

# 蒸蛋的制作工艺优化 及其质构特性研究

李云波<sup>1</sup> 张晓娜<sup>2</sup> 姚双丽<sup>1</sup> 马汉军<sup>1</sup> 刘本国<sup>1</sup> 赵思明<sup>3</sup> 熊善柏<sup>3</sup>

(1.河南科技学院食品学院,河南新乡 453003;

2.河南科技学院新科学院,河南新乡 453003;

3.华中农业大学食品科技学院,湖北武汉 430070)

**摘要:**以蒸蛋为研究对象,通过单因素实验,以鸡蛋质量 30 g 为基准,考察了水的添加量、盐的添加量、蒸制时间对蒸蛋感官品质和质构特性的影响,并通过响应面法优化了蒸蛋的制作工艺,应用逐步回归的方法建立了蒸蛋质构特性与感官评分之间的线性回归模型。实验结果表明,当水的添加量为 69.6 g,食盐的添加量为 0.50 g,蒸制时间为 9.9 min 时,蒸蛋的品质最佳。水的添加量、食盐的添加量、蒸制时间对蒸蛋的硬度、弹性、粘聚性、弹性模量均有显著的影响。

**关键词:**蒸蛋,工艺优化,质构特性,响应面分析法

## Processing optimization and textural properties of steamed egg

LI Yun-bo<sup>1</sup> ZHANG Xiao-na<sup>2</sup> YAO Shuang-li<sup>1</sup> MA Han-jun<sup>1</sup>,

LIU Ben-guo<sup>1</sup> ZHAO Si-ming<sup>3</sup> XIONG Shan-bai<sup>3</sup>

(1.School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China;

2.School of XinKe, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China;

3.College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** In this study, the effects of steaming time, addition of water and salt on the sensory quality and textural properties of steamed egg were investigated by the usage of egg 30 g by single factor experiment. And the processing condition was optimized by response surface methodology and the linear regression model between textural properties and sensory evaluation scores was also established by stepwise regression method. In conclusion, the optimum conditions were determined as following: water 69.6 g, salt 0.50 g and steaming time 9.9 min. And the effects of these factors on the textural properties were significant.

**Key words:** steamed egg; processing optimization; textural properties; response surface methodology

中图分类号: TS201.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2017)09-0186-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.09.027

蒸蛋是我国历史悠久的传统菜肴之一<sup>[1]</sup>,深受我国人民的喜爱。其制作方法是将鸡蛋、盐、水等原料搅拌均匀,然后装入器皿中蒸制而成。在加热过程中,鸡蛋发生凝固作用,形成一个质地均匀的凝固体,成品质地柔软适口,老少皆宜<sup>[2]</sup>。蒸蛋中含有丰富的优质蛋白<sup>[3-6]</sup>、氨基酸<sup>[7]</sup>、卵磷脂<sup>[8-10]</sup>、蛋黄素等<sup>[11]</sup>营养物质,具有促进身体发育、改善大脑记忆力等多种生理功能<sup>[12]</sup>,是一种营养价值极高的美味食品。

蒸蛋的食用虽然有很长的历史,但由于制作过程中一直依靠经验操作,不确定性较大,因而无法使它的品质保持一致。随着近年来快餐行业的快速发展,蒸蛋以其方便快捷、营养美味的特点越来越受到快餐企业和消费者的青睐。因此,对蒸蛋的工艺及其品质控制进行科学研究,推动其规模化生产对于

快餐业具有重要的意义。刘胜国<sup>[1]</sup>等研究了石灰水蒸蛋的风味形成机理,屠惠康<sup>[13]</sup>研究了影响蒸蛋羹老嫩的因素,但是对于蒸蛋的质构特性方面的研究以及其感官品质与质构特性的关系还鲜有报道。

本文研究工艺对蒸蛋品质的影响,通过响应面实验对其制作过程的工艺参数进行优化,并对蒸蛋的品质与质构特性之间的关系进行探讨,建立其感官品质与质构特征参数的数学模型,以期能为蒸蛋的工业化生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

新鲜鸡蛋 新乡市胖东来超市;食盐 河南省盐业总公司。

HZF-A500 型电子秤 福州华志科学仪器有限公司; C21-ST2106 型电磁炉、304 不锈钢过滤网 广

收稿日期: 2016-12-08

作者简介: 李云波(1980-)男,硕士,讲师,研究方向:食品加工技术, E-mail: yunboli@126.com。

基金项目: 河南省重大科技专项(161100110600); 河南省高等学校重点科研项目(17A550012)。

表 1 因素水平的实验设计表

Table 1 Factors and levels of experimental design

因素	水平				
	-1.682	-1	0	1	1.682
A 水的添加量( g)	50	58.11	70	81.89	90
B 盐的添加量( g)	0.3	0.38	0.5	0.62	0.7
C 蒸制时间( min)	8	8.8	10	11.2	12

东美的生活电器制造有限公司; MC-10 型电热蒸汽两用蒸饭柜 上海宝珠机械科技发展有限公司; TA-XT<sub>2</sub>型质构仪 英国 Stable Micro Systems 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 蒸蛋的工艺流程 鸡蛋挑选→清洗去壳→搅打→过滤→加适量的盐和水调配→搅拌→蒸制→成品<sup>[1]</sup>。

1.2.2 单因素实验 本实验分别以水的添加量、食盐的添加量及蒸制时间为单因素,考察各因素对蒸蛋的感官评分及质构特性的影响。

1.2.2.1 水的添加量 以鸡蛋的用量 30 g 为基准,设定食盐的添加量为 0.5 g,蒸制时间为 10 min,考察水的添加量分别为 30、50、70、90、110 g 时,对蒸蛋的感官评分及质构特性的影响。

1.2.2.2 食盐的添加量 以鸡蛋的用量 30 g 为基准,设定水的添加量为 70 g,蒸制时间为 10 min,考察食盐的添加量分别为 0.1、0.3、0.5、0.7、0.9 g 时,对蒸蛋的感官评分及质构特性的影响。

1.2.2.3 蒸制时间 以鸡蛋的用量 30 g 为基准,设定食盐的添加量为 0.5 g,水的添加量为 70 g,考察蒸制时间分别为 6、8、10、12、14 min 时,对蒸蛋的感官评分及质构特性的影响。

1.2.3 响应面设计 在单因素实验的基础上选取水的添加量、食盐的添加量、蒸制时间 3 个因素,以感官评分作为响应值,采用三元二次回归正交旋转组合设计<sup>[14]</sup>,进行响应面实验确定蒸蛋的最佳制作工艺参数,响应面实验中星号臂编码为 1.682,共 23 次实验,其中包含 9 个中心点。实验因素水平表见表 1。

1.2.4 感官评定 制定感官评定标准,如表 2 所示。聘请 10 名经过培训的人员组成感官评定小组,从产品的口感、组织结构、色泽和气味四个方面进行评分,感官评分为以上各项总分的加和,满分为 100 分。

1.2.5 质构测定 用质构仪对蒸蛋样品进行测试<sup>[15-16]</sup>,每个样品测试 3 次,取平均值。设置参数:探头 P0.5;下降速度 1 mm/s;测试速度 1 mm/s;压缩变形量 60% 样品测试的质构图如图 1 所示,根据质构图可得到硬度、弹性、粘聚性、弹性模量等指标。

硬度是第一次咀嚼过程中的最大力,即图 1 中的 F,单位为 g;弹性是第二次压缩的最大距离与第一次压缩的最大距离的比值,即  $L_2/L_1$ ;粘聚性是样品经过第一次压缩变形后所表现出来的第二次压缩的相对抵抗能力,在质构图中表现为两次压缩所做正功之比,即  $A_2/A_1$ ;弹性模量指材料在弹性变形阶段,其应力和应变成正比例关系(即符合胡克定律),

表 2 蒸蛋感官评分标准

Table 2 Standard of sensory evaluation for steamed egg

项目	总分	评分标准	分值(分)
口感	30	口感嫩滑,咸淡适口,无异味	25~30
		口感细嫩,稍有蛋腥味	15~24
		口感较硬且咸味较重	0~14
组织结构	30	内部无气孔,组织结构细密	25~30
		内部有较少气孔	15~24
		内部气孔较多,组织结构粗糙且不易成形	0~14
色泽	20	色泽金黄	15~20
		色泽嫩黄或深黄	10~14
		色泽浅黄且发白	0~9
气味	20	有蛋香味、无蛋腥味	15~20
		有轻微蛋腥味	10~14
		蛋腥味明显	0~9

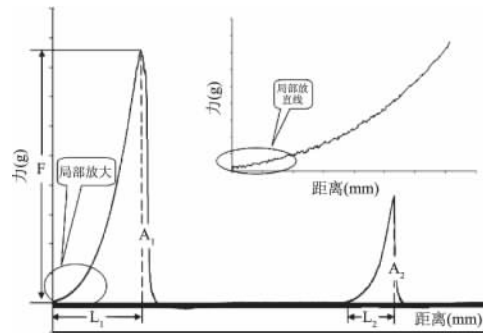


图 1 样品的质构图

Fig.1 Texture profiles of sample

其比例系数称为弹性模量,可以用图 1 曲线中局部放大图所标示的直线部分的斜率来表示,单位是 g/mm。

1.2.6 数据处理与统计分析 采用 Microsoft Excel 2007 软件对数据进行整理,采用 Design Expert 7.0.0 对响应面实验的数据进行分析。使用 SAS 8.0 软件应用逐步回归的方法模拟蒸蛋的感官评分与质构特性参数的多元线性回归方程。

2 结果与讨论

2.1 水的添加量对蒸蛋品质的影响

蒸蛋中添加适量的水,能够有效改善产品组织结构;水的添加量过多会使蒸蛋的成品无固定形态,变成蛋花状,影响成品的质感;若水的添加量过少,会使蒸蛋的成品口感较硬,失去蒸蛋滑嫩的特点。水的添加量对蒸蛋品质的影响见表 3。

由表 3 可知,水的添加量对蒸蛋的硬度、弹性、

表3 水的添加量对蒸蛋品质的影响

Table 3 Effect of water addition on quality of steamed egg

加水量( g)	硬度( g)	弹性	粘聚性	弹性模量( g/mm)	感官评分
30	1483.9 ± 155.2 <sup>a</sup>	0.681 ± 0.037 <sup>a</sup>	0.399 ± 0.060 <sup>a</sup>	33.78 ± 5.15 <sup>a</sup>	69.8 ± 2.9 <sup>c</sup>
50	775.9 ± 85.8 <sup>b</sup>	0.634 ± 0.034 <sup>ab</sup>	0.392 ± 0.047 <sup>a</sup>	139.9 ± 50.7 <sup>b</sup>	79.4 ± 1.1 <sup>b</sup>
70	545.4 ± 34.3 <sup>c</sup>	0.598 ± 0.027 <sup>bc</sup>	0.382 ± 0.104 <sup>a</sup>	128.9 ± 48.4 <sup>c</sup>	86.6 ± 2.3 <sup>a</sup>
90	371.4 ± 20.8 <sup>d</sup>	0.584 ± 0.039 <sup>bc</sup>	0.293 ± 0.038 <sup>ab</sup>	76.3 ± 14.0 <sup>d</sup>	78.8 ± 1.6 <sup>b</sup>
110	209.1 ± 23.9 <sup>e</sup>	0.572 ± 0.030 <sup>c</sup>	0.226 ± 0.072 <sup>b</sup>	30.9 ± 8.4 <sup>d</sup>	62.6 ± 3.0 <sup>d</sup>

注:以30 g鸡蛋为基准,所有结果以平均值 ± 标准差表示,同一列的不同小写字母表示差异显著( $p < 0.05$ ) 相同字母表示无显著差异( $p > 0.05$ ) 表4、表5同。

表4 食盐的添加量对蒸蛋品质的影响

Table 4 Effect of salt addition on quality of steamed egg

加盐量( g)	硬度( g)	弹性	粘聚性	弹性模量( g/mm)	感官评分
0.1	550.56 ± 31.6 <sup>c</sup>	0.60 ± 0.083 <sup>ab</sup>	0.26 ± 0.015 <sup>b</sup>	14.81 ± 3.17 <sup>b</sup>	65.8 ± 1.3 <sup>c</sup>
0.3	551.39 ± 34.4 <sup>c</sup>	0.54 ± 0.107 <sup>b</sup>	0.36 ± 0.095 <sup>b</sup>	16.6 ± 2.20 <sup>ab</sup>	80.0 ± 1.8 <sup>b</sup>
0.5	631.44 ± 48.4 <sup>c</sup>	0.70 ± 0.069 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.017 <sup>a</sup>	15.84 ± 3.24 <sup>b</sup>	86.4 ± 2.4 <sup>a</sup>
0.7	796.63 ± 141.6 <sup>b</sup>	0.52 ± 0.019 <sup>b</sup>	0.32 ± 0.071 <sup>b</sup>	21.9 ± 3.57 <sup>a</sup>	79.0 ± 1.4 <sup>b</sup>
0.9	942.55 ± 18.8 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.051 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.013 <sup>c</sup>	21.5 ± 2.24 <sup>a</sup>	67.0 ± 2.6 <sup>c</sup>

表5 蒸制时间对蒸蛋品质的影响

Table 5 Effect of steaming time on quality of steamed egg

蒸制时间( min)	硬度( g)	弹性	粘聚性	弹性模量( g/mm)	感官评分
6	437.1 ± 4.90 <sup>d</sup>	0.587 ± 0.053 <sup>a</sup>	0.249 ± 0.003 <sup>b</sup>	14.95 ± 3.77 <sup>bc</sup>	62.2 ± 1.9 <sup>d</sup>
8	572.7 ± 51.2 <sup>c</sup>	0.600 ± 0.043 <sup>a</sup>	0.328 ± 0.105 <sup>ab</sup>	14.89 ± 0.45 <sup>bc</sup>	71.4 ± 2.1 <sup>c</sup>
10	805.0 ± 43.8 <sup>a</sup>	0.424 ± 0.038 <sup>b</sup>	0.104 ± 0.006 <sup>c</sup>	19.36 ± 1.54 <sup>a</sup>	86.4 ± 1.8 <sup>a</sup>
12	706.3 ± 83.1 <sup>b</sup>	0.450 ± 0.056 <sup>b</sup>	0.147 ± 0.008 <sup>c</sup>	18.83 ± 1.55 <sup>ab</sup>	74.4 ± 2.2 <sup>b</sup>
14	493.7 ± 16.4 <sup>d</sup>	0.589 ± 0.065 <sup>a</sup>	0.356 ± 0.020 <sup>a</sup>	13.56 ± 2.11 <sup>a</sup>	63.4 ± 1.5 <sup>d</sup>

粘聚性和弹性模量有显著影响。随着水的添加量的增加,硬度、弹性、粘聚性均减小,弹性模量先增大后减小。当水的添加量为70 g时综合品质最佳。

## 2.2 食盐的添加量对蒸蛋品质的影响

食盐的添加量会影响蒸蛋的滋味。若添加量过多会使成品过咸,品质较差;添加量过少会使成品无味,难以引起食欲。食盐的添加量对蒸蛋品质的影响见表4。

由表4可知,食盐的添加量对蒸蛋的硬度、弹性、粘聚性和弹性模量均有显著影响,随着食盐添加量的增加,硬度和弹性模量逐渐增大,弹性和粘聚性先增大后减小,当食盐的添加量为0.5 g时综合品质最佳。

## 2.3 蒸制时间对蒸蛋品质的影响

蒸制的时间长短,会影响蒸蛋的感官品质;若蒸制的时间过短会使成品不易成形,影响美观,且成品的异味较重,蒸制的时间过长会导致产品失饪,感官品质下降。不同蒸制时间下的蒸蛋质构特性及感官评分结果见表5。

由表5可知,蒸制时间对蒸蛋的硬度、弹性、粘聚性和弹性模量均有显著影响。随着蒸制时间的增加,硬度和弹性模量先增大后减小,弹性和粘聚性先减小后增大。蒸制时间为10 min时,蒸蛋的综合品质最佳。

## 2.4 响应面实验

### 2.4.1 响应面设计及结果

为了进一步优化蒸蛋的

制作工艺参数,以A(水的添加量)、B(食盐的添加量)、C(蒸制时间)为变量,以感官评分的均值为响应值,按照Design Expert 7.0.0软件提供的设计组合进行实验,选择Central Composite Design模式,星号臂选择1.682,Center points设置为9个,共23次实验。实验结果见表6。

将表6中数据利用Design Expert 7.0.0软件采用二次多元回归进行拟合,得到的二次多项回归模型方程如下:

$$Y = -207.26507 + 3.21944A + 203.76895B + 26.20038C - 0.19445AB - 0.037123AC - 4.94975BC - 0.019715A^2 - 142.15419B^2 - 1.07154C^2。$$

进一步对得到的蒸蛋感官评分的二次多项回归模型方程进行方差分析,结果如表7所示。

在模型中 $p < 0.0001$ ,表明以上的回归模型达到了极显著的水平,用以上的二次多项回归模型拟合实验数据的效果比较理想。该模型中一次项A、B、C的 $p$ 值都大于0.05,表明在响应面实验范围内加水量、加盐量和蒸制时间对感官评定得分的影响不显著。由模型中A、B、C所对应的 $p$ 值的大小顺序可知,在实验范围内,各因素对感官评定得分的影响程度为:蒸制时间 > 加盐量 > 加水量。交互项AB、AC、BC的 $p$ 值都大于0.05,表明各交互项对感官评分的影响均不显著。二次项 $A^2$ 、 $B^2$ 、 $C^2$ 的 $p$ 值均小于0.01,对感官评分的影响均达到了极显著的水平。

表 6 响应面实验结果

Table 6 Experimental results of response surface analysis

实验号	A	B	C	平均感官评分
1	1	1	1	77.5
2	1	1	-1	81.7
3	1	-1	1	79.9
4	1	-1	-1	80.1
5	-1	1	1	79.4
6	-1	1	-1	80.3
7	-1	-1	1	79.5
8	-1	-1	-1	78.8
9	1.682	0	0	75.3
10	-1.682	0	0	76.9
11	0	1.682	0	77.4
12	0	-1.682	0	79.2
13	0	0	1.682	79.6
14	0	0	-1.682	79.8
15	0	0	0	84.2
16	0	0	0	84.4
17	0	0	0	86.8
18	0	0	0	84.3
19	0	0	0	84.2
20	0	0	0	85.2
21	0	0	0	84.8
22	0	0	0	86.6
23	0	0	0	86.2

表 7 回归模型方差分析表

Table 7 The analysis of variance for the experimental results

来源	平方和	自由度	均值	F 值	p 值
模型	230.55	9	25.62	12.47	<0.0001
A	0.16	1	0.16	0.079	0.7828
B	0.43	1	0.43	0.21	0.6543
C	1.78	1	1.78	0.87	0.3683
AB	0.60	1	0.60	0.29	0.5965
AC	2.20	1	2.20	1.07	0.3190
BC	3.92	1	3.92	1.91	0.1904
A <sup>2</sup>	123.52	1	123.52	60.14	<0.0001
B <sup>2</sup>	64.22	1	64.22	31.27	<0.0001
C <sup>2</sup>	36.49	1	36.49	17.77	0.0010
残差	26.70	13	2.05		
失拟项	17.57	5	3.51	3.08	0.0765
纯误差	9.13	8	1.14		
总和	257.25	22			

2.4.2 响应面分析 根据回归模型做出相应的响应面图,直观反映了水的添加量、食盐的添加量、蒸制时间三个因素对蒸蛋的感官评分的影响。响应面图见图 2~图 4。

由图 2 可知,当食盐的添加量固定不变时,随着水的添加量的增加,感官评分增大,当水的添加量达到约 70 g 时,蒸蛋的感官评分达到最大值,继续增大水的添加量时,由于成品不易成形,呈现蛋花状,故感官得分降低。当水的添加量固定不变时,随着食

盐的添加量的增加,感官评分呈先增大后减小的趋势。

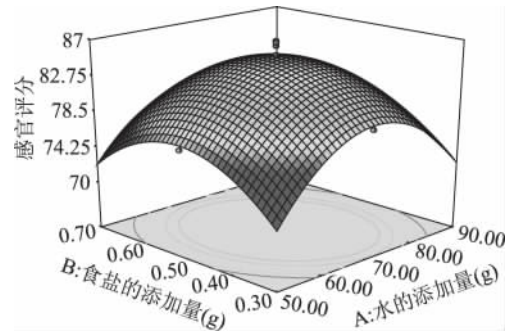


图 2 水的添加量与食盐的添加量的交互作用对感官评分的影响

Fig.2 Response surface of sensory evaluation

scores affected by water addition and common salt addition

由图 3 可知,当水的添加量固定不变时,随着蒸制时间的增加,感官评分增大,当蒸制时间为约 10 min 时,蒸蛋的感官评分达到最大值,蒸制时间继续增加时,由于成品失饪导致感官得分降低。当蒸制时间固定不变时,随着水的添加量的增加,感官评分呈先增大后减小的趋势。

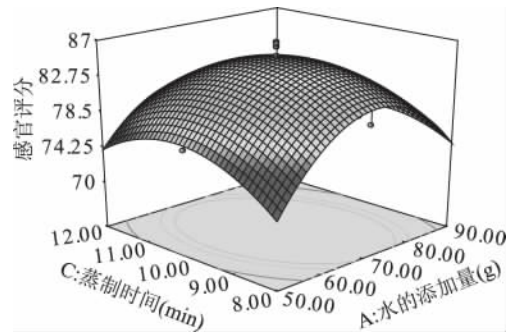


图 3 水的添加量与蒸制时间的交互作用对感官评分的影响

Fig.3 Response surface of sensory evaluation

affected by water addition and steaming time

由图 4 可知,当蒸制时间固定不变时,随着食盐的添加量的增加,感官评分增大,当食盐的添加量约为 0.5 g 时,蒸蛋的感官评分达到最大值,食盐的添加量继续增加时,由于成品咸味过重导致感官得分降低。当食盐的添加量固定不变时,随着蒸制时间的增加,感官评分呈先增大后减小的趋势。

通过 Design Expert 7.0.0 软件对所得回归方程进行分析处理,得到蒸蛋制作的最佳工艺参数为:加水量 69.6 g、加盐量 0.50 g、蒸制时间 9.9 min(以鸡蛋用量 30 g 为基准)。按照优化的最佳工艺条件进行三次实验,得到感官评定得分为 86.8,与预测值 86.17 接近。

### 2.5 蒸蛋感官评分与质构特性相关性分析

对于食品的品质评价除了感官评定以外,目前广泛采用质构仪研究食品的质地,其原理是通过模拟人的触觉来检测样品物理特征<sup>[17-18]</sup>。食品的质构品质特性是食品组织结构的一组物理特性,与食品的破碎过程中力学特性的变化有关<sup>[19]</sup>,是评价食品

表 8 蒸蛋质构特性及感官评分

Table 8 The results on texture properties and sensory evaluation scores of steamed egg

硬度 $X_1$	弹性 $X_2$	粘聚性 $X_3$	弹性模量 $X_4$	感官评分
692.51 ± 245.71	0.487 ± 0.09	0.185 ± 0.115	28.31 ± 27.55	76.2 ± 8.3

注: 以上所有结果以平均值 ± 标准差表示。

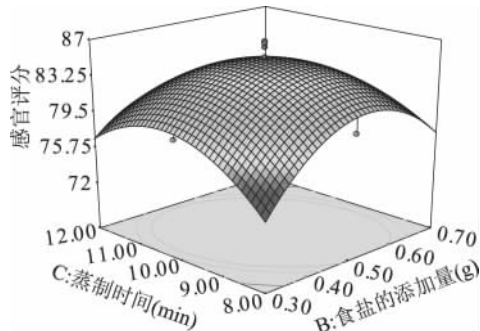


图 4 食盐的添加量与蒸制时间的交互作用对感官评分的影响

Fig.4 Response surface of sensory evaluation scores affected by common salt addition and steaming time

品质的重要依据。Rahman 等<sup>[20]</sup>研究了鱼香肠的感官品质与质构特性的相关性, Matos 等<sup>[21]</sup>研究了无麸质面包的感官品质与质构特性的关系, 郑凤锦等<sup>[22]</sup>建立了香蕉酸奶的感官评分与质构特性的多元线性回归方程。

2.5.1 蒸蛋的感官评分与质构特性数据 对 38 个蒸蛋样品进行质构测试并通过感官评定打分, 得到其硬度、弹性、粘聚性、弹性模量 4 个质构指标与感官评分的平均值。具体结果见表 8。

2.5.2 蒸蛋感官评分与质构特性相关性分析结果 应用 SAS 8.0 软件对表 8 中的数据进行逐步回归分析。经过回归分析, 剔除了对感官评分影响不显著的因素  $X_1$  (硬度), 得到蒸蛋的感官评分与质构特性参数  $X_2$  (弹性)、 $X_3$  (粘聚性)、 $X_4$  (弹性模量) 之间的多元线性回归方程为:  $Y = 115.93 - 110.03X_2 + 62.44X_3 + 0.079X_4$ 。该回归模型  $p = 0.0022$  表明该线性模型可靠性好。

### 3 结论

蒸蛋的最佳工艺为以鸡蛋用量为 30 g 为基准, 水的添加量为 69.6 g、食盐的添加量为 0.50 g、蒸制时间为 9.9 min 此时感官品质最佳。对 38 个蒸蛋样品进行质构测试, 得到硬度、弹性、粘聚性、弹性模量的质构特性数据。在此基础上, 通过 SAS 8.0 软件分析处理得到质构特性与感官评分的多元线性回归方程。实验结果表明, 水的添加量、食盐的添加量、蒸制时间对蒸蛋的硬度、弹性、粘聚性和弹性模量均有显著影响。

### 参考文献

[1] 刘胜国, 上官国莲. 石灰水蒸蛋风味的形成研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(10): 97-101.  
[2] 郑学斌. 浅析鸡蛋的营养价值及食用误区[J]. 湖北畜牧兽医, 2008(6): 13-14.

[3] 霍永久, 刘正旭, 金晓君. 鸡蛋蛋清和蛋白多酶水解工艺的优化[J]. 湖南农业大学学报, 2015, 41(2): 150-155.

[4] 张存富, 赵富良. 鸡蛋的功能与用处[J]. 山西农业(畜牧兽医), 2007(3): 28-28.

[5] 薛伯鸿. 鸡蛋的营养与食用[J]. 粮食与饲料工业, 2013(9): 45-48.

[6] 平凡. 禽蛋的药用与食疗[J]. 农产品加工, 2006(2): 31-31.

[7] 李钢. 鸡蛋宝典[M]. 北京: 中国长安出版社, 2005: 27-35.

[8] 王玉田. 畜产品加工[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 179.

[9] Milinsk A E, Murakami S T M, Gomes M, et al. Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens fed diets rich in n-3 fatty acids[J]. Food Chemistry, 2003, 83(2): 287-292.

[10] Simčić M, Stibilj V, Holcman A. Fatty acid composition of eggs produced by the Slovenian autochthonous Styrianhen [J]. Food Chemistry, 2011, 125: 873-877.

[11] Andrea Corsi, Andrey Milchev, Vakhtang G, et al. Interface stability and copolymers: Application to food systems [J]. Food Hydrocolloids, 2007(21): 870-878.

[12] 李晓东, 张兰威. 蛋品科学与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 3-5.

[13] 屠惠康. 蒸蛋羹老嫩机理初探[J]. 广东财经大学学报, 1993(4): 77-80.

[14] 余家林, 肖枝洪. 多元统计及 SAS 应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2008: 110-111.

[15] Shipra Tiwari, Suwendu Bhattacharya. Mango pulp - agar based model gel: textural characterization [J]. Journal of Food Science and Technology, 2014, 51(1): 75-82.

[16] 李俐鑫, 迟玉杰, 孙波. 蛋清蛋白质凝胶质构特性的研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(8): 57-60.

[17] 董庆利, 罗欣. 不同贮藏时间对熏煮香肠质构的影响[J]. 食品科技, 2004(12): 86-88.

[18] 贺丽霞, 王敏, 黄忠民. 质构仪在我国食品品质评价中的应用综述[J]. 食品工业科技, 2011(9): 446-449.

[19] 赵改名, 郝红涛, 柳艳霞, 等. 肉糜类制品质地的感官评定方法[J]. 中国农业大学学报, 2010, 15(2): 100-105.

[20] Mohammad Shafiur Rahman, Humaid Al - Waili, NejibGuizani. Instrumental - sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability [J]. Fisheries Science, 2007, 73(5): 1166-1176.

[21] María Estela Matos, Cristina M. Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in gluten-free breads [J]. Eur Food Res Technol, 2012, 235(7): 107-117.

[22] 郑凤锦, 刘国明, 李杰民, 等. 香蕉酸奶的工艺优化及质构特性研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(6): 57-60.