Hans Journal of Food and Nutrition Science 食品与营养科学, 2016, 5(4), 139-148
Published Online November 2016 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/hjfns
http://dx.doi.org/10.12677/hjfns.2016.54017

Hans汉斯

Effects of Steaming Flour Time and Texture Recombination Pressure on Quality of Element Balls

Qian He[1], Hanju Sun[1], Shudong He[1*], Jialiang Wang[2], Jiaming Wang[3]

[1]School of Food Science and Engineering, Hefei University of Technology, Hefei Anhui
[2]Department of Food and Bioengineering, Bengbu University, Bengbu Anhui
[3]Anhui Sixteen Round Food Science and Technology Co., Ltd., Hefei Anhui
Email: 654643671@qq.com, *shudong.he@hfut.edu

Received: Aug. 18th, 2016; accepted: Sep. 6th, 2016; published: Sep. 9th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

Abstract

The effects of steaming flour time and texture recombination pressure on quality of element balls were investigated by single-factor experiments and CCD central composite face-centered design. Results indicated that steaming lose rate and viscosity increased with prolonging of steaming flour time, and hardness, elasticity and sensory score both increased first and then decreased; at the same time, L^* value decreased and a^* value increased, while b^* value showed no significant change. When the pressure of texture recombination was increased, hardness became to be higher; viscosity tended to be lower; elasticity and sensory score both increased first and then decreased; L^* value increased; a^* value decreased and b^* value showed no significant change. The CCD optimization analysis showed that the most appropriate steaming flour time and texture recombination pressure were 12 min and 0.11 MPa, respectively.

Keywords

Element Balls, Steaming Flour Time, Texture Recombination Pressure, Texture Properties, Sensory Evaluation

蒸粉时间及质构重组压力对素丸子品质的影响

何　钱[1]，孙汉巨[1]，何述栋[1*]，王家良[2]，汪家明[3]

*通讯作者。

文章引用: 何钱, 孙汉巨, 何述栋, 王家良, 汪家明. 蒸粉时间及质构重组压力对素丸子品质的影响[J]. 食品与营养科学, 2016, 5(4): 139-148. http://dx.doi.org/10.12677/hjfns.2016.54017

[1]合肥工业大学食品科学与工程学院，安徽 合肥
[2]蚌埠学院食品与生物工程系，安徽 蚌埠
[3]安徽十六圆食品科技股份有限公司，安徽 合肥
Email: 654643671@qq.com, *shudong.he@hfut.edu

收稿日期：2016年8月18日；录用日期：2016年9月6日；发布日期：2016年9月9日

摘 要

为研究不同蒸粉时间及质构重组压力对素丸子品质的影响，以素丸子为原料，以质构特性及感官评分为指标，进行单因素实验及CCD中心复合表面实验设计。实验结果表明，随着蒸粉时间的延长，素丸子的蒸煮损失率及粘度上升，硬度、弹性及感官评分先上升后下降，其颜色的L^*值减小，a^*值增大，b^*值无显著变化；随着质构重组压力的增大，素丸子的硬度上升，粘度下降，弹性及感官评分先升高后降低，L^*值升高，a^*值下降，b^*值无显著差异变化。进行响应面优化可得最佳蒸粉时间为12 min，最佳质构重组压力为0.11 Mpa，验证实验表明，该条件下生产的素丸子硬度弹性较高，粘度及蒸煮损失率较低，感官可接受度较好，可用于指导产业化生产。

关键词

素丸子，蒸粉时间，质构重组压力，质构特性，感官评价

1. 引言

食品丸子是一种传统的手工制品，因其食用方便，适口性较好，深受广大消费者的喜爱[1]。目前市面上的食品丸子主要以菜肴形式存在，旨在满足人们的感官需求，而具有一定功能性辅助作用的丸子鲜有发现，基于我国肥胖人数与日俱增的现状[2]，课题组在前期结合中医理论《证治要诀》，《神农本草经》及关于高膳食纤维食品减肥效果的相关研究[3]，以荷叶、决明子、魔芋、小麦麸皮为原料，以食品丸子为展现形式，开发出一种素丸子食品。然而在素丸子制作过程中发现，丸子的蒸煮损失较大，丸体中的复配胶体系分布不均，导致素丸子成品出现丸体偏硬，弹性不足，质地不均，整体品质不佳的现象，为改善素丸子产品质构和口感，有必要通过单因素试验研究蒸粉时间及质构重组压力对素丸子质构特性及感官评分的影响，并进行 CCD 中心复合表面设计，进一步优化素丸子的工艺条件，为素丸子的研发提供数据支持，为其他食品丸子的开发提供理论支撑。

2. 材料与方法

2.1. 材料与试剂

荷叶粉、决明子粉、魔芋粉、小麦麸皮粉(安徽十六圆科技有限公司提供)；卡拉胶(食品级，北京百顺生物科技有限公司)；黄原胶：(食品级，北京百顺生物科技有限公司)；木糖醇：(食品级，山东福田药业有限公司)。

2.2. 主要仪器

质构仪(TA—XT plus 型，英国 Stable Micro Systems 公司)；分光测色仪(WSF 型，上海仪电物理光学仪器有限公司)；振动式细胞级超微粉碎机(XDW-6J 型，济南达微机械有限公司)；立式压力蒸汽灭菌器

(LDZX-30KBS 型，上海申安医疗器械厂)；电热恒温鼓风干燥箱(XMTD-8222 型，上海精宏实验设备有限公司)；真空封装机(DZ-280/6SF 型，厦门源宇塑料制品有限公司)。

2.3. 素丸子制作工艺流程

素丸子制作工艺流程如图 1。

由于原料粉及配料添加比例属商业机密，论文中不便做详细讨论。

2.4. 实验方法

2.4.1. 测定方法

1) 颜色测定　将待测丸体切为 10 × 10 × 10 mm (长 × 宽 × 高)的小方块，分光测色仪测量，可得产品的颜色参数 L^*、a^*、b^*值，L^*值表示明度值，a^*值表示红/绿值 b^*值表示黄/蓝值[4]。

2) 质构特性测定　将待测丸体切为 1.5 × 1.5 × 1.5 cm (长 × 宽 × 高)的小正方体，使用质构仪进行测量，测前速率 1 mm/s，测试速率 1 mm/s，测后速率 1 mm/s，压缩程度 50%，探头 P/100，两次压缩之间停留时间 5 s，压缩次数 2 次，测定模式 TPA，每项测试重复 5 次[5]，可得产品的硬度、粘度及弹性。

3) 蒸煮损失率测定　将蒸煮前及蒸煮后的素丸子准确称重，通过蒸煮损失率计算公式得出蒸煮损失率。

$$R = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

R—素丸子的蒸煮损失率，%；

m_1—素丸子蒸煮前质量，g；

m_2—素丸子蒸煮后质量，g。

4) 感官评定　评价小组由 10 名感官评定员组成，评定在感官实验室内进行，评定指标为素丸子的口感、色泽、组织状态及风味。感官评分标准见表 1。

2.4.2. 单因素实验设计

1) 蒸粉时间对素丸子产品品质的影响：固定质构重组压力为 0.13 Mpa，考察不同蒸粉时间(9 min, 12 min, 15 min, 18 min, 21 min)对素丸子产品颜色、蒸煮损失率、质构特性及感官评分的影响。

2) 质构重组压力对素丸子产品品质的影响：固定蒸粉时间为 12 min，考察不同质构重组压力(0.09 Mpa, 0.10 Mpa, 0.11 Mpa, 0.12 Mpa, 0.13 Mpa)对素丸子产品颜色、质构特性及感官评分的影响。

2.4.3. 响应面优化试验

在单因素实验结果的基础上，根据 CCD 中心复合表面设计原理，以蒸粉时间及质构重组压力为自变量，感官评分为响应值，进行 2 因素 3 水平响应面试验设计分析。

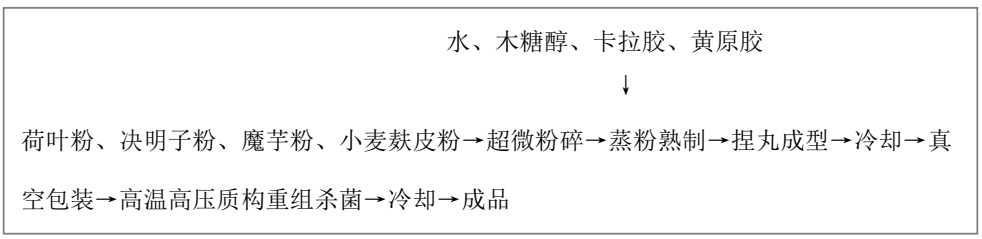

Figure 1. Production process map of element balls
图 1. 素丸子制作工艺流程图

Table 1. Sensory evaluation standard of element balls
表 1. 素丸子感官评分标准

项目		评分细则	感官评分
口感 (40 分)		滑而不腻，甜软，余味清爽，不夹生，容易下咽，有一定的复合的香味，无其它异味	30~40
		口感细腻，微甜，略微焦糊味，余味清爽，不夹生，容易下咽	15~29
		入口有颗粒感，过甜或有焦糊味，余味苦涩，夹生，较难下咽	1~14
色泽 (20 分)	颜色 (10 分)	深棕色，色泽均匀	8~10
		颜色过浅或过深，色泽不均	5~7
		色泽不均匀，有杂色	1~4
	光泽 (10 分)	有光泽	8~10
		略有光泽	5~7
		无光泽	1~4
组织状态 (20 分)		组织细腻均匀，无明显颗粒物，不黏牙	15~20
		组织均匀，不够细腻，稍微黏牙	10~14
		组织不均匀，有明显颗粒物，非常黏牙	1~9
风 味 (20 分)		香气浓郁，持续时间长，入口清香	15~20
		香气较淡，持续时间短	10~14
		无香气，或有其他异味	1~9

2.4.4. 统计分析

采用 SPSS 19.0 版软件对实验数据进行显著性分析($P < 0.05$ 为差异显著)，Design-Expert 8.0.6 软件对响应面及模型数据进行分析，采用 Origin 9.0 软件进行图表制作，所有试验结果均至少测定 3 次。

3. 结果与分析

3.1. 蒸粉时间及质构重组压力对素丸子品质影响

3.1.1. 蒸粉时间对素丸子品质影响

对素丸子原料粉进行蒸煮，可以使其内部的成分熟化，促进食品胶均匀分配，同时增加丸子风味。蒸粉时间对素丸子的损失率、颜色、硬度、粘度、弹性有一定影响。实验固定质构重组压力为 0.13 Mpa，研究不同蒸粉时间(9 min, 12 min, 15 min, 18 min, 21 min)对素丸子颜色、质构特性、感官评价及蒸煮损失率的影响，试验结果如表 2 及图 2。

观察表 2 可得，随着蒸粉时间的延长，素丸子颜色的 L^*值减小，a^*值增大，b^*值无显著变化。这可能是由于蒸粉时间的延长会使素丸子的水分损失增加，丸体组织间隙间的游离水分减少，对光的反射作用减弱，同时丸体中的荷叶粉等绿色成分被浓缩，丸体颜色偏绿，故 L^*值减小，a^*值增大，b^*值无显著变化。

由图 2(a)可得，素丸子的蒸煮损失率随蒸粉时间的延长增大，这是由于，蒸粉过程中素丸子中的水分受热汽化，随着蒸粉时间延长，素丸子中水分汽化量上升，终成品重量下降，蒸煮损失升高。

如图 2(b)及图 2(d)，素丸子在蒸粉时间为 9~12 min 时，其硬度和弹性随蒸粉时间的延长上升，并在 12 min 时达到最大值，当蒸粉时间为 12~18 min 时，素丸子的硬度和弹性保持稳定，当蒸粉时间继续延长时，素丸子的硬度下降，弹性减小，这可能是由于蒸粉时间会影响素丸子中的卡拉胶及黄原胶的

Table 2. Results of color deviation experiment
表 2. 蒸粉时间颜色实验结果

熟制时间	L^*	a^*	b^*
9 min	44.73 ± 0.65[a]	9.89 ± 0.38[d]	77.93 ± 2.3[a]
12 min	42.80 ± 0.63[ab]	10.99 ± 0.57[c]	78.53 ± 2.41[a]
15 min	42.18 ± 0.74[b]	12.49 ± 0.30[bc]	79.22 ± 2.20[a]
18 min	39.50 ± 1.26[c]	13.23 ± 0.33[b]	78.21 ± 2.35[a]
21 min	35.69 ± 0.82[d]	16.20 ± 0.39[a]	78.63 ± 2.17[a]

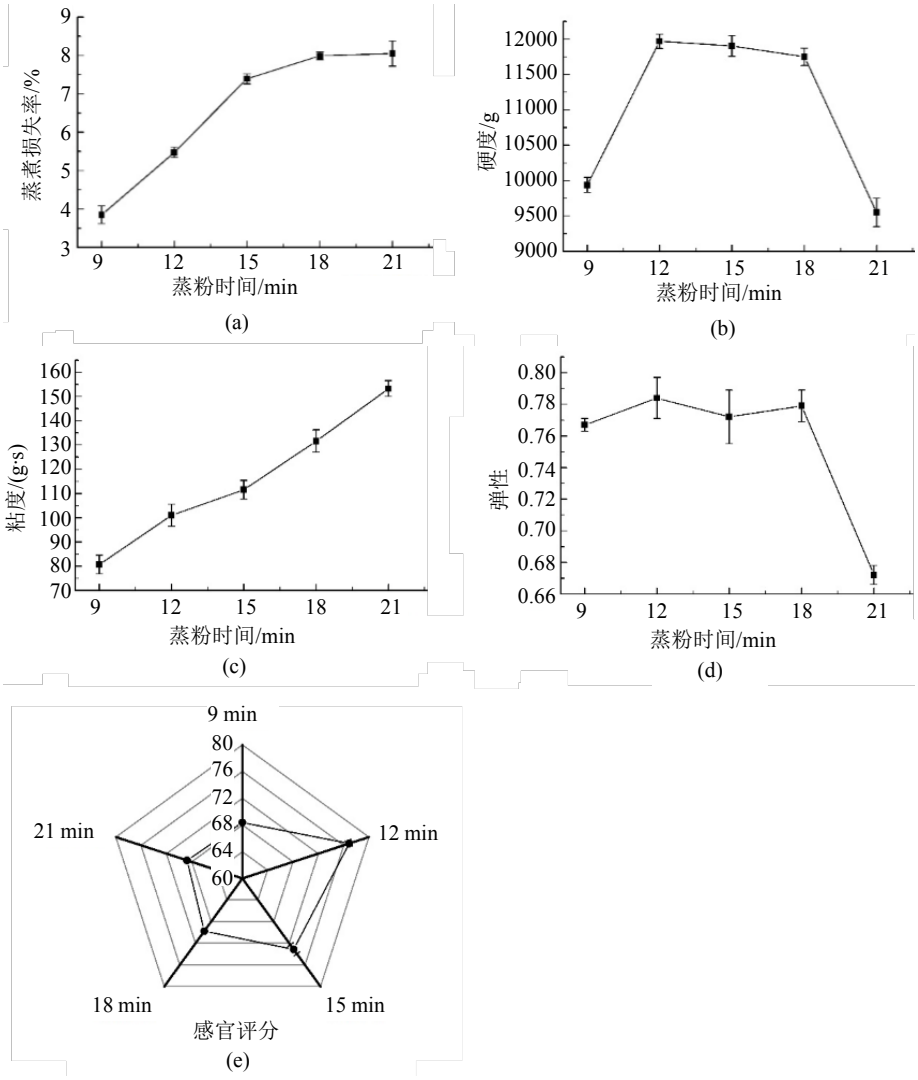

Figure 2. Effects of steaming flour time on quality of element balls
图 2. 蒸粉时间对素丸子品质的影响

分配，卡拉胶与黄原胶能在食品中形成稳定的网络结构[6] [7]，保证素丸子的硬度，弹性较高，蒸粉时间的延长一方面可以使素丸子中胶体成分分配更均匀的，使其更充分的与素丸子成分作用，形成更稳定的网络结构，增加素丸子的硬度及弹性，另一方面过长的蒸粉时间会使素丸子的蒸煮损失率过高，丸体中

的水分含量过低，影响胶体成分的溶解及分配，反而不利于食品胶的均匀分布，影响成胶作用，破坏胶体网络结构[8]，使得素丸子的硬度及下降。

由图 2(c)可知，随着蒸粉时间的延长，素丸子的粘度呈上升趋势，原因可能是素丸子中所添加的食品胶为卡拉胶与黄原胶，黄原胶在低浓度下仍具有高度的粘性[9]，蒸粉时间的延长，会使黄原胶的浓度上升，丸体粘度也随之上升。 由感官评分结果(图 2(e))可知，素丸子的可接受性随着蒸粉时间的延长呈先上升后下降的趋势，在蒸粉时间为 12 min 时达到最高。由于丸子类产品硬度及弹性越大越好，粘度越小越好，根据蒸粉时间的实验结果可知，素丸子在蒸粉时间为 12~18 min 时硬度及弹性较高，蒸粉时间越短粘度越低，综合考虑感官评分结果，初步选取 12 min 为最佳蒸粉时间。

3.1.2. 质构重组压力对素丸子品质影响

素丸子初次成型后，对其进行加压处理，可以改善素丸子生产过程中结构松散，成分分布不均的现象，所施加的质构重组压力对素丸子质构特性及感官评价均有一定的影响。固定素丸子蒸粉时间为 15 min，研究不同质构重组压力对素丸子品质的影响。试验结果见表 3 及图 3。

由表 3 可知，随质构重组压力的增大，素丸子的 L^*值升高，a^*值下降，b^*值无显著变化。其原因可能在于素丸子中所添加的卡拉胶及黄原胶均为亲水性胶体，持水能力强[10] [11]，质构重组压力的增加有利于胶体在丸体中的均匀分配[12]，使其持水能力增强，素丸子组织间隙中的水分含量升高，对光的反射作用增强，产品的亮度升高，L^*值变大，这与于建行等[13]关于卡拉胶及黄原胶对 PSE 兔肉 L^*值的影响机制类似，此外，由于水分含量升高，丸体中绿色成分被稀释，使得素丸子的 a^*值下降，b^*值无显著变化。

观察图 3 可知，质构重组压力的升高有助于素丸子的硬度增大及粘度的降低(图 3(a)、图 3(b))，这可能使由于质构重组压力的增大一方面可以使成分之间结合的更为紧密[14]，另一方面可以使胶体成分重新分布均匀，既有利于食品胶与成分相互作用，又有利于黄原胶与卡拉胶的复配，使黄原胶分子充分填充在卡拉胶的螺旋中[15]，有利于丸体形成良好的网络结构，使素丸子的硬度增大，粘度降低。

如图 3(c)所示，素丸子的弹性随质构重组压力的升高呈先上升后下降的趋势，原因可能是质构重组压力的升高可以使丸体中的复配胶分布均匀，增强其复配作用，使得素丸子丸体网络结构明显，增加丸子的弹性，然而过高的重组压力会使素丸子成分结合的过于紧密，素丸子丸体中的网络结构受到一定的破坏[8]，使得素丸子弹性出现回落的趋势。素丸子感官评价结果图 3(d)显示，质构重组压力上升时，丸子的感官评分先上升后下降，在 0.11 MPa 时获得最高分 79 分。综合考虑实验结果，素丸子在质构重组压力为 0.11 MPa 时，弹性最大，硬度较高、粘度较低且感官可接受度最好，故选取 0.11 MPa 为素丸子最佳的质构重组压力。

3.2. 响应面优化素丸子制作工艺

3.2.1. 响应面试验设计及结果

根据 CCD 中心复合表面设计原理，结合单因素实验结果，以蒸粉时间与质构重组压力为自变量，以感官评分为响应值，设计二因素三水平的响应面分析试验，实验方案见表 4，响应面优化结果见表 5，方差分析见表 6。

通过 Design Expert 8.0.6 软件对不同蒸粉时间及质构重组压力下素丸子产品的感官评价进行响应面分析，得到回归方程：

$$Y = 84.14 - 0.83 \times A + 3.00 \times B - 1.75 \times A \times B - 4.98 \times A^2 - 6.48 \times B^2$$

由方差分析(表 6)，该模型所得的回归方程决定系数 $R^2 = 0.9295$，$R^2_{adj} = 0.8791$，说明 92.95%的数

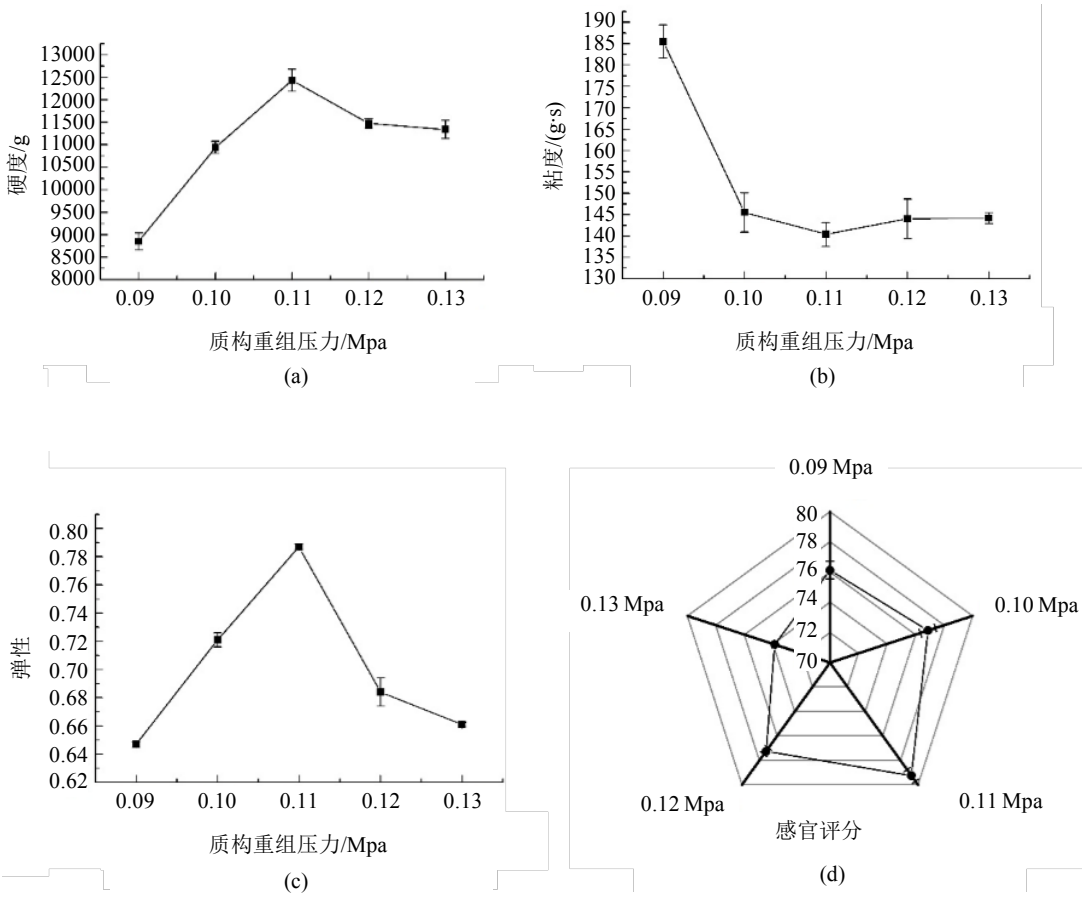

Figure 3. Effects of texture recombination pressure on quality of element balls
图 3. 质构重组压力对素丸子品质的影响

Table 3. Results of color deviation experiment
表 3. 质构重组压力颜色实验结果

质构重组压力	L^*	a^*	b^*
0.09 MPa	39.17 ± 1.02^{d}	15.59 ± 0.73^{a}	79.83 ± 2.12^{a}
0.10 MPa	42.90 ± 0.50^{c}	12.80 ± 0.65^{ab}	79.09 ± 2.16^{a}
0.11 MPa	45.29 ± 0.58^{bc}	10.76 ± 0.52^{b}	80.27 ± 2.24^{a}
0.12 MPa	45.83 ± 0.54^{b}	9.72 ± 0.6^{c}	81.14 ± 2.33^{a}
0.13 MPa	48.29 ± 0.66^{a}	8.38 ± 0.33^{d}	80.63 ± 2.14^{a}

Table 4. Factors and levels in response surface design
表 4. 响应面试验因素和水平

因子水平	A 蒸粉时间/min	B 质构重组压力/MPa
−1	48	0.4
0	53	0.6
1	58	0.8

Table 5. Response surface design arrangement and experimental results
表 5. 响应面优化实验方案及结果

组别	蒸粉时间/min	质构重组压力/MPa	感官评分
1	0.10	9	68
2	0.12	9	71
3	0.10	15	78
4	0.12	15	74
5	0.10	12	81
6	0.12	12	77
7	0.11	9	75
8	0.11	15	80
9	0.11	12	83
10	0.11	12	82
11	0.11	12	88
12	0.11	12	83
13	0.11	12	85

Table 6. ANOVA of the constructed regression model
表 6. 二次回归模型方差分析结果

变异源	平方和	均方和	自由度	F 值	P 值
模型	365.92	73.18	5	18.45	0.0007
A	4.17	4.17	1	1.05	0.3396
B	54.00	54.00	1	13.61	0.0078
AB	12.25	12.25	1	3.09	0.1223
A^2	68.57	68.57	1	17.28	0.0043
B^2	116.07	116.07	1	29.26	0.0010
残差	27.77	3.97	7		
失拟项	4.97	1.66	3	0.29	0.8309
净误差	22.80	5.70	4		
总离差	393.69		12		

据可用此方程解释，该模型可真实地反应变量与相应值之间的关系；其失拟项 P 值为 0.8309 > 0.05，说明失拟项不显著，该回归方程拟合度好，实验误差小，可使用该回归方程分析预测实验结果。表 6 说明，因素中 B 显著 A 不显著，而所有的二次项均达到极显著水平，说明因素对素丸子感官评价的影响并非简单的线性关系。依据 *F* 值大小顺序，可推断因子对响应值的影响程度为：质构重组压力 > 蒸粉时间。

3.2.2. 响应面分析与优化

通过 Design Expert 软件对实验结果进行响应面分析，得到蒸粉时间与质构重组压力对素丸子感官评价影响的响应曲面图(图 4)。

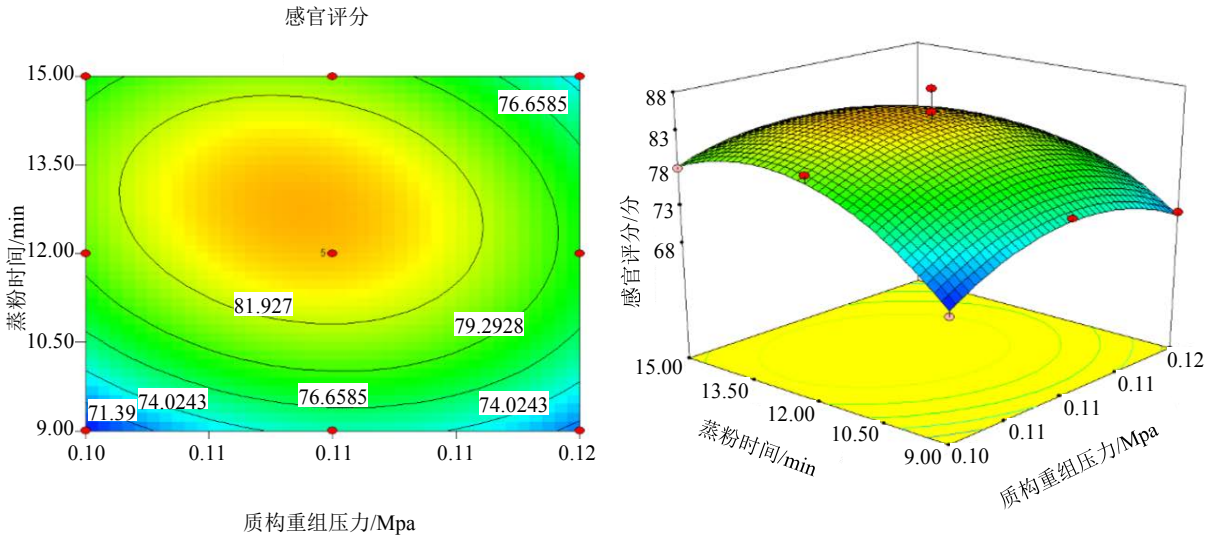

Figure 4. Contour line and Cured surface of steaming flour time and texture recombination pressure to sensory evaluation
图 4. 蒸粉时间与质构重组压力对素丸子感官评价影响的响应曲面和等高线图

由图 4 可较直观的看出蒸粉时间及质构重组压力对素丸子感官评分的影响程度，结合回归方程及表 6 可知蒸粉时间对素丸子感官评分影响最大，对应的响应值变化较大，曲线较陡。由图 4 还可得出素丸子的感官评分随蒸粉时间及质构重组压力的增大均呈先上升后下降的趋势。原因可能在于蒸粉时间的延长一方面可使素丸子中的食品胶更好的分布，成分更好的熟制，使素丸子获得良好的质构特性及风味，感官评分升高；另一方面，过长的蒸粉时间会使素丸子的蒸煮损失增大，使丸体中水分减少，影响成胶作用，感官品质下降；合适的质构成型压力可以使胶体分布均匀，丸体成分结合紧密，增强胶体与成分，胶体与胶体间的相互作用，使素丸子质构特性优良，感官分值上升，但过大的质构重组压力会使丸体成分结合过于紧密，使素丸子弹性下降，感官分值降低。

根据 Design Expert 软件对响应面分析的结果，得到素丸子的最佳工艺条件为：蒸粉时间 12 min，质构重组压力 0.11 MPa。预计感官得分为 84.14 分，在此条件下进行三次验证试验，实际感官评价得分为 83 ± 0.3 分，与预计感官得分相差 1.14 ± 0.3 分，相差分数小，说明相应曲面法得到的条件参数可靠，可应用于实际生产指导。

4. 结论

对原料粉进行预蒸及质构重组施压均有助于改善素丸子生产过程中结构松散，质地不均的问题。素丸子蒸粉时间实验表明，在一定蒸粉时间内，由于丸体成分的熟制及复配胶体更均匀的分布，素丸子的硬度及弹性升高，感官品质改善，但过长的蒸粉时间会使素丸子蒸煮损失过大，水分含量不足，影响胶体作用，弹性及硬度回落，粘度升高，感官品质变差。质构重组压力的实验说明，质构重组压力的上升会使胶体成分重新均匀，卡拉胶与黄原胶作用增强，改善素丸子的硬度、粘度及弹性，但过高的重组压力会使丸体成分之间的结合过于紧密，丸体网络结构受到破坏，致使素丸子品质回落。对素丸子制作期间的蒸粉时间及质构重组压力进行优化并分析影响原因，可为保证两者对素丸子改善作用，同时降低蒸煮损失率提高出品率提供数据基础及理论支撑。响应面优化后得到素丸子最佳工艺条件为：蒸粉时间 12 min，质构重组压力 0.11 Mpa，该条件下产品整体质构特性优良，感官接受度高，可用于工业化生产，所得终产品如图 5 所示。

Figure 5. End-product of element ball
图 5. 素丸子终产品

基金项目

① 2015 年度合肥工业大学“秋实计划”项目“JZ2015QSJH0217”；② 安徽省教育厅科学研究重大项目“KJ2016SD36”；③ 合肥工业大学合作委托项目“W2015JSKF0584”。

参考文献 (References)

[1] 林伟锋, 赵谋明, 杨晓泉. 功能性添加物对低脂肉丸质构特性的影响[J]. 食品工业科技, 2002(4): 19-21.

[2] 陈健, 谭思荣, 黄建辉. 减肥降脂活性成分的研究[J]. 现代生物医学进展, 2014, 14(2): 361-363.

[3] 郭祯祥, 李利民, 温纪平. 小麦麸皮的开发与利用[J]. 粮食与饲料工业, 2003(6): 43-45.

[4] 郭天文. 色彩学和齿科色彩学[J]. 中华医学美容杂志, 2000, 6(3): 168.

[5] Cardoso, C.M.L., Mendes, R. and Nunes, M.L. (2009) Instrumental Texture and Sensory Characteristics of Cod Frankfurter Sausages. *International Journal of Food Properties*, **12**, 625-643. http://dx.doi.org/10.1080/10942910801992959

[6] Piculell, L., Borgström, J., Chronakis, I.S., *et al.* (1997) Organisation and Association of κ-Carrageenan Helices under Different Salt Conditions. *International Journal of Biological Macromolecules*, **21**, 141-153. http://dx.doi.org/10.1016/S0141-8130(97)00054-8

[7] 朱慧, 吴伟都, 潘永明. 黄原胶与阴离子瓜尔胶复配溶液的流变特性研究[J]. 中国食品学报, 2014, 14(5): 55-62.

[8] 张科, 倪学文, 杜金平. 不同工艺条件对西式重组灌肠质构特性的影响[J]. 食品科技, 2011(4): 113-117.

[9] 周盛华, 黄龙, 张洪斌. 黄原胶结构, 性能及其应用的研究[J]. 食品科技, 2008, 33(7): 156-160.

[10] 徐爱珍, 冼显秀. 卡拉胶的性能及应用[J]. 食品与发酵工业, 1987(5).

[11] Kennedy, J.F., Hewlett, M.R., Stephen, A.M., Phillips, G.O. and Williams, P.A. (2007) Food Polysaccharides and Their Applications. *Carbohydrate Polymers*, **69**, 202.

[12] 李汴生, 曾庆孝, 芮汉明. 高压对食品胶溶液流变特性的影响[J]. 高压物理学报, 2001, 15(1): 64-69.

[13] 于建行, 夏杨毅, 尚永彪. 卡拉胶和黄原胶对转谷氨酰胺酶处理 PSE 兔肉糜蒸煮损失与成胶能力的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(15): 77-81.

[14] 马亚萍, 康壮丽, 王嘉楠. 卡拉胶结合超高压处理对鸡胸肉糜品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(6).

[15] 蔡为荣, 薛正莲. 黄原胶与 K-卡拉胶复配胶特性及在火腿中的应用[J]. 食品工业科技, 2000(3): 15-18.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：http://www.hanspub.org/Submission.aspx