

正交试验法优化米饭汉堡制备工艺条件

宋瑶瑶¹, 陈杰¹, 何剑飞², 徐侃¹, 孟岳成^{1,*}

(1. 浙江工商大学食品与生物工程学院, 浙江 杭州 310035; 2. 浙江五芳斋实业股份有限公司, 浙江 嘉兴 314000)

摘要: 研制一种新型中式米制快餐食品——米饭汉堡, 并对其工艺条件进行优化。通过单因素试验考察不同粳米糯米比、米水比、浸泡时间和品质改良剂对米饭汉堡质构特性的影响。以感官评价为依据, 通过正交试验得到米饭汉堡的优化工艺条件为粳米糯米比 3:7、米水比 1:1、SSPS 添加量 0.2%。通过上述优化工艺条件制得的米饭汉堡品质最佳。

关键词: 米饭汉堡; 工艺条件; 质构分析; 感官评价

Process Conditions Optimization for Rice Burger Production Using Orthogonal Array Design

SONG Yao-yao¹, CHEN Jie¹, HE Jian-fei², XU Kan¹, MENG Yue-cheng^{1,*}

(1. College of Food and Biological Engineering, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310035, China;

2. Zhejiang Wufangzhai Industry Co. Ltd., Jiaxing 314000, China)

Abstract: As a novel fast food, rice burger was developed and its production process was optimized. The effects of japonica rice/glutinous rice ratio, rice/water ratio, soaking time and kind and amount of quality improvers on texture properties of rice burger were explored by one-factor-at-a-time method. The optimal processing conditions for producing rice burger with the highest sensory evaluation score was determined as follows: japonica rice-to-glutinous rice ratio of 3:7, rice-to-water ratio of 1:1 and water-soluble soybean polysaccharide (SSPS) as quality improver at 0.2% addition.

Key words: rice burger; process conditions; texture profile analysis; sensory evaluation

中图分类号: TS213.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)12-0088-04

米饭汉堡是一种新型中式米制快餐食品, 兼具我国传统米制食品的美味和西式快餐方便快捷的优点, 市场前景广阔, 是发展我国米制快餐食品的新途径。然而, 目前市面上的“米饭汉堡”还存在很多缺陷: 主要是米饭汉堡的外观品质和咀嚼性较差, 易产生软塌或开裂的现象, 且风味不佳; 在实际生产中, 机械化、标准化程度低, 产品品质不稳定。本实验通过考察不同粳米糯米比、米水比、浸泡时间以及品质改良剂对米饭汉堡质构特性和感官品质的影响, 以期获得理想的生产工艺。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

粳米、糯米均产自黑龙江五常县; 水溶性大豆多糖(water-soluble soybean polysaccharides, SSPS)、黄

原胶、魔芋胶均为食品级 上海欣融实业有限公司。

1.2 仪器与设备

TA-XT2i 质构仪 英国 Stable Micro System 公司; HM10 米饼成型机 西班牙 Manica 公司; 美的电饭煲; 格兰仕微波炉; ARA520 精密天平 美国 Ohaus 公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

品质改良剂
↓
大米→淘洗→浸泡→沥干→煮饭→成型→夹馅→包装
↓
成品←微波复热←速冻

1.3.2 操作要点

大米淘洗 3 次, 室温浸泡。米饭汉堡的米饭饼由米饼成型机压制成型, 其中单个米饭饼的直径为

收稿日期: 2010-09-07

基金项目: 浙江省重大科技攻关专项项目(2009C12017)

作者简介: 宋瑶瑶(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为现代食品制造。E-mail: yaoyao123_@126.com

* 通信作者: 孟岳成(1963—), 男, 教授级高工, 博士, 研究方向为食品科学。E-mail: mengyc@zjgsu.edu.cn

100mm、厚度为10mm。成型后,加馅、密封包装,在-18℃速冻。

1.3.3 单因素试验

以产品的表面硬度和耐咀嚼性为指标,研究粳米糯米比、米水比、浸泡时间和品质改良剂对米饭汉堡质构特性的影响。试验中质构分析得到的表面硬度(即米饭汉堡表面的结实程度,并非指代表老化程度的米饭粒硬度)和耐咀嚼性值越大,米饭汉堡整体强韧度越好、品质越佳。

1.3.4 米饭汉堡工艺条件优化正交试验

在单因素试验的基础上,对粳米糯米比、米水比、SSPS添加量进行三水平三因素正交试验^[1],因素水平表见表1。

表1 米饭汉堡工艺条件优化 L₉(3³)正交试验设计表
Table 1 Factors and their levels in the orthogonal array design

水平	因素		
	A SSPS/%	B 米水比	C 粳米糯米比
1	0.1	1:1	2:8
2	0.2	1:0.9	3:7
3	0.3	1:0.8	4:6

1.3.5 品质评定方法

1.3.5.1 质构分析法

TPA测试,P/0.5S探头,测前速度4mm/s,测试速度6mm/s,测后速度4mm/s,压缩距离10mm。两次压缩间隔时间5s、力量元25kg、触发力5g、数据收集率200pps。测得米饭汉堡米饭饼的表面硬度、耐咀嚼性。

1.3.5.2 感官品评法

表2 米饭汉堡感官评价表

Table 2 Sensory evaluation standards of rice burger

指标	描述	分值	指标	描述	分值
香味(20)	具有米饭特有香味，香浓	18~20	适口(30)	清爽，有黏性，不黏牙	8~10
	具有米饭特有香味，清香	15~17		黏性(10)	有黏性，基本不黏牙
	具有米饭特有香味，香气不明显	12~14	有黏性，黏牙；或无黏性		0~4
	无香味，但无异味	7~12	弹性(10)	有嚼劲	8~10
	有异味	0~7		稍有嚼劲	5~7
颜色(7)	米粒颜色洁白	6~7		米饼疏松、发硬或较软	0~4
	米粒颜色正常	4~5		软硬度(10)	软硬适中，柔韧
	米粒发黄或发灰	0~3	感觉略硬或略软		5~7
	有明显光泽	7~8	感觉很硬或很软		0~4
	光泽(8)	稍有光泽	5~6		滋味(20)
形态(25)	无光泽	0~4	咀嚼时，有淡淡的清香和甜味	11~15	
	结构紧密、完整性好	8~10	咀嚼时，无清香和甜味，但无异味	6~10	
	完整性(10)	大部分结构紧密	5~7	咀嚼时，有异味	
		结构松散，饭粒爆花	0~4	有嚼劲，黏弹性好，整体性好	4~5
			冷后质地(5)	稍有嚼劲，稍硬或稍软，黏弹性差	2~3
				米饼松散、板结、干裂或太软，口感劣	0~1

参考GB/T 15682—2008《粮油检验:稻谷、大米蒸煮食用品质感官评价方法》制定感官评价表,见表2。组织8位感官评定员对米饭汉堡进行评价,主要对香味、形态、适口、滋味和冷后质地5个指标进行综合考评,满分100分。

2 结果与分析

2.1 粳米糯米比对米饭汉堡质构特性的影响

由于粳米和糯米中直链淀粉、支链淀粉的含量差别较大^[2],不同粳米糯米比制做的米饭汉堡在质构特性上有较大区别。在粳米糯米比1:9、2:8、3:7、4:6、5:5条件下制作米饭汉堡,经TPA质构分析得到表面硬度和耐咀嚼性值,如图1所示。

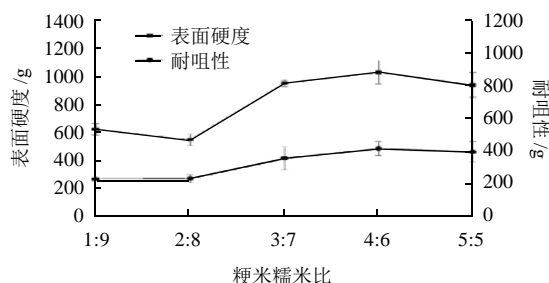


图1 粳米糯米比对米饭汉堡质构特性的影响

Fig.1 Effect of japonica rice-to-glutinous rice ratio on texture properties of rice burger

由图1可知,随着糯米比例增大,米饭汉堡的表面硬度和耐咀嚼性增加,在粳米糯米比为4:6时达到最大值,之后略有下降。这是由于糯米中支链淀粉含量高达99%左右,糊化后米饭较软糯、黏性大,而粳米中

直链淀粉含量在 16%~21% 左右^[2], 糊化后米饭较干硬、松散、黏性差, 冷却后口感差。从米饭汉堡的成形性和口感要求出发, 粳米糯米比以 4:6 最为合适。

2.2 米水比对米饭汉堡质构特性的影响

在米水比 1:0.8、1:0.9、1:1、1:1.1、1:1.2 条件下制作米饭汉堡, 经 TPA 质构分析得到表面硬度和耐咀嚼性值, 结果如图 2 所示。

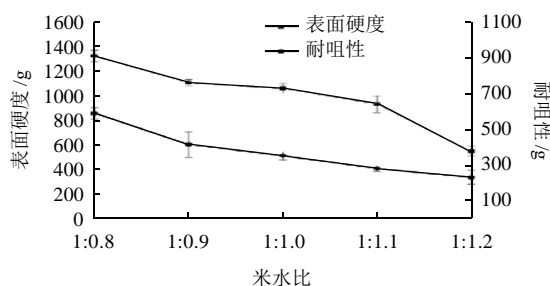


图2 米水比对米饭汉堡质构特性的影响

Fig.2 Effect of rice-to-water ratio on texture properties of rice burger

由图 2 可知, 随着水量的增加, 米饭汉堡的表面硬度和耐咀嚼性值不断下降, 在米水比为 1:1.2 时达到最小值。这是由于淀粉在糊化时受热吸水膨胀, 分子内和分子间氢键断裂, 淀粉扩散、晶体结构消失, 三维网状的淀粉分子包裹着水分子^[3-4], 变成半透明黏稠状, 产生黏弹性^[5-6], 宏观上表现为米饭的表面硬度和耐咀嚼性。米饭汉堡在不同米水比条件下制作时, 浸泡在水中的大米会有淀粉颗粒和可溶性维生素溶出, 使水溶液浓度增加。在高米水比条件下, 水溶液中溶出物浓度高, 水的渗透性低, 大米吸水率低, 则制作的米饭汉堡较结实、饭粒颗粒分明、整体性好, 表面硬度和耐咀嚼性较好。在低米水比条件下, 水溶液中溶出物浓度低, 水的渗透性高, 大米吸水率高, 则制作的米饭汉堡较软烂、整体性差, 表面硬度和耐咀嚼性较低。从表面硬度和耐咀嚼性来看, 选择米水比的最佳比为 1:0.8。

2.3 浸泡时间对米饭汉堡质构特性的影响

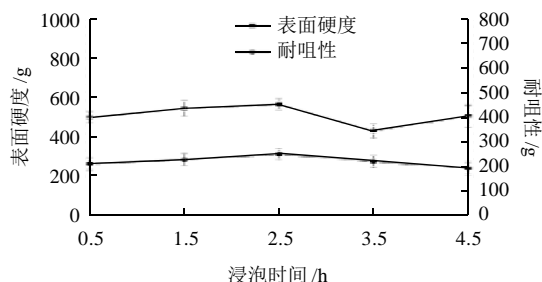


图3 浸泡时间对米饭汉堡质构特性的影响

Fig.3 Effect of soaking time on texture properties of rice burger

浸泡时间会影响大米的吸水量, 从而影响米饭的质构特性。在浸泡时间 0.5、1.5、2.5、3.5、4.5h 条件

下制作的米饭汉堡, 经 TPA 质构分析得到表面硬度和耐咀嚼性值, 结果见图 3。

由图 3 可知, 随着大米浸泡时间从 0.5h 延长到 4.5h, 米饭汉堡的表面硬度和耐咀嚼性值虽有波动, 但总体变化不大。这是由于大米在浸泡时有一个自身吸水、体积膨胀, 水分在其内部均匀分布并逐渐趋于饱和的过程。大米在浸泡 1.5~2.5h 时, 米粒吸水率已基本处于平衡, 含水量达到饱和^[7], 则米饭能充分糊化, 米饭汉堡质构特性较好。浸泡 0.5h 时, 米粒还没有充分吸水, 导致米饭在蒸煮过程中不能完全糊化, 降低了米饭的黏弹性, 使米饭汉堡缺乏整体强韧性, 则表面硬度和耐咀嚼性值偏低。而浸泡 2.5h 以上时, 大米吸水量增加甚微, 且米粒会因膨胀过度而破裂, 并造成淀粉颗粒的溶出和水溶性维生素的流失。结合生产实际情况, 浸泡时间确定为 1.5h 比较合适。

2.4 品质改良剂对米饭汉堡质构特性的影响

2.4.1 大豆多糖添加量对米饭汉堡质构特性的影响

按大豆多糖添加量 0.1%、0.3%、0.5%、0.7%、0.9% 制作米饭汉堡, 经 TPA 质构分析得到表面硬度和耐咀嚼性值的结果如图 4 所示。

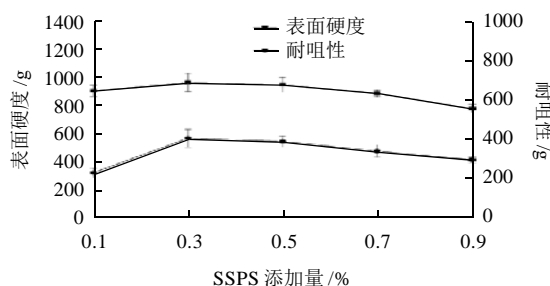


图4 SSPS 添加量对米饭汉堡质构特性的影响

Fig.4 Effect of SSPS amount on texture properties of rice burger

由图 4 可知, 随着 SSPS 添加量从 0.1% 增加到 0.3%, 米饭汉堡的表面硬度和耐咀嚼性值增加, 但 SSPS 添加量继续增加时, 表面硬度和耐咀嚼性值呈缓慢下降的趋势。这一现象可能与 SSPS 的网络结构^[8-12]有关: 在 0.1%~0.3% 的低添加量下, SSPS 能直接渗入并包被直链淀粉分子胶束^[13], 使米饭表面变得结实^[14], 米饭汉堡的表面硬度和耐咀嚼性值增大; 当 SSPS 添加量增加时, SSPS 的包被作用使米饭汉堡淀粉胶束表面形成水合层, 且水合层随着添加量的增加而趋于饱和, 此时米饭汉堡表面硬度和耐咀嚼性值略有下降。从试验结果看, SSPS 添加量以 0.3% 为最佳。

2.4.2 复合胶添加量对米饭汉堡质构特性的影响

黄原胶与魔芋胶的 β -1,4 键的多糖分子易发生嵌合作用, 在一定条件下共混可以产生明显的协同增效作用, 得到凝胶, 且当两者共混比例为 7:3、总添加量为

1% 时, 可达到协同相互作用的最大值^[15]。黄原胶和魔芋胶以 7:3 的比例混合, 按 0%、0.075%、0.15%、0.3%、0.4% 的质量比添加在米饭汉堡中。经 TPA 质构分析得到表面硬度和耐咀嚼性值, 试验结果如图 5 所示。

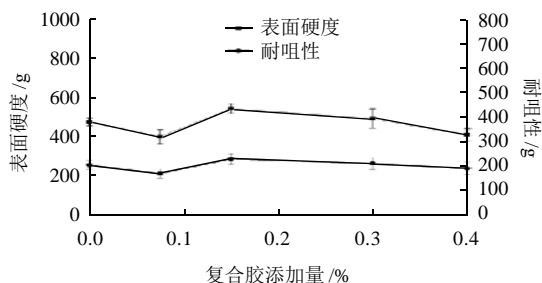


图5 复合胶对米饭汉堡质构特性的影响

Fig.5 Effect of compound gum (mixed xanthan gum and konjac glucomannan in a proportion of 7:3) amount on texture properties of rice burger

由图 5 可知, 随着复合胶添加量的增加, 米饭汉堡的表面硬度和耐咀嚼性值的增加并不十分显著, 这是由于黄原胶和魔芋胶共混后形成的是热可逆凝胶^[15], 加热会减弱其凝胶强度。且添加量低于 1% 时, 只能增加米饭汉堡的黏性, 并不能产生良好的凝胶性。另外, 魔芋胶在碱性环境下才能凝胶^[15], 而米饭汉堡是由经过适当调酸的米饭制成的, 这对凝胶性也产生一定影响。从质构特性的改良效果来看, 以 0.15% 的添加量较好。

2.5 米饭汉堡工艺条件的优化

在单因素试验基础上, 选取对米饭汉堡表面硬度和耐咀嚼性影响较大的 3 个因素, 粳米糯米比、米水比、SSPS 添加量, 进行正交试验 $L_9(3^3)$, 通过感官评定来优化工艺条件。结果及分析见表 3。

表3 米饭汉堡工艺优化正交试验结果及分析

Table 3 Experimental design and corresponding results for orthogonal array analysis

试验号	A	B	C	感官得分
1	1	1	1	83.3
2	1	2	2	80.4
3	1	3	3	66.7
4	2	1	2	80.9
5	2	2	3	81.3
6	2	3	1	77.6
7	3	1	3	81.5
8	3	2	1	73.5
9	3	3	2	82.9
k_1	76.80	81.91	78.15	
k_2	79.93	78.39	81.39	
k_3	79.28	75.70	76.47	
R	3.133	6.210	4.917	

由表 3 可知, $R_B > R_C > R_A$, 即对米饭汉堡感官品

质影响的主次顺序为米水比>粳米糯米比>SSPS。最后选取米饭汉堡的优化工艺条件为 $A_2B_1C_2$, 即 SSPS 添加量为 0.2%、米水比为 1:1、粳米糯米比为 3:7。

3 结 论

以米饭汉堡的质构特性为指标, 通过单因素试验, 确定米饭汉堡的工艺条件为粳米糯米比 4:6、米水比 1:0.8、浸泡时间 1.5h、SSPS 添加量为 0.3%、复合胶添加量 0.15%。

在单因素试验的基础上, 选取粳米糯米比、米水比和 SSPS 添加量为主要因素, 以感官评定为依据, 通过正交试验得到米饭汉堡的优化工艺条件为粳米糯米比为 3:7、米水比为 1:1、SSPS 添加量为 0.2%, 影响试验结果的主次因素为米水比>粳米糯米比>SSPS 添加量。米饭汉堡在这个优化工艺条件下, 所得产品品质最佳。

参考文献:

- [1] 王钦德, 杨坚. 高级食品试验设计与统计分析[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 70-73.
- [2] 傅晓如. 米制品加工工艺与配方[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 2-17.
- [3] 丁文平, 王月慧, 丁霄霖. 大米淀粉凝胶和回生机理的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003(3): 11-14.
- [4] 赵思明, 熊善柏, 张生华. 稻米淀粉糊老化过程的流变学和质构特性[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(2): 161-165.
- [5] 胡强, 孟岳成. 淀粉糊化与回生的研究[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(5): 63-66.
- [6] YU Shifeng, MA Ying, SUN Dawen. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage[J]. Journal of Cereal Science, 2009, 50(2): 139-144.
- [7] 关东胜, 成明华, 张慧敏, 等. 不同条件对大米浸泡效果的研究[J]. 粮油食品科技, 2002(6): 20-22.
- [8] FUNAMI T, NAKAUMAA M, NODAA S, et al. Effects of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch: Soybean-soluble polysaccharide and gum arabic[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(8): 1528-1540.
- [9] XU Fang, WATANABEY, ADACHI S, et al. Microencapsulation of linoleic acid with low-and high-molecular-weight component of soluble soybean polysaccharide and its oxidation process[J]. Bioscience Biotechnology Biochemistry, 2003, 67(9): 1864-1869.
- [10] FURUTA H, NAKAMURA A, ASHIDA H, et al. Properties of rice cooked with commercial water-soluble soybean polysaccharides extracted under weakly acidic conditions from soybean cotyledons[J]. Bioscience Biotech Biochem, 2003, 67(4): 677-683.
- [11] 谭永辉, 李俊, 李军国, 等. 水溶性大豆多糖对淀粉糊化特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(3): 51-54.
- [12] 谭永辉, 李俊, 李军国, 等. 水溶性大豆多糖对淀粉老化特性的影响[J]. 食品工业科技, 2008(4): 93-95.
- [13] MINEMOTO Y, XU Fang, HAKAMATA K, et al. Oxidation of linoleic acid encapsulated with soluble soybean polysaccharide by spray-drying[J]. Bioscience Biotechnology Biochemistry, 2002, 66(9): 1829-1834.
- [14] 刘新旗. 大豆多糖类在米饭上的应用[J]. 农产品加工, 2008(1): 54-55.
- [15] 胡国华. 功能性食品胶[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 383-384.