

亲水胶体对小麦玉米混合粉及馒头品质的影响

李文钊, 史宗义, 杜依登, 时瀛洲, 高瑞飞, 阮美娟
(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 以玉米粉和小麦粉为原料, 研究了黄原胶、瓜尔豆胶、羧甲基纤维素钠、魔芋胶 4 种亲水胶体不同的添加量 (0.5%、1%、1.5%、2%) 对混合粉粉质特性 (吸水率、面团形成时间、稳定时间、弱化度) 和小麦玉米混合粉馒头品质 (比容、硬度、弹性、感官评分) 的影响。用粉质仪测定混合粉的粉质特性, 用体积测定仪测定小麦玉米混合粉馒头的比容, 用质构仪测定小麦玉米混合粉馒头的硬度和弹性。结果表明: 四种胶体均能增大混合粉的吸水率、面团形成时间、稳定时间, 降低弱化度, 但有一定的差异。黄原胶对粉质特性的影响最显著, 然而添加了黄原胶的小麦玉米混合粉馒头品质较差。添加适量的瓜尔豆胶、羧甲基纤维素钠、魔芋胶可改善小麦玉米混合粉馒头的品质。其中, 2% 魔芋胶的比容最大, 0.5% 魔芋胶的硬度最小, 2% 羧甲基纤维素钠的弹性最大, 感官评分最高。

关键词: 小麦玉米混合粉馒头; 胶体; 粉质特性; 品质

文章编号: 1673-9078(2014)10-63-67

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.10.012

Effects of Hydrocolloids on the Quality of Wheat-corn Mixed Flour and Steamed Bun

LI Wen-zhao, SHI Zong-yi, DU Yi-deng, SHI Ying-zhou, GAO Rui-fei, RUAN Mei-juan

(College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: Using corn and wheat flour as raw materials, the effects of four hydrocolloids (xanthan gum, guar gum, carboxymethyl cellulose sodium, and konjac gum) at different dosages (0.5 %, 1%, 1.5%, and 2%) on the farinograph properties of mixed flour (water absorption, dough formation time, stabilization time, and degree of softening) and the qualities of wheat-corn mixed-flour steamed bun (specific volume, hardness, springiness, and sensory evaluation) were investigated. The farinograph properties were analyzed by a farinograph. The specific volume of wheat-corn mixed-flour steamed bun was measured by a volume meter. The hardness and springiness were measured by a texture analyzer. The results showed that all four hydrocolloids increased the water absorption, dough formation time, and stabilization time of the mixed flour while reducing the degree of softening, albeit some differences were observed. Although the effect of xanthan gum on the farinograph properties was the most remarkable, its effect on wheat-corn mixed-flour steamed bun was out of expectation. The qualities of wheat-corn mixed-flour steamed bun were improved by adding appropriate amounts of guar gum, sodium carboxymethyl cellulose, and konjac glucomannan. Specifically, the specific volume of the mixed steamed bun was the maximum with adding 2% konjac glucomannan, the hardness was the minimum with adding 0.5% konjac glucomannan, and the springiness and sensory quality scores were the highest with adding 2% sodium carboxymethyl cellulose.

Key words: wheat-corn mixed-flour steamed bread; hydrocolloids; farinograph property; quality

玉米是世界上分布最广泛的粮食作物之一, 也是世界公认的黄金作物, 含有丰富的钙、磷、铁、纤维素、胡萝卜素、维生素 B₁、维生素 B₂、不饱和脂肪酸, 还有谷固醇、卵磷脂等, 能降低胆固醇, 预防高血压、冠心病、心肌梗塞的发生, 延缓脑功能退化。随着人们生活水平的提高, 城乡居民粮食消费结构中, 粗粮比重大幅度下降。由于小麦粉、大米等加工精度的提

收稿日期: 2014-04-26

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题 (2012BAD33B00)

作者简介: 李文钊 (1970-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为食品加工与保鲜

高, 导致了大量膳食纤维、B 族维生素及矿物质的流失, 加之食物过于单调、动物性脂肪食用增多等原因, 我国高血压、心血管病、糖尿病等人群发病率不断上升。因此, 改变现有的膳食结构, 增加粗粮的摄入量使食物营养更全面, 已成为不可阻挡的趋势。

馒头是我国的传统主食, 深受我国广大人民的喜爱。将玉米添加到小麦粉中来制作出营养全面的馒头, 一方面有利于提高玉米的附加值, 另一方面又可使小麦、玉米的营养互补, 改善人们营养失衡的状况, 满足现代人追求营养保健的要求。由于只有小麦粉中的蛋白质能形成面筋网络结构, 玉米粉中不含面筋蛋白,

故玉米粉面团加工性质较差, 缺乏粘弹性, 且柔韧性差。因此, 目前市场上所销售的玉米粉馒头大多是少量添加玉米粉的小麦玉米混合粉馒头, 口感较粗糙, 质地较硬, 不喧软, 且工业化程度低。关于添加亲水胶体等品质改良剂改进小麦玉米混合粉馒头品质的研究, 目前鲜有报道。

亲水胶体在吸水溶胀后形成交联的网络, 与面筋网络互相交叉贯穿, 可提高面团的加工特性, 增强面团的强度和持气性。本文以玉米粉和小麦粉为主要原料, 利用粉质仪、体积测定仪和质构仪, 研究黄原胶、瓜尔豆胶、羧甲基纤维素钠(简称 CMC)、魔芋胶^[1]对混合粉粉质特性和小麦玉米混合粉馒头(简称混合粉馒头)品质的影响, 以期制备品质良好的杂粮蒸制食品提供参考。

1 材料与方法

1.1 原料

玉米粉, 市售; 小麦粉(蛋白质含量 12.8%, 湿面筋含量 30.4%), 天津利金粮油股份有限公司; 高活性干酵母, 安琪酵母股份有限公司; 白砂糖, 临沂市泰沂食品有限公司; 黄原胶、瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶, 上海凯惠食品添加剂有限公司。

1.2 主要仪器设备

TBF-32 发酵箱, 加拿大雷鸟食品机械有限公司; doughLAB 全自动粉质分析仪, 澳大利亚波通公司; BVM6630 面包体积测定仪, 澳大利亚波通公司; TA.XT.Plus 质构仪, 英国 Stable Micro System 公司; KMC 和面机, 英国健伍股份有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 混合粉馒头基础配方

小麦粉 70 g, 玉米粉 30 g, 干酵母 1 g, 糖 3 g, 水及胶体适量。

1.3.2 混合粉馒头制作工艺

1.3.2.1 工艺流程

配料→面团调制→发酵→成型→醒发→蒸制→冷却→包装

1.3.2.2 操作要点

(1) 原料预处理: 酵母活化时活性干酵母、砂糖、水质量比为 1:0.5:10, 水温 30 ℃, 调成液状活化 10 min; 砂糖须用温水溶解, 待全部溶解过滤后使用, 温水分散胶体成溶液。

(2) 面团的调制: 将称量好的小麦粉、玉米粉放入和面机, 搅拌混合均匀后, 加入酵母液和其他液体原料, 充分搅拌均匀, 约 18 min。

(3) 发酵: 温度 30 ℃, 相对湿度 85%, 时间 60 min。

(4) 成型: 将发酵好的面团经手工按压、翻折后, 等量分块, 搓圆。

(5) 醒发: 温度 35 ℃, 相对湿度 85%, 时间 25 min。

(6) 蒸制: 上汽后保持时间 20 min。

1.3.3 试验设计

1.3.3.1 胶体对混合粉粉质特性的影响

采用 doughLAB 全自动粉质仪分析胶体对混合粉粉质特性的影响。在 30% 玉米粉和 70% 小麦粉组成的混合粉中, 分别添加 0.5%、1%、1.5%、2% 的黄原胶、瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶, 研究不同胶体不同添加比例对面团调制过程中混合粉的吸水率、面团形成时间、稳定时间、弱化度的影响。

1.3.3.2 胶体对混合粉馒头品质的影响

在 300 g 混合粉(玉米粉:小麦粉=3:7)的基础上, 分别添加 0.5%、1%、1.5%、2% 的黄原胶、瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶, 根据粉质仪测得的吸水率确定不同配方适宜加水量(适宜加水量为吸水率的 75%^[2]), 按照 1.3.2.1 制作混合粉馒头, 对蒸制好的馒头进行比容、硬度、弹性的测定和感官评价。

1.3.4 测定方法

1.3.4.1 混合粉粉质曲线测定

按照 GB/T 14614-2006 规定的方法, 用 doughLAB 全自动粉质分析仪进行测定。

1.3.4.2 混合粉馒头比容测定

蒸制好的馒头冷却 1 h 后, 用 BVM6630 面包体积测定仪测定。

1.3.4.3 混合粉馒头硬度、弹性的测定

使用 TA.XT.Plus 质构仪, 采用 Texture Profile Analysis (TPA) 测试模式, 选用 P36R 探头, 测定混合粉馒头的硬度和弹性。蒸制好的馒头冷却 1 h 后, 放平, 用刀将馒头从中间自上而下垂直切成均匀的两部分, 再分别切出厚度为 2 cm (± 0.1 cm)、上下切面平整的馒头片, 作为待测样品。测试参数设置为: 测前速度为 1 mm/s, 测试速度为 1 mm/s, 测后速度为 1 mm/s, 压缩率为 75%。取 6 次测定的平均值作为最终的混合粉馒头的质地参数。

1.3.4.4 混合粉馒头感官评价

混合粉馒头评分项目配见表 1, 满分 100 分^[3]。

表 1 混合粉馒头的感官评分标准

Table 1 Sensory scoring criteria of the mixed-flour steamed bun

项目	分数	评分标准	
表面色泽	10	高分给予颜色均匀的表皮	
外部	表面光亮度	10	高分给予光亮的表皮
	表皮光滑度	10	高分给予很光滑, 不起皱, 无气泡、硬块、小麻点、烫斑或起皱的表皮
内瓤均匀度	15	高分给予气孔细小分布均匀, 层次性好的内瓤结构	
韧性(筋道)	10	高分给予有咬劲, 耐咀嚼, 不易掉渣的内瓤	
内部	弹性	10	高分给予用手指按压后复原性好, 回弹快的瓤
	硬度	10	高分给予柔软适度的瓤
	黏性	10	高分给与爽口、不粘牙的瓤
	滋味	10	高分给予味道正常可口, 无异常味道的瓤
	气味	5	高分给予具有发酵面制品的清香, 没有酸味或其它怪味的瓤

1.3.5 数据处理与统计分析

采用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析 (ANVOA), 用邓肯氏多重检验用来确定数据间的差异, 显著水平为 $P < 0.05$; 采用 Origin 9.0 软件进行图形处理。

2 结果与讨论

2.1 胶体对混合粉粉质特性的影响

胶体种类、添加量对混合粉粉质特性的影响结果如表 2 所示。

由表 2 可知, 随着胶体添加量的增加, 混合粉的吸水率逐渐增大, 其中添加黄原胶的增加趋势最显著。面团吸水率增加, 是因为胶体具有较强的亲水性和持水性, 胶体结构中的羟基有很强的水分吸附能力^[4]。

同时随着胶体添加量的增加, 混合粉的形成时间逐渐增大, 添加黄原胶和 CMC 的增加趋势较显著。形成时间的大小跟面团的弹性、柔韧性有关系。胶体能与面粉中的某些蛋白质紧密结合形成稳定的胶凝体, 提高面团的弹性^[5], 从而使混合粉的形成时间增大。

表 2 胶体对混合粉粉质特性的影响

Table 2 Effects of hydrocolloids on farinograph properties of the mixed flour

组别	添加量/%	吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU
对照组	0	59.75±0.33 ^a	1.60±0.75 ^{bc}	1.55±0.27 ^c	152.10±9.56 ^j
黄原胶	0.5	61.82±0.51 ^b	1.65±0.63 ^b	1.40±0.43 ^b	136.22±7.34 ^g
	1.0	64.83±0.25 ^e	2.00±0.57 ^f	1.50±0.69 ^c	111.25±5.11 ^d
	1.5	66.31±0.30 ^f	4.30±0.66 ^k	7.10±1.83 ⁿ	71.43±8.05 ^b
	2.0	67.53±0.65 ^g	8.70±1.33 ^l	16.00±2.75 ^o	50.12±12.17 ^a
	0.5	61.72±0.54 ^b	1.40±0.25 ^a	1.30±0.44 ^a	166.35±7.03 ^m
瓜尔豆胶	1.0	62.63±0.26 ^{bc}	1.70±0.53 ^c	1.80±0.57 ^d	154.02±8.15 ^k
	1.5	63.02±0.30 ^{cd}	2.00±0.58 ^f	3.00±0.75 ^j	121.45±9.04 ^e
	2.0	62.91±0.35 ^{cd}	2.40±0.72 ^h	3.20±0.76 ^k	122.45±4.06 ^e
CMC	0.5	60.45±0.45 ^a	1.90±0.63 ^e	2.20±0.61 ^g	146.43±6.09 ⁱ
	1.0	61.61±0.53 ^b	2.20±0.58 ^g	2.40±0.53 ^h	139.72±5.50 ^h
	1.5	63.86±0.55 ^d	2.80±0.75 ⁱ	3.50±0.87 ^l	127.00±4.41 ^f
魔芋胶	2.0	62.12±0.68 ^{bc}	3.40±0.41 ^j	4.40±1.36 ^m	107.63±6.53 ^c
	0.5	61.87±0.25 ^b	1.70±0.39 ^c	2.00±0.51 ^f	147.43±7.12 ⁱ
	1.0	63.02±0.57 ^{cd}	1.80±0.52 ^d	1.80±0.73 ^d	169.82±3.01 ⁿ
	1.5	62.45±0.45 ^{bc}	1.80±0.59 ^d	1.90±0.86 ^e	173.92±5.71 ^o
	2.0	63.73±0.72 ^d	2.00±0.76 ^g	2.60±0.98 ⁱ	157.15±6.43 ^l

注: 1吸水率: 以14%水分为基础, 每100g面粉在粉质仪中揉成最大稠度为500 FU的面团需要的水量; 2面团形成时间: 从加

水开始到粉质曲线达到并保持最大稠度所需要的时间；3稳定时间：通过粉质曲线峰值中点的水平线与曲线相交的两个交点之间的时间差值。4弱化度：指粉质曲线最高点的中心与达到最高点后12 min时曲线中心之间的差值。不同字母间表示有显著性差异 ($P < 0.05$)。

实验结果显示，随着胶体添加量的增加，混合粉的稳定时间逐渐提高，弱化度逐渐减小。添加黄原胶的增加趋势最显著。在 SB/T 10139-93(中华人民共和国行业标准 馒头用小麦粉)中，对粉质曲线稳定时间的要求为不小于 3 min^[6]。由表可知，当黄原胶、瓜尔豆胶、CMC 的添加量为 1.5%、2%时均使混合粉满足了这一条件。亲水胶体可以增加面团羟基键与蛋白质的反应^[7]，并可与小麦粉中面筋相互作用连成一体，形成复合物^[8]，从而增加面团耐揉性，提高面团搅拌耐力，使稳定时间延长、弱化度减小。

2.2 胶体对混合粉馒头品质的影响

2.2.1 胶体对混合粉馒头比容的影响

胶体种类、添加量对混合粉馒头比容的影响如图 1 所示。

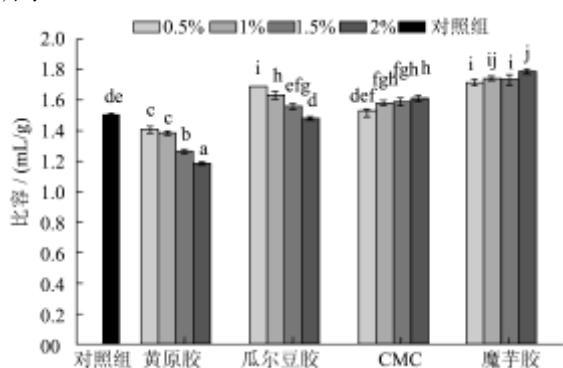


图 1 胶体对混合粉馒头比容的影响

Fig.1 Effects of hydrocolloids on the specific volume of the mixed-flour steamed bun

注：图中不同小写字母之间存在显著性差异， $P < 0.05$ ；图 2，图 3，图 4 同。

由图 1 可知，添加了瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶的混合粉馒头的比容均大于对照组。其中混合粉馒头的比容随 CMC、魔芋胶添加量的增大而增大，随着瓜尔豆胶添加量的增大而减小。添加黄原胶的混合粉馒头的比容比对照组小，而且随着添加量的增加而减小。

添加适量的胶体能增大混合粉馒头的比容，可能是胶体有助于面团形成适当的网络结构，增强面团气泡的界面强度，提高面团持气能力，使面团发酵过程中包络大量气体。在蒸制过程中，可形成较好的凝胶网络，使混合粉馒头比容明显增大^[9]。而添加黄原胶，混合粉馒头比容降低，可能是它使面团强度过大，结构致密，面团抗形变能力增加，不利于发酵过程中气泡的延伸，从而比容减小^[10]。

2.2.2 胶体对混合粉馒头硬度的影响

胶体种类、添加量对混合粉馒头硬度的影响如图 2 所示。

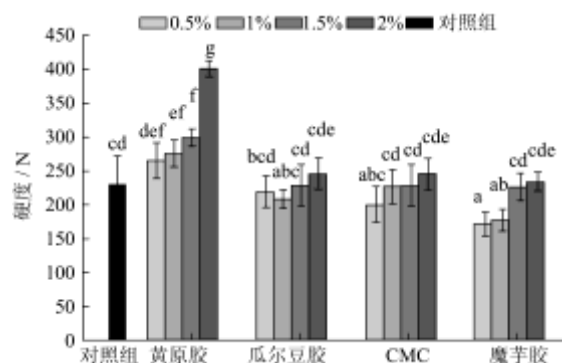


图 2 胶体对混合粉馒头硬度的影响

Fig.2 Effects of hydrocolloids on the hardness of the mixed-flour steamed bun

由图 2 可知，添加瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶对混合粉馒头的硬度具有改良作用。随着黄原胶、CMC、魔芋胶添加量的增加，混合粉馒头的硬度均逐渐增大；随着瓜尔豆胶添加量的增加，混合粉馒头的硬度先减小后增大，在添加量为 1% 时取得最小值。添加 1% 瓜尔豆胶、0.5% CMC、0.5% 和 1% 魔芋胶的混合粉馒头的硬度要小于对照组，其中 0.5% 的魔芋胶添加比例对混合粉馒头硬度改良效果最好。

添加适量的瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶能改善混合粉馒头的硬度可能是胶体分子阻止了溶胀淀粉颗粒间的相互作用，弱化了淀粉网络结构，使混合粉馒头硬度降低。而且亲水胶体具有高效的水分保持能力，可以有效地控制水分迁移，降低产品的脱水速率，从而起到抗硬化的作用^[11]。但当添加过量时混合粉馒头硬度增大，可能是过量的胶体吸水后形成的凝胶体系使混合粉馒头结构过于致密，从而硬度增大^[12]。

2.2.3 胶体对混合粉馒头弹性的影响

胶体种类、添加量对混合粉馒头弹性的影响如图 3 所示。

由图 3 可知，添加魔芋胶、1.5% 和 2% CMC 对混合粉馒头的弹性具有改良作用。随着 CMC 添加量的增加，混合粉馒头的弹性逐渐增大，2% 的 CMC 添加比例对混合粉馒头的弹性改善效果最好；随着黄原胶、瓜尔豆胶添加量的增加，混合粉馒头的弹性逐渐减小；随着魔芋胶添加量的增加，混合粉馒头的弹性先增大后减小，在添加量为 1% 时取得最大值。玉米小麦混合粉的面筋含量较低，但胶体的粘结作用和凝胶的骨架强化作用，弥补玉米小麦粉面筋蛋白不足之缺陷，形成牢固的交联网状结构，使混合粉馒头的弹性得到

改善^[13]。

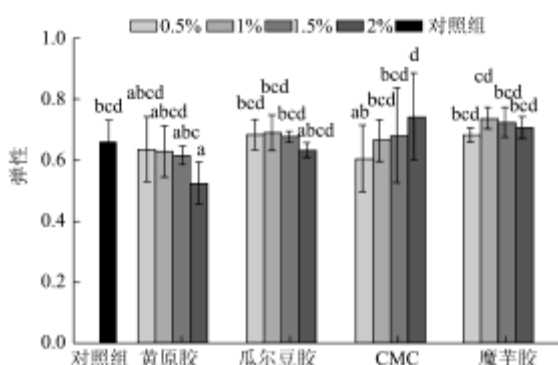


图3 胶体对混合粉馒头弹性的影响

Fig.3 Effects of hydrocolloids on the springiness of the mixed-flour steamed bun

2.2.4 胶体对混合粉馒头感官评分的影响

胶体种类、添加量对混合粉馒头感官评分的影响如图4所示。

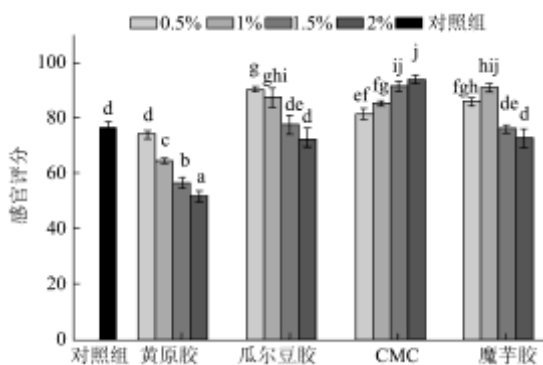


图4 胶体对混合粉馒头感官评分的影响

Fig.4 Effects of hydrocolloids on the sensory scores of the mixed-flour steamed bun

由图4可知,添加了CMC、0.5%和1%瓜尔豆胶、0.5%和1%魔芋胶能提高混合粉馒头的感官品质。随着黄原胶、瓜尔豆胶添加量的增加,混合粉馒头的感官评分逐渐减小;随着CMC添加量的增加,混合粉馒头的感官评分逐渐增大;随着魔芋胶添加量的增加,混合粉馒头的感官评分先增大后减小,在添加量为1%时取得最大值。其中2%的CMC添加比例对混合粉馒头感官品质改良效果最好。

对照组的混合粉馒头起发性较差,表面不光滑,凹凸不平,颜色不均匀,内部结构较致密。添加了瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶的混合粉馒头表面光滑,内部组织均匀,硬度降低,不易掉渣。然而添加了黄原胶的混合粉馒头表面粗糙程度增大,颜色暗黄。添加了1.5%、2%魔芋胶的混合粉馒头,入口稍有异味,应是魔芋胶本身的味道引起。

3 结论

3.1 胶体能明显改变小麦玉米混合粉的流变学特性,使混合粉的吸水率增大,稳定时间延长,弱化度减小。其中黄原胶对稳定时间、弱化度的改善最明显,但添加了黄原胶的小麦玉米混合粉馒头品质最差。这表明难以利用常规的评定小麦粉粉质曲线各项指标的标准来评判和预测小麦玉米混合粉馒头的品质好坏,需结合混合粉馒头蒸制实验进行判断。

3.2 添加适量的瓜尔豆胶、CMC、魔芋胶对混合粉馒头的比容、硬度、弹性、感官评分均有明显的改善作用,但添加过量会削弱这种改善作用,甚至恶化。4种胶体对混合粉馒头品质改善效果的大小为:CMC>魔芋胶>瓜尔豆胶>黄原胶。添加CMC的混合粉馒头感官品质最好,弹性得到最大改善。魔芋胶能显著增大混合粉馒头的比容,降低硬度。黄原胶的吸水溶胀性很强,可能0.5%的添加量已经超过了其适宜的添加量。

参考文献

- [1] 张中义,孟令艳,史嘉良,等.水溶性胶体对无麸质面包烘焙特性的影响[J].食品工业科技,2012,33(1):318-320
ZHANG Zhong-yi, MENG Ling-yan, SHI Jia-liang, et al. Effect of hydrocolloids on bread quality parameters in gluten-free formulations [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(1): 318-320
- [2] 苏东民.中国馒头分类及主食馒头品质评价研究[D].北京: 中国农业大学,2005
SU Dong-min. Studies on classification and quality evaluation of staple chinese steamed bread [D]. Peking: China Agricultural University, 2005
- [3] SB/T 10139-93,馒头用小麦粉[S]
SB/T 10139-93, Wheat flour of chinese steamed bread [S]
- [4] Guards A, Rosell CM, Benedito C, et al. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents [J]. Food Hydrocolloids, 2004, 18(2): 241-247
- [5] Torbica Aleksandra, Hadnadev Miroslav, Dapcevic Tamara. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour [J]. Food Hydrocolloids, 2010, 24(6-7): 626-632
- [6] GB/T 14614-2006,小麦粉面团的物理特性 吸水量和流变学特性的测定 粉质仪法[S]
GB/T 14614-2006, Wheat flour-physical characteristics of doughs-determination of water absorption and rheological properties using a farinograph [S]
- [7] Barcenas ME, Benedito C, Rosell CA. Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen

- storage [J]. *Food Hydrocolloids*, 2004, 18(5): 769-774
- [8] Demircesen Ilkem, Mert Behic, Sumnu Gulum, et al. Rheological properties of gluten-free bread formulations [J]. *Journal of Food Engineering*, 2010, 96(2): 295-303
- [9] McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread [J]. *Cereal Chemistry*, 2005, 82 (5): 609-615
- [10] Hager AS, Arendt EK. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat [J]. *Food Hydrocolloids*, 2013,32(1): 195-203
- [11] 钱平.小麦粉品质对馒头老化的影响及馒头抗老化研究[D].北京:中国农业大学,2005
QIAN Ping. Effect of wheat flour quality on chinese steamed bread staling and research on chinese steamed bread anti-staling [D]. Peking: China Agricultural University, 2005
- [12] Skara NKica, Novotni Dubravca, Cukelj Nilcolina, et al. Combined effects of inulin,pectin and guar gum on the quality and stability of partially baked frozen bread [J]. *Food Hydrocolloids*, 2013, 30(1): 428-436
- [13] Purhagen Jeanette K, Sjöo Malin E, Eliasson Ann-Charlotte. Starch affecting anti-staling agents and their function in freestanding and pan-baked bread [J]. *Food Hydrocolloids*, 2011, 25(7): 1656-1666