

# 模糊综合评价法 在肉味香基感官评价中的应用

王越鹏<sup>1</sup>, 李平<sup>2</sup>, 汪建明<sup>2</sup>, 胡峰<sup>2</sup>, 耿媛<sup>2</sup>

(1.总后勤部军需装备研究所, 北京 100010;

2.天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

**摘要:**以自制水解液、氨基酸和还原糖为原料,经美拉德反应得到具有肉味特征的香基料,以模糊数学综合评价作为评判标准。单因素实验结果表明,半胱氨酸添加量、葡萄糖和木糖比例及大豆蛋白液的添加量是影响产物特征的关键因素,采用正交实验 $L_9(3^3)$ 确定最佳配比为,半胱氨酸添加量为2.5%,葡萄糖和木糖比为1:3,大豆蛋白液添加量为30%,得到产物的感官评分为4.965。

**关键词:**模糊数学综合评价,肉味香基料,感官评价

## Application of fuzzy comprehensive evaluation to sensory quality analysis of meat flavour aroma

WANG Yue-peng<sup>1</sup>, LI Ping<sup>2</sup>, WANG Jian-ming<sup>2</sup>, HU Feng<sup>2</sup>, GENG Yuan<sup>2</sup>

(1.The Quartermaster Equipment Institute, Gld, Beijing 100010, China;

2.College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

**Abstract:** A fuzzy integrity evaluation model was applied to assess meat flavour aroma produced by Maillard reaction from amino acids and reducing sugars (glucose and xylose) with soy-protein hydrolysates produced by oneself. The result indicated that L-Cysteine, the ratio of glucose and xylose, and soy-protein hydrolysates were the key factors during Maillard reaction. Orthogonal array design was used to set optimal processing. The optimal processing parameters were L-Cysteine 2.5%, the ratio of glucose and xylose 1:3, and soy-protein hydrolysates 30%, and the score was 4.965.

**Key words:** fuzzy comprehensive evaluation; meat flavor aroma; sensory evaluation

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)22-0155-04

肉类风味的研究始于20世纪50年代,人们发现:美拉德反应、硫胺素降解及脂肪氧化是肉类热加工过程中产生风味的主要化学反应<sup>[1]</sup>。反应型香料是一种模仿烹饪食品风味、使用量很低但风味好的食品配料。IOFI中反应型香料的定义为通过加热食品原料或允许在食品或加工香料中使用过的食品组分而制得的具有其风味特征的产品<sup>[2]</sup>。近年来,有部分学者报道了模糊综合评价法在食品中的应用<sup>[3-7]</sup>,包括在评价白酒、食用植物油、洋葱果脯、豆浆、牛肉品质、发酵酒中等。应用模糊数学评价法评价食品的感官质量在我国还不太普遍,因为食品的质量多以感官指标检验为主,其感官指标评价标准的本身是模糊的,针对这一特点,通过模糊数学评价法来评价食品感官质量更为科学和客观。食品的感官特性包括外观(色泽等)、气味(香味、异味等)、滋味(酸甜等)、组织(食品物性、质地等),而对这些感官特性的评价,我们很难用准确的数值来表达,故从理论上建立

客观模糊性与客观准确性兼备,且比较严密的、客观而科学的综合评价模式,其意义尤为重要<sup>[8-9]</sup>。本文研究的目的是通过单因素和正交实验确定美拉德产物制备的一种最优配方,并采用模糊综合评价法对肉味进行评价,探寻一种人为因素影响小,更好的肉味香味料的感官评价方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

大豆蛋白水解液 实验室自制;葡萄糖、木糖、半胱氨酸、蛋氨酸、胱氨酸、甘氨酸、酪蛋白、赖氨酸、脯氨酸、精氨酸、谷氨酸 山东济宁耐特食品公司,食品级;氢氧化钠、盐酸 天津市北方天医化学试剂厂,分析纯。

立式压力蒸汽灭菌器 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;pH计 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;KQ-100E超声波清洗器 昆山市超声仪器有限公司;752E紫外可见分光光度计 上海天普仪器有限公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 美拉德反应产物的制备 按实验方案,准确

收稿日期:2012-04-23

作者简介:王越鹏(1973-),男,本科,工程师,从事军用食品工程研究。

称取各种反应原料于三角瓶中,加入适量的大豆蛋白水解液,超声使反应原料完全溶解,用1mol/L氢氧化钠溶液和1mol/L盐酸溶液调节反应物至pH7,用棉塞和牛皮纸包扎好。在高压蒸汽灭菌锅中,115℃反应60min<sup>[10]</sup>,反应结束后取出三角瓶,冷却至室温后进行感官评价。

### 1.2.2 单因素实验设计

1.2.2.1 氨基酸种类单因素实验设计 添加的氨基酸分别为半胱氨酸1%、赖氨酸1%、蛋氨酸1%、甘氨酸1%、脯氨酸1%、酪蛋白1%,其他原料添加量分别为葡萄糖和木糖各1%,大豆蛋白液30%。

1.2.2.2 还原糖添加量单因素实验设计 添加的还原糖总量为2%,葡萄糖和木糖的比例分别是1:0、0:1、1:1、1:2、2:1、3:1、1:3,氨基酸添加量为氨基酸种类单因素实验中确定的最佳氨基酸,大豆蛋白液30%。

1.2.2.3 氨基酸添加量单因素实验设计 1.2.2.1单因素中优化出的氨基酸添加量分别为0.05%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%,还原糖的添加量为1.2.2.2单因素实验中确定的最佳添加量,大豆蛋白液添加30%。

1.2.2.4 大豆蛋白液添加量单因素实验设计 大豆蛋白液的添加量分为为10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%,其他原料均为单因素实验中确定的最佳添加量。

1.2.3 正交实验设计 根据单因素实验结果进行 $L_9(3^3)$ 正交实验,正交实验因素水平见表1所示。

表1 正交实验因素水平表

Table 1 The factors and levels of orthogonal test

水平	因素		
	A 半胱氨酸添加量(%)	B 葡萄糖:木糖	C 大豆蛋白液添加量(%,v:v)
1	1.5	0:1	20
2	2.0	1:2	30
3	2.5	1:3	40

### 1.2.4 肉味香精质量的模糊数学综合评定方法<sup>[10-12]</sup>

为了使感官评价的结果更客观、更准确,对以感官得分为指标的实验,将样品的总体风味划分成成几种容易辨别的风味,分别评分,然后采用统计学的方法将评价结果进行统计,采用模糊数学原理对统计结果进行处理,得到样品的总体得分。评判小组由20人(经过相关培训的具有食品专业背景的研究生)组成,要求对每种香味分别进行评价。采用闻香纸评香法加热到室温,然后稀释,每隔30s评价一个样品。进行香味评定。具体方法如下:

对美拉德反应所得样品,按实验设计的实验号进行编号,则评判对象集U为:

$$U=\{u_1, \dots, u_i, \dots, u_n\}$$

评判因素X为 $X=\{x_1, \dots, x_i, \dots, x_n\}=\{\text{肉香味, 烤香味, 其他香味, 硫臭味, 刺激性气味}\}$

根据参考文献[13],确定其相应的权重向量为:

$$W=\{w_1, \dots, w_i, \dots, w_n\}=\{0.6, 0.3, 0.3, -0.1, -0.1\}$$

评价语Y={非常强, 较强, 一般, 较弱, 弱}

其相应的得分为 $V=\{5, 4, 3, 2, 0\}$

将每个样品的质量评价因素进行归一化处理,

得到以下模糊矩阵:

$$R_i = \begin{bmatrix} 0.650 & 0.150 & 0.100 & 0.050 & 0.050 \\ 0.550 & 0.150 & 0.150 & 0.100 & 0.050 \\ 0.500 & 0.250 & 0.100 & 0.100 & 0.050 \\ 0.050 & 0.100 & 0.200 & 0.100 & 0.550 \\ 0.100 & 0.050 & 0.300 & 0.100 & 0.450 \end{bmatrix}$$

其中, $j=1, 2, 3, \dots, n$ ,为样品编号, $i=1, 2, 3, 4, 5$ 为质量评价因素, $r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, r_{i4}, r_{i5}$ 分别为第1个评价因素各评价归一化后的数据。

例如:1号样品

可建立肉香味、烤香味、其他香味、硫臭味、刺激性气味4个单因素的模糊评价矩阵:

$$A_{\text{肉香}}=[0.650, 0.150, 0.100, 0.050, 0.050]$$

$$A_{\text{烤香}}=[0.550, 0.150, 0.150, 0.100, 0.050]$$

$$A_{\text{其他香味}}=[0.500, 0.250, 0.100, 0.100, 0.050]$$

$$A_{\text{硫臭味}}=[0.050, 0.100, 0.200, 0.100, 0.550]$$

$$A_{\text{刺激性气味}}=[0.100, 0.050, 0.300, 0.100, 0.450]$$

依据模糊转变原理: $B=A \times R$ ,

则对第j号样品的综合评价结果 $B_j=A \times R_j$ , 则对1号样品的评价结果为

$$B_1=A \times R_1=\{0.6, 0.3, 0.3, -0.1, -0.1\}=\{0.690, 0.195, 0.085, 0.070, -0.04\}$$

乘以相应的感官评价分值 $V=\{5, 4, 3, 2, 0\}$ ,可得1号样品的模糊数学综合评价分值:4.625。

1.2.5 美拉德反应产物褐变程度确定 采用分光光度计测定其在420nm处的吸光值,吸光度可作为产物的辅助评价指标,最终判定结果以感官评价为准。

## 2 结果与分析

### 2.1 氨基酸种类的确定

产生肉味的主要是一些含硫氨基酸,包括:胱氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸、谷胱甘肽、牛磺酸等,蛋氨酸能产生一种类似于土豆的香气。对8个样品的简单描述评价见表2,其褐变情况见图1。以赖氨酸、蛋氨酸和精氨酸作为氨基酸原料的样品都有较高的褐变值,但是从感官评价表可知其肉味不如半胱氨酸强烈,而本研究的目的是制备肉味香基料,故选择半胱氨酸作为材料,进行以下实验。

表2 不同氨基酸种类感官评价结果

Table 2 The sensory evaluation results of different kinds of amino acids

氨基酸种类	简单描述评价	感官评分
半胱氨酸	肉味强烈,烤香一般,没有硫臭味和刺激性气味	4.850
赖氨酸	没有肉味,味道难闻	3.555
蛋氨酸	有炖萝卜的味道	4.735
甘氨酸	焦糖味重	4.125
酪蛋白	有淡淡的咖啡味	4.345
脯氨酸	奶味和烤馍片的味道	4.555
精氨酸	淡淡的芝麻糖味	4.150
谷氨酸	酸酸的臭抹布味道,有刺激性气味强烈	3.450

### 2.2 还原糖比例的确定

戊糖比己糖更容易与氨基酸发生反应,所需加热时间短、并能产生更好的肉味风味。在常见的四个

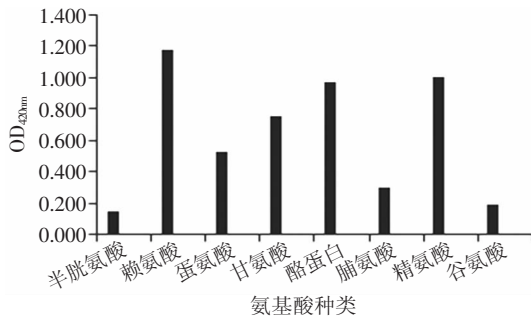


图1 氨基酸种类对美拉德产物褐变程度的影响  
Fig.1 The influence of amino acids kinds on the Maillard products Browning degree

戊糖中,核糖反应风味最好,其次是木糖、再次是阿拉伯糖与来苏糖。双糖产生的风味较差,但一个摩尔的蔗糖加入反应混合物中时,在很低的pH条件下,可以裂解提供一个摩尔的葡萄糖与一个摩尔的果糖,非还原性双糖如乳糖在非裂解条件下(中等pH)不能裂解为单糖,多糖与淀粉更差。本实验考虑工业化生产原料的来源和成本,选用木糖、葡萄糖不同比例与氨基酸和大豆水解液,以确定合适的单糖比例。褐变程度见图2。

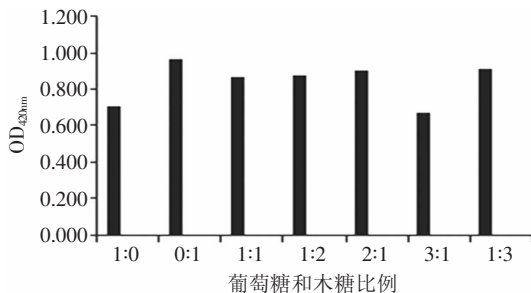


图2 葡萄糖和木糖比例对美拉德产物褐变程度的影响  
Fig.2 The influence of glucose and xylose proportion on the Maillard products Browning degree

从图2中可以看出葡萄糖和木糖比例为0:1、2:1、1:3为褐变程度最高的三组,而感官评价排序结果为:1:3(4.925)>1:2(4.855)>0:1(4.780)>1:1(4.655)>2:1(4.560)>3:1(4.465)>1:0(4.455),故选择葡萄糖和木糖比例为1:3,为以下实验的还原糖比例。

### 2.3 半胱氨酸添加量的确定

不同氨基酸和还原糖反应比例对美拉德反应产物也有大的影响,褐变程度如图3所示,感官评价排

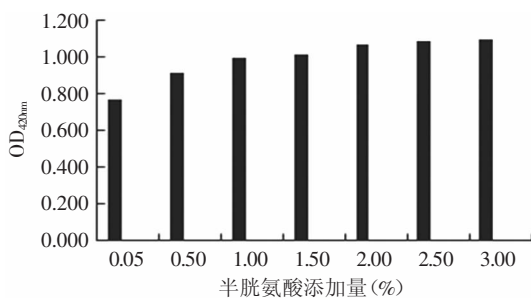


图3 半胱氨酸添加量对美拉德反应产物褐变程度的影响  
Fig.3 The influence of cysteine amount on the Maillard on products Browning degree

序结果以半胱氨酸添加量(%)表示为:2.50(4.920)>3.00(4.915)>1.50(4.855)>1.00(4.815)>0.50(4.780)>0.05(4.675)。感官评价排序结果和产物褐变程度成正相关。半胱氨酸添加量在大于2.00%时差异不明显,考虑成本,选定半胱氨酸添加量为2.00%,即氨基酸和还原糖总量比为1:1。

### 2.4 大豆蛋白液添加量的确定

水解植物蛋白(HVP)不但具有可适用的营养成分,而且可用作食品调味剂和风味增强剂<sup>[4]</sup>。可用于方便面汤和酱包的增鲜增香;膨化食品和饼干的调味;提高糖果、饮料的蛋白质氨基含量;提高牛肉、鸡肉、猪肉香料的香气风味;提高鱼、肉制品香、鲜度;调味品如海鲜酱油、辣汁、醋等得调香增鲜。本实验研究了不同大豆蛋白液添加量对美拉德反应产物风味的影响。其产物的褐变程度可见图4。

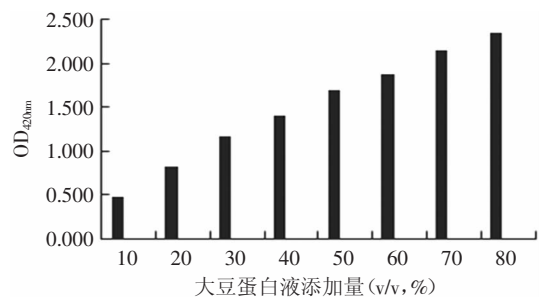


图4 大豆蛋白液添加量对美拉德产物褐变程度的影响  
Fig.4 The influence of soy protein hydrolysates the Maillard products Browning degree

由于大豆水解液本身有一定的颜色,添加量的不同颜色也不同,因此,在大豆蛋白添加量的单因素实验中褐变程度不能作为产品的检测指标。感官评价排序结果以大豆蛋白液添加量(v/v,%)表示为:30(4.935)>40(4.910)>20(4.880)>10(4.875)>50(4.735)>60(4.720)>70(4.615)>80(4.600)。随着添加量的增加,酸味增加,大豆蛋白液本身的硫臭味和刺激性气味增加明显,故选择大豆蛋白液添加量为30%。

### 2.5 正交实验优化

表3 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)正交实验设计及模糊综合评价结果

Table 3 The L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>) orthogonal experiment design and the results of fuzzy comprehensive sensory evaluation

试验号	A	B	C	模糊评价结果
1	1	1	1	4.625
2	1	2	2	4.655
3	1	3	3	4.450
4	2	1	2	4.800
5	2	2	3	4.135
6	2	3	1	4.705
7	3	1	3	4.520
8	3	2	1	4.730
9	3	3	2	4.970
k <sub>1</sub>	4.577	4.648	4.687	
k <sub>2</sub>	4.547	4.507	4.808	
k <sub>3</sub>	4.740	4.708	4.368	
R	0.193	0.201	0.440	

单因素实验中确定了半胱氨酸添加量、葡萄糖和木糖添加比例、大豆蛋白水解液是影响美拉德反应产物感官品质的关键因素,采用正交实验 $L_9(3^3)$ 进行最佳制备工艺的探讨,并应用模糊数学综合评价法对9组样品进行感官评价,结果见表3。

由表3正交优化实验结果可知:各因素对影响美拉德反应产物感官品质大小排序,依次是 $C>B>A$ 。较优水平组合为 $A_3B_3C_2$ ,由表4方差分析结果可知,以空列为误差项,在 $\alpha=0.05$ 水平上,大豆蛋白液添加量对实验结果的影响具有显著性,半胱氨酸添加量、葡萄糖和木糖比例没有显著性。综合考虑方差分析结果与经济因素,选择反应条件为半胱氨酸添加量2.5%,葡萄糖和木糖比例为1:3,大豆蛋白液添加量30%。通过验证实验,在所选条件下进行美拉德反应,得到产物的感官评分为4.965。

表4  $L_9(3^3)$ 正交实验设计方差分析表

Table 4 The analysis of variance of orthogonal experiment design

因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值	显著性
A	0.065	2	5.909	19.000	
B	0.064	2	5.818	19.000	
C	0.310	2	28.182	19.000	*
误差	0.01	2			

### 3 结论

本研究采用正交实验 $L_9(3^3)$ 进行美拉德反应产物的最佳制备工艺探讨,确定最佳配比为半胱氨酸添加量为2.5%,葡萄糖和木糖比为1:3,大豆蛋白液添加量为30%。应用模糊综合评判法对产物进行评价,以弥补传统感官品评普遍采用的加权平均法、总分法等存在的缺陷。运用此法采用权重分配方案和乘法算子,综合考察肉味香基料的各种香味,使评判结果更为准确和科学,为肉味香味料的评价提供了

一种新方法,也为其他香精香料的评价提供了依据。

### 参考文献

- [1] M achiels D, van Ruth S M, Posthumus M A, et al. Gas chromatography-olfactometry analysis of the volatile compounds of two commercial Irish beef meats[J]. *Talanta*, 2003, 60: 755-764.
- [2] Manley C H. *Process Flavors and Precurs or Systems*[M]. Washington D C: American Chemical Society, 1994: 16-25.
- [3] 黄治国,程铁轅,罗惠波. 模糊模型识别方法在浓香型白酒酒质评价中的应用研究[J]. *酿酒科技*, 2009(6): 60-64.
- [4] 华旭斌. 模糊数学评价法在洋葱果脯研制中的应用[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(23): 11170-11171, 11173.
- [5] 曹冬梅,王淑娟,王静. 模糊数学在豆浆感官评定中的应用[J]. *沈阳农业大学学报*, 2004, 35(1): 39-41.
- [6] 刘丽,王丽哲,周光宏. 应用模糊数学方法感官评定不同部位牛肉的品质[J]. *屠宰及肉类加工*, 2001: 57-58.
- [7] 殷建忠,王琦,吴少雄,等. 正交实验法研究了优化水提紫甘薯色素废渣发酵酒工艺及模糊综合评判模型评价感官质量[J]. *食品科学*, 2011, 32(6): 131-134.
- [8] 花旭斌,李正涛,林巧. 模糊数学综合评价方法在苦荞麦食品研究中的应用[J]. *西昌农业高等专科学校学报*, 2004, 18(3): 41-42.
- [9] 李里特. *食品物性学*[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [10] 李大明,宋焕禄,祖道海,等. Maillard反应肉味香精的制备和香味成分的检测[J]. *食品与机械*, 2006(2): 69-73.
- [11] 彭帮柱,岳田利,袁亚宏,等. 基于模糊综合评判的苹果酒酵母优选技术研究[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(12): 163-166.
- [12] 赵志华,岳田利,王燕妮,等. 基于模糊综合评判苹果酒感官评价的研究[J]. *酿酒科技*, 2006(9): 27-29.
- [13] 姬长英. 感官模糊综合评价中权重分配的正确制定[J]. *食品科学*, 1991(3): 9-10.
- [14] 汪秋安. 蛋白水解物的生产与应用[J]. *食品工业科技*, 1999, 20(4): 66-67.

(上接第154页)

- [11] GB/T 8313-2002, 茶-茶多酚测定[S].
- [12] GB/T 8314-2002, 茶-游离氨基酸总量测定[S].
- [13] GB/T 8305-2002, 茶水浸出物测定[S].
- [14] GB/T 23776-2009, 茶叶感官评审方法[S].
- [15] NY 5244-2004, 无公害食品 茶叶[S].
- [16] 胥伟,齐桂年,陈应娟,等. 茶叶微生物研究进展及展望[J]. *福建茶叶*, 2009(2): 6-9.
- [17] 邹秀宏. 砖茶中氟的研究进展[J]. *南方农业*, 2009(11): 79-82.
- [18] 张雪红,谢兰强,黄淑媛. 辐照和充氧处理对六堡茶中矿物质含量的影响[J]. *食品研究与开发*, 2011, 32(9): 23-26.
- [19] 傅冬和,刘仲华,黄建安,等. 茯砖茶加工过程中主要化学成分的变化[J]. *食品科学*, 2008, 29(2): 64-67.
- [20] 吴季兰,戚生初. *辐射化学*[M]. 北京: 原子能出版社, 1993: 9.
- [21] 王增盛,施兆鹏,刘仲华,等. 论茯砖茶品质风味形成机理[J]. *茶叶科学*, 1991(11): 49-55.

- [22] 胡慰望,谢笔钧,李培森,等. *食品化学*[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [23] 朱佳廷,哈益明,刘春泉,等. 茶叶辐照杀菌工艺标准的研究[J]. *江苏农业科学*, 2006(5): 141-144.
- [24] 陈海霞,谢笔钧. 茶多糖药效研究概况[J]. *中药材*, 2001, 24(1): 65-67.
- [25] 周树红,龚淑英. 不同辐照处理对普洱茶主要化学成分及感官品质的影响[J]. *茶叶科学*, 2003, 23(1): 51-56.
- [26] 府慧君. 茶叶水浸出物含量与品质关系的初步研究[J]. *茶叶*, 1957(3): 23-25.
- [27] 何青元,张亚萍,王平盛. 云南普洱茶感官品质与内含成分关系研究[J]. *中国农学通报*, 2009, 25(11): 38-41.
- [28] G B Fanaro, R C Duarte, M Araujo, et al. Evaluation of  $\gamma$ -radiation on green tea odor volatiles[J]. *Radiation Physics and Chemistry*, 2011, 80: 85-88.
- [29] 黄亚辉,陈建华,周筠. 不同年代茯砖茶感官品质和化学成分的差异性[J]. *食品科学*, 2011, 31(2): 228-232.