

牛肉调味基料的工艺优化及其应用

樊晓盼¹, 吴晨燕¹, 王蕊¹, 张伯男¹, 马丽珍^{1,2,*}

(1. 天津农学院食品科学与生物工程学院, 天津市农副产品深加工技术工程中心, 国家大宗淡水鱼加工技术研发分中心 (天津), 天津 300384; 2. 天津农学院水产学院, 天津市水产生态及养殖重点实验室, 天津 300384)

摘要: 以冷冻牛骨肉末(骨、肉质量比为3:7)为原料, 经高压浸提、酶解后进行美拉德反应制备牛肉调味基料。在美拉德反应阶段添加天然香辛料, 以电子鼻测得的硫化物响应值为判定标准, 通过正交试验优选出最佳风味调味基料的制备工艺。将自制的牛肉调味基料按不同比例添加到牛肉饼中, 通过感官评价并测定牛肉饼的红度值(a^*)、pH值、硬度及回复性, 研究其在牛肉制品中的应用效果。结果表明: 通过2次正交试验, 确定出美拉德反应体系中添加香辛料的最优水平组合为香葱粉0.15%、姜粉0.05%、料酒0.15%、桂皮粉0.03%、丁香粉0.005%、香叶粉0.02%、草果粉0.0025%, 按此配方制备的牛肉调味基料风味最佳, 说明天然香辛料的添加能够对牛肉调味基料起到进一步的赋香作用。此外, 牛肉调味基料的添加量对牛肉饼品质有显著影响, 尤其是使牛肉饼的 a^* 显著增加; 随着牛肉调味基料添加量的增加, 牛肉饼的硬度呈下降趋势, 而回复性呈上升趋势; 利用模糊数学法对牛肉饼的感官品质进行评价的结果表明, 牛肉调味基料的添加量为3%时, 产品较受欢迎。

关键词: 牛骨肉末; 香辛料; 牛肉调味基料; 美拉德反应; 电子鼻

Optimizing the Preparation of Beef Flavoring Base and Its Application in Beef Patties

FAN Xiaopan¹, WU Chenyan¹, WANG Rui¹, ZHANG Bonan¹, MA Lizhen^{1,2,*}

(1. National R&D Branch Center for Conventional Freshwater Fish Processing (Tianjin), Tianjin Engineering and Technology Research Center of Agricultural Products Processing, College of Food Science and Biotechnology, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Key Laboratory of Aqua-Ecology and Aquaculture, College of Fisher Science, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China)

Abstract: The experiment investigated the preparation of beef flavoring base from frozen minced beef bone with meat (3:7, *m/m*) by sequential high-pressure extraction, enzymatic hydrolysis and Maillard reaction in the presence of natural spices. The amount of natural spices added to the reaction system was optimized by orthogonal array design method based on electronic nose response data to sulfide. The applicability of beef flavoring base produced in this study was investigated by evaluating the sensory quality, redness value (a^*), pH value, hardness and resilience of beef patties with different proportions of beef flavoring base added. Addition of 0.15% *Allium ascalonicum* powder, 0.05% ginger powder, 0.15% cooking wine, 0.03% cinnamon powder, 0.005% clove powder, 0.02% bay leaf powder, 0.0025% *Fructus Tsaoko* powder to the Maillard reaction system was found to be optimal to obtain the best flavor. Moreover, this study also demonstrated that the quality of beef patties was significantly influenced by the amount of added beef flavoring base, especially in terms of a significant increase in a^* . Hardness declined and resilience increased with increasing addition of beef flavoring base. Sensory evaluation based on fuzzy mathematics suggested that addition of 3% beef flavoring base to beef patties was the most appreciated by sensory panelists.

Key words: minced beef bone with meat; spices; beef flavoring base; Maillard reaction; electronic nose

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201710004

中图分类号: TS251.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2017) 10-0018-07

引文格式:

樊晓盼, 吴晨燕, 王蕊, 等. 牛肉调味基料的工艺优化及其应用[J]. 肉类研究, 2017, 31(10): 18-24. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201710004. <http://www.rlyj.pub>

收稿日期: 2017-06-13

基金项目: 天津市农委科技合作项目(201604060); 天津农学院研究生创新培育项目(2017YPY020)

作者简介: 樊晓盼(1993—), 女, 硕士研究生, 研究方向为肉品加工及安全控制. E-mail: 308925471@qq.com

*通信作者: 马丽珍(1963—), 女, 教授, 博士, 研究方向为肉品加工. E-mail: Malizhen-6329@163.com



FAN Xiaopan, WU Chenyan, WANG Rui, et al. Optimizing the preparation of beef flavoring base and its application in beef patties[J]. Meat Research, 2017, 31(10): 18-24. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201710004. <http://www.rlyj.pub>

我国是世界上禽畜饲养量最大的国家,2016年上半年我国的肉类产量已超过8 700 万t,占世界总产量的29%,居世界各国之首。在肉类总产量增加的同时,禽畜屠宰的副产物也随之增加^[1-4]。禽畜骨营养丰富,尤其是钙含量较高^[5],且禽畜骨中的蛋白质含量几乎占禽畜骨的20%^[6],如果不能对禽畜骨进行充分、合理的综合利用,不仅会导致禽畜骨资源的大量浪费,而且会引起不容忽视的环境污染问题^[7]。由于消费观念的影响以及我国加工技术水平的制约,目前大部分的禽畜骨未能被充分加工利用或仅加工成附加值很低的产品^[8-10]。采用酶解-美拉德反应技术生产天然肉味调味基料为研究人员对禽畜骨副产物的高值化利用开辟了一条新途径。目前关于肉味调味基料的研究主要集中在酶解过程和美拉德反应阶段工艺参数的优化^[11-13],香辛料在人们日常饮食中扮演着不可或缺的角色,作为植物的一部分,香辛料不仅对食品有调香、增味作用,还具有抑菌、防腐及抗氧化等特性^[14-15],广泛应用于食品的烹调加工过程中,将其应用于美拉德反应阶段尚未进行过系统研究。

食品风味分析通常采用感官评定法,由于不同的评定人员对气味和滋味有不同的敏感度,因此会导致评定结果误差较大^[16]。电子鼻能够模拟人体的嗅觉器官,将待测样品挥发出的气体通过传感器检测得到信号图谱,从而实现气味相关化合物和挥发性化合物的快速鉴别^[17]。目前电子鼻在食品领域主要用于判断原料的新鲜程度^[18]、检测食品的气味变化^[19-20]、预测产品的货架期^[21]及快速检测肉品掺杂掺假^[22-23]等。

本研究以冷冻牛骨肉末(冷冻牛胴体电锯分割时留下的骨肉末,骨、肉质量比为3:7)为原料,采用电子鼻检测技术,考察不同种类和比例的天然香辛料对牛肉调味基料中主要香味物质(硫化物)含量的影响。通过正交试验优选出香辛料基质的最佳工艺配方,开发一种天然的牛肉调味基料,并将其按不同比例添加到牛肉饼的配方中,通过感官评定结合产品理化品质特性分析,研究该牛肉调味基料在牛肉饼中的应用效果,为实际生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冷冻牛骨肉末,由顶兴(天津)食品科技发展有限公司提供。

风味蛋白酶(500 LAPU/g)、复合蛋白酶(1.5 AU/g)丹麦诺维信公司;香葱粉、姜粉、桂皮粉、丁香粉、香

叶粉、草果粉、料酒、八角粉、花椒粉、小茴香粉、肉蔻粉、蒜粉、山奈粉、砂仁粉和陈皮粉 兴化市东奥食品有限公司;L-半胱氨酸、丙氨酸 冀州市华阳华工有限责任公司;甘氨酸 冀州华恒生物科技有限公司;VB₁ 江西天新药业有限公司;葡萄糖、木糖 山东西王糖业有限公司。所用试剂均为食品级。

1.2 仪器与设备

PEN3电子鼻 德国Airsense公司;SX-500高压蒸汽灭菌锅 日本Tomy有限公司;THZ-98AB恒温振荡器 上海一恒科学仪器有限公司;Friocell 22恒温恒湿培养箱 艾力特国际贸易有限公司;FA2004精密电子天平 上海精密科学仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 牛肉调味基料的制备

热压浸提:称取牛骨肉末,按照牛骨肉末:水=1:4(m/m)的比例添加蒸馏水,搅拌均匀后,在压力0.1 MPa、浸提温度120 ℃、浸提时间4 h条件下对牛骨肉末中的蛋白质进行提取。

酶解:取上述浸提液,根据前期实验结果,采用双酶同步水解方式(同时加入质量分数为0.06%的风味蛋白酶和0.03%的复合蛋白酶)进行酶解,酶解温度50 ℃,pH=7条件下酶解4.5 h,沸水浴灭酶20 min后立即冷却,备用。

美拉德热反应:在上述酶解液中添加1.2%木糖、1.2%葡萄糖、0.9%半胱氨酸、0.45%甘氨酸、0.45%丙氨酸、1.8% VB₁(均为质量分数)和香辛料后搅拌均匀,110 ℃条件下进行美拉德反应60 min,冷却后用电子鼻分析调味基料的气味。

1.3.2 香辛料添加种类和比例的优化

1.3.2.1 初步优化正交试验

在预试验结果的基础上,同时参考慕艳梅等^[24]的方法。以主要挥发性成分(硫化物)为响应值(电子鼻测定结果),设计十五因素二水平正交试验,根据前期实验结果确定因素水平,研究香辛料的添加种类和比例对牛肉调味基料中风味物质的影响。

1.3.2.2 进一步优化正交试验

上述初步优化正交试验考虑的因素较多,在其基础上,把常用的香葱粉、姜粉和料酒的比例固定,选取对牛肉调味基料风味影响较大的4个因素设计四因素三水平正交试验,以硫化物的响应值为指标,进一步优化牛肉调味基料中上述4种香辛料的添加比例。



1.3.3 电子鼻测定方法

直接顶空吸气法：取1.0 g样品，于测定环境下密封放置10 min后进行测试。每个样品重复测定3次。

测试条件：采样时间1 s/组，传感器自动清洗时间60 s，传感器归零时间10 s，样品准备时间5 s，进样流量5 mL/s，分析采样时间100 s。

所用电子鼻配有10根传感器，其具体性能描述如表1所示。

表1 电子鼻传感器性能描述
Table 1 Performance of sensors used in electronic nose

传感器名称	性能描述	代表性化合物	响应阈值/(mL/m ³)
W1C	芳香成分	甲苯	10
W5S	灵敏度大，对氮氧化物很灵敏	二氧化氮	1
W3C	氨水，对芳香成分灵敏	苯	10
W6S	主要对H ₂ 有选择性	H ₂	100
W5C	烷烃芳香成分	丙烷	1
W1S	对CH ₄ 灵敏	CH ₄	100
W1W	对硫化物灵敏	H ₂ S	1
W2S	对乙醇灵敏	CO	100
W2W	芳香成分，对有机硫化物灵敏	H ₂ S	1
W3S	对烷烃灵敏	CH ₄	10

1.3.4 牛肉调味基料在牛肉饼中的应用效果

1.3.4.1 牛肉饼配方

牛肉饼配方：绞碎牛肉（前肩肉）2 000 g、食盐9 g、复合磷酸盐1.5 g、花椒水100 g（100 g水中添加0.25 g花椒煮沸）及料酒15 g。向原料肉中依次缓慢加入花椒水、料酒、复合磷酸盐和食盐，同时按照同一方向进行搅拌。

1.3.4.2 实验设计

按照上述牛肉饼配方配制好肉馅后，将肉馅随机分为6组，向6组肉馅样品中添加质量分数分别为0%（空白对照组，CK组）、1%、3%、5%、7%、9%的牛肉调味基料，搅拌均匀。将肉馅油煎后冷却，进行感官评定，同时测定6组牛肉饼的红度值（ a^* ）、pH值、硬度和回复性。

1.3.4.3 指标测定

a^* 测定：将样品去掉油炸表层皮，放置于色差仪检测口直接测定；pH值测定：参照GB 5009.237—2016《食品安全国家标准 食品pH值的测定》^[25]。

质地剖面分析（texture profile analysis, TPA）：利用物性分析仪测定牛肉饼的硬度及回复性。参考周晓璐等^[26]的方法，并稍作修改。将牛肉饼切成1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm的小块，固定在平台上，测定参数如下：测试前速率2 mm/s，测试速率1 mm/s，测试后速率1 mm/s；2次下压间隔时间7.5 s；触及力auto-5 g；下压距离为样品高度的40%；探头类型P/36R；数据收集率200 pps；环境温度：室温（20±2）℃。

感官评价：感官评定小组由10名经过培训的食品专业人员组成（男女各半，年龄23~45岁）。感官评定之前，所有评定人员需在感官评定室待1 h以适应环境。感官评定时，所有评定人员不可以相互交流。此外，为了减小样品间的影响，评价每个样品前需要用清水漱口。

1.4 数据处理

采用Excel软件对实验数据进行初步处理，正交试验结果采用直观分析法和SPSS软件中的方差分析法进行分析，采用Turkey HSD程序进行差异显著性分析（ $P=0.05$ ）。除电子鼻测定外的实验均重复测定2次。

2 结果与分析

2.1 牛肉调味基料中香辛料添加种类和比例的优化

2.1.1 初步优化正交试验结果

将香葱粉、姜粉、蒜粉、料酒和11种其他香辛料添加到牛肉调味基料制备过程中的美拉德热反应体系中，进行十五因素二水平正交试验，根据电子鼻测得的硫化物响应值对添加效果进行评价。香辛料的添加种类和比例及测定结果如表2所示。

在牛肉香味的构成中，含硫化合物的作用最为重要，它是基本肉香味的主要来源，如果将调味基料中的含硫化合物全部除去，则基本肉香味就会消失，这些含硫化合物包括甲硫醇、2,2-二甲基丙硫醇、2,3-丁二硫醇、2-甲基-3-四氢呋喃硫醇及2-甲基-3-甲硫基呋喃等。此外，含硫化合物具有阈值低、特征性强的特点，对食品风味具有重要贡献作用。本研究用电子鼻测得含硫化合物的响应值，根据极差（ R_j ）的大小，可以进行因素的影响主次排列， R_j 越大表示该因素的水平变化对实验结果的影响越大；反之， R_j 越小表示该因素的水平变化对实验结果的影响越小。由表2可知，本研究中15个因素的主次关系顺序为香葱粉>姜粉>桂皮粉>丁香粉>香叶粉>草果粉>料酒>八角粉>小茴香粉>花椒粉>肉蔻粉>蒜粉>山奈粉>砂仁粉>陈皮粉。通过比较各因素的 $\bar{K}_1$ 和 $\bar{K}_2$ 值（ $\bar{K}_j$ 值越大，所对应的水平则最优），得到最优组合为 $A_2B_1C_1D_1E_1F_2G_1H_1I_1J_2K_1L_1M_1N_2O_1$ ，具体为香葱粉0.15%、姜粉0.05%、蒜粉0.05%、料酒0.15%、八角粉0.04%、花椒粉0.30%、桂皮粉0.04%、丁香粉0.005%、陈皮粉0.02%、砂仁粉0.03%、肉蔻粉0.02%、小茴香粉0.005%、草果粉0.005%、香叶粉0.015%、山奈粉0.005%。按最优组合进行3次验证实验，所制备的牛肉调味基料中硫化物响应值的相对标准偏差为1.206%，小于5%，表明验证实验的重现性较好，在此条件下，牛肉调味基料中硫化物的响应值达1.66。

表2 香辛料的添加水平及测定结果
Table 2 Orthogonal array design with experimental results for the optimization of addition of 15 spices to Maillar reaction system

序号	A香葱粉	B姜粉	C蒜粉	D料酒	E八角粉	F花椒粉	G桂皮粉	H丁香粉	I陈皮粉	J砂仁粉	K肉蔻粉	L小茴香粉	M草果粉	N香叶粉	O山奈粉	硫化物 响应值
1	1 (0.05)	1 (0.05)	1 (0.05)	1 (0.15)	1 (0.04)	1 (0.20)	1 (0.04)	1 (0.050)	1 (0.02)	1 (0.02)	1 (0.02)	1 (0.005)	1 (0.005)	1 (0.005)	1 (0.005)	1.58
2	1	1	1	1	1	1	1	2 (0.015)	2 (0.03)	2 (0.03)	2 (0.03)	2 (0.015)	2 (0.015)	2 (0.015)	2 (0.015)	1.54
3	1	1	1	2 (0.25)	2 (0.06)	2 (0.30)	2 (0.06)	1	1	1	1	2	2	2	2	1.52
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1.51
5	1	2 (0.15)	2 (0.15)	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1.54
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1.48
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1.47
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1.50
9	2 (0.15)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1.53
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1.57
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1.61
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1.56
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1.59
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1.53
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1.53
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1.51
K_{1j}	24.24	24.81	24.58	24.67	24.66	24.41	24.74	24.71	24.53	24.47	24.62	24.60	24.69	24.34	24.58	
K_{2j}	24.81	24.24	24.47	24.38	24.39	24.64	24.31	24.34	24.52	24.58	24.42	24.44	24.36	24.71	24.47	
$\bar{K}_{1j}$	1.515	1.551	1.536	1.542	1.541	1.526	1.546	1.544	1.533	1.529	1.539	1.538	1.543	1.521	1.536	
$\bar{K}_{2j}$	1.551	1.515	1.529	1.523	1.524	1.540	1.519	1.521	1.533	1.536	1.526	1.523	1.523	1.544	1.529	
极差	0.036	0.036	0.007	0.019	0.017	0.014	0.027	0.023	0.000	0.007	0.013	0.015	0.020	0.023	0.007	

注： K_{1j} 第j列水平1的响应值之和； K_{2j} 第j列水平2的响应值之和； $\bar{K}_{1j}$ 第j列水平1的响应值平均值； $\bar{K}_{2j}$ 第j列水平2的响应值平均值。

2.1.2 进一步优化正交试验结果

表3 香辛料基质正交试验设计因素水平及结果
Table 3 Orthogonal array design with experimental results for the optimization of addition of cinnamon, clove, bay leaves and Fructus Tsao to the reaction system

试验号	A桂皮粉	B丁香粉	C香叶粉	D草果粉	硫化物响应值
1	1 (0.03)	1 (0.002 5)	1 (0.010)	1 (0.002 5)	1.24
2	1	2 (0.005 0)	2 (0.015)	2 (0.005 0)	1.36
3	1	3 (0.007 5)	3 (0.020)	3 (0.007 5)	1.32
4	2 (0.04)	1	2	3	1.30
5	2	2	3	1	1.38
6	2	3	1	2	1.31
7	3 (0.05)	1	3	2	1.34
8	3	2	1	3	1.28
9	3	3	2	1	1.37
K_{1j}	1.305 0	1.291 7	1.273 3	1.325 0	
K_{2j}	1.328 3	1.336 7	1.341 7	1.336 7	
K_{3j}	1.326 7	1.331 7	1.345 0	1.298 3	

由表2可知，除常用的香葱粉、姜粉和料酒（添加这3种调味料的主要目的是去除腥味）外，对牛肉调味基料中硫化物响应值影响较大的4种香辛料依次为桂皮粉、丁香粉、香叶粉和草果粉。为了减少香辛料的添加种类和添加量，突出牛肉香味，本研究将香葱粉、姜粉和料酒的添加比例按照表2的实验结果固定，即将0.15%香葱粉、0.05%姜粉和0.15%料酒作为基本配料，其他8种香辛料（八角粉、花椒粉、肉蔻粉、小茴香粉、蒜粉、山

奈粉、砂仁粉和陈皮粉）对牛肉调味基料中硫化物的形成影响不大，所以不再考虑添加。选取对牛肉调味基料风味影响较大的桂皮粉、丁香粉、香叶粉和草果粉，进行四因素三水平正交试验。正交试验设计因素水平、结果及分析如表3~4所示。

表4 香辛料基质正交试验结果的方差分析
Table 4 Analysis of variance of the orthogonal array design for the optimization of addition of cinnamon, clove, bay leaves and Fructus Tsao to the reaction system

源	III型平方和	自由度	均方	F值	P值
校正模型	0.340*	8	0.004	11.118	0.001
截距	31.363	1	31.363	83 020.235	0.000
桂皮粉	0.002	2	0.001	2.691	0.121
丁香粉	0.007	2	0.004	9.662	0.006
香叶粉	0.020	2	0.010	25.985	0.000
草果粉	0.005	2	0.002	6.132	0.021
误差/%	0.003	9	0.000		
总计	31.400	18			
校正的总计	0.037	17			

注：*，校正模型显著，说明正交试验建立的关系真实可靠。

表5 不同因素水平响应值的差异性结果
Table 5 Differences with four factors at each level

因素水平	1	2	3
A桂皮粉	1.305 0 ^{Aa}	1.328 3 ^{Ba}	1.326 7 ^{Bb}
B丁香粉	1.291 7 ^{Bb}	1.336 7 ^{Aa}	1.331 7 ^{Aa}
C香叶粉	1.273 3 ^{Bb}	1.341 7 ^{Bb}	1.345 0 ^{Aa}
D草果粉	1.325 0 ^a	1.336 7 ^a	1.298 3 ^a

注：大写字母不同，表示同一因素、不同水平间差异极显著（ $P<0.01$ ）；小写字母不同，表示同一因素、不同水平间差异显著（ $P<0.05$ ）。下同。

由表5可知, 草果粉的3个添加水平间无显著差异, 从经济性考虑, 选取水平1, 同理可得4种香辛料的最优组合为 $A_1B_2C_3D_1$ 。验证实验表明, 在此条件下, 硫化物的响应值达1.42, 低于初步优化后的1.66, 这是由于第2次优化试验减少了香辛料的添加种类, 突出牛骨肉的特征香气。综上所述, 本研究确定出在牛肉调味基料的美拉德反应体系中, 除添加氨基酸和糖类外, 还需要添加香葱粉0.15%、姜粉0.05%、料酒0.15%、桂皮粉0.03%、丁香粉0.005%、香叶粉0.02%和草果粉0.0025%。

2.2 牛肉调味基料在牛肉饼中的应用

2.2.1 牛肉调味基料添加量对牛肉饼 a^* 和pH值的影响

表6 牛肉调味基料添加量对牛肉饼pH值及 a^* 的影响

Table 6 Influence of beef flavoring base addition on pH value and a^* of beef patties

组别	牛肉调味基料添加量/%	牛肉饼pH值	牛肉饼 a^*
CK	0	6.14 ± 0.01^a	2.37 ± 0.08^d
1	1	6.13 ± 0.02^a	6.53 ± 0.07^b
2	3	6.12 ± 0.01^a	5.40 ± 0.06^c
3	5	6.14 ± 0.01^a	5.36 ± 0.19^c
4	7	6.06 ± 0.01^b	6.10 ± 0.09^b
5	9	6.04 ± 0.01^b	6.48 ± 0.09^a

由表6可知, 当牛肉调味基料的添加量由0%增加到5%时, 牛肉饼的pH值没有显著变化 ($P > 0.05$); 继续提高其添加量至7%和9%时, 牛肉饼的pH值则会显著降低 ($P < 0.05$); 当添加量达到7%以上时, 会使产品的酸度增加, pH值的下降会导致蛋白质变性, 产品口感粗糙。肉及肉制品的pH值和肉色等显著相关^[27], 色泽是衡量牛肉制品品质最重要的指标之一, 而 a^* 是评价色泽的最主要指标之一^[28]。各组样品的 a^* 大小依次为1组>5组>4组>2组>3组>CK组, 其中1组的 a^* 最大, CK组最小, 这表明牛肉调味基料的添加对牛肉饼的 a^* 有显著影响 ($P < 0.05$), 当添加量为1%时就可以达到感官上的红度要求, 随着添加量的增加, 牛肉饼的 a^* 反而有下降的趋势, 这是由于牛肉调味基料是酶解结合美拉德反应的产物, 而美拉德反应会产生褐色的大分子物质。

2.2.2 牛肉调味基料添加量对牛肉饼硬度和回复性的影响

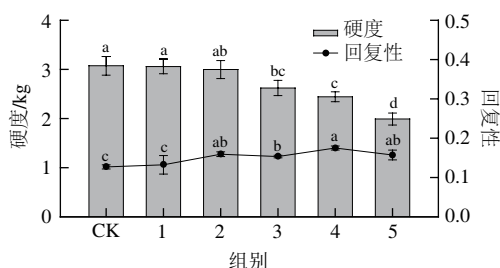


图1 牛肉调味基料添加量对牛肉饼硬度和回复性的影响

Fig. 1 Influence of beef flavoring base addition on hardness and resilience of beef patties

利用物性分析仪得到的实验结果可以较为客观地反应牛肉饼的硬度和回复性。殷俊等^[29]发现TPA测得的硬度与牛肉饼的粗糙度和残余颗粒呈正相关, 而与黏聚性和多汁性呈负相关。硬度是食品内部的一种结合力, 主要用于保持原有形状, 肉制品的硬度大小与肌原纤维蛋白的交联作用直接相关^[30]。由图1可知, 6组样品的硬度大小依次为CK组=1组 (3.07 ± 0.03) kg > 2组 > 3组 > 4组 > 5组, 随着牛肉调味基料添加量的增加, 样品的硬度呈现下降趋势, 表明牛肉调味基料的添加有利于提高牛肉饼的嫩度, 其作用机理还有待进一步探究。

回复性是指肉制品在外力作用下变形后回复原来形状的程度^[31]。6组样品的回复性大小依次为4组>2组=5组>3组>1组>CK组, 且差异显著 ($P < 0.05$)。本研究所添加的牛肉调味基料为液体, 其添加量越大, 可能会导致产品水分含量增加。李婷婷^[17]、张秋会^[32]等认为不同的含水量对产品的质构特性有较大影响, 如硬度和弹性; 在一定的范围内, 产品含水率与弹性呈正相关, 因此本研究中牛肉饼的回复性变化可能与其含水率有很大关系。

2.2.3 添加牛肉调味基料牛肉饼的感官评价

根据模糊数学评定方法, 选择牛肉饼的色泽、质地、口感和滋味组成因素集, 经过感官评定人员评定, 确定牛肉饼的等级为极喜欢 (v1)、喜欢 (v2)、一般喜欢 (v3)、不喜欢 (v4) 和讨厌 (v5); 确定色泽、质地、口感和滋味的权重 (K) 分别为0.25、0.15、0.35和0.25, 总和为1。10名感官评定人员按照评分标准对6组样品的4个因素进行等级确定, 各因素在每个等级中的票数分布如表7所示。将各等级的票数除以评定人员总数 (10), 折算成比率, 得到样品的模糊评判矩阵 A_j 如图2所示。

表7 牛肉饼感官评定的票数分布

Table 7 Vote distribution for sensory evaluation of beef patties

组别	色泽					质地					口感					滋味				
	v1	v2	v3	v4	v5	v1	v2	v3	v4	v5	v1	v2	v3	v4	v5	v1	v2	v3	v4	v5
CK	0	1	2	7	0	0	3	1	5	1	1	1	6	1	1	2	2	5	0	1
1	0	1	9	0	0	0	1	6	2	1	1	4	4	1	0	0	6	4	0	0
2	0	2	7	1	0	1	1	4	4	0	1	3	5	1	0	2	3	5	0	0
3	0	3	5	2	0	0	0	4	5	1	2	2	2	4	0	1	2	5	1	1
4	0	2	6	2	0	0	1	4	3	2	1	3	5	1	0	1	3	5	1	0
5	0	1	5	4	0	0	0	8	2	0	0	3	5	2	0	1	5	3	1	0

令综合评价结果为 R , 依据模糊变换原理可知 $R_j = K \times A_j$ ^[33]。 A_j 反映了第 j 组样品色泽、质地、口感和风味4个方面的比率。对样品进行综合评价的结果如下:

$$R_1 = K \times A_1 = (0.25, 0.15, 0.35, 0.25) \times A_1 = (0.035, 0.330, 0.555, 0.065, 0.015);$$

$$R_2 = K \times A_2 = (0.25, 0.15, 0.35, 0.25) \times A_2 = (0.100, 0.245, 0.535, 0.120, 0);$$

$$R_3 = K \times A_3 = (0.25, 0.15, 0.35, 0.25) \times A_3 = (0.095, 0.195, 0.380, 0.290, 0.040);$$

$$R_4 = K \times A_4 = (0.25, 0.15, 0.35, 0.25) \times A_4 = (0.060, 0.245, 0.501, 0.155, 0.030);$$

$$R_5 = K \times A_5 = (0.25, 0.15, 0.35, 0.25) \times A_5 = (0.025, 0.255, 0.495, 0.225, 0);$$

$$R_{CK} = K \times A_{CK} = (0.25, 0.15, 0.35, 0.25) \times A_{CK} = (0.085, 0.155, 0.400, 0.285, 0.075)。$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.6 & 0.2 & 0.1 \\ 0.1 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.7 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.1 & 0.4 & 0.4 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.5 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.4 & 0.5 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.5 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix} \quad A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.4 & 0.3 & 0.2 \\ 0.1 & 0.3 & 0.5 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.5 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A_5 = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.5 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} \quad A_{CK} = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.2 & 0.7 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.1 & 0.5 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.6 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.5 & 0 & 0.1 \end{bmatrix}$$

图2 6组样品的模糊评判矩阵

Fig. 2 Fuzzy evaluation matrix of 6 sets of samples

结果表明,在牛肉调味基料添加量为3%的条件下(2组),有10.0%的感官评定人员对该组产品表示极喜欢,24.5%表示喜欢,53.5%表示一般喜欢,12.0%表示不喜欢,没有人对该组产品表示讨厌,且对该组产品表示极喜欢的人员比率最大。综上所述,当牛肉调味基料的添加量为3%时可以制作出风味优良、深受消费者喜爱的牛肉饼。

3 讨论

香辛料在热反应牛肉调味基料中的地位不容忽视,目前关于香辛料在该领域的应用研究很少,研究人员仅将其作为基本反应底物进行美拉德反应,制备调味基料,尚未对其添加比例、添加种类和不同香辛料的复配比例等进行系统研究。本研究选用牛肉制品加工过程中常用的15种天然香辛料,通过正交试验进行筛选,最终优选出对牛肉调味基料风味影响较大同时又不会掩盖其本身肉香味的4种天然香辛料,但由于本研究添加的香辛料为粉状,在冷藏过程中,会有少量悬浮物出现,甚至会产生部分沉淀。为了避免粉状天然香辛料对牛肉调味基料的感官品质造成不利影响,应该探究新的添加方式,如是否可以直接添加香辛料料包来代替香辛料粉或者加工成膏状或粉状作为终端产品。与蒸煮加工方式相比,本研究的美拉德热

反应时间较短(1h),最终产品的外观形态和整体风味尚未达到最佳^[34-35]。今后可以考虑采用蒸馏-萃取或其他新技术将天然香辛料制成精油后再添加到美拉德热反应体系中^[36-37]。

此外,目前市场上的热反应香辛料主要有2种状态(粉状和膏状),为了延长产品的保质期,生产厂家往往会添加过量的防腐剂(如山梨酸钾),大大降低了产品的安全性^[38]。而天然香辛料在我国食品行业领域应用广泛,其除了具有赋香作用外,由于含有酚类和精油等成分,还具有较强的抑菌性和抗氧化性^[39-40],因此接下来可以对其进行包装贮藏,进一步深入研究本研究自制的牛肉调味基料品质及安全性,并将其应用于传统牛肉制品中,研究其对产品风味和品质的影响。

4 结论

以电子鼻检测结果中的硫化物响应值为评价指标,在牛肉调味基料的制备过程中,桂皮粉、丁香粉、香叶粉及草果粉4种香辛料的添加对美拉德热反应产物有显著影响。通过2次正交试验确定香辛料基质的最优水平组合为香葱粉0.15%、姜粉0.05%、料酒0.15%、桂皮粉0.03%、丁香粉0.005%、香叶粉0.02%、草果粉0.0025%,采用此配方制备的牛肉调味基料香气浓郁、留香持久。此外,将制得的牛肉调味基料以不同比例添加到牛肉饼中,结果表明,牛肉调味基料的添加量较低时(1%、3%和5%),牛肉饼的pH值没有显著变化;当其添加量达到7%以上时,牛肉饼的pH值显著下降;添加牛肉调味基料后,牛肉饼的 a^* 显著增加,硬度呈现下降趋势。总体来说,牛肉调味基料的添加可以很好地改善牛肉饼的色泽和质地。模糊数学法感官评价结果表明,牛肉调味基料的添加量为3%时,产品最受喜爱。本研究不仅为牛肉调味基料的工业化生产提供了理论支持,还为传统肉制品加工提供了一种新型调味料。

参考文献:

- [1] 张婷,张莹,熊伟,等. 畜禽骨微粉碎技术及其在食品中的应用[J]. 农产品加工, 2016(11): 52-53; 56. DOI:10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2016.06.014.
- [2] 唐宏刚,肖朝耿,叶梦迪,等. 猪骨蛋白酶解液美拉德反应产物的抗氧化活性研究[J]. 浙江农业学报, 2016(8): 1396-1400. DOI:10.3969/j.issn.1004-1524.2016.08.18.
- [3] 刘佳慧,王修俊,尹爽,等. 响应面法优化酶解提取鸭骨素工艺[J]. 食品科技, 2016, 41(7): 146-151. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2016.07.028.
- [4] TAKESHI N, NOBUTAKA S. Isolation of collagen from fish waste material: skin, bone and fins[J]. Food Chemistry, 2014, 5(17): 75-82. DOI:10.1016/S0308-8146(99)00188-0.
- [5] 吴立芳,马美湖. 我国畜禽骨的综合利用[J]. 包装与食品机械, 2005, 23(1): 29-34. DOI:10.3969/j.issn.1005-1295.2005.01.010.



- [6] 杨巍, 成晓瑜, 陈文华, 等. 畜禽骨深加工技术与应用现状[J]. 肉类研究, 2009, 23(11): 75-79.
- [7] 王卫, 张志宇, 刘达玉, 等. 畜禽骨加工利用及其产品开发[J]. 食品科技, 2009, 34(5): 154-158.
- [8] 马俪珍, 文旭娟, 梁鹏. 羊骨不同前处理条件对骨渣及骨汤中有效成分的影响[J]. 天津农学院学报, 2006, 13(4): 1-6.
- [9] 任红敏, 刘晓宇, 陈翔平. 畜禽骨的研究现状和发展前景[J]. 农产品加工(学刊), 2008(4): 34-37.
- [10] 周小翠, 靳国锋, 金永国, 等. 畜禽骨蛋白水解及多肽螯合钙研究进展[J]. 肉类研究, 2015, 29(8): 31-36.
- [11] YU Ainong, ZHANG Aidong. Aroma compounds generated from thermal reaction of *L*-ascorbic acid with *L*-cysteine[J]. Food Chemistry, 2010, 121(4): 1060-1065.
- [12] YU Ainong, TAN Zhiwei, WANG Fasong. Mechanism of formation of sulphur aroma compounds from *L*-ascorbic acid and *L*-cysteine during the Maillard reaction[J]. Food Chemistry, 2012, 132(3): 1316-1323.
- [13] 刘金凯, 高远, 王振宇, 等. 热反应型羊肉味调味基料制备工艺优化[J]. 食品工业科技, 2014(12): 249-252; 257. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2014.12.046.
- [14] 刘蒙佳, 周强. 天然香辛料浸提液对草鱼块保鲜效果的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2013(5): 141-145. DOI:10.3969/j.issn.1003-4315.2013.05.025.
- [15] 刘蒙佳, 周强, 林海虹. 3种天然香辛料液对冷却肉的保鲜效果[J]. 肉类研究, 2013, 27(9): 31-35.
- [16] 卞瑞姣, 曹荣, 刘淇, 等. 电子鼻在秋刀鱼鲜度评定中的应用[J]. 现代食品科技, 2017, 33(1): 1-7.
- [17] 李婷婷, 丁婷, 邹朝阳, 等. 顶空固相微萃取-气质联用技术结合电子鼻分析4℃冷藏过程中三文鱼片挥发性成分的变化[J]. 现代食品科技, 2015, 31(2): 249-260. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.2.040.
- [18] 赵梦醒, 丁晓敏, 曹荣, 等. 基于电子鼻技术的鲈鱼新鲜度评价[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 143-147.
- [19] 崔方超, 李婷婷, 杨兵, 等. 电子鼻结合GC-MS分析草鱼脱腥前后风味变化[J]. 食品科学, 2014, 35(20): 126-130.
- [20] XU Lirong, YU Xiuzhu, LIU Lei, et al. A novel method for qualitative analysis of edible oil oxidation using electronic nose[J]. Food Chemistry, 2016, 202(1): 229-235. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.01.144.
- [21] 陈辰, 鲁晓翔, 张鹏, 等. 电子鼻结合GC-MS检测玫瑰香葡萄贮藏后期挥发性物质的变化[J]. 现代食品科技, 2015, 31(10): 313-320. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.10.051.
- [22] ROHMAN A, ERWANTO Y, CHE M Y, et al. Analysis of pork adulteration in beef meatball using fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)[J]. Meat Science, 2011, 88(1): 91-95. DOI:10.1016/j.meatsci.2010.12.007.
- [23] EUMKEB G, CHUKRATHOK S. Synergistic activity and mechanism of action of ceftazidime and apigenin combination against ceftazidime-resistant *Enterobacter cloacae*[J]. Phytomedicine, 2013, 20(3/4): 262-269. DOI:10.1016/j.phymed.2012.10.008.
- [24] 綦艳梅, 孙金沅, 陈海涛, 等. 美拉德反应制备酱牛肉香精的挥发性成分分析[J]. 食品科学, 2012, 33(8): 199-202.
- [25] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.237—2016 食品安全国家标准 食品pH值的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [26] 周晓璐, 王蕊, 高媛媛, 等. 油炸用油的种类对炸鱼丸的品质及N-亚硝胺含量的影响[J]. 肉类研究, 2016, 30(11): 11-15. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.11.003.
- [27] BENITO M J, RODRÍGUEZ M, ACOSTA R, et al. Effect of the fungal extra cellular protease EPg222 on texture of whole piece of pork loin[J]. Meat Science, 2003, 65: 877-884.
- [28] 万发春, 张幸开, 张丽萍, 等. 牛肉品质评定的主要指标[J]. 中国畜牧兽医, 2004, 31(12): 17-19.
- [29] 殷俊, 梅灿辉, 陈斌, 等. 肉丸品质的质构与感官分析[J]. 现代食品科技, 2011, 27(1): 50-55. DOI:10.3969/j.issn.1673-9078.2011.01.012.
- [30] 马莺, 陈历俊. 改善胃肠道功能食品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [31] 郑加旭, 姚开, 贾冬英, 等. 不同包装方式对冷鲜牛肉质构和物化性质的影响[J]. 食品科技, 2016, 41(1): 96-99; 104.
- [32] 张秋会, 李苗云, 黄现青, 等. 肉制品的质构特性及其评价[J]. 食品与机械, 2012, 28(3): 36-39; 121.
- [33] SALWA B. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties for mulated with whey protein concentrate[J]. Meat Science, 1996, 42(2): 179-193. DOI:10.1016/0309-1740(95)00032-1.
- [34] 孙宝国. 肉味香精技术进展[J]. 食品科学, 2004, 25(10): 339-342.
- [35] 童彦, 雒莎莎, 应铁进. 鱼蛋白水解液美拉德反应条件优化及反应前后氨基酸组成变化[J]. 中国食品学报, 2011(8): 101-106. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2011.08.016.
- [36] 韦玉, 李晶晶, 徐绍业, 等. 水蒸气蒸馏法及石油醚浸提法提取灰肉红菇挥发油的化学成分分析[J]. 食品工业科技, 2013(6): 91-93; 117. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2013.06.008.
- [37] 纪艳青, 赵兰坤, 籍广红, 等. 我国复合调味料的现状及发展趋势[J]. 粮食科技与经济, 2016(2): 70-72.
- [38] 孙宝国. 肉味香精的制造理念与核心技术[J]. 中国食品学报, 2007, 7(5): 1-5.
- [39] 许洪高, 高彦祥. 反应型肉味香料的研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2005(5): 65-73.
- [40] 周进杰, 冯涛, 庄海宁. 天然风味增强剂的开发及应用研究进展[J]. 中国调味品, 2013(7): 9-13. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2013.07.003.