机械质地特性
多汁性	感知到产品吸收或释放水分的表面质地特性
偏干的	感知到的产品水分含量的表面质地特性,与多汁的相对立
多脂的	产品中脂肪含量高但没有渗出的感觉
刺激性的	嗅觉器官嗅某些挥发性物质所感受到的能刺激口腔和鼻粘膜并引起强烈的感觉
肉香的	嗅觉器官所能感受到的产品特有的牦牛肉的香味
平味的	产品咀嚼吞咽后所感觉到风味不浓且无特色
膻味	嗅觉器官嗅某些挥发性物质所感受到的膻味
后膻味	产品咀嚼吞咽后所感觉到的膻味
哈喇味	嗅觉器官所能感知到的样品脂肪氧化味
蒸煮味	嗅觉器官所能感知到的样品的蒸煮味
金属味	嗅觉器官所能感受到的金属气味
泡椒味	由某些物质(如泡椒)的水溶液产生的一种基本味道
咸味的	由某些物质(如氯化钠)的水溶液产生的一种基本味道
甜味的	由某些物质(如蔗糖)的水溶液产生的一种基本味道
酸味的	由某些物质(如柠檬酸等)的水溶液产生的一种基本味道
苦味	由某些物质(如奎宁等)的水溶液产生的一种基本味道
蜡质的	口腔中有不易溶混的固体的感觉

1.2.3.3 泡椒比例对感官评分的影响 水煮 25min,食用碱质量浓度 0.6g/100mL,泡制 48h,分析不同泡椒比例(10%、15%、20%、25%、30%)对泡椒牦牛黄

喉感官品质的影响^[6-8]。

1.2.3.4 泡制时间对感官评分的影响 水煮 25min, 食用碱质量浓度 0.6g/100mL, 泡椒比例为 20%, 不同泡制时间(12、24、48、72、96h)对泡椒牦牛黄喉感官品质的影响。

1.2.4 响应面实验设计 根据单因素实验结果, 采用响应面设计实验, 运用 Box-Behnken 中心组合实验设计, 分析对感官评价显著影响的因素, 进行 4 因素 3 水平的响应面实验^[9]。实验设计见表 2, 每组实验重复 3 次。

表 2 响应面实验设计

Table 2 Factors and levels in the Box-Behnken design

因素	水平		
	-1	0	1
A 浸渍液中泡椒比例(%)	15	20	25
B 泡制时间(h)	24	48	72
C 食用碱质量浓度(g/100mL)	0.4	0.6	0.8
D 水煮时间(min)	15	20	25

1.2.5 数据分析 采用 F 检验对泡椒牦牛黄喉感官评分数据进行方差分析以评价模型的统计意义。泡椒牦牛黄喉感官评分数据分析软件采用 Design-Expert 8.05b。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果分析

2.1.1 水煮时间对感官评分的影响 如图 1 所示, 随着水煮时间的延长, 感官评分呈先增大后减小的趋势。水煮时间在 15~25min 时, 泡椒牦牛黄喉感官评分较高, 并且显著($p < 0.05$)高于水煮 10、30min 时泡椒牦牛黄喉感官评分, 而水煮 15、20 和 25min 时感官评价结果差异不显著($p > 0.05$)。水煮时间过短有夹生现象^[10], 时间过长则会导致软烂, 不利于定型, 同时增加产品的成本^[11], 所以煮制时间以 15、20、25min 为宜。

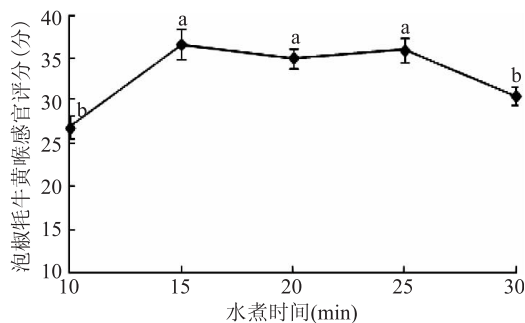


图 1 水煮时间对泡椒牦牛黄喉感官评分的影响

Fig.1 Effect of cooking time on quality of yak aortic with pickled peppers

注: 图中的小写字母 a, b 表示水煮时间之间差异显著性($p < 0.05$), 下文图中的小写字母

均表示差异显著性($p < 0.05$), 图 2~图 4 同。

2.1.2 食用碱质量浓度对感官评分的影响 如图 2 所示, 随着食用碱质量浓度的增加, 感官评分呈先增

大后减小的趋势。食用碱质量浓度在 0.6g/100mL 时, 泡椒牦牛黄喉感官评分最高, 显著($p < 0.05$)高于食用碱质量浓度 0.4g/100mL 时的实验结果, 极显著($p < 0.01$)高于食用碱质量浓度在 0.2、1.0g/100mL 时泡椒牦牛黄喉感官评分, 食用碱质量浓度在 0.4、0.8g/100mL 时实验结果差异不显著($p > 0.05$)。食用碱质量浓度过高会造成产品有苦味, 严重影响消费者的身体健康^[12], 因此选择 0.4、0.6、0.8g/100mL 为适宜的食用碱质量浓度。

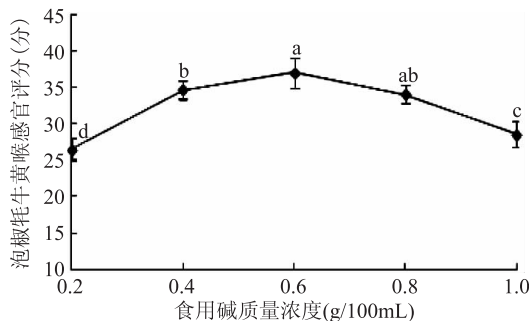


图 2 食用碱质量浓度对泡椒牦牛黄喉感官评分的影响

Fig.2 Effect of edible alkali quality concentration on quality of yak aortic with pickled peppers

2.1.3 泡椒比例对感官评分的影响 由图 3 可看出, 随着泡椒添加量的增加, 泡椒牦牛黄喉感官评分先增大后减小。泡椒添加量 15% 时, 泡椒牦牛黄喉感官评分最高, 显著($p < 0.05$)高于泡椒比例为 20% 时的实验结果, 极显著($p < 0.01$)高于泡椒比例为 10%、25% 和 30% 泡椒牦牛黄喉感官评分。泡椒具有辣而不燥、辣中微酸的特点, 将其添加到肉类产品中赋予产品特殊风味, 增加产品营养, 掩盖牦牛黄喉腥味等作用^[13], 但泡椒的添加量过多则会造成产品过于辛辣, 严重刺激消费者味蕾^[14], 因此选择 15%、20% 为适宜的泡椒添加量。

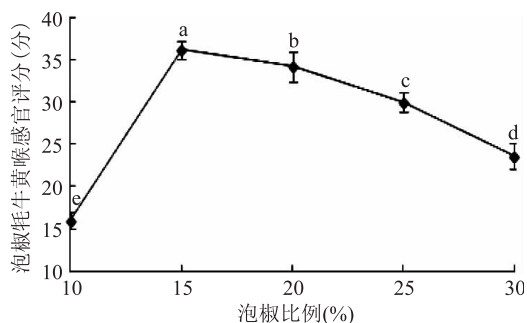


图 3 泡椒比例对泡椒牦牛黄喉感官评分的影响

Fig.3 Effect of pickled peppers amount on quality of yak aortic with pickled peppers

2.1.4 泡制时间对感官评分的影响 整体来看, 随着泡制时间的延长, 泡椒牦牛黄喉感官评分呈先增大后减小的趋势。在 48~72h 减小趋势变缓, 泡制时间为 48、72 和 96h 时, 感官评分较高, 显著($p < 0.05$)高于泡制时间为 24h 时实验结果, 极显著($p < 0.01$)高于泡制时间为 12h 时泡椒牦牛黄喉感官评分, 而泡制时间 48、72 和 96h 时泡椒牦牛黄喉感官评分差异不显著($p > 0.05$)。泡制是泡椒牦牛黄喉加工工艺

过程中的关键环节,目的在于进一步提升肉品风味和色泽,泡制时间过短会出现入味不足现象,时间过长则会增加泡椒牦牛黄喉的制作成本^[15-16],从节约成本的角度考虑,因此选择 24、48、72h 为适宜的泡制时间。

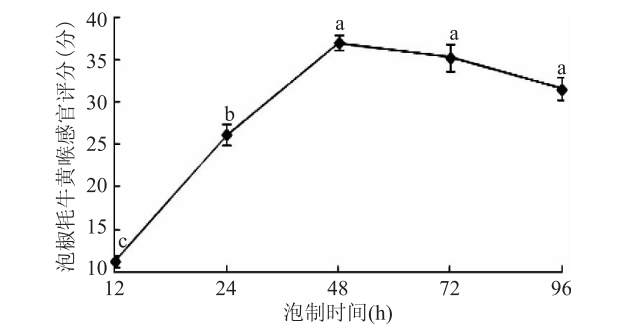


图4 泡制时间泡椒牦牛黄喉感官评分的影响
Fig.4 Effect of soaking time on quality of yak aortic with pickled peppers

2.2 泡椒牦牛黄喉制作工艺响应面实验分析

泡椒牦牛黄喉制作工艺的响应面分析实验根据 Box-Behnken 设计进行了 29 组实验,利用 Design Expert 8.05b 软件对表 3 实验数据进行多元回归拟合,得到泡椒牦牛黄喉感官评分的回归方程如下: $R = 35.59 + 3.07A + 0.72B - 0.061C - 0.27D - 0.15AB + 0.45AC + 0.01AD - 1.74BC + 0.88CD - 2.28A^2 - 1.96B^2 - 1.25C^2 - 1.22D^2$ 。

表3 Box-Behnken 实验设计及结果

Table 3 Box-Behnken experimental design matrix and experimental results

实验号	A	B	C	D	感官评分	
					实验值	预测值
1	-1	-1	0	0	26.92	27.40
2	1	-1	0	0	32.54	33.85
3	-1	1	0	0	29.97	29.14
4	1	1	0	0	34.99	34.99
5	0	0	-1	-1	34.57	34.33
6	0	0	1	-1	32.41	32.44
7	0	0	-1	1	31.58	32.03
8	0	0	1	1	32.95	33.67
9	-1	0	0	-1	29.50	29.29
10	1	0	0	-1	35.89	35.42
11	-1	0	0	1	28.43	28.73
12	1	0	0	1	34.86	34.90
13	0	-1	-1	0	29.54	29.97
14	0	1	-1	0	34.65	34.90
15	0	-1	1	0	33.76	33.34
16	0	1	1	0	31.89	31.29
17	-1	0	-1	0	29.65	29.49
18	1	0	-1	0	35.47	34.74
19	-1	0	1	0	28.05	28.47
20	1	0	1	0	35.67	35.52
21	0	-1	0	-1	32.54	32.24

实验号	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	感官评分	
					实验值	
					实验值	预测值
22	0	1	0	-1	31.89	33.09
23	0	-1	0	1	32.62	31.12
24	0	1	0	1	33.15	33.14
25	0	0	0	0	35.77	35.59
26	0	0	0	0	35.26	35.59
27	0	0	0	0	34.99	35.59
28	0	0	0	0	35.74	35.59
29	0	0	0	0	36.17	35.59

从该模型的方差分析表 4 可见,所选用的二次多项模型具有高度的显著性($p < 0.0001$)。失拟项在 $\alpha = 0.05$ 水平上不显著($p = 0.0885 > 0.05$),其决定系数为 0.9795,校正决定系数为 0.9594,说明该模型能解释 95.94% 响应值的变化,仅有总变异的 4.06% 不能用此模型来解释,说明该模型拟合程度良好,用该模型对泡椒牦牛黄喉制作工艺过程进行优化是合适的。

表4 二次多项式模型方差分析表

Table 4 Variance analysis for the developed quadratic polynomial model

变异源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值
总模型	190.43	14	13.60	19.12	<0.0001
失拟项	9.10	10	0.91	4.23	0.0885
误差项	0.86	4	0.22		
总和	200.39	28		$R^2 = 0.9795$	$R^2_{adj} = 0.9594$

表5 回归模型系数的显著性检验

Table 5 Significance test of regression coefficients for the developed quadratic polynomial model

系数来源	自由度	回归系数	标准差	F 值	p 值
总模型	1	35.59	0.38	19.12	<0.0001 **
A	1	3.07	0.24	159.47	<0.0001 **
B	1	0.72	0.24	8.70	0.0105 *
C	1	-0.061	0.24	0.062	0.8064
D	1	-0.27	0.24	1.21	0.2905
AB	1	-0.15	0.42	3.13	0.0084 **
AC	1	0.45	0.42	1.14	0.3041
AD	1	-0.01	0.42	0.00056	0.9814
BC	1	-1.74	0.42	17.12	0.0010 *
BD	1	0.30	0.42	0.49	0.4957
CD	1	0.88	0.42	4.38	0.0551
A ²	1	-2.28	0.33	47.36	<0.0001 **
B ²	1	-1.96	0.33	35.17	<0.0001 **
C ²	1	-1.25	0.33	14.20	0.0021 *
D ²	1	-1.22	0.33	13.64	0.0024 *

注:表 4 中“*”表示差异显著,“**”表示差异极显著。

对上述方程的回归系数显著性检验表明(表 4),实验中 A、B 这两个因素对感官评分的影响显著,表明在泡椒牦牛黄喉的制作过程中,泡椒比例和泡制时间对感官评分有显著影响;AB 的交互作

用影响极显著,BC 的交互作用影响显著,即泡椒牦牛黄喉制作过程中,泡椒比例和泡制时间、泡制时间和食用碱质量浓度对泡椒牦牛黄喉的制作造成显著影响。

由表 4 可知,模型的回归方程的一次项 A(浸渍液中泡椒比例)影响极显著,一次项 B(泡制时间)影响显著;而 C(食用碱质量浓度)和 D(水煮时间)影响不显著;二次项 AB 影响极显著,BC 影响显著;而其余两项交互项均不显著。根据模型的回归方程,可以得到各因素的影响主次顺序为: $A > B > D > C$, 即泡椒比例 > 泡制时间 > 水煮时间 > 食用碱质量浓度。根据 Box-Behnken 实验所得的结果和二次多项回归方程,利用 Design-Expert 8.05b 软件获得了各个因素的最佳制作条件组合为泡椒比例 21%、泡制时间 53h、食用碱质量浓度 0.7g/100mL、水煮时间 25min,在此制作条件下,泡椒牦牛黄喉感官评分可达到 36.19。

响应面图形是响应值对各实验因子泡椒比例、泡制时间、食用碱质量浓度、水煮时间所构成的三维空间的曲面图,结果如图 5~图 6 所示。

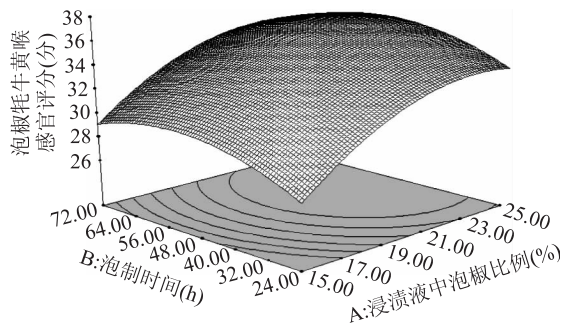


图 5 浸渍液中泡椒比例和泡制时间交互影响感官评分的曲面图

Fig.5 Response surface plot showing the effect of cross-interaction between pickled peppers amount and soaking time on quality of yak aortic with pickled peppers

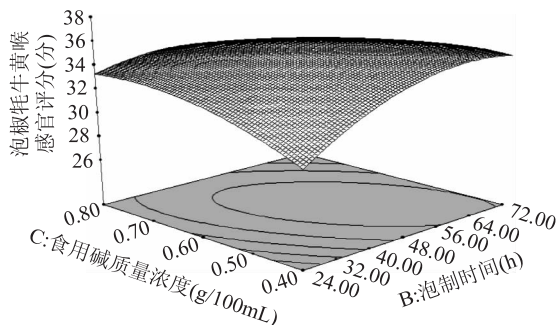


图 6 泡制时间和食用碱质量浓度交互影响感官评分的曲面图

Fig.6 Response surface plot showing the effect of cross-interaction between Soaking time and edible alkali quality concentration on quality of yak aortic with pickled peppers

2.3 验证实验

为了检验模型预测的准确性,在最佳制作条件下进行泡椒牦牛黄喉的制作,做 3 组平行实验所得

结果为 35.27,由此可得,采用响应面分析法对泡椒牦牛黄喉制作条件的优化是行之有效的。

3 结论

本实验在单因素实验基础上,以泡椒牦牛黄喉感官评分为响应指标,通过四因素三水平的响应分析对泡椒牦牛黄喉制作工艺条件进行了优化,经方差分析得知泡制时间和食用碱质量浓度的交互影响显著,泡椒比例和泡制时间对泡椒牦牛黄喉的交互影响极显著。最佳制作条件为泡制时间 53h、泡椒比例 21%、食用碱质量浓度 0.7g/100mL、水煮时间 25min,在此制作条件下,泡椒牦牛黄喉感官评分为 36.19。为制作爽口的泡椒牦牛黄喉,通过响应面优化找到了一个制作最优点,并且此工艺条件下得到泡椒牦牛黄喉色泽良好,口感细腻,脆嫩,泡椒香气浓郁。

参考文献

- [1] Zhu R J, Lv D P. Study of recipe and processing technology of pickled chicken's feet [J]. Food Research and Development, 2010, 8(1): 93-95.
- [2] 殷露琴, 卢义伯, 赵立庆. 泡椒牛肉加工工艺及工业化问题初探 [J]. 肉类工业, 2009, (4): 17-20.
- [3] 韩玲. 白牦牛产肉性能及肉质分析 [J]. 中国食品学报, 2002, 2: 22-26.
- [4] GB/T10221-2012《感官分析 术语》[s].
- [5] GB/T16861-1997《感官分析 通过多元分析方法鉴定和选择用于建立感官剖面的描述词》[s].
- [6] Chung C R, Olson K T, Julian D V, et al. Correlation between simulated mastication and sensory evaluation methods [J]. Food Research International, 2013, 1(51): 310-320.
- [7] 杨远剑, 张德权, 饶伟丽. 羊肉食用品质评价指标筛选研究 [J]. 食品科技, 2010, 35(12): 140-144.
- [8] 张秋会, 赵改名, 李茜云. 肉制品的食用品质及评价 [J]. 肉类研究, 2011, 25(5): 58-61.
- [9] Zhao J L, Yan S Z, Wu J N. Analysis of parameter sensitivity of space manipulator with harmonic drive based on the revised response surface method [J]. Acta Astronautica, 2014, (98): 86-96.
- [10] 黄业传, 郑诗超. 山椒泡凤爪的开发 [J]. 肉类工业, 2003, 5: 19-20.
- [11] 于胜男. 鸡肉味泡椒芸豆的研制 [J]. 食品工业科技, 2011, 32(12): 381-382.
- [12] 孙玉侠, 罗庆红, 张磊, 等. 泡椒肉制品安全性研究 [J]. 中国酿造, 2012, 31(7): 126-128.
- [13] 刘玉荣. 泡椒凤爪的加工工艺 [J]. 肉类工业, 2001, 238(4): 9-10.
- [14] 朱仁俊, 吕东坡, 石振兴. 泡凤爪配方及加工工艺 [J]. 食品研究与开发, 2010, 31(1): 35-39.
- [15] 韩玲. 新型牦牛肉干加工工艺 [J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 37(4): 456-60.
- [16] 史奎春, 侯增跃, 阎跃文. 野山椒泡鸭掌加工工艺研究 [J]. 肉类研究, 2009, (9): 37-39.