

亲水胶体对冷冻面团及其面包品质的影响*

王璇 尹晓萌 梁建芬

(中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100083)

摘要:对亲水胶体在冷冻面包面团中的应用进行了系统研究。结果表明:黄原胶、阿拉伯胶和酪蛋白酸钠均可明显增强面团的抗拉伸性,其中,黄原胶的作用最强,可使新鲜面团与冷冻面团的 最大拉伸阻力 比对照分别增加76%和58%;黄原胶和阿拉伯胶的添加还显著提高了面团酵母发酵力,相比对照,两者的新鲜和冷冻面团分别提高了119%、208%及83%、113%。3种胶体的应用均可减少冷冻面团的 可冻结水含量 。亲水胶体对面包品质也有影响,其中,阿拉伯胶对面包品质有改善作用。

关键词:冷冻面团 亲水胶体 发酵特性 面包品质

中图分类号: TS213.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)S0-0230-06

引言

面包是一种具有较高营养价值、受全世界欢迎的食品^[1]。近年来,国内采用冷冻面团技术生产以面包为主的烘焙食品发展迅速,冷冻面团的应用随着现场制作类烘烤店铺的增加而增加^[2-3]。但冷冻过程会给面团的品质带来伤害,例如造成面团强度减弱、酵母活力降低以及产品质构特性劣变等^[4-5]。改善冷冻面团的品质,使其可以在长时间冻藏后依然保持新鲜面团的发酵活力、结构特性是目前国内外研究的热点。

亲水胶体一般为多糖大分子或蛋白质多肽,应用于食品中不仅能够改善食品的品质,还具有一定的营养价值^[6]。亲水胶体在面包中的应用及相关效果已有一些研究。目前的研究主要集中在亲水胶体的添加量及其对新鲜面团面包感官品质的影响,对于亲水胶体的作用机理及其在冷冻面团中的应用的探讨还不够系统与完善。本文对不同亲水胶体应用于冷冻面团中的作用效果及其机理进行探讨,明确亲水胶体的作用与适用范围,为亲水胶体在冷冻面团中的实际应用提供一定的理论指导。

1 原理

1.1 材料

高筋面粉:北京佐竹精麦面粉有限公司,精制级;高活性干酵母:安琪酵母股份有限公司;食盐、白

砂糖:购于本地市场;实验用水:自来水;酪蛋白酸钠:甘肃甘南州科瑞乳品开发有限公司;黄原胶、阿拉伯胶:购自深圳市江源商贸有限公司。

仪器设备:ES3200型电子天平、AY120型电子分析天平、冰箱(-4℃,型号:BCD-539WT)、冰箱(-40℃,型号:MDF-U5412)、SEZ-p型醒发箱、Kenwood760型和面机、HHS-21型电热恒温水浴锅、TA-XT2i型质构仪、DSC-60型差示扫描量热仪、HT-6型磁力搅拌棒。

1.2 方法

1.2.1 新鲜面团的制作

(1) 面团配方

面团的基础配方是高筋粉、水60%(即每100g面粉添加60g水,下同)、糖10%、盐1%和干酵母2%。亲水胶体的添加量参照相关文献及预实验确定,依次是阿拉伯胶1.00%、黄原胶0.05%和酪蛋白酸钠1.00%^[7-9]。

(2) 亲水胶体预溶

由于亲水胶体的溶胀过程需要一定的时间,所以胶体需要进行提前预溶胀。按需要量称量好胶体,按质量比1:20用水溶胀。

① 阿拉伯胶称量好后按面团配方比例加入糖和盐,再慢慢加入已称好的水中,并不断搅拌,使胶体尽量均匀溶胀吸水。将盛放胶体的容器用保鲜膜封口之后放入4℃冰箱中静置12h,使胶体完全溶胀。

② 黄原胶按照面团配方中的比例同时加入糖、

收稿日期:2014-07-27 修回日期:2014-08-23

*2010年度教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NECT-10-0781)

作者简介:王璇,硕士生,主要从事烘焙食品品质改良保证技术研究,E-mail:wangxuan91@cau.edu.cn

通讯作者:梁建芬,副教授,博士生导师,主要从事矿物质营养、烘焙食品品质与功能研究,E-mail:liangjf@cau.edu.cn

盐进行溶胀,方法同阿拉伯胶。

③ 酪蛋白酸钠按面团配方比例与糖、盐和水混合后放入 75℃ 恒温水浴箱中,保持不断搅拌直到充分溶解,补齐蒸发损失的水分,备用。溶解好的胶体于 2 h 之内使用。

(3) 面团调制

用天平(精确至 0.01 g)称取面粉、干酵母和水,均匀混合制得粉料,备用。粉料置于面缸中,加入称量好的水以及已溶胀的胶体,用“K”形搅拌桨以 Mini 挡搅拌 5 min 至面团基本形成;然后改用“J”形面钩分别以 1 挡搅拌 1 min、2 挡搅拌 1 min、3 挡搅拌 5 min。搅拌结束得到光滑有弹性的面团,可以拉成均匀透明的薄膜。

1.2.2 冷冻面团的制作

将调制完成的面团,分割成 50 g 的小面团,搓圆后放置于自封袋,放入 -40℃ 冰箱中速冻 90 min,使面团中心温度达 -18℃,并进行冻藏处理。解冻时,将面团从自封袋中取出,放置于托盘中,在 30℃、相对湿度 80% 条件下解冻 40 min,使面团中心温度达到 15℃。

1.2.3 面团拉伸特性测定

面团的拉伸特性用 FTC 质构仪进行测定。测试参数:力量感应元量程 250 N;起始力 0.1 N;测试速度 1 mm/s;测试距离 60 mm。测得面团最大拉伸抗力,单位 N。

1.2.4 面团中酵母产气能力的测定

使用二氧化碳吸收滴定法^[10]。

1.2.5 面团可冻结水含量测定

用差示量热扫描仪(Differential scanning calorimeter, DSC)对冷冻面团升温过程热流量变化进行测试。参照 Matuda 等的研究确定本部分的实验方法与参数^[11]。用镊子从面团中心取约 10 mg(精确至 0.000 1 g)面团,置于铝盘中,盖上铝盖以防止水分散失,记录面团质量;用制样器将含样品的铝盘和铝盖压实制成 DSC 样品,用相同方法制作一个不含面团的空盘样品作空白。检测过程包含 2 个控温循环。循环 1:样品从初始温度以 10℃/min 的速度降温至 -40℃,保持 2 min;循环 2:样品从 -40℃ 以 5℃/min 的速度升温至 20℃。记录样品可冻结水的焓变 H (mJ/mg),样品的总含水率 W (%)通过冷冻干燥法测得。样品的可冻结水含水率为

$$X = \frac{H}{334W} \times 100\%$$

1.2.6 面包制作

(1) 面团调制:新鲜面团制作方法同 1.2.1 节,

冷冻面团制作方法同 1.2.2 节。

(2) 发酵:调制完成或解冻完成的面团放入不锈钢盆中,盖上保鲜膜,置于 30℃、相对湿度 85% 条件下发酵 40 min。

(3) 整形:称取适量(约 100 g)发酵完成的面团,滚圆后松弛 10 min。之后,用擀面杖对其进行压片、排气,并从一端将面片紧紧卷成约 7 cm 长、直径为 4 cm 的圆柱体。

(4) 醒发:在长方体型面包模具内表面均匀涂上薄层油膜,整完型的面团接缝处朝下置于模具中,在 (37 ± 1) ℃、相对湿度 85% 的醒发箱中醒发 45 min。

(5) 烘烤:醒发完成的面包坯连同模具放入烤箱进行烘烤,烤箱内同时放入一小盆清水以调节烤箱湿度。设定烤箱面火 160℃、底火 180℃,时间 30 min。

(6) 冷却及装袋:烤好的面包从模具中轻轻磕出,室温冷却 1 h 后装入自封袋密封保存。

1.2.7 面包比容测定

参照 GB 14612—2008,在面包出炉 5 min 内,称取面包的质量,记为 M (g);用油菜籽置换法测面包的体积,记为 V (mL)。面包比容 S (cm³/g) 计算公式为

$$S = \frac{V}{M}$$

1.2.8 面包质构特性

参照 Ribotta 等及 Guarda 等的研究,采用 FTC 质构仪对面包芯进行质地剖面分析(TPA)测试,得到测试曲线,并通过计算得到相关的质构参数,包括硬度、回复性以及咀嚼性^[7,12]。TPA 测试条件为探头 P/36,力量感应元量程 250 N;测试速度 1 mm/s;测试距离 25 mm;形变百分比 40%;起始力 0.1 N。

1.2.9 数据分析

所有实验均作重复(至少 3 次)并计算平均值,以标准偏差为误差值,误差小于 10% 为可接受数据。应用统计学软件 SPSS v. 19.0.0 对数据进行正态性和方差齐性检验;单因素方差分析(AVONA)使用 Dunnett t 法进行检验($p < 0.05$);数据不具有正态性或方差不齐,使用 Kruskal-Wallis H 秩和检验($p < 0.05$)。

2 结果与讨论

2.1 亲水胶体对面团特性的影响

2.1.1 面团拉伸特性

添加黄原胶、酪蛋白酸钠和阿拉伯胶的面团拉伸过程的最大拉伸阻力如图 1 所示。

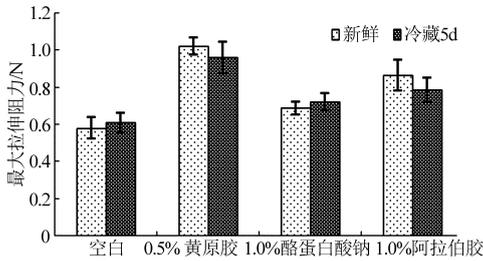


图1 新鲜及冷冻面团最大拉伸阻力

Fig. 1 Maximum tensile resistance of fresh and frozen dough

从图1可以看出,亲水胶体可以增加面团的最大拉伸阻力。对于新鲜面团,黄原胶增加面团拉伸阻力效果最明显,较空白增加了76%左右;其次是阿拉伯胶,增大了49%;酪蛋白酸钠的作用效果较小,增加18%。对于冷冻面团,最大拉伸阻力的结果与新鲜面团的趋势相似,依然是添加黄原胶的面团最大,其次是添加了阿拉伯胶和酪蛋白酸钠的面团。其中添加了前两者的最大拉伸阻力的增大程度具有统计学意义($p < 0.01$),较空白分别增加了58%和29%。这也反映了这几种面团的硬度、面筋强度上的差异,即在冷冻5d后面团的面筋强度依然是黄原胶的增强效果最为明显。最大拉伸阻力的结果显示,添加亲水胶体后,面团硬度增加,面筋网络结构强度被强化,表现为抗拉伸性增加。Mandala等报道添加0.5%黄原胶的面团在冷冻后表现出很强的面筋强度,与本实验中的结果类似^[13]。黄原胶的多糖分子与面筋蛋白分子之间会发生相互作用,形成复杂的体系,改善面筋网络结构,增强面筋网络强度,增加面团硬度。Loosveld等报道,面团调制时加入阿拉伯胶会需要更多的调制时间,面筋蛋白的延伸变慢^[14]。Upadhyay等研究中指出,亲水胶体会在面团中的小气泡周围形成吸附,降低面团中水相的黏度,造成气体扩散变慢、气泡壁稳定性增加,使气泡变大变得困难,面团硬度增加^[15]。

2.1.2 面团中酵母发酵力

亲水胶体对面团酵母发酵产生二氧化碳量的影响情况如图2所示。

从图2可以看出,亲水胶体对面团中酵母产生二氧化碳的能力具有显著的影响。对新鲜面团,黄原胶和阿拉伯胶的添加可使面团中酵母二氧化碳的产量提高119%和83%,酪蛋白酸钠的添加对其没有显著影响。对冷冻面团,黄原胶和阿拉伯胶的应用使其分别增加208%和113%。

研究表明面团中酵母的产气能力受酵母数量、酵母细胞的活力以及可利用糖的量3方面因素的影响^[16]。本研究中新鲜面团的酵母数量与活力基本相同,酵母在发酵过程中糖代谢的能力是产生产气

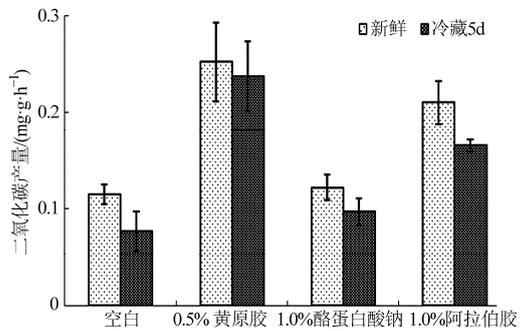


图2 新鲜及冷冻面团中酵母产气能力

Fig. 2 Total volume of CO₂ produced in fresh and frozen dough

能力差异的主要原因。分析所用3种亲水胶体不难发现,黄原胶与阿拉伯胶为多糖,酪蛋白酸钠为蛋白质,它们化学组成方面的差异可能是造成不同影响的原因。对冷冻面团,酵母产气能力较新鲜面团均有降低。研究证实冷冻、冻藏过程对酵母的伤害会造成酵母活菌数减少^[16],这应该是造成面团酵母产气能力下降的主要原因。因此,3种亲水胶体对冷冻面团酵母产气量的影响差异除上述供能方面的机制外,酵母细胞在冷冻及冻藏过程中的保护作用也是造成其产气量不同的一个原因。为了进一步分析亲水胶体对面团酵母的影响,对新鲜面团和冷冻面团的酵母产气能力进行比较,结果显示空白面团中的酵母的产气能力在冷冻5d后下降了33%,但添加了黄原胶、酪蛋白酸钠、阿拉伯胶的面团中酵母产气能力在冷冻5d后依次降低了6%、21%、22%,即亲水胶体的添加可以降低面团酵母产气能力的下降程度,从实验结果上看,这3种亲水胶体在面团冷冻及冻藏过程中对保护酵母免受伤害具有一定作用,效果最好的是黄原胶。

2.1.3 面团中可冻结水量

新鲜面团与冷冻14d后的面团中可冻结水与非可冻结水占面团总质量的百分比如图3所示。

从图3可以看出,新鲜面团的总含水率比冷冻面团的略高,说明冷冻和冻藏过程产生了干耗。亲水胶体的添加对新鲜面团的总含水率及可冻结水含水率几乎没有影响。对于冷冻面团,亲水胶体的添加对其冷冻及冻藏干耗并未产生明显影响,面团总含水率均在38%到39%的范围之内。但是亲水胶体的添加明显降低了面团的可冻结水含水率,实验结果显示,空白面团中可冻结水含水率最高,为14.03%,添加阿拉伯胶面团的可冻结水含水率最低,为7.36%,其次是添加黄原胶、酪蛋白酸钠的面团。

2.2 亲水胶体对面包品质的影响

2.2.1 面包比容

新鲜面团及冷冻面团制作的面包的比容如图4

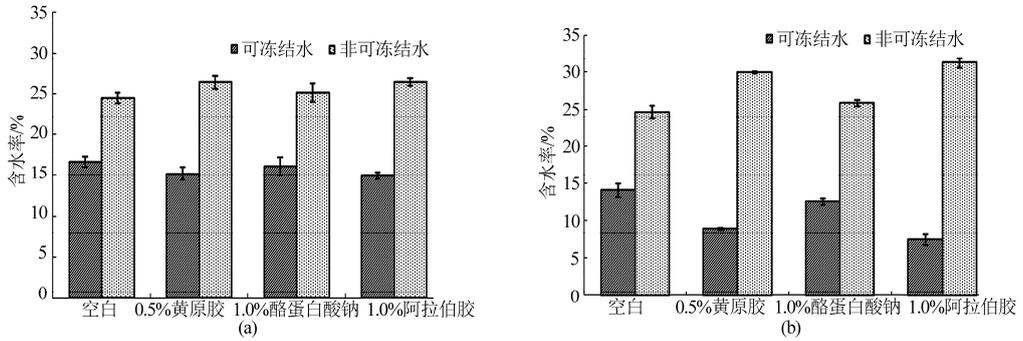


图3 面团可冻结水与非可冻结水含水率

Fig. 3 Freezable and non-freezable water contents in fresh and frozen dough

(a) 新鲜面包 (b) 冻藏 14 d 的冷冻面团

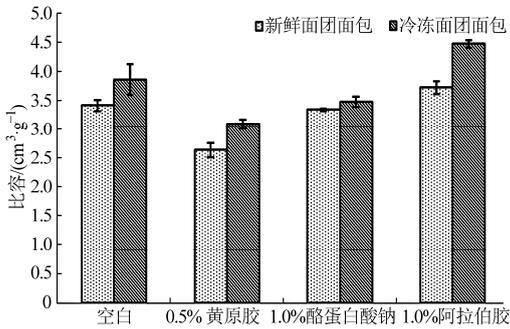


图4 亲水胶体对面包比容的影响

Fig. 4 Effect of hydrocolloids on specific volume of bread

所示。

从图4可以看出,对于面包,添加阿拉伯胶的新鲜面团制作的面包比容较空白增加了9%,黄原胶的添加则明显降低了面包的比容(下降23%)。酪蛋白酸钠的添加对面包体积影响不大。冷冻面团面包的比容情况与新鲜面团相似。添加了阿拉伯胶的面团制成的面包获得最大比容,为 $4.46 \text{ cm}^3/\text{g}$,而酪蛋白酸钠和黄原胶的添加则在一定程度上降低了面包的比容,这与Sharasanant等的研究结果相似^[17]。

2.2.2 面包芯质构特性

新鲜面团及冷冻面团制作的面包其面包芯质构特性(硬度、回复性和咀嚼性)如图5所示。

从图5可以看出,经过冷冻处理的面团制得的面包其面包芯品质有所下降,主要表现为硬度增加、回复性降低和咀嚼性增加。而添加不同的亲水胶体

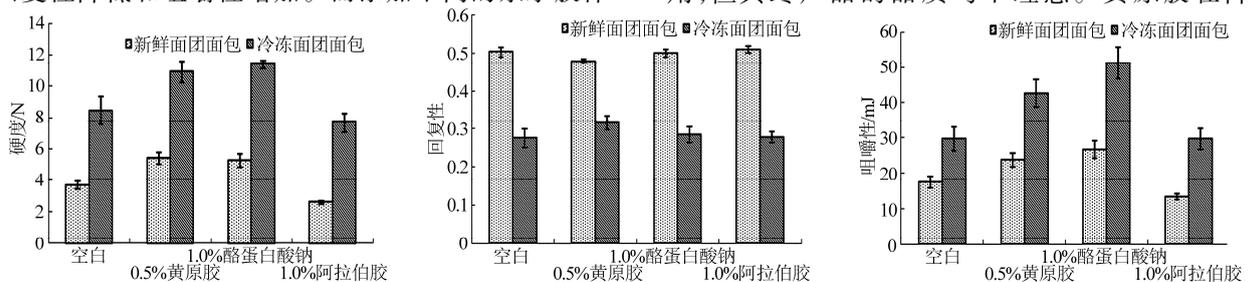


图5 面包芯质构特性

Fig. 5 Structure characteristics of bread core

的面团面包则表现出不一样的影响。阿拉伯胶的添加使面包芯硬度较空白低,更为柔软,咀嚼性最低。表明阿拉伯胶对新鲜及冷冻面团面包品质方面具有积极的改善作用。黄原胶和酪蛋白酸钠的添加都使面包芯更硬,咀嚼性增加,对面包品质改善效果并不明显。但黄原胶的添加对抑制面团冷冻后制作面包时面包芯回复性的减少具有一定的积极效果。

3 结论

(1) 对亲水胶体影响新鲜及冷冻面团发酵特性及由此面团制得的面包的质构品质进行了对比研究。研究结果显示:黄原胶、阿拉伯胶及酪蛋白酸钠在面团中的应用可以显著增加新鲜及冷冻面团最大拉伸阻力的76%、58%、49%、29%和18%、19% ($p < 0.05$),强化了面团面筋网络结构。而且黄原胶和阿拉伯胶还可显著提高新鲜及冷冻面团酵母的发酵力,酵母产气量较空白分别增加199%及208%、83%及113% ($p < 0.01$)。阿拉伯胶能够显著减少冷冻面团中的可冻结水含水率,减少可冻结水47% ($p < 0.05$)。

(2) 添加阿拉伯胶的新鲜及冷冻面团制成的面包品质总体表现较好,这是阿拉伯胶对面团面筋强度、酵母产气能力、可冻结水含水率、面团稳定性等多方面综合作用的结果。酪蛋白酸钠虽然对新鲜与冷冻面团在发酵过程中的表现有提升作用,但其终产品的品质均不理想。黄原胶在降低

冷冻及冻藏对面团品质的伤害方面具有很好的作用,但在本研究的添加量情况下,对面包总体品质均具有消极作用。

参 考 文 献

- Mandala I, Karabela D, Kostaropoulos A. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature. I. Effect of chilling[J]. *Food Hydrocolloids*, 2007,21(8):1397-1406.
- Huang L, Wan J, Huang W, et al. Effects of glycerol on water properties and steaming performance of prefermented frozen dough[J]. *Journal of Cereal Science*, 2011,53(1):19-24.
- Ishida N, Takano H, Naito S, et al. Architecture of baked breads depicted by a magnetic resonance imaging[J]. *Magnetic Resonance Imaging*, 2001,19(6):867-874.
- Selomulyo V O, Zhou W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers[J]. *Journal of Cereal Science*, 2007,45(1):1-17.
- Meziani S, Jasniowski J, Ribotta P, et al. Influence of yeast and frozen storage on rheological, structural and microbial quality of frozen sweet dough[J]. *Journal of Food Engineering*, 2012,109(3):538-544.
- Simsek S. Application of xanthan gum for reducing syruing in refrigerated doughs[J]. *Food Hydrocolloids*, 2009,23(8):2354-2358.
- Ribotta P D, Pérez G T, León A E, et al. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough[J]. *Food Hydrocolloids*, 2004,18(2):305-313.
- 任顺成, 李绍虹, 范永超, 等. 增稠剂对特一粉冷冻面团拉伸特性的影响[J]. *农产品加工·创新版*, 2010(2):6-9.
- 何承云, 林向阳, 孙科祥, 等. 亲水胶体抗馒头老化效果的研究[J]. *农产品加工·学刊*, 2008(1):23-25.
- 陈潇淳. 预处理条件影响面包酵母冷冻及冻藏过程发酵能力的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2011.
- Matuda T G, Chevallier S, de Alcântara Pessôa Filho P, et al. Impact of guar and xanthan gums on proofing and calorimetric parameters of frozen bread dough[J]. *Journal of Cereal Science*, 2008,48(3):741-746.
- Guarda A, Rosell C M, Benedito C, et al. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents[J]. *Food Hydrocolloids*, 2004,18(2):241-247.
- Mandala I, Kapetanidou A, Kostaropoulos A. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature: II—Effect of freezing[J]. *Food Hydrocolloids*, 2008,22(8):1443-1451.
- Loosveld A M A, Delcour J A. The significance of arabinogalactan-peptide for wheat flour bread-making[J]. *Journal of Cereal Science*, 2000,32(2):147-157.
- Upadhyay R, Ghosal D, Mehra A. Characterization of bread dough: Rheological properties and microstructure[J]. *Journal of Food Engineering*, 2012,109(1):104-113.
- Meziani S, Jasniowski J, Ribotta P, et al. Influence of yeast and frozen storage on rheological, structural and microbial quality of frozen sweet dough[J]. *Journal of Food Engineering*, 2012,109(3):538-544.
- Sharadanant R, Khan K. Effect of hydrophilic gums on frozen dough. I. Dough quality[J]. *Cereal Chemistry*, 2003,80(6):764-772.

Effects of Hydrocolloids on Characteristics of Frozen Dough and Quality of Bread

Wang Xuan Yin Xiaomeng Liang Jianfen

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: There are a number of problems on the application of frozen dough technology which is developing rapidly and used widely on baking industry or other flour products industry now, such as the decrease of yeast activity, longer fermentation time, deterioration of dough quality, smaller product volume and a rough crumb. However, the use of hydrocolloids can enhance the properties of either frozen or unfrozen dough. Several researches have been done to discuss the application of a few hydrocolloids on frozen dough technology. The objective of this study was to systematically understand the effect of hydrocolloids on bread dough and the influence of xanthan gum (X), sodium caseinate (SC) and gum arabic (A) on the tensile properties, yeast fermenting power and freezable water content of fresh and frozen dough by using FTC texture analyzer, absorption titration method and differential scanning

calorimeter. The result showed that three gum all could significantly enhance the tensile resistance of the dough (both fresh and frozen dough), and X caused most obvious increase by 76% and 58%, which made the maximum tensile resistance of fresh and frozen dough. For yeast fermenting power, dough with X or A both showed a higher yeast power of gas, which improved the gas production of fresh and frozen dough by 119% and 208%, 83% and 113%, respectively, while SC had no effect. For freezable water, the three kinds of gum reduced freezable water content in frozen dough, which played a role in protection of yeast during freezing, and the effect from large to small was A, X and SC. To realize the influence of hydrocolloids on bread quality, the bread made of fresh and frozen dough added X, SC or A with the indicators of bread specific volume and textural properties of crumb were evaluated by texture analyzer. The results showed that A improved either fresh or frozen dough bread quality, which increased the specific volume of bread made with fresh and frozen dough by 9% and 16%, respectively. X and SC had no positive effects on overall bread quality, but X had a positive effect on improving the resilience of frozen dough bread crumb.

Key words: Frozen dough Hydrocolloids Dough fermentation Bread quality

(上接第 240 页)

Process Optimization for Extraction of Mussel Polysaccharides Assisted by High Intensity Pulsed Electric Fields

Zhou Yajun He Qin Wu Dufeng Yin Yongguang Dong Zhouyong

(College of Biological and Agricultural Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China)

Abstract: The high intensity pulsed electric fields (PEF) technique was applied for assisted extraction of mussel polysaccharides to improve the efficiency of mussel polysaccharides extraction. The single factor test and Box-Behnken design results showed that electrical field strength and pulse number were the significant affecting factors on the extraction efficiency of mussel polysaccharides. With mathematical regression model analysis of extraction efficiency and the impact factor, the optimal combination of parameters was found that electrical field strength was 25 kV/cm, pulse number was 8, water-powder ratio was 40 mL/g. Under the optimized condition, the extraction rate of 2 g mussel was up to 4.99% (polysaccharides-wet weight sample ratio). Compared with ultrasonic technique, high intensity pulse electric fields is less time-consuming with higher extraction efficiency. The study can provide a reference for further studies of extraction of mussel polysaccharides.

Key words: Mussel Polysaccharides High intensity pulsed electric fields Extraction Processing optimization