

美拉德反应制备鹅肉风味液的研究

孔祥强, 张东红, 杨松*, 尤逢惠, 陈敏 (安徽省农业科学院农产品加工研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的]研究美拉德反应条件对鹅肉风味液的影响,为生产鹅肉风味香精提供理论参考。[方法]首先进行单因素试验,通过排序检验法筛选出适合进行响应面分析的美拉德反应参数,选择硫胺素添加量、半胱氨酸添加量、反应温度和反应时间4个因素进行 Box-Behnken 试验设计,通过响应面分析法获得最佳的美拉德反应条件。[结果]8个单因素中硫胺素添加量、鹅脂添加量、半胱氨酸添加量、反应时间等6个单因素对鹅肉风味有显著影响,根据 F 值排序,最终选择硫胺素添加量、半胱氨酸添加量、反应温度、反应时间4个单因素进行响应面分析试验。通过方差分析,确定所建立的二次回归模型为有效模型,通过该模型可求得美拉德反应制备鹅肉风味香精的最佳工艺条件为硫胺素 1.09 g,半胱氨酸 0.62 g,反应温度 118.30 °C,反应时间 56.33 min。[结论]通过优化后的方法制备鹅肉风味液感官评价最高,达到 4.186 分。

关键词 鹅肉香精;美拉德反应;响应面分析

中图分类号 S879.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)36-0139-06

Study on the Preparation of Goose Flavoring Via Maillard Reaction

KONG Xiang-qiang, ZHANG Dong-hong, YANG Song* et al (Institute of Agro-products Processing, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract [Objective] To study the effect of Maillard reaction conditions on goose flavor base material and provide theoretical reference for producing goose flavoring. [Method] Single factor experiments were carried out, Maillard reaction parameters suitable for response surface analysis were selected by order checking method. Box-Behnken design was conducted by choosing four factors including thiamine dosage, cysteine dosage, reaction temperature, reaction time. [Result] Among 8 single factors, 6 factors such as dosage of thiamine, goose fat, cysteine, reaction time had significant effects on goose flavor. According to F value ranking, dosage of thiamine, cysteine, reaction time, reaction temperature were selected to conduct response surface analysis. The established quadratic regression was effective model by variance analysis, and the optimal conditions for producing goose flavor base material were as following: thiamine 1.09 g, cysteine 0.62 g, reaction temperature 118.30 °C, reaction time 56.33 min. [Conclusion] The sensory evaluation of goose flavor base material is highest after optimization, score is up to 4.186.

Key words Goose flavoring; Maillard reaction; Response surface method

肉类香精是肉制品加工行业必不可少的一种食品添加剂,对肉制品增香、提味有着极其重要的作用。肉类香精按制造方法可分为混拌型、反应型、调理型、发酵型和氧化型等几类^[1]。国际食用香料工业组织 (IOFI) 对热反应香精的定义如下:热反应香精是一种由食品原料和(或)允许在食品或反应香精中添加的原料加热制备的产物。

肉类风味的产生包含了许多复杂的反应,主要有美拉德反应、脂质氧化降解、硫胺素的降解等^[2-3]。美拉德反应在肉香味的形成中起关键性作用,它是氨基化合物和羰基化合物之间发生的反应,反应产物呈深棕色,因此又称非酶促褐变反应,反应分为初期、中期和末期3个阶段^[4-5]。影响美拉德反应效果的条件包括反应底物和时间、温度等因素。国外从20世纪60年代就开始进行美拉德反应制备肉味香精的研究,我国进行肉味香精的研究起步较晚,20世纪80年代才开始涉足,90年代中后期出现相关的研究报道。

鹅肉是深受我国人民喜爱的禽肉之一,是理想的高蛋白、低脂肪、低胆固醇食品^[6]。我国传统的肉制品非常多,消费群体广泛^[7]。但目前国内对于热反应型肉类香精的研究多集中在牛肉、猪肉和鱼虾类产品上^[8],有关鹅肉香精的研

究较少,这在一定程度上制约了我国鹅肉加工产业的发展。

笔者以风味蛋白酶和胰蛋白酶组合水解的鹅肉酶解液为底物,通过添加还原糖、氨基酸等其他反应底物,经过美拉德反应制备鹅肉风味香精。采用单因素和响应面试验设计,并通过 Friedman 排序检验法和综合打分评价法考察香精风味,从而得到最佳反应工艺条件。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 原料与试剂。鹅脯肉酶解液,自制;葡萄糖、硫胺素、半胱氨酸、甘氨酸、丙氨酸等均为分析纯;鹅脂,自制;植物水解蛋白(HVP),上海爱普食品工业有限公司。

1.1.2 主要仪器设备。PHS-3C型pH计,上海仪电科学仪器股份有限公司;TGL16M型离心机,长沙湘智离心机仪器有限公司;HH型数显恒温水浴锅,江苏金坛市金城国胜实验仪器厂;JA1003B型电子天平,上海越平科学仪器有限公司;YX-280D型手提式压力蒸汽灭菌器,合肥华泰医疗设备有限公司;SZCL-4B型磁力搅拌器,巩义市予华仪器有限责任公司。

1.2 方法

1.2.1 酶解液制备工艺流程。鹅脯肉→流水解冻30 min→去除皮下脂肪→绞碎→按料液比1:4(g:mL)比例加入缓冲溶液→酶解→沸水浴灭酶20 min→冷却后5 000 r/min离心10 min→收集上清液→抽滤→粗酶解液。

1.2.2 鹅肉风味香精制备流程。称取50 g酶解液→加入还原糖等反应底物→混匀并充分溶解→封口→在一定温度下反应一定时间→冷却。

基金项目 国家科技支撑计划课题(2014BAD04B07);安徽省农业科学院学科建设项目(15A1214);安徽省农业科学院科技创新团队项目(13C1210)。

作者简介 孔祥强(1981-),男,安徽合肥人,助理研究员,从事农产品加工研究。*通讯作者,助理研究员,硕士,从事农产品加工研究。

收稿日期 2016-11-02

1.2.3 感官评价方法。

1.2.3.1 排序检验法。该研究中的单因素试验采用排序检验法。首先选择6名食品专业的研究人员对系列样品按照某种特性的强度或者嗜好程度进行排序,再对试验结果采用Friedman法分析样品间的差异,从而筛选反应条件。Friedman法计算公式如下:

$$F = 12 / \{JP(P+1)\} (R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_p^2) - 3J_{(P+1)}$$

式中, J 为评价员数; P 为样品数; $R_1, R_2 \dots R_p$ 为 J 个评价员对 P 种样品评价的秩和。

1.2.3.2 评分检验法。该研究中响应面优化试验采用评分检验法为香精进行赋分。首先选择6名食品相关专业的研究人员对样品反映出的肉香味、烤香味、硫磺味、焦糊味等强度进行打分,再根据各因素的权重及得分计算样品总得分,从而优化反应参数。各因子权重如下:肉香味0.6,烤香味0.3,硫磺味-0.15,焦糊味-0.15,其他异味0.2。

1.2.4 单因素试验。选择葡萄糖、硫胺素、HVP、鹅脂、半胱氨酸、非含硫氨基酸(甘氨酸:丙氨酸=1:1, m/m)添加量及反应时间和反应温度共8个因素,进行单因素试验。基本反应体系为:葡萄糖4.00 g、硫胺素0.50 g、HVP 1.00 g、鹅脂1.00 g、半胱氨酸0.25 g、非含硫氨基酸(甘氨酸:丙氨酸=1:1)0.25 g,反应时间60 min,反应温度115℃。各因素水平:葡萄糖添加量2.00、3.00、4.00、5.00、6.00 g,记为样品a、b、c、d、e;硫胺素添加量0.50、1.00、1.50、2.00、2.50 g,记为样品a、b、c、d、e;HVP添加量1.00、1.50、2.00、2.50、3.00 g,记为样品a、b、c、d、e;鹅脂添加量1.00、1.50、2.00、2.50、3.00 g,记为样品a、b、c、d、e;半胱氨酸添加量0.25、0.75、1.25、1.75、2.25 g,记为样品a、b、c、d、e;非含硫氨基酸添加量0.25、0.50、0.75、1.00、1.25 g,记为样品a、b、c、d、e;反应时间20、40、60、80、100 min,记为样品a、b、c、d、e;反应温度85、95、105、115、125℃,记为样品a、b、c、d、e。

1.2.5 响应面试验设计。根据单因素试验结果,运用Box-Behnken的中心组合试验设计原理,以硫胺素添加量(A)、半胱氨酸添加量(B)、反应温度(C)、反应时间(D)为变量,设计4因素3水平的响应面试验,因素水平设计见表1。

表1 Box-Behnken试验设计因素水平及编码

Table 1 Factors and their coded levels used in Box-Behnken design

水平 Level	因素 Factor			
	硫胺素添加量(A) Thiamine dosage//g	半胱氨酸添加量(B) Cysteine dosage//g	反应温度(C) Reaction temperature//℃	反应时间(D) Reaction time min
-1	1.00	0.25	105	20
0	1.50	0.75	115	40
1	2.00	1.25	125	60

1.2.6 数据统计分析。试验中响应面优化试验数据采用Design-Expert 8.0.0统计软件进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 葡萄糖添加量对美拉德反应产物的影响。除葡萄糖外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考

察不同葡萄糖添加量对美拉德反应产物的影响。

由表2可见,不同添加量的葡萄糖对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行Friedman检验,计算得 $F = 5.06 < \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异不显著,样品风味没有显著的差异,但是从表2中可以看出,样品c、e的秩和较小,风味较好,考虑到样品c添加量较少,成本低,因此选择样品c即葡萄糖添加量4.00 g为最适宜添加量。

表2 不同葡萄糖添加量的美拉德反应产物的评价结果

Table 2 The evaluation results of Maillard reaction products by adding different amount of glucose

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	2	5	4	3	1	15
2	5	2	1	4	3	15
3	5	4	1	2	3	15
4	2	1	3	4	5	15
5	5	4	2	3	1	15
6	4	5	2	3	1	15
样品秩和 Sum of ranks	23	21	13	19	14	90

2.1.2 硫胺素添加量对美拉德反应产物的影响。除硫胺素外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同硫胺素添加量对美拉德反应产物的影响。

由表3可见,不同添加量的硫胺素对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行Friedman检验,计算得 $F = 13.2 > \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异显著,样品间风味有显著的差异。进行多重比较和分组,确定样品间的差异程度,通过计算最终将样品分为3组:c、bae、d。其中c组样品的风味最好,所以硫胺素的最佳添加量为1.50 g。

表3 不同硫胺素添加量的美拉德反应产物的评价结果

Table 3 The evaluation results of Maillard reaction products by adding different doses of thiamine

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	5	2	1	4	3	15
2	3	1	2	4	5	15
3	3	2	1	5	4	15
4	2	1	3	5	4	15
5	3	4	2	5	1	15
6	3	2	1	4	5	15
样品秩和 Sum of ranks	19	12	10	27	22	90

2.1.3 HVP添加量对美拉德反应产物的影响。除HVP外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同HVP添加量对美拉德反应产物的影响。

由表4可见,不同添加量的HVP对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行Friedman检验,计算得 $F = 3.60 < \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异不显著,样品风味没有显著的差异。但从表4中可以看出,样品e的秩和较小,风味较好,因此选择样品e,即HVP添加量为3.00 g为最适宜添加量。

表 4 不同 HVP 添加量的美拉德反应产物的评价结果

Table 4 The evaluation results of Maillard reaction products by adding different doses of HVP

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	4	2	3	5	1	15
2	4	5	2	3	1	15
3	5	3	1	2	4	15
4	2	3	4	5	1	15
5	5	4	3	1	2	15
6	2	1	3	5	4	15
样品秩和 Sum of ranks	22	18	16	21	13	90

2.1.4 鹅脂添加量对美拉德反应产物的影响。除鹅脂外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同鹅脂添加量对美拉德反应产物的影响。

由表 5 可见,不同添加量的鹅脂对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行 Friedman 检验,计算得 $F = 19.53 > \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异显著,样品间风味有显著差异。进行多重比较和分组,确定样品间的差异程度,通过计算最终将样品分为 3 组:e、cd、ba。其中 e 组样品的风味最好,所以鹅脂的最佳添加量为 3.00 g。

表 5 不同鹅脂添加量的美拉德反应产物的评价结果

Table 5 The evaluation results of Maillard reaction products by adding different doses of goose fat

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	5	4	1	3	2	15
2	5	3	2	4	1	15
3	5	4	3	1	2	15
4	4	5	2	3	1	15
5	4	5	2	1	3	15
6	5	4	3	1	2	15
样品秩和 Sum of ranks	28	25	13	13	11	90

2.1.5 半胱氨酸添加量对美拉德反应产物的影响。除半胱氨酸外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同半胱氨酸添加量对美拉德反应产物的影响。

由表 6 可见,不同添加量的鹅脂对美拉德反应底物风味

表 6 不同半胱氨酸添加量的美拉德反应产物的评价结果

Table 6 The evaluation results of Maillard reaction products by adding different doses of cysteine

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	5.0	2.0	4.0	1.0	3.0	15
2	5.0	1.0	3.0	2.0	4.0	15
3	5.0	1.0	3.0	4.0	2.0	15
4	5.0	1.0	2.0	3.5	3.5	15
5	5.0	2.0	1.0	3.0	4.0	15
6	5.0	4.0	1.0	2.0	3.0	15
样品秩和 Sum of ranks	30.0	11.0	14.0	15.5	19.5	90

有一定的影响。对结果进行 Friedman 检验,计算得 $F = 14.50 > \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异显著,样品间风味有显著的差异。进行多重比较和分组,确定样品间的差异程度,通过计算最终将样品分为 3 组:b、cde、a。其中 b 组样品的风味最好,所以半胱氨酸的最佳添加量为 0.75 g。

2.1.6 非含硫氨基酸添加量对美拉德反应产物的影响。除非含硫氨基酸外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同非含硫氨基酸添加量对美拉德反应产物的影响。

由表 7 可见,不同添加量的非含硫氨基酸对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行 Friedman 检验,计算得 $F = 11.47 > \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异显著,样品间风味有显著的差异。进行多重比较和分组,确定样品间的差异程度,通过计算最终将样品分为 3 组:d、ecb、a。其中 d 组样品的风味最好,所以非含硫氨基酸的最佳添加量为 1.00 g,即甘氨酸和丙氨酸各 0.50 g。

表 7 不同非含硫氨基酸添加量的美拉德反应产物的评价结果

Table 7 The evaluation results of Maillard reaction products by adding different doses of non sulfur amino acid

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	2	5	3	1	4	15
2	5	4	3	1	2	15
3	5	3	1	2	4	15
4	5	3	4	2	1	15
5	5	4	2	3	1	15
6	5	3	4	2	1	15
样品秩和 Sum of ranks	27	22	17	11	13	90

2.1.7 反应时间对美拉德反应产物的影响。除反应时间外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同反应时间对美拉德反应产物的影响。

由表 8 可见,不同反应时间对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行 Friedman 检验,公式计算得 $F = 10.67 > \text{临界值}(P = 0.05) = 9.49$,说明样品间差异显著,样品间风味有显著的差异。进行多重比较和分组,确定样品间的差异程度,通过计算最终将样品分组如下:be、c、d、a。其中 b 组样品和 e 组样品无显著差异,考虑到试验操作的简便性,选取时间短的 b 组作为最佳反应时间。因此,美拉德反应的最佳时间为 40 min。

表 8 不同反应时间的美拉德反应产物的评价结果

Table 8 The evaluation results of Maillard reaction products at different reaction time

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	4	2	3	5	1	15
2	5	1	4	3	2	15
3	5	1	4	3	2	15
4	5	4	1	2	3	15
5	5	2	3	4	1	15
6	4	2	1	3	5	15
样品秩和 Sum of ranks	28	12	16	20	14	90

2.1.8 反应温度对美拉德反应产物的影响。除反应温度外,其他反应条件按照“1.2.4”所述的基本反应体系进行,考察不同反应温度对美拉德反应产物的影响。

由表9可见,不同反应温度对美拉德反应底物风味有一定的影响。对结果进行Friedman检验,计算得 $F = 12.27 >$ 临界值($P = 0.05$) $= 9.49$,说明样品间差异显著,样品间风味有显著差异。进行多重比较和分组,确定样品间的差异程度,通过计算最终将样品分为3组:d、abc、a。其中d组样品的风味最好,所以美拉德反应的最佳温度为115℃。

表9 不同反应温度的美拉德反应产物的评价结果

Table 9 The evaluation results of Maillard reaction products of different reaction temperature

评价员 Evaluation member	样品 Sample					秩和 Sum of ranks
	a	b	c	d	e	
1	5	1	3	2	4	15
2	5	4	3	1	2	15
3	4	5	2	1	3	15
4	3	2	4	1	5	15
5	5	4	3	1	2	15
6	5	3	4	2	1	15
样品秩和 Sum of ranks	27	19	19	8	17	90

2.2 响应面分析法优化鹅肉香精美拉德反应产物

2.2.1 Box-Behnken 试验设计及结果。根据单因素试验结果选取硫胺素添加量(A)、半胱氨酸添加量(B)、反应温度(C)、反应时间(D)4个因素,以感官评分为响应值,设计4因素3水平的响应面试验。鹅肉香精基料美拉德反应配方的优化根据Box-Behnken的中心组合试验设计进行了29组试验,其中5组为中心点重复试验。结果见表10。

2.2.2 回归模型的建立和显著性分析。利用Design-Expert 8.0.0软件对感官评分与美拉德反应配方各因素进行多元回归拟合,得到回归方程,同时对模型进行方差分析,结果显示, $F_{模型} = 46.00, P_{模型} < 0.0001; F_A = 48.29, P_A < 0.0001; F_B = 21.18, P_B = 0.0004; F_C = 212.39, P_C < 0.0001; F_D = 10.68, P_D = 0.0056; F_{AB} = 4.86, P_{AB} = 0.0446; F_{AC} = 3.08, P_{AC} = 0.1013; F_{AD} = 10.51, P_{AD} = 0.0059; F_{BC} = 5.85, P_{BC} = 0.0298; F_{BD} = 9.50, P_{BD} = 0.0081; F_{CD} = 14.04, P_{CD} = 0.0022; F_{A^2} = 13.85, P_{A^2} = 0.0023; F_{B^2} = 62.96, P_{B^2} < 0.0001; F_{C^2} = 278.83, P_{C^2} < 0.0001; F_{D^2} = 8.27, P_{D^2} = 0.0122; F_{失拟} = 0.53, P_{失拟} = 0.8111。Y = -175.51 + 8.18A + 8.34B + 2.93C - 0.13D - 0.83AB - 0.033AC - 0.03AD - 0.046BC + 0.029BD + (1.76E - 003)CD - 1.1000A^2 - 2.34500B^2 - 0.012337C^2 - (5.31250E - 004)D^2。$

由此得出,建立的回归模型极显著($P < 0.01$),而且失拟项不显著,因此所选模型适宜。同时,由软件分析得到模型的决定系数(R^2)为0.9787,说明美拉德反应感官评分与模型回归值有着良好的一致性。模型校正系数 $R_{Adj}^2 = 0.9574$,说明试验结果有95.74%受到所选因素的影响。变异系数(CV)反应模型的置信度相关,CV值越低,模型的置信度越

表10 Box-Behnken 试验设计及结果

Table 10 Box-Behnken design and results

试验号 Test No.	因素 Factor				感官评分 Sensory evaluation 分
	硫胺素添加量(A) Thiamine dosage	半胱氨酸添加量(B) Cysteine dosage	反应温度(C) Reaction temperature	反应时间(D) Reaction time	
1	0	-1	0	-1	3.15
2	-1	0	-1	0	1.46
3	1	1	0	0	1.94
4	0	0	1	-1	2.68
5	-1	1	0	0	3.25
6	1	0	-1	0	1.07
7	-1	-1	0	0	3.36
8	0	0	0	0	3.36
9	1	0	1	0	2.32
10	0	-1	1	0	2.93
11	0	0	-1	1	1.16
12	1	0	0	1	2.72
13	0	0	0	0	3.81
14	0	0	0	0	3.79
15	0	-1	0	1	3.01
16	0	0	0	0	3.44
17	0	1	-1	0	1.22
18	0	1	0	-1	1.94
19	1	0	0	-1	2.99
20	-1	0	0	1	3.98
21	-1	0	1	0	3.37
22	1	0	0	-1	2.88
23	-1	0	1	0	3.03
24	0	1	0	1	2.96
25	0	0	1	1	3.67
26	0	0	-1	-1	1.58
27	0	-1	-1	0	1.11
28	0	0	0	0	3.85
29	0	1	1	0	2.13

高。该试验CV值为6.98,说明该模型方程能较好地反映真实的试验值,可用该模型来分析响应值的变化。由P值可以看出,在1%显著水平,硫胺素添加量、半胱氨酸添加量、反应温度、反应时间对美拉德反应影响都很显著。在5%显著水平上,二次项除了AC对美拉德反应影响不显著外,其他都显著。反应温度与反应时间的交互作用最为显著。

2.2.3 响应面分析。利用Design-Expert软件对回归模型相关数据进行二次多元回归拟合,所得到的二次回归方程的响应面如图1~6所示,响应面图能够直观地观察到各因素两两交互作用对美拉德反应产物感官得分的影响^[9-10]。各因素对应的响应面坡度越陡,则表明该因素对感官得分的影响越大,反之则表示因素对分数的影响越小。从图1~6可以看出,在其他2个因素取0水平的情况下,图中2个因素的感官评分均表现出先上升后下降的趋势;图3和图4虽然弧度不明显,但也呈现出该趋势,说明所选的4个因素区间是合理的。从等高线的形状来看,图4是圆形的,说明半胱氨酸和反应温度的交互作用不显著。从等高线的陡缓程度来看,两两比较,半胱氨酸添加量比硫胺素添加量更显著,反应温度比硫胺素添加量更显著,反应温度比反应时间更显著。随着硫胺素和半胱氨酸的添加,感官评分先升高后下降,原因可能

是:含量过低,肉香味达不到标准;含量过高,刺激性气味太强,因而影响了感官评定效果。反应温度对美拉德反应的颜色影

响较大,温度越高,颜色越深,同时焦糊味会变重。反应时间太短,又伴随着肉腥味。

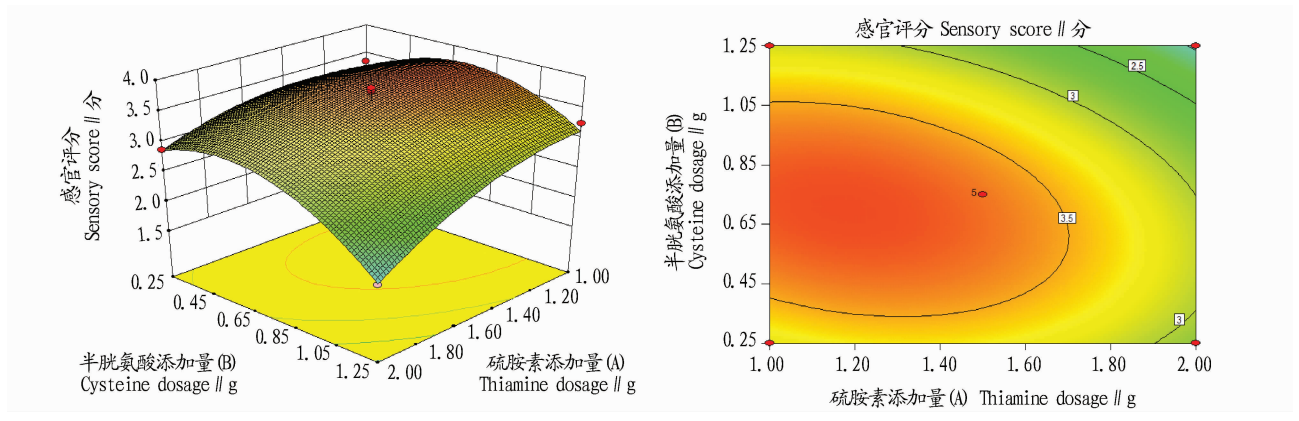


图1 硫胺素添加量与半胱氨酸添加量对感官评分的影响
Fig. 1 Effect of thiamine and cysteine dosage on sensory score

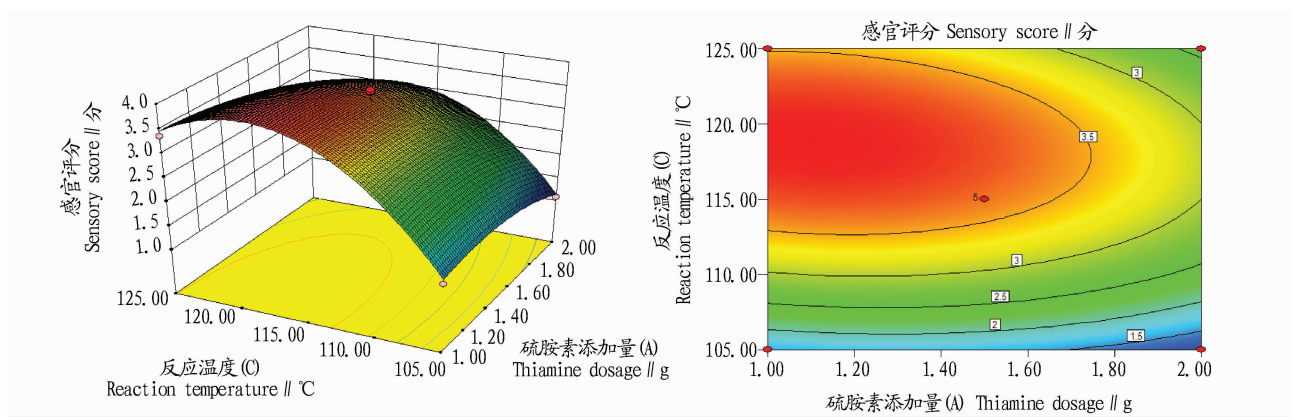


图2 硫胺素添加量与反应温度对感官评分的影响
Fig. 2 Effects of thiamine dosage and reaction temperature on sensory score

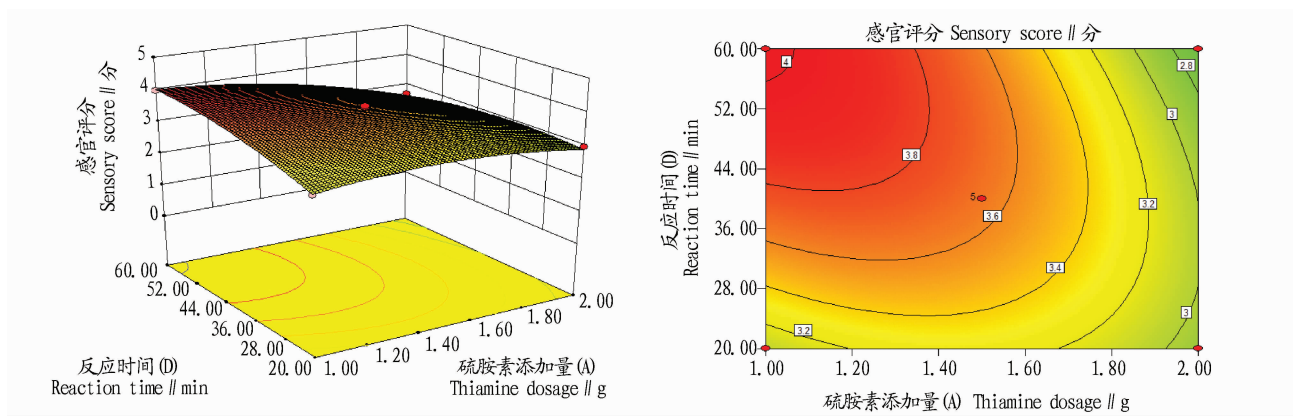


图3 硫胺素添加量与反应时间对感官评分的影响
Fig. 3 Effects of thiamine dosage and reaction time on sensory score

2.3 最佳热反应参数的选择 根据 Box-Behnken 试验设计所得结果和二次多项式方程,利用 Design-Expert 软件计算出鹅肉香精基料美拉德反应配方的最佳工艺条件为硫胺素 1.09 g,半胱氨酸 0.62 g,反应温度 118.30 °C,反应时间 56.33 min。固定配方为鹅肉酶解液 50 g,葡萄糖 4.00 g,HVP 3.00 g,鹅脂 3.00 g,非含硫氨基酸(甘氨酸:丙氨酸 = 1:1, m/m)1.00 g,此时感官评分为 4.186 分。

3 结论与讨论

该研究表明,影响美拉德反应的因素主要有还原糖添加量、氨基酸种类与添加量、反应时间、反应温度等。该试验通过单因素试验分析了鹅肉香精基料美拉德反应的最佳配方条件。选取具有代表性的 4 个因素,采用 Box-Behnken 试验设计与响应面分析,建立了感官评分的二次多项式数学模型。利用 RSA 法优化,最后确定最佳的工艺条件为鹅肉酶

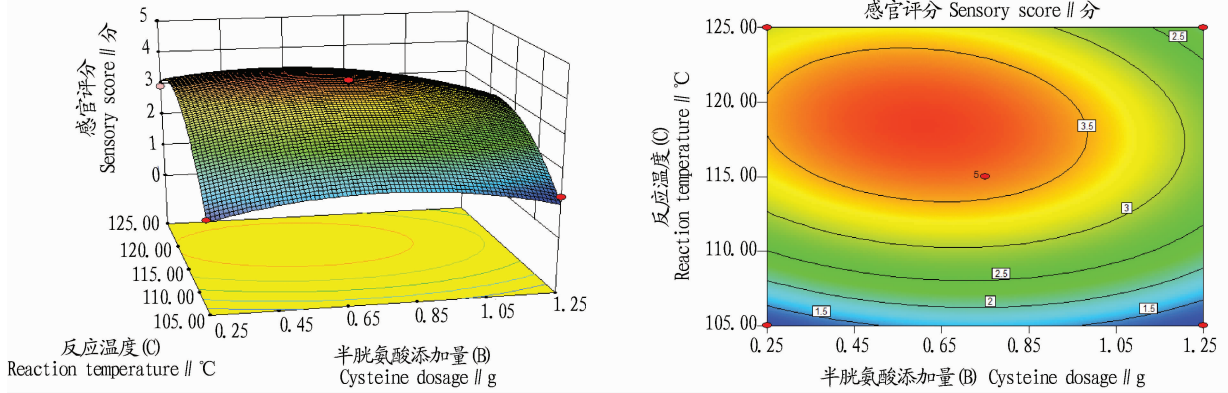


图4 半胱氨酸添加量与反应温度对感官评分的影响

Fig. 4 Effects of cysteine dosage and reaction temperature on sensory score

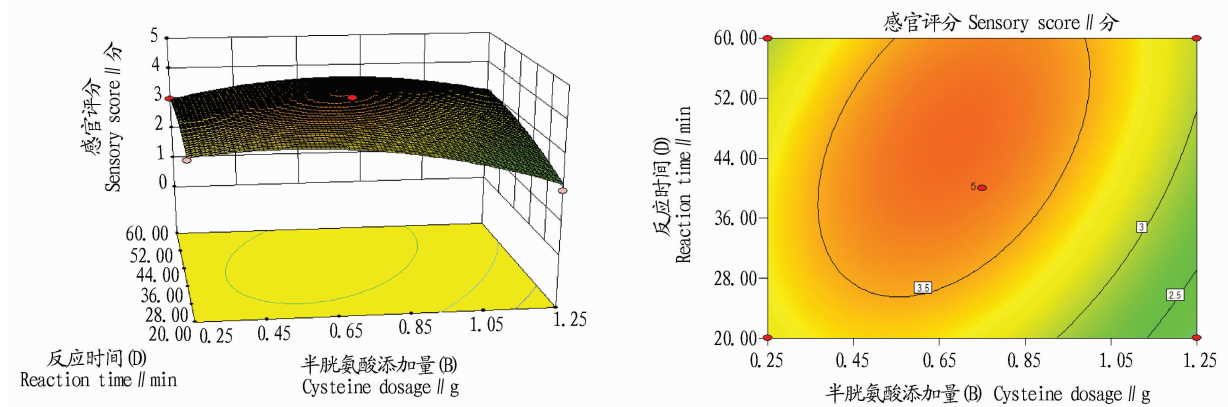


图5 半胱氨酸添加量与反应时间对感官评分的影响

Fig. 5 Effects of cysteine dosage and reaction time on sensory evaluation

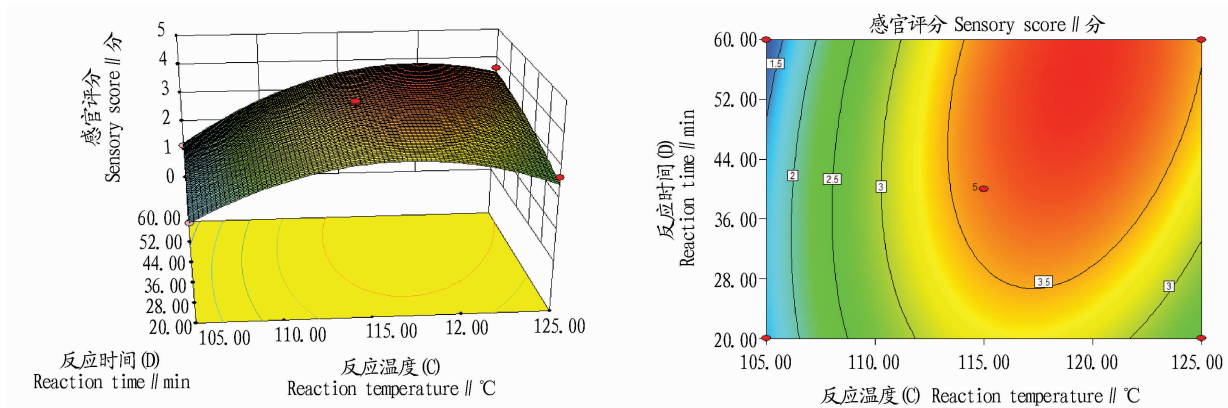


图6 反应温度与反应时间对感官评分的影响

Fig. 6 Effect of reaction temperature and reaction time on sensory score

解液 50 g, 葡萄糖 4.00 g, 植物水解蛋白(HVP) 3.00 g, 鹅脂 3.00 g, 非含硫氨基酸(甘氨酸:丙氨酸=1:1, m/m) 1.00 g, 硫胺素 1.09 g, 半胱氨酸 0.62 g, 反应温度 118.30 °C, 反应时间 56.33 min 在此条件下, 产品感官评分为 4.186 分。

有研究学者在利用豆粕蛋白制备肉味香精时, 发现添加葡萄糖、半胱氨酸和蛋氨酸的体系在 pH 5.5 条件下 115 °C 反应 1 h 所得到的香精具有强烈的肉香味, 并且风味较好^[11]。还有报道称, 添加 25% 的半胱氨酸和 23% 的木糖, 在 pH 7.1 条件下, 118 °C 反应 81 min 能够制得具有良好风味的牛肉香

精, 该香精具有强烈而协调的烤牛肉风味^[12]。而该研究发现, 葡萄糖、半胱氨酸和非含硫氨基酸组合能够产生很好的鹅肉香味。该试验结果与上述报道有所出入, 这可能是由于每种肉的蛋白质组成有所差异, 酶解液的成分也不同, 所以得到较好风味的辅料配方和反应条件也不尽相同。

在制作鹅肉产品时, 适当添加鹅肉香精能够增强产品底味, 适当增加鹅肉香味。根据该试验结果可将产品进一步制备成浓缩浸膏或者干粉, 增加产品运输和销售的便捷性, 提

(下转第 148 页)

品最大耐受量相当于成人(平均体重按 60 kg 计算)每天 3.6 kg 用量,远超出正常食用量,说明这 3 种特色野菜用于日常食用是安全的。

3 结论与讨论

3.1 3 种野菜均不易积累硝酸盐和重金属 由实测结果可知,菜芙蓉、水芹菜、婆罗门参这 3 种特色野菜可食用部位硝酸盐、亚硝酸盐和重金属含量都不高,菜芙蓉花更是痕量,与同类型的大宗蔬菜相比,它们在对硝酸盐和重金属的积累上同样显示出较低的特性。王淑娥等^[5-6]测得济南地区叶菜类硝酸盐含量最高达到了 4 895 mg/kg(芹菜),最低也有 539 mg/kg(菠菜);根菜类的萝卜硝酸盐含量也达到了 1 830 mg/kg;花果类蔬菜整体较低,大部分也都超过了 150 mg/kg。由此看出,食用这 3 种野菜对人体健康产生的风险远低于大宗蔬菜。

3.2 3 种野菜不存在急性毒性 彭显明^[7]报道,水芹菜对猪有轻微毒性,主要表现为口腔溃疡。丁小洁等^[8]报道,水芹菜外敷可致接触性皮炎,是由原白头翁素所致。余明泽等^[9]对婆罗门参提取液进行了致突变试验,结果表明婆罗门参无致突变作用。我国尚未有对菜芙蓉食用毒性方面的试验和报道。该研究进行的小鼠最大耐受量(MTD)试验表明,水芹菜、菜芙蓉和婆罗门参在小鼠最大耐受量的情况下均未表现出急性毒性。结合前人研究结果,可以确定这 3 种特色野菜对人是不会存在急性毒性的,居民适量食用不会对健康造成任何风险。

3.3 毒理和药理作用有待进一步研究 该研究确定了菜芙蓉、水芹菜和婆罗门参这 3 种野菜不存在急性毒性,对居民食用这几种野菜提供了理论支持。然而,急性毒性只是衡量野菜安全性的一个方面,要确定这 3 种野菜完全没有毒性,可以和大宗蔬菜一样推广食用,还需要检测它们是否存在慢性毒性,是否有致畸、致突变等危害。前人研究已经表明,婆罗门参无致突变作用^[9]。经现代研究可以基本确定菜芙蓉、水芹菜和婆罗门参 3 种野菜无毒,但还需要通过严谨的科学试验进行验证和支持^[10-12]。

菜芙蓉、水芹菜和婆罗门参都可以作为中药使用,并且具有很好的食疗作用。相关研究表明,菜芙蓉对细菌和肿瘤细胞生长具有抑制作用^[12-13];水芹菜对高血压、高脂血症、心脑血管疾病、乙型肝炎具有防治作用^[14-16],水芹菜提取物

可抑制肝脏脂肪增加和保护膜的完整^[17],水芹菜总酚在体内和体外都具有显著的抗 B 型肝炎病毒的功能^[18];婆罗门参具有抗疲劳、耐缺氧、抗炎症和镇痛的作用^[19]等。该研究结果显示,3 种野菜对小鼠生长没有毒性、致畸、致突变的作用,但是对体重的影响表现出显著差异。婆罗门参处理的小鼠体重增加最少,仅在 1.5 ~ 3.5 g;水芹菜处理的小鼠体重增加最大,在 11.0 ~ 16.0 g。这表明,3 种野菜对小鼠的正常生长有一定的抑制或者促进作用,需要对药理或者毒理进一步研究,从而对居民正确食用提供最准确的理论支持。

参考文献

- [1] 胡朝松,刘德兵,李绍鹏.我国野菜资源的开发与利用[J].热带农业科学,2005,25(5):45-47.
- [2] 余江.菜园土壤重金属污染特征及蔬菜食用安全性评价[D].厦门:集美大学,2010,4-6,28-39.
- [3] 陆若辉,周焱,董越勇.浙江省蔬菜硝酸盐积累状况及控制措施[J].农业环境科学学报,2006,25(S1):276-279.
- [4] 黄敏,余萃,杨海舟,等.武汉市售典型蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染现状分析[J].安徽农业科学,2010,38(13):6871-6873.
- [5] 王淑娥,冷家峰,刘仙娜.济南市蔬菜中硝酸盐及重金属污染[J].环境与健康杂志,2004,21(5):312-313.
- [6] 赵长盛,刘金凤,李建.济南市售蔬菜中重金属污染状况及质量评价[J].中国果菜,2015,35(6):41-44.
- [7] 彭显明.猪的水芹菜中毒[J].四川畜牧兽医,1993,6(2):50.
- [8] 丁小洁,于春水,徐国林,等.水芹菜致接触性皮炎 32 例临床分析[J].川北医学院学报,2010,25(1):20-21.
- [9] 余明泽,刘以农,葛宇杰,等.婆罗门参提取液致突变的实验研究[J].中国实用医药,2008,3(25):49-50.
- [10] 周毅峰,唐巧玉,彭红,等.水芹菜多糖的提取及其成分分析[J].食品科学,2012,33(12):138-142.
- [11] 龙祥儒,龙艳玲.仙茅与婆罗门参解纷[J].基层中药杂志,2002,16(1):38-39.
- [12] 仇燕,王明珠,赵紫华.菜芙蓉总黄酮提取物抑菌作用及其稳定性研究[J].北方园艺,2016(8):150-153.
- [13] 仇燕,庞雨然,李志伟,等.菜芙蓉醇提取物金丝桃苷含量测定及对肿瘤细胞生长抑制作用[J].安徽农业科学,2011,39(14):8331-8333.
- [14] 蹇黎.水芹和旱芹的营养成分分析[J].北方园艺,2008(2):33-34.
- [15] 汪雪勇,张海洋.野生水芹的合理开发利用[J].中国野生植物资源,2006,25(4):31-32.
- [16] 黄正明,杨新波,曹文斌,等.中药水芹的药用研究[J].中国药理通讯,2003,20(1):25-26.
- [17] JEONG Y Y,LEE Y J,LEE K M,et al. The effects of *Oenanthe javanica* extracts on hepatic fat accumulation and plasma biochemical profiles in a nonalcoholic fatty liver disease model[J]. J of the Korean Soc for Appl Biol Chem,2009,52(6):632-637.
- [18] HAN Y Q,HUANG Z M,YANG X B,et al. *In vivo* and *in vitro* anti-hepatitis B virus activity of total phenolics from *Oenanthe javanica*[J]. J Ethnopharmacol,2008,118(1):148-153.
- [19] 龙祥儒,田江明.蒜叶婆罗门参抗疲劳和耐缺氧作用的研究[J].中国中药杂志,1990,15(12):37-39.

(上接第 144 页)

高鹅肉精深加工的科技含量和附加值。

参考文献

- [1] 周耀华,肖作兵.食用香精制备技术[M].北京:中国纺织出版社,2007.
- [2] 杨二刚.酶解鸡肉制备热反应天然鸡肉香精的研究[D].无锡:江南大学,2008.
- [3] 卜凡艳.鸡肉香气特征指纹图谱研究[D].杭州:浙江工商大学,2008.
- [4] MOON S Y,CLIFF M A,LICHAN C Y. Odour-active components of simulated beef flavour analysed by solid phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry and -olfactometry[J]. Food research international,2006,39(3):294-308.
- [5] SALTER L J,MOTTRAM D S,WHITFIELD F B. Volatile compounds produced in Maillard reactions involving glycine,ribose and phospholipid[J].

- Journal of the science of food and agriculture,1989,49(2):347-368.
- [6] 王健,赵万里,王志跃.肉用仔鹅的营养需要研究进展[J].山东家禽,2001(3):35-37.
- [7] 杨松,陈敏,张东红,等.“吴山贡鹅”卤汤中游离氨基酸组成及含量的变化[J].食品科技,2015(5):68-72.
- [8] 谢永洪,刘学文,王文贤,等.鸡肉蛋白酶水解工艺条件的研究[J].农业工程学报,2004,20(5):207-210.
- [9] 陈仕学,郁建平,杨俊,等.响应面法优化阳荷水溶性膳食纤维的微波提取工艺研究[J].食品科学,2014,35(18):57-62.
- [10] 张丙云,孙莉,黄艳,等.响应面法优化竹叶椒总木脂素的超声提取工艺[J].食品工业科技,2014,35(7):198-201.
- [11] 武彦文,张燕,阎晶辰,等.酶法水解植物蛋白制备肉味香精的研究[J].食品工业科技,2003,24(3):53-55.
- [12] 马家津,吕跃钢,张文.北京烤鸭香味模拟[J].北京工商大学学报(自然科学版),2006,24(5):6-9.