

模糊评定法结合混料设计优化全蛋糊配方

吕新河

(南京旅游职业学院 烹饪与营养学院, 江苏 南京 210000)

摘要: 利用模糊感官评价结合 D-混料设计的方式对全蛋糊配方进行改良,通过考察面粉、生粉、蛋液以及水所占比例对感官评价的影响,从而建立了四种原料配比与全蛋糊感官评价之间的回归模型,以研究全蛋糊中各成分之间的交互作用。试验结果表明:蛋液 33.6%、淀粉 12.6%、水 7.5%、面粉 46.3% 时,所得检样感官评价最高。

关键词: 模糊感官; 混料设计; 全蛋糊; 工艺优化

中图分类号: TS 972.123.6

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2018)01-0024-04

在我国烹饪技法中,挂糊工艺作为一种独特的原料预处理方式,对于烹调具有重要的意义。糊的种类多样,所制成菜肴也各具特色,全蛋糊就是其中一种重要类型。^[1]全蛋糊能够赋予成品外脆里嫩的独特质感,同时可以有效防止内部营养成分的流失。一般情况下,全蛋糊根据各成分不同特性主要由鸡蛋液、面粉、淀粉以及水混合调制而成。^[2]然而,在实际运用的过程中,各成分之间的比例关系较难掌握。因此,全蛋糊的配方研究对于烹饪的组配工艺具有重要的实践价值与现实意义。

本实验运用混料设计对全蛋糊配方进行优化设计,^[3,4]考察面粉、生粉、蛋液以及水所占比例对感官评价的影响,利用 Design Expert 软件优化全蛋糊配方,从而使其具备更好的感官品质,以此满足烹饪工艺的需求。

1 试验材料及方法

1.1 实验材料与设备

中筋面粉: 新良牌; 优质马铃薯淀粉: 荷兰风车牌; 鸡蛋、里脊肉: 市售; 大豆油: 金龙鱼牌。

SK-5000i 型电子天平: 日本 AND 设备公司; PFE-900 型控温油炸炉: 上海市志程机械设备有限公司。

1.2 实验设计

本实验以制作传统菜肴“干炸里脊”为例,^[5]对原料挂糊效果以及菜肴成品进行感官评价。

1.2.1 工艺流程

浆糊调制流程如下: 常温下先将称量后的面粉、淀粉与水调制均匀,然后加入蛋液调匀。干炸里脊的工艺流程主要如下: 浆糊调制→里脊肉切配→挂糊→炸制→成品。其中里脊炸制的初始油温控制在 150℃,待成品浮起后沥油,再将油温提高至 200℃后复炸出锅。

1.2.2 混料设计

本实验采用 D-最优混料设计,对蛋液占比(A)、淀粉占比(B)、水占比(C)以及面粉占比(D)进行混料设计实验,各因素质量所占百分比总和为 100%。通过建立各因素所占比例与感官评分之间的回归方程来探究各成分配比与感官评分的关系,并通过 Design-Expert 软件分析选取最优方案。其中各因素变量取值范围根据面点专家的建议如表 1 所示。

表 1 各因素变量和响应值的目标范围

名称	最低限度	最高限度
蛋液占百分比	30	35
淀粉占百分比	10	15
水占百分比	5	10
面粉占百分比	40	50

收稿日期: 2017-11-28

作者简介: 吕新河(1967-)男,江苏南京人,南京旅游职业学院烹饪与营养学院副教授,从事烹调工艺与营养、烹饪教学和教学管理研究。

1.3 模糊感官评价

本实验感官评价组成员由 10 位具备感官评价经验的烹饪行业专家教师以及烹饪背景的专业学生构成,参考杨铭铎^[6]以及计红芳^[7]对油炸糊的感官评价标准,从成品质地口感、成品色泽形态以及挂糊效果三个方面对全蛋糊进行感官评分,评分标准见表 2。

表 2 全蛋糊评分标准

指标	评分标准	等级
成品质地 口感	外皮口感酥脆度好,外酥里嫩,口感丰富,咀嚼性强	优秀
	外皮酥脆度较好,同时能够较好地保留咀嚼性	良好
	外皮偏硬或者偏软,酥脆度欠佳,里脊肉咀嚼性一般	一般
	外皮坚硬酥脆度差,里脊肉咀嚼性差,成品内部含油量较大	较差
	外皮不成形,里脊肉咀嚼性很差,成品食用价值低	很差
成品色泽 及形态	菜肴成品色泽金黄,质地均匀无不规则气泡,光洁度好	优秀
	菜肴成品表面有少量不规则气泡,质地相对均匀,色泽尚佳	良好
	菜肴成品表面有一定量不规则气泡,质地相对均匀,色泽一般	一般
	菜肴成品表面凹凸不平,气泡较多,外皮颜色灰暗无光泽	较差
	菜肴成品表皮破裂严重,成型度差	很差
挂糊效果	里脊肉挂糊时裹糊充分,糊层均匀	优秀
	里脊肉挂糊时表面裹糊效果良好,基本均匀,脱糊不明显	良好
	里脊肉挂糊效果一般,裹糊效果欠佳,糊层不均匀	一般
	里脊肉裹糊效果较差,出现脱糊现象	较差
	里脊肉裹糊效果糟糕,原料几乎无法挂沾浆糊	很差

1.3.1 因素集的确立

本实验以影响全蛋糊质量的三项指标为因素集,根据实验要求全蛋糊的因素集表示为 $U = (u_{成品质地口感}, \mu_{成品色泽及形态}, \mu_{挂糊效果})$ 。

1.3.2 评语集的确立

对实验组的三项评价指标打分,其等级依次为:优秀、良好、一般、较差、很差。根据实验要求全蛋糊因素集的表达方式为 $V = (v_{优秀}, v_{良好},$

$v_{一般}, v_{较差}, v_{很差})$ 。

1.3.3 权重集的确立

影响全蛋糊以及成品品质的指标包含菜品质地口感、色泽形态以及挂糊效果三项,其中挂糊效果对全蛋糊的品质最为关键,其次是成品质地口感以及成品的色泽形态,每个指标的权重根据重要程度 $X_{成品质地口感}$ 、 $X_{成品色泽及形态}$ 、 $X_{挂糊效果}$ 依次为 0.3 0.3 0.4,因此全蛋糊的权重集为 $X = (0.3, 0.3 0.4)$ 。

1.3.4 模糊评定矩阵的建立

由 10 位感官评审根据评分标准评价各实验组,并对各指标数据进行统计,之后以各指标为行从而获得隶属度矩阵,根据模糊变换原理 $Y = XR$,获取各实验组的模糊感官评价的结果。

1.3.5 评定结果

给予 5 个感官评价等级:优秀、良好、一般、较差、很差,分别得分 100 分、80 分、60 分、40 分和 20 分。将各个量分别乘以其对应分值并求和,最终得到每个实验组的最后得分。

2 结果与分析

2.1 感官评定的方法与结果

根据实验方案配方的设计,共进行 20 组实验,10 位感官评定专家分别对菜品质地口感、色泽形态和挂糊效果 3 个主要指标进行感官评价。实验组 1 的评价结果见表 3。

表 3 实验组 1 的评定结果

实验组	等级	成品质地 口感	成品色泽 及形态	挂糊效果
1	优秀	4	3	2
	良好	3	4	4
	一般	3	3	4
	较差	0	0	0
	很差	0	0	0

由实验结果可知,感官评价小组中有 4 位成员认为实验组 1 的菜肴成品质地口感为优秀,3 位认为菜肴成品质地口感为良好,3 位认为菜肴成品质地口感为一般,无人认为较差或者很差。所以 $A_{成品质地口感} = [0.4, 0.3, 0.3, 0.0, 0.0]$,同理可得 $A_{成品色泽及形态} = [0.3, 0.4, 0.3, 0.0, 0.0]$, $A_{挂糊效果} = [0.2, 0.4, 0.4, 0.0, 0.0]$ 。将以上指标转化为矩阵,即:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0.0 & 0.0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.0 & 0.0 \end{bmatrix}$$

根据模糊变化原理 $Y = XR$,对于实验组 1 的评价结果为: $Y_j = XR_j$,可得: $Y_1 = XR_1$,即:

$$Y_1 = [0.3 \quad 0.3 \quad 0.4]$$

$$\begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0.0 & 0.0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.0 & 0.0 \end{bmatrix}$$

$$= [0.27 \quad 0.37 \quad 0.34 \quad 0.0 \quad 0.0]$$

将模糊向量单值化进行比较排序 ,分别给予 5 个不同等级的评价 100、80、60、40、20 分。将各个量分别乘以其对应分值并求和 ,得到实验组 1 的综合感官得分为 79 分。以该方法对 20 个实验组进行综合模糊评判 ,评分见表 4。

表 4 全蛋糊最优混料实验设计与结果

实验组	A: 蛋液 (%)	B: 淀粉 (%)	C: 水 (%)	D: 面粉 (%)	感官评分
1	33.3	13.3	5	48.3	79
2	35	15	5	45	68
3	35	10	5	50	66.6
4	32.5	10	7.5	50	79.4
5	30	15	10	45	65.2
6	32.5	15	10	42.5	74.4
7	35	15	7.5	42.5	65.6
8	35	15	10	40	63.6
9	30	15	5	50	72.6
10	33.3	13.3	8.3	45	85
11	32.5	15	7.5	45	82.2
12	32.5	15	7.5	45	82.4
13	32.5	12.5	7.5	47.5	85
14	35	15	10	40	64.2
15	35	10	10	45	70.6
16	30	15	5	50	67.8
17	30	10	10	50	64.4
18	35	10	10	45	71.4
19	35	10	5	50	67.2
20	30	10	10	50	64.8

2.2 模型的建立与显著性分析

运用 Design Expert 8.0.6 分析 D - 混料试验结果 ,获得感官评分 (Y) 与蛋液 (A) 、淀粉 (B) 、水 (C) 、面粉 (D) 的回归方程为:

$$Y = -21.23A + 43.56B + 42.39C + 63.21D + 212.82AB + 238.27AC + 179.06AD + 93.94BC$$

$$+ 71.30BD + 56.29CD$$

通过对于回归方程模型的方差分析(表 5)可以看出 ,该方程的二次模型以及混合线性模型 p 值均小于 0.05 ,具有高度的显著性。同时 ,该方程模型失拟度不具有显著性。决定系数为 0.9664 ,说明 Y 值的变化过程中有 96.6% 是由变量所造成的 ,仅有 3.4% 无法用该模型解释。方差分析结果说明此模型能够准确地拟合并预测全蛋糊的感官评分与各配方比例之间的相互关系。由分析结果可知 ,AB、AC、AD 交互作用显著性极高 ($P < 0.0001$) ,说明蛋液与淀粉、蛋液与水以及蛋液与面粉两者之间的交互作用对于感官评价的影响最大。此外 ,BC、BD、CD 的 P 值均小于 0.05 ,说明淀粉与水、淀粉与面粉、水与面粉之间的交互作用对于感官评价也存在显著性影响。

表 5 回归方程模型的方差分析

来源	自由度	均方差	F	P	显著性
模型	9	115.85	31.94	<0.0001	**
混合线性	3	14.89	4.11	0.0386	*
AB	1	226.65	62.49	<0.0001	**
AC	1	420.87	116.05	<0.0001	**
AD	1	210.24	57.97	<0.0001	**
BC	1	23.23	6.41	0.0298	*
BD	1	28.99	7.99	0.0179	*
CD	1	25.61	7.06	0.024	*
残差	10	3.63			
失拟度	4	5.99	2.92	0.1163	不显著
纯误差	6	2.05			
相关度之和	19				

注: 决定系数 $R^2 = 0.9664$,调整系数 $R_{adj}^2 = 0.9361$, * 表示差异显著 ($P < 0.05$) , ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)

2.3 三元曲面图分析

利用 Design Expert 8.0.6 软件在完成回归模型分析的基础上 ,做出蛋液 (A) 、淀粉 (B) 、水 (C) 、面粉 (D) 四因素交互作用的三元等值线图和曲面 3D 图(见图 1) ,在面粉占比 46% 的条件下分析鸡蛋液、淀粉以及水三者之间交互作用的影响。由图可知随着蛋液在比例中的提升 ,感官评分在出现峰值后开始下降 ,同理淀粉和水的比例变化对结果的影响也呈现类似趋势。3D 曲面图弯曲程度显著 ,说明各因素交互作用明显。由图可知 ,在可变范围之内 ,感官评分出现极值。

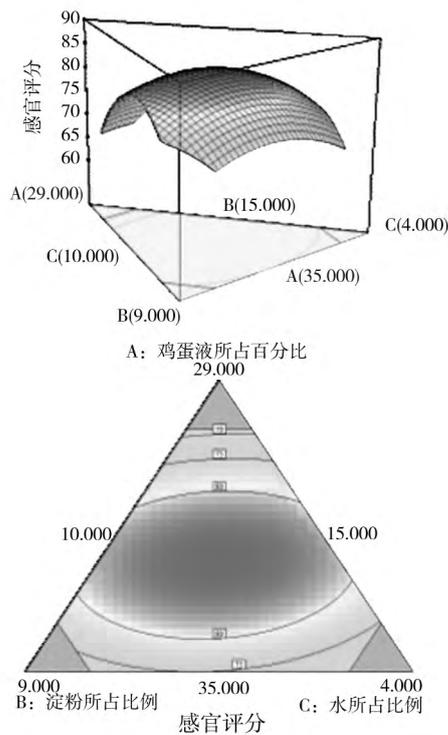


图1 鸡蛋液、淀粉和水的交互作用
对全蛋糊感官质量的影响

2.4 全蛋糊配方优化

通过 Design Expert 8.0.6 软件在四种成分所规定的范围内对模型进行分析,从而预测最佳配比方案为: 蛋液 33.589%、淀粉 12.601%、水 7.503%、面粉 46.307%,在该方案下所得理论最大感官评价得分为 85.2392 分。

为了方便验证试验,验证选取的方案为蛋液 33.6%、淀粉 12.6%、水 7.5%、面粉 46.3%,并进行三组平行试验。最终感官评分结果为 85.4 分,

实验结果与理论最大感官评价得分偏差为 0.18%,不存在显著性差异。实验结果说明该分析方法和相关预测是有效和可靠的。

3 结论

本实验通过 D-混料设计对全蛋糊基础配方进行优化设计,考察了蛋液、淀粉、水、面粉四种成分所占比例对感官评价的影响。试验结果表明: 蛋液 33.6%、淀粉 12.6%、水 7.5%、面粉 46.3% 是全蛋糊的最佳配方,最终感官评分结果为 85.4 分。经验证实验,真实有效。本实验以感官评分为考察标准,通过混料设计优化配比,得到最优配方,为实际生产提供参考依据,同时为烹饪相关的配方设计实验设计提供了新思路。

参考文献:

- [1] 周晓燕. 烹调工艺学 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2008: 94-97.
- [2] 杨铭铎, 缙仲轩. 烹调中挂糊工艺与原料成分变化关系的研究 [J]. 食品科学, 1995(2): 45-48.
- [3] Smith W F. Experimental design for formulation [M]. New York: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2005: 33-38.
- [4] 莫惠栋. 配料混合试验的设计和分析 [J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2004, 25(1): 1-5.
- [5] 嵇步峰. 中国名菜 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2008: 69-70.
- [6] 杨铭铎, 李越. 烹调中挂糊上浆工艺及其标准化研究进展 [J]. 四川旅游学院学报, 2017(4): 24-27.
- [7] 计红芳, 张令文, 王方, 等. 糊的组成成分对挂糊油炸肉制品品质影响的研究进展 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(4): 384-389.

Fuzzy evaluation and mixing design optimization for egg paste formula

LV Xinhe

(College of Cooking and Nutrition of Nanjing Institute of Tourism and Hospitality, Jiangsu 210000, China)

Abstract: The formula for egg paste was optimized by using fuzzy evaluation and mixing design. The effects of the four ingredients, egg wash, starch, water and flour on the sensory evaluation were investigated. Regression model between sensory evaluation score and the ratio of ingredients was established to obtain the optimal formula with 33.6% of liquid egg, 12.6% of starch, 7.5% of water, and 46.3% of wheat flour.

Key words: fuzzy evaluation; mixing design; egg paste; optimization

(责任编辑: 赵 勇)