

亲水胶体对发芽糙米面包品质特性的影响

The effect of different hydrocolloids on the quality of the germinated brown rice bread

曹磊 夏青 宋玉 陆超群 陶澍 刘超

CAO Lei XIA Qing SONG Yu LU Chao-qun TAO Shu LIU Chao

(安徽省农业科学院农产品加工研究所, 安徽 合肥 230031)

(Institute of Agro-products Processing, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031, China)

摘要: 研究添加不同浓度的胶体(羟丙基甲基纤维素、海藻酸钠、黄原胶)对发芽糙米面包品质的影响。结果表明,不同胶体对面包的改善作用不同,且不同食品胶适宜添加浓度不同。与未添加胶体的发芽糙米面包相比,添加 2% 的羟丙基甲基纤维素,面包比容增大 25%,硬度降低 35%,弹性增加 9.5%,内聚性增加 9.8%;添加 0.1% 的海藻酸钠,面包比容增大 19%,硬度降低 31%,弹性增加 10%;而添加黄原胶,对高含量发芽糙米面包的品质无明显改善作用。

关键词: 发芽糙米;面包;胶体;品质特性

Abstract: The effect of different hydrocolloids on quality of the germinated brown rice (GBR) bread was investigated in this study, by adding different content of hydroxy propyl methyl cellulose, sodium alginate and xanthan gum. The results showed that different hydrocolloids had different effects and suitable adding concentration on the bread. Compared with the GBR bread without any hydrocolloids, the specific volume of bread increased by 25%, whereas its hardness decreased by 35%. However, the springiness and the cohesiveness increased by 9.5% and 9.8%, respectively, when added with 2% hydroxy propyl methyl cellulose in the bread. After adding 0.1% sodium alginate, the specific volume and the springiness of bread increased by 19% and 10% respectively, while the hardness decreased by 31%. However, the xanthan gum could not improve the quality of the GBR bread.

Keywords: germinated brown rice; bread; hydrocolloids; quality characteristic

随着现代社会生活节奏的快速发展,人们的饮食结构也随之发生变化,面包逐渐成为主食中的一部分。但单纯面粉制作的面包已经不能满足消费者对营养健康的需求,因此,

基金项目: 安徽省农业科学院学科建设项目(编号:16A1236);安徽省农业科学院科技创新团队(编号:14C1206)

作者简介: 曹磊,男,安徽省农业科学院农产品加工研究所助理研究员,硕士。

通信作者: 刘超(1963-),男,安徽省农业科学院农产品加工研究所研究员。E-mail:hfliuchao@tom.com

收稿日期: 2016-10-26

研究者致力于调整面包的制作配方,添加具有生物活性的物质,以期改善面包的营养价值。发芽糙米是将糙米在一定的湿度下进行恒温培养,经水或缓冲液浸泡后,使其胚乳长出幼芽后得到的制品^[1]。糙米经过发芽后,其矿物质、维生素、蛋白质、活性物质含量倍增,抗营养元素植酸显著下降^[2-3]。其中的活性物质 γ -氨基丁酸已被证实具有降血压^[4-5]、降低胆固醇^[6]、增强肝肾功能^[7]、抑制癌细胞增殖^[8-9]、促进睡眠和改善记忆力^[10]等功能。将发芽糙米粉添加到面包的制作配方中,虽然可以满足人们对营养健康的饮食追求,然而发芽糙米由于不具备面筋蛋白的黏弹特性,因此制作出的高含量发芽糙米面包品质下降,口感不易于消费者接受。国内外研究者^[11-14]通过添加食品添加剂如亲水胶体来改善因缺乏面筋蛋白而导致面包品质口感下降的问题。

亲水胶体的化学组成一般为蛋白质或天然多糖及其衍生物,其化学结构上大多含有亲水基团,如羟基、羧基等^[15],能够溶解在水中,并完全水化形成黏稠的溶液。在面制品中添加亲水胶体,能加强面筋与淀粉颗粒之间的相互作用,形成更强的三维网状结构,可以有效提高面团的黏度,改变面团的质构特性^[16-18]。但不同的亲水胶体结构组成不同,分子质量差异也很大,导致不同亲水胶体的亲水性、增稠性也各不相同,因此有必要系统地研究不同食品胶对面包品质的影响。利用食品胶来改良面制品特性的研究较多^[12-13, 16, 18],但通过食品胶改良以发芽糙米这类全谷物为原料的食品研究未见报道。本试验选用的羟丙基甲基纤维素(HPMC)、海藻酸钠、黄原胶在分类上分别属于合成类胶、海藻胶、微生物胶。试验通过研究羟丙基甲基纤维素(HPMC)、海藻酸钠、黄原胶对改善高含量发芽糙米面包品质的影响,旨在为食用胶应用于面筋蛋白含量较低的营养型面包产品中提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

1.1.1 材料与amp;试剂

高筋粉:厦门湖头食品有限公司;

糙米:安徽燕之坊食品有限公司;

羟丙基甲基纤维素(HPMC):北京鑫达食品添加剂有限公司;

黄原胶:内蒙古阜生物科技有限公司;

海藻酸钠:青岛明月海藻集团有限公司;

耐高糖干酵母、黄油、牛奶、白砂糖、食盐:食品级,市售。

1.1.2 仪器与设备

电子天平:BT457型,深圳市博途电子科技有限公司;

和面机:HM740型,青岛汉尚电器有限公司;

发酵箱:WFF-16A型,广州市泓锋食品机械有限公司;

电烤箱:WFC-101D型,广州市泓锋食品机械有限公司;

质构分析仪:TA.XTPlus型,英国 Stable Micro System (SMS)公司;

粉碎机:FW135型,天津市泰斯特仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 发芽糙米粉的制备 取同样砝谷条件下大小基本一致的糙米,清洗洁净,用质量分数为0.5%的次氯酸钠溶液浸泡消毒30 min后,用清水洗净、晾干,待用;将经过预处理的糙米在30℃的水中间歇通气(通气速率10 min/h,通气量60 L/min)下浸泡10 h;臭氧灭菌10 min后,用清水冲洗至无臭氧味,置于恒温培养箱中,保持35℃水中发芽22 h,使芽长达1~2 mm;并在90℃下灭酶20 min,50℃下干燥5 h,得到干燥洁净的发芽糙米^[19-20];将发芽糙米粉碎成粉末,待用。

1.2.2 面包的原料 主要有:高筋面粉、发芽糙米粉、糖、盐、鸡蛋、牛奶、酵母、黄油、胶体。其中,胶体添加量分别为0.1%~2.0%(以牛奶与鸡蛋混合液为基数)。

1.2.3 面包制备的方法

(1) 和面:按1.2.2称取原辅料,其中高筋面粉与发芽糙米粉按照6:4混合(总重量130 g),加入酵母1.95 g、糖30 g、盐1 g、黄油15 g,将鸡蛋搅拌均匀与牛奶按质量比1:1混合后,取75 g混合液加入混合粉中,混合搅拌和面。

(2) 成型:取出面团,用压片机将面团压两次,成长片,用手将面团从小端卷起,卷起时尽量压实以排出气体,然后将面团滚压数次,将接缝向下,放在事先涂有食用油的面包听中。

(3) 醒发:在温度35℃,相对湿度85%条件下醒发130 min。

(4) 烘烤:醒发结束后,放入烤箱,在下火温度为180℃,上火温度为200℃条件下烘烤40 min。

1.2.4 面包比容测定 面包冷却1 h后,用油菜籽置换法测面包体积,并称得面包质量。面包比容按式(1)计算:

$$v = \frac{V}{m}, \tag{1}$$

式中:

v——面包比容,mL/g;

V——面包体积,mL;

m——面包质量,g。

1.2.5 面包全质构测定 根据文献^[21]修改如下:面包在室温下冷却2 h后,取面包中心紧邻部位进行切片测试,切成

厚度约为1.5 mm的方块。

TPA测试条件:探头为25 mm的圆柱形平底探头,测试时探头的初始测试速度2 mm/s,测后速度为1 mm/s;触发力为10 g;收回距离为10 mm;压缩程度为75%,时间10 s。通过质构分析计算出面包样品的硬度、弹性、内聚性^[22]。

1.2.6 面包感官评定 选取5名食品科学专业人员进行感官评定。参照GB/T 14611—2008制订的评价标准见表1。

表1 面包品质评价标准

Table 1 Evaluation standard of bread

项目	评分细则	感官评价/分
	面包对称性好,无裂纹,颜色呈棕黄色	16~20
表皮状况 (满分20分)	对称性一般,表面平滑无斑,颜色呈现金黄色	10~15
	表皮粗糙,不平滑,颜色呈现红棕色	6~10
	对称性不好,塌陷,颜色呈现浅棕色	0~5
内部组织状态 (满分30分)	气孔细密,均匀、呈海绵状,孔壁薄	21~30
	气孔大、不均匀,孔壁较厚	11~20
	气孔大小不均,大孔洞很多	0~10
柔软度 (满分30分)	柔软、弹性较强,按下能很快恢复	21~30
	柔软,弹性稍弱,按下能较快回复	11~20
	不柔软,弹性很差,按下回复很慢或不能回复	0~10
口感 (满分20)	有面包香味,淡酵母味,味纯正,口感细腻	16~20
	有甜咸味,无面包香味,无异味,口感细腻	11~15
	味不太纯正,有轻度酸味或异味,口感粗糙	6~10
	味不太纯正,有异味,易掉渣和断裂	0~5

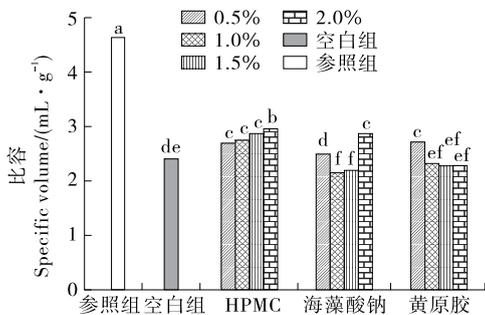
1.3 数据处理

所有试验重复测定至少3次,取其平均值,采用SPSS分析软件进行数据统计分析,运用方差分析法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 胶体对发芽糙米比容的影响

由图1可知,纯高筋面粉制作的面包比容明显高于添加40%的发芽糙米粉的面包比容,表明添加40%的发芽糙米粉,显著降低面包比容。为提高面粉中发芽糙米粉的含量而不降低面包的品质,添加0.5%、1.0%、1.5%、2.0%的HPMC、海藻酸钠以及黄原胶来提高高含量发芽糙米粉面包的比容。图1中可见,随着HPMC添加量的增加,发芽糙米面包比容逐渐提高;添加海藻酸钠后,面包的比容先减小,当浓度加到2.0%时,面包比容与空白组对比略有增加;添加0.5%的黄原胶后,发芽糙米面包比容增大,但继续增加黄原胶浓度后,发芽糙米面包与空白组面包比容大小相近,无显著性差异。



不同字母表示两组之间存在差异($P < 0.05$)

图 1 不同胶体对面包比容的影响

Figure 1 The effect of different hydrocolloids on the specific volume of bread

2.2 胶体对发芽糙米面包质构特性的影响

面包硬度指标是指使面包芯达到一定形变所需的力,是评价面包质构的主要指标,它与面包品质呈负相关,硬度越大,面包的柔软度越低,口感越差^[23-24]。由图 2 可知,对比参照组和空白组,添加发芽糙米粉后,面包硬度急剧增加。添加 HPMC,随着 HPMC 浓度的增加,面包硬度逐渐降低,尤其当浓度达到 2.0% 时,发芽糙米面包的硬度虽仍高于参照组,但已明显低于空白组;添加海藻酸钠后,面包硬度随着海藻酸钠浓度的增加而急剧升高;添加黄原胶后,面包的硬度也随着黄原胶浓度增加而逐渐增大。

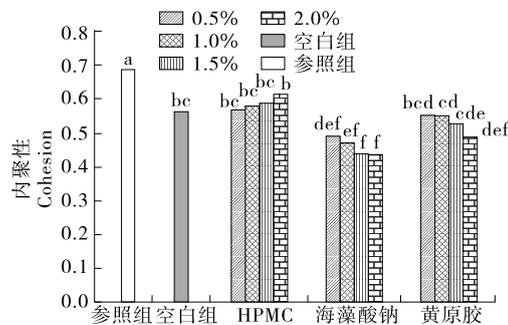
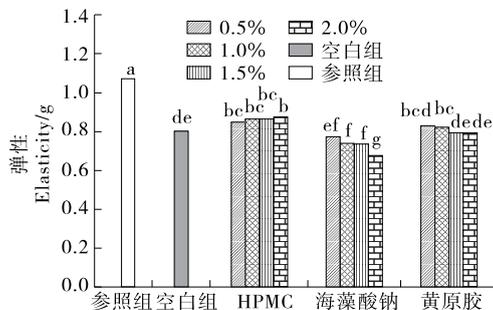
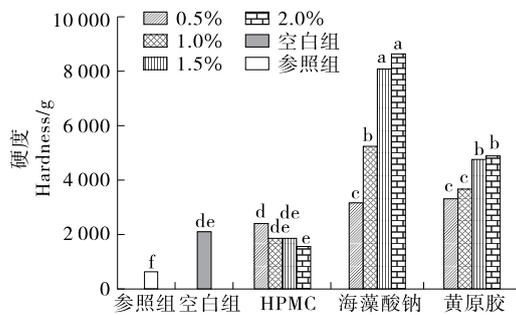
弹性是面包经过第一次压缩以后能够再恢复原状的程度,它与面包品质呈正相关,弹性值越大,面包越柔软有劲道。由图 2 可知,添加发芽糙米粉后,面包弹性显著性降低。添加 HPMC 的面包与空白组相比,弹性显著增加;添加海藻酸钠后,面包的弹性随着海藻酸钠浓度的增加,面包弹性逐渐降低;添加黄原胶后,面包的弹性与空白组未出现显著性差异。

内聚性表示面包经过第一次压缩变形后所表现出来的对第二次压缩的相对抵抗能力,它与面包品质成正相关,值越大面包口感越好^[22-23]。由图 2 可知,参照组与空白组的弹性之间存在明显的差异。当添加 0.5%~1.5% 的 HPMC,其内聚性与空白组相比未出现差异,但当浓度增加到 2.0% 时,内聚性显著性增大;添加海藻酸钠后,面包内聚性显然低于空白组;添加黄原胶后,面包内聚性与空白组无差异。

综合上述,可以发现,加入 2.0% 的 HPMC 后,面包的改善效果虽达不到参照组水平,但对发芽糙米面包已具有明显的改良效果,这可能是 HPMC 具有与淀粉相似的链状结构,且 HPMC 持水性较好,能将淀粉颗粒粘结起来而减少淀粉颗粒的流动性,又能将面包碎屑粘结,提高了面包的结合力,从而保持面包的水分^[25-26]。而加入 0.5%~2.0% 的海藻酸钠和黄原胶没有任何改良效果,反而出现反作用,这可能是由于海藻酸钠浓度过高,容易发生自凝现象,使得改良效果变差;高浓度黄原胶含有大量的羧基(COO^-)等亲水基团,吸附面团中大量的水分,面团因水分不足而变硬,面筋特性变差,导致面团在发酵过程中体积增加不明显,结构不松软^[23]。

2.3 胶体对发芽糙米面包感官特性的影响

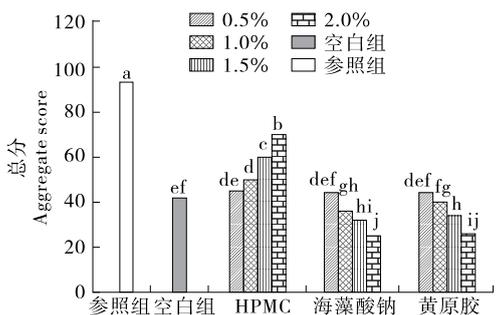
由图 3 可知,添加 2.0% 的 HPMC 制作的发芽糙米面包接



不同字母表示两组之间存在差异($P < 0.05$)

图 2 不同胶体对面包质构的影响

Figure 2 The effect of different hydrocolloids on the textural properties of bread



不同字母表示两组之间存在差异($P < 0.05$)

图 3 不同胶体对面包感官特性的影响

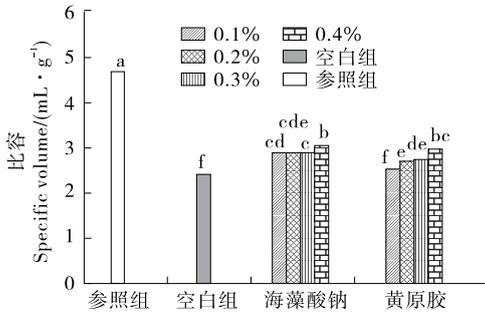
Figure 3 The effect of different hydrocolloids on the sensory characteristics of bread

受程度最高,其表皮平滑呈现金黄色、气孔大且较均匀、弹性稍弱、口感较细腻有面包香味;而添加 0.5%~2.0% 的海藻酸钠和黄原胶制作的发芽糙米面包口感极差,表皮较粗糙呈现红棕色、气孔大小不均匀、弹性较差、口感不太细腻易掉渣。

2.4 低浓度海藻酸钠和黄原胶对发芽糙米面包比容的影响

由于高浓度(0.5%~2.0%)海藻酸钠和黄原胶对发芽糙

米面包改良效果较差,因此调整海藻酸钠和黄原胶的浓度为0.1%~0.4%,胶体浓度降低,相对吸水率也降低,从而改善加入胶体后面包因失水而导致品质下降。低浓度胶体对发芽糙米面包比容影响见图4,添加0.1%的海藻酸钠后,面包比容明显增大,继续增加海藻酸钠浓度,面包比容与0.1%组未出现差异,而当浓度增加到0.4%后,面包比容比0.1%组略有增加;添加0.1%的黄原胶,面包比容与空白组相近,随着黄原胶浓度的增加,面包比容逐渐增大。



不同字母表示两组之间存在差异(P<0.05)

图4 海藻酸钠及黄原胶对面包比容的影响

Figure 4 The effect of sodium alginate and xanthan gum on the specific volume of bread

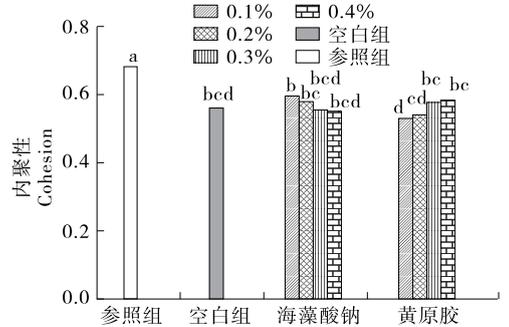
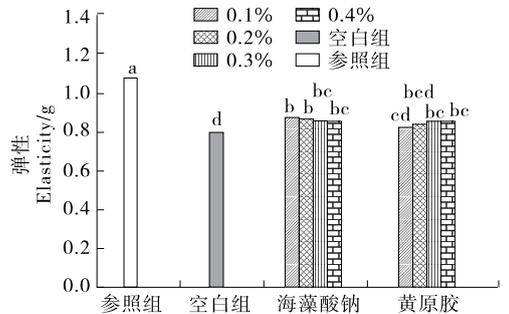
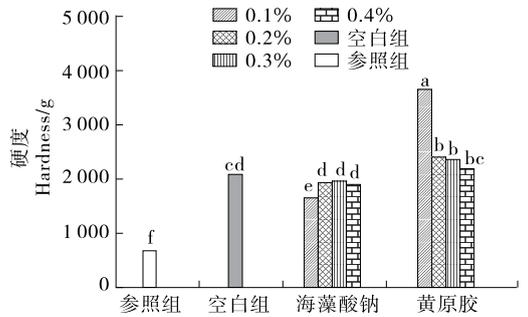
2.5 低浓度海藻酸钠和黄原胶对发芽糙米面包质构的影响

由图5可知,对比空白组,添加海藻酸钠后明显降低面包的硬度,改善面包的品质,提高了发芽糙米面包的可接受度;添加0.1%的黄原胶后,面包硬度反而增大,随着黄原胶浓度的增大面包的硬度降低,但与空白组对比并未有所改善,且明显高于参照组。添加0.1%的海藻酸钠,明显提高了发芽糙米面包的弹性,但增加海藻酸钠的浓度,面包弹性并未随着海藻酸钠浓度的增加出现显著性差异;添加0.1%的黄原胶后,面包弹性与空白组相比,弹性值相近,增加黄原胶的浓度,面包弹性与空白组相比,略有增加。添加海藻酸钠和黄原胶后,面包的内聚性与空白组相比,并未有所改变。

通过试验结果分析可以发现,添加0.1%的海藻酸钠,可以显著性改善发芽糙米面包的感官特性,这可能是低浓度海藻酸钠不会发生自凝现象,且可以与面筋蛋白相互作用产生更强的网络结构,并能保持发酵过程中产生的气体,改善面筋的持气性能,增强面团发酵稳定性,使面包比容增大,面团柔软性增强^[27-29]。添加黄原胶后,面包比容降低,硬度并未得到改善,可能是添加黄原胶后使面团强度过大,结构致密,反而提高了面团抗形变能力,不利于发酵过程中气泡的延伸,从而使得面包比容减小,硬度升高^[25-26]。

2.6 低浓度海藻酸钠和黄原胶对发芽糙米面包感官特性的影响

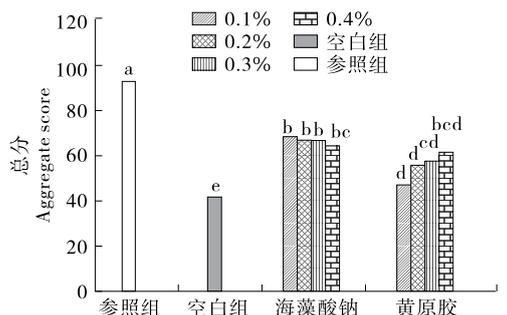
由图6可知,添加0.1%的海藻酸钠后对面包感官评价有一定程度改善的作用;相比0.5%~2%的黄原胶,添加0.1%~0.5%的黄原胶对发芽糙米面包口感虽略有改善,但其改善程度不及低浓度海藻酸钠和HPMC效果佳。



不同字母表示两组之间存在差异(P<0.05)

图5 海藻酸钠及黄原胶对面包质构特性的影响

Figure 5 The effect of sodium alginate and xanthan gum on textural properties of bread



不同字母表示两组之间存在差异(P<0.05)

图6 海藻酸钠及黄原胶对面包感官特性的影响

Figure 6 The effect of sodium alginate and xanthan gum on the sensory characteristics of bread

3 结论

本试验通过添加胶体改善发芽糙米含量较高时导致其制成的面包口感差的问题。研究表明,未添加胶体的高含量发芽糙米粉面包与纯面粉面包相比,比容小,结构紧密,硬度大,弹性较差;添加2%的HPMC和0.1%的海藻酸钠后可改善面包的品质,发芽糙米面包比容增大,结构松软,硬度

降低,弹性增大;感官综合品质提高,而黄原胶对面包未起到改良的作用。其中添加 2% 的羟丙基甲基纤维素,发芽糙米面包与未添加胶体的发芽糙米面包相对比,比容增大 25%,硬度降低 35%,弹性增加 9.5%,内聚性增加 9.8%;添加 0.1% 的海藻酸钠,发芽糙米面包比容增大 19%,硬度降低 31%,弹性增加 10%。本试验从面包常用的比容、质构、感官等指标考察了亲水性胶体对发芽糙米面包品质的影响,而亲水性胶体对面包发酵过程中酵母以及面包微观结构影响未做探讨,后续将通过电镜扫描等手段观察添加亲水胶体后原料微观结构的变化,为亲水性胶体改善发芽糙米面包品质提供更全面数据支持。

参考文献

- [1] 马先红,刘景圣,陈翔宇. 粮食发芽富集 GABA 及食品开发研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(21): 198-200.
- [2] WU Fang-fang, YANG Na, TOURÉ Alhassane, et al. Germinated brown rice and its role in human health [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2013, 53(5): 451-463.
- [3] ZHANG Qian, XIANG Jun, ZHANG Li-zhen, et al. Optimizing soaking and germination conditions to improve gammaaminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice [J]. *Journal of Functional Foods*, 2014, 10: 283-291.
- [4] KOMATSUZAKI N, TSUKAHARA K, TOYOSHIMA H, et al. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice[J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 78(2): 556-560.
- [5] MATSUO A, SATO K, PARK E Y, et al. Control of amylase and protease activities in a phytase preparation by ampholyte-free preparative isoelectric focusing for unrefined cereal-containing bread[J]. *Journal of Functional Foods*, 2012, 4(2): 513-519.
- [6] USUKI S, TSAI Y Y, MORIKAWA K, et al. IGF-1 induction by acylated steryl β -glucosides found in a pre-germinated brown rice diet reduces oxidative stress in streptozotocin-induced diabetes[J]. *PLoS one*, 2011, 6(12): e28693.
- [7] KIM H Y, YOKOZAWA T, NAKAGAWA T, et al. Protective effect of γ -aminobutyric acid against glycerol-induced acute renal failure in rats [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2004, 42(12): 2 009-2 014.
- [8] AL-WADEI H A N, ULLAH M F, AL-WADEI M. GABA (γ -aminobutyric acid), a non-protein amino acid counters the β -adrenergic cascade-activated oncogenic signaling in pancreatic cancer: A review of experimental evidence[J]. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2011, 55(12): 1 745-1 758.
- [9] OH C H, OH S H. Effects of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis[J]. *Journal of Medicinal Food*, 2004, 7(1): 19-23.
- [10] JIN Zhe, MENDU Suresh Kumar, BIRNIR Bryndis. GABA is an effective immunomodulatory molecule [J]. *Amino Acids*, 2013, 45(1): 87-94.
- [11] JEAN Bernard Ndayishimiye, 卢桂义, 黄卫宁, 等. 添加剂对甘薯-小麦复合面包面团发酵流变学及烘焙特性的影响[J]. *食品与机械*, 2014, 30(5): 15-26.
- [12] LAZARIDOU A, DUTA D, PAPAGEORGIOU M, et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations[J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 79(3): 1 033-1 047.
- [13] KOHAJDOVÁ Z, KAROVICOVÁ J. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods[J]. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2008, 7(2): 43-49.
- [14] 刘国琴,陆启玉,李琳,等. 添加魔芋粉对面包品质的影响及其减肥功效研究[J]. *食品与机械*, 2005, 21(4): 27-29.
- [15] 赵光远,段倩,常杨,等. 亲水胶体及均质对枣浊汁饮料稳定性的影响[J]. *食品与机械*, 2013, 29(2): 18-22.
- [16] 吕振磊,王坤,陈海华. 亲水胶体对面粉糊化特性和面条品质的影响[J]. *食品与机械*, 2010, 26(4): 26-31.
- [17] 陈海华,许时婴,王璋,等. 亚麻籽胶对面团流变性质的影响及其在面条加工中的应用[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(4): 166-169.
- [18] 王金虎,陈晓明,徐学明,等. 四种常见亲水胶体对面团特性的影响研究[J]. *中国粮油学报*, 2009(11): 22-25.
- [19] 唐淑芬,周玉东,姚妙爱,等. 发芽糙米在不同储存温度下品质变化的研究[J]. *粮食与饲料工业*, 2013(3): 1-3.
- [20] 石林娟,曹磊,宋玉,等. HPLC 法和 Berthelot 比色法测定发芽糙米中 γ -氨基丁酸的含量[J]. *粮食与饲料工业*, 2015(1): 61-65.
- [21] ROUILLE J, DELLA V G, LEFEBVRE J, et al. Shear and extensional properties of bread doughs affected by their minor components[J]. *Journal of Cereal Science*, 2005, 42(1): 45-47.
- [22] 王琛,马涛,于淼,等. 添加 HPMC 对无麸质大米面包品质的影响[J]. *中国食品添加剂*, 2012(2): 182-187.
- [23] 李可昌,刘海燕,周桂亭,等. 不同食品胶对面包烘焙特性的影响研究[J]. *粮油食品科技*, 2015(2): 6-9.
- [24] 宋艳玲,唐黎,刘海波,等. 面包品质评价方法的探析[J]. *食品工业*, 2005, 26(6): 21-23.
- [25] 李增利. 营养糙米面包的研制[J]. *食品工业*, 2000, 21(6): 25-27.
- [26] 王娜,吴娜娜,杨庭,等. 糙米粉添加量对面包品质的影响[J]. *粮油食品科技*, 2015(2): 10-13.
- [27] 刘海燕,张娟娟,王晓梅,等. 海藻酸钠对面包烘焙特性的影响研究[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(20): 319-322.
- [28] BILIADERIS C G, ARVANITOYANNIS I, IZYDORCZYK M S, et al. Effect of hydrocolloids on gelatinization and structure formation in concentrated waxy maize and wheat starch gels[J]. *Starch-Stärke*, 1997, 49(7/8): 278-283.
- [29] 张中义,孟令艳,史嘉良,等. 水溶性胶体对无麸质面包烘烤特性的影响[J]. *食品工业科技*, 2012(1): 318-320.