

不同添加剂 对玉米面饺子皮老化控制的影响

姜南^{1,2}, 修琳^{1,2}, 刘景圣^{1,2,*}, 赵宝利³

(1.吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林长春 130118;

2.小麦和玉米深加工国家工程试验室, 吉林长春 130118; 3.吉林省农业综合开发评审中心, 吉林长春 130000)

摘要:采用响应面分析法对玉米面饺子皮的配方进行优化。在单因素试验基础上,根据中心组合(Box-Behnken)试验设计原理,采用三因素三水平的响应面分析法,以玉米面饺子皮的硬度值为响应值进行回归分析。结果表明玉米面饺子皮抗老化工艺的最佳条件为真菌 α -淀粉酶、卡拉胶、羧甲基纤维素钠(CMC)的最佳添加量为0.05%、0.62%、0.23%。在上述条件下,硬度值达到4552.89g,与模型预测值基本相符并接近小麦粉饺子皮的硬度值4416.53g。

关键词:玉米面饺子皮, 硬度, 老化, 响应面法

Effect of different food additives on Anti-staling of cornmeal dumpling skin

JIANG Nan^{1,2}, XIU Lin^{1,2}, LIU Jing-sheng^{1,2,*}, ZHAO Bao-li³

(1.Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

2.National Engineering Laboratory of the Wheat-corn Deep Processing, Changchun 130118, China;

3.Jilin Province Agriculture Comprehensive Development Evaluation Center, Changchun 130000, China)

Abstract: In order to optimize the Anti-staling of cornmeal dumpling skin, single factor investigations were initially carried out, followed by construction of a three-level Box-Behnken experimental design. Hardness value of cornmeal dumpling skin as index. The optimal conditions for Cornmeal Dumpling Skin aging process were found to be 0.05% fungal α -amylase enzymes, 0.62% carrageenan and 0.23% CMC. Under the above conditions, the experimental hardness value of cornmeal dumpling skin was 4552.89g, which was in basic agreement with the model predicted value. Approaching to hardness value of wheat flour dumpling skin was 4416.53g.

Key words: cornmeal dumpling skin; hardness; anti-staling; response surface methodology

中图分类号: TS213.4

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2014)07-0182-04

我国是玉米高产大国,玉米种植面积广阔,而且玉米中含有多种营养物质,是不可多得的营养食品之一^[1]。近年来,在国外的一些发达国家,玉米已被选为谷类食物中的首位保健食品^[2]。但由于玉米自身结构的关系,以玉米为原料开发的玉米主食种类较少,又因玉米粉饺子中的淀粉含量较高,在加工与储藏过程中很容易出现淀粉老化结晶问题。添加适当的抗老化剂,可以有效延缓玉米主食的老化过程。食品级乳化剂、胶体、淀粉酶^[3-5]等具有良好的老化控制作用,常常被应用到面包、米饭、米粉、米糕^[6-8]等食品中并达到了很好的抗老化效果。

本研究就是利用添加无害食品级抗老化剂来延缓玉米面饺子皮在储藏过程中淀粉老化,并以玉米

面饺子皮的硬度值做为衡量老化速率的指标,利用这种准确快捷的方法确定最佳的复配工艺条件,为玉米面饺子的进一步研究提供一定参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

玉米水饺专用粉 吉林农业大学小麦和玉米深加工国家工程试验室提供。

硬脂酰乳酸钠(SSL) 河南正通化工有限公司; CMC-Na(FFH9-12) 花都市南秀化工有限公司;三聚甘油单甘硬脂酸酯(PGFG)、蔗糖脂肪酸酯(SE)、海藻酸钠 上海泰斯麦香精香料有限公司;魔芋胶、瓜尔豆胶、黄原胶、卡拉胶 广州食品添加剂有限公司; β -淀粉酶(100DP)、糖化酶(100000u/g)、真菌 α -淀粉酶(100000u/g) 锐阳生物有限公司。

BCD-231WB Haier 冰箱;TA-XTplus 食品物性测试仪 英国 Stable Micro Systems 公司;电子天平 DT202 常熟市意欧仪器仪表有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 饺子制作工艺流程 玉米饺子专用粉+抗老化剂+水→和面→醒发→制皮→储藏→检验

收稿日期:2013-08-20 *通讯联系人

作者简介:姜南(1986-),女,硕士研究生,研究方向:食品生物化学工程与功能性食品。

基金项目:“十二·五”支撑计划玉米主食工业化生产关键技术及其产业化示范(2012BAD37B05);吉林省科技发展计划项目(20130305027NY)。

以玉米饺子专用粉为原料,分别添加一定量的抗老化剂,配制1%的盐水和面液,并逐滴加入面粉中,使面粉吸水充分均匀^[9]。而后恒温恒湿箱中25℃醒发10min。压片至厚度为2mm^[10],切成直径6cm的面片,然后在沸水中蒸煮5min,此时玉米面饺子皮白芯完全消失^[11],然后移入到冰箱中4℃^[12]储藏。

1.2.2 玉米面饺子皮硬度测定 采用TA-XTplus型质构仪对玉米面饺子皮的硬度进行分析,将玉米面饺子皮放置于载物平台上的固定位置,每种试样重复10次。探头:P/36R^[13];参数设定:测前速度1.0mm/s,测试速度2.0mm/s,测后速度2.0mm/s,压缩率60%,起点感应力5g,两次压缩之间的时间间隔为5s。

1.2.3 单因素试验

1.2.3.1 酶制剂对玉米面饺子皮老化的影响 将0.01%、0.03%、0.05%、0.07%、0.09%的α-淀粉酶、β-淀粉酶、葡萄糖淀粉酶分别添加到专用玉米饺子粉中^[14],制成玉米面饺子皮,煮制冷却后,以面皮硬度值作为指标,在储藏(4℃)期间每隔24h进行测定,测定十五天内的老化过程的变化,筛选出一种最优的酶制剂。

1.2.3.2 亲水胶体对玉米面饺子皮老化的影响 将0.1%、0.3%、0.5%、0.7%、0.9%(GB 2760-2011食品添加剂使用标准)的海藻酸钠、卡拉胶、魔芋胶和黄原胶分别添加到专用玉米饺子粉中,制成玉米面饺子皮,煮制冷却后,以面皮硬度值作为指标,在储藏(4℃)期间每隔24h进行测定,测定十五天内的老化过程的变化,筛选出一种最优的食用胶体。

1.2.3.3 乳化剂对玉米面饺子皮老化的影响 将0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%的硬脂酰乳酸钠(SSL)、CMC、蔗糖脂肪酸酯(SE)和三聚甘油单甘硬脂酸酯(PGFG)分别添加到专用玉米饺子粉中,制成玉米面饺子皮,煮制冷却后,以面皮硬度值作为指标,在储藏(4℃)期间每隔24h进行测定,测定十五天内的老化过程的变化,筛选出一种最优的乳化剂。

1.2.4 响应面设计 依据单因素试验结果,选定硬度值为响应值,选取酶制剂(X₁)、亲水胶体(X₂)、乳化剂(X₃)作为对玉米面饺子皮老化控制的影响较显著的3个因素^[15-16],设计三因素三水平共17个试验点的响应面分析试验,优化玉米面饺子皮的抗老化工艺条件,因素与水平设计见表1。

表1 响应面分析因素与水平表

Table 1 Factors and levels in the response surface design

水平	因素		
	X ₁ 酶制剂 (真菌α-淀粉酶,%)	X ₂ 亲水胶体 (卡拉胶,%)	X ₃ 乳化剂 (CMC,%)
-1	0.03	0.3	0.1
0	0.05	0.5	0.2
1	0.07	0.7	0.3

注:x₁=(X₁-0.05)/0.02;x₂=(X₂-0.5)/0.2;x₃=(X₃-0.2)/0.1。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 小麦粉饺子皮的硬度测定结果 根据以上饺

子工艺流程制作小麦粉饺子皮,测定其储藏第9d的硬度平均值为4416.53g,测定的硬度值与玉米面饺子皮的硬度值进行理论对照,进一步验证玉米面饺子皮的配方抗老化效果的显著性。

2.1.2 酶制剂对玉米面饺子皮老化的影响 设计将0.01%、0.03%、0.05%、0.07%、0.09%的酶制剂真菌α-淀粉酶、β-淀粉酶、葡萄糖淀粉酶分别添加到玉米饺子专用粉当中,结果真菌α-淀粉酶的酶量过小时抗老化效果不显著,若酶量过多又会使玉米面饺子皮发粘,完整度被破坏。β-淀粉酶与葡萄糖淀粉酶一样都是一种外切酶,但过多的β-淀粉酶和葡萄糖淀粉酶与真菌α-淀粉酶一样抗老化效果不佳,所以以硬度值为指标,筛选出0.05%的真菌α-淀粉酶、0.03%β-淀粉酶、0.05%葡萄糖淀粉酶的添加量的抗老化效果为最佳。从图中又可知,随着玉米面饺子皮储藏天数的增加,硬度也有不断增加的趋势,但与空白相比较,这三种酶制剂的添加对玉米面饺子皮硬度值都有很大程度的减小,对老化的控制程度有明显的作

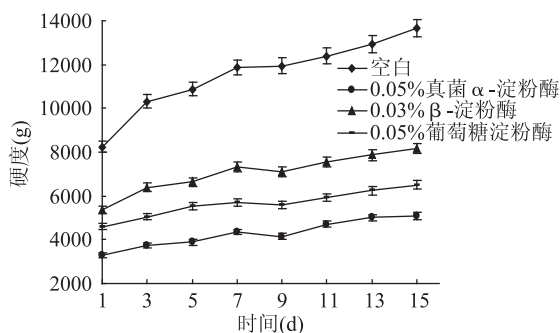


图1 酶制剂对玉米水饺硬度的影响

Fig.1 Effect of Enzymes on hardness of corn dumplings

2.1.3 亲水胶体对玉米面饺子皮老化的影响 单因素试验当中,设计将亲水胶体海藻酸钠、黄原胶、魔芋胶、卡拉胶分别添加到玉米饺子专用粉当中,这五种亲水胶体都具有很高的持水能力,能够大大提高玉米面饺子皮的含水量,使玉米面饺子皮因失水而产生的老化得到延缓,但少量的亲水胶体的持水性差,而过量的亲水胶体又会使玉米面饺子皮表面光滑度下降,变得粗糙。试验结果表明,添加0.3%海藻酸钠、0.5%黄原胶、0.1%魔芋胶、0.5%卡拉胶的抗老化效果为最佳。从图2可知,随着玉米水饺储藏天数的增加,硬度也不断增加,与空白比较可以看出,这五种亲水胶体的添加对玉米水饺老化的硬度都有很大程度的减小,对老化的控制程度有明显的作用。

2.1.4 乳化剂对玉米面饺子皮老化的影响 乳化剂对淀粉具有一定的络合作用。大多数乳化剂分子中具有线型的脂肪酸长链,可与直链淀粉连接而成为螺旋状复合物,从而降低淀粉分子的结晶程度,并进入直链淀粉内部,阻止支链淀粉的凝聚,从而阻止淀粉制品的老化回生。

设计将0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%的乳化剂蔗糖脂肪酸酯(SE)、三聚甘油单甘硬脂酸酯(PGFG)、硬脂酰乳酸钠(SSL)、CMC分别添加到玉

表3 响应面试验方差分析

Table 3 Variance analysis for fitted regression model

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值	显著性
模型	6.238E + 005	9	69310.57	12.36	<0.0016	**
X ₁	52625.79	1	52625.79	9.38	0.0182	*
X ₂	7647.13	1	7647.13	1.36	0.2812	
X ₃	30493.39	1	30493.39	5.44	0.0525	
X ₁ X ₂	864.95	1	864.95	0.15	0.7062	
X ₁ X ₃	1.165E + 005	1	1.165E + 005	20.78	0.0026	**
X ₂ X ₃	55743.21	1	55743.21	9.94	0.0161	*
X ₁ ²	1.866E + 005	1	1.866E + 005	33.27	0.0007	**
X ₂ ²	79263.76	1	79263.76	14.13	0.0071	**
X ₃ ²	59127.51	1	59127.51	10.54	0.0141	*
残差	39261.01	7	5608.72			
失拟项	7519.33	3	2506.44	0.32	0.8145	
净误差	31741.69	4	7935.42			
总离差	6.631E + 005	16				

$R^2 = 0.9408$ $R^2_{\text{adj}} = 0.8647$

注: ** 差异极显著, 即 $p < 0.01$; * 差异显著, 即 $p < 0.05$ 。

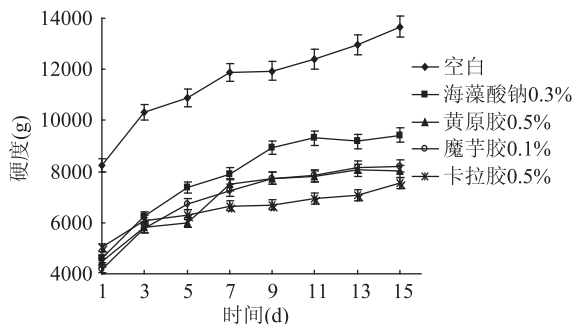


图2 亲水胶体对玉米水饺硬度的影响

Fig.2 Effect of Hydrocolloids on hardness of corn dumplings

米饺子专用粉当中, 利用质构仪的硬度值指标来评价玉米面饺子皮的老化程度, 可以看出添加 0.2% SE、0.3% PGFG、0.3% SSL、0.2% CMC 的抗老化效果最佳, 对这四种最佳比例的乳化剂进行比较, 以空白样作为对照组来筛选出最佳的一种乳化剂作为选择。从图 3 可知, 随着玉米水饺储藏天数的增加, 硬度也不断增加, 但储藏时间的后期硬度变化的比较缓慢, 但与空白比较可以看出, 这四种乳化剂的添加对玉米水饺老化的硬度都有很大程度的降低, 对老化的控制程度有明显的作用。

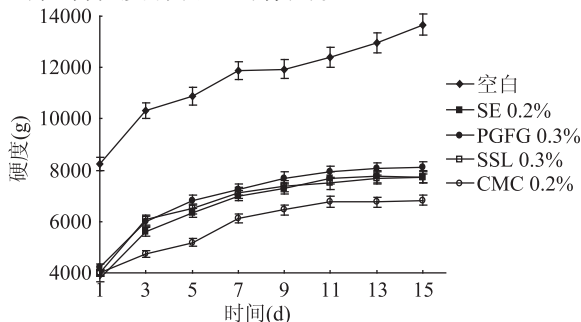


图3 乳化剂对玉米水饺硬度的影响

Fig.3 Effect of Emulsifier on hardness of corn dumplings

2.2 响应面试验设计

根据表 2 的响应面试验设计, 测定玉米面饺子皮储藏 15d 之内的硬度值, 根据试验结果可知, 玉米面饺子皮 1~9d 内的硬度值变化波动较大, 而 9~15d 内的玉米面饺子皮在储藏期间硬度值变化保持相对平缓趋势, 淀粉老化结晶程度相对一致, 则选择第 9d 的硬度值作为响应值。利用 Design-expert 8.0 对试验结果进行回归分析及方差分析, 拟合得到的回归方程为: $Y = 4495.26 + 81.11X_1 - 30.92X_2 - 61.74X_3 + 14.71X_1X_2 + 170.69X_1X_3 - 118.05X_2X_3 + 210.51X_1^2 + 137.20X_2^2 + 118.50X_3^2$

表2 响应面分析试验结果

Table 2 Results of RSM analysis

试验号	X ₁	X ₂	X ₃	硬度(g)
1	-1	-1	0	4789.17
2	0	0	0	4429.32
3	0	0	0	4536.23
4	-1	1	0	4696.74
5	0	1	-1	4924.55
6	1	1	0	4926.19
7	0	-1	-1	4749.1
8	0	-1	1	4813.48
9	1	0	-1	4753.39
10	1	-1	0	4959.8
11	0	1	1	4516.73
12	-1	0	1	4553.77
13	0	0	0	4439.14
14	-1	0	-1	4970.39
15	0	0	0	4437.62
16	0	0	0	4633.98
17	1	0	1	5019.54

从表 3 可以看出, 回归方程因变量和自变量之间的线性关系显著 ($R^2 = 0.9408$), 方程 $p < 0.01$, 说明

此回归方程极其显著;失拟项 $p = 0.8145 > 0.05$, 模拟失拟项不显著,说明方程对试验的拟合度较好,此试验方法可靠。

通过模型方程所作的响应曲面图,结果见图4~图6,可以看出真菌 α -淀粉酶对玉米面饺子皮的老化影响显著,卡拉胶、CMC 对玉米面饺子皮的老化影响不显著,真菌 α -淀粉酶与 CMC、卡拉胶与 CMC 的交互作用显著,回归模型存在稳定点,稳定点即最小值^[17]。对回归方程求极值点得: $X_1 = 0.04$, $X_2 = 0.61$, $X_3 = 0.30$, $Y = 4431.28\text{g}$, 即真菌 α -淀粉酶、卡拉胶、CMC 的最佳值分别为 0.05%、0.62%、0.23%, 此时的硬度值达到最小值为 4431.28g。在此条件下进行 3 次验证试验,硬度值的平均值为 4552.89g, 与理论值基本相符,这说明回归方程能较真实地反映各因素对硬度的影响。

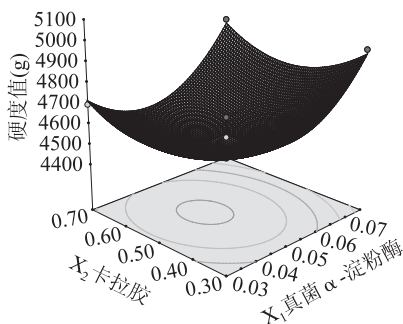


图4 卡拉胶与真菌 α -淀粉酶对硬度值交互影响效应响应面图

Fig.4 Response surface indicating the interactive effects of Carrageenan and Fungal α -amylase on hardness values

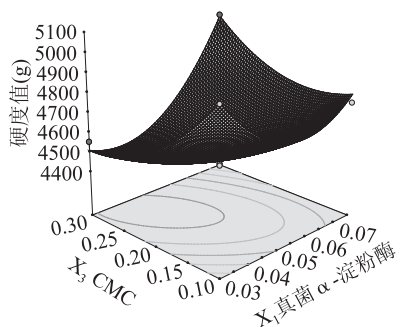


图5 CMC 与 α -淀粉酶对硬度值交互影响效应响应面图
Fig.5 Response surface indicating the interactive effects of CMC and Fungal α -amylase on hardness values

3 结论

通过单因素试验,筛选出了 0.05% 的真菌 α -淀粉酶、0.5% 卡拉胶以及 0.2% CMC 这三种抗老化剂对玉米面饺子皮具有较好地抗老化作用。在单因素试验的基础上,建立可信的各因素和响应值的数学模型,运用响应曲面法对玉米面饺子皮的配方进行优化。通过模型分析,确定了真菌 α -淀粉酶、卡拉胶、CMC 的添加量分别为 0.05%、0.62%、0.23%, 此时的实际硬度值为 4552.89g。比较接近小麦粉饺子皮对照样的硬度值 4416.53g。通过回归分析和验证试验证明了该响应面法的合理性和可行性,为玉米面饺子的老化控制工艺提供参考。

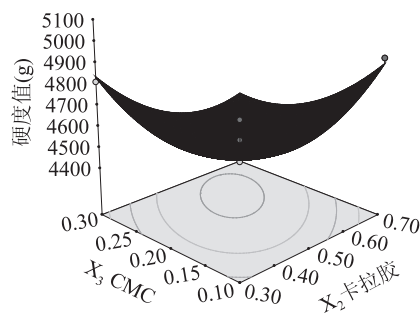


图6 CMC 与卡拉胶对硬度值交互影响效应响应面图
Fig.6 Response surface indicating the interactive effects of CMC and Carrageenan on hardness values

参考文献

- [1] 张钟宇, 翟爱华. 不同改良剂对速冻玉米水饺子粉品质特性的影响研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2011.
- [2] AYA Plate, DD Gallaher. The Potential Health Benefits of Corn Components and Products[J]. Cereal Foods World, 2005, 50(6): 305-311.
- [3] Haros M, Rosell C M, Benedito C. Effect of different carbohydrases on fresh bread texture and bread staling[J]. European Food Research Technology, 2002, 215(5): 425-430.
- [4] Hebeda R E, Bowles L K, Teague W M. Developments in enzymes for retarding staling of baked goods[J]. Cereal Foods World, 1990, 35(5): 453-457.
- [5] Leo' n A E, Duran E, Benedito de Barber C. Utilization of enzyme mixtures to retard bread crumb firming[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(6): 1416-1419.
- [6] 李新华, 沈雍徽. 保鲜风味米饭的抗老化研究[J]. 食品科技, 2012, 37(7): 162-165.
- [7] 陈德文, 张粹兰, 沈伊亮. 大米发糕的抗老化技术研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(5): 147-150.
- [8] Ying Ji, Haifeng Qian, et al. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour[J]. Food Chemistry, 2007, 104(1): 53-58.
- [9] 王克钧, 钱海峰. 湿面的抗老化研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
- [10] 李雪琴, 葛静静, 谢沁. 饺子皮感官品质和质构品质关系的研究[J]. 河南工业大学学报, 2012, 33(4): 1-4.
- [11] 朱俊晨, 翟迪升. 速冻饺子品质改良工艺的研究[J]. 食品科学, 2004, 25(3): 208-210.
- [12] Ribotta P D, Bail A L. Thermo-physical assessment of bread during staling[J]. Food Science and Technology, 2007, 40(5): 879-884.
- [13] 董艳娇. 玉米饺子专用粉复配及品质评价研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2012.
- [14] 凌关庭. 天然食品添加剂手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009.
- [15] 杨文雄, 高彦祥. 响应面法及其在食品工业中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2005(2): 68-71.
- [16] 李梦琴, 任洪涛, 雷娜. 速冻饺子品质与影响因素的相关性分析[J]. 粮食与饲料工业, 2009(12): 14-17.
- [17] 常俊晓, 谢新华, 艾志录, 等. 添加剂对微波熟制速冻汤圆感官品质的影响[J]. 食品科学, 2010(10): 166-169.