

不同面筋蛋白组分对面包品质的影响

杨天一¹, 徐学明^{*2}, 金亚美², 杨 天¹

(1. 江南大学 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 为探究麦谷蛋白、麦醇溶蛋白以及两者的不同配比对面包品质的影响, 将谷朊粉、提取的麦谷蛋白、麦醇溶蛋白分别添加到面包中, 以面包比容为评价指标, 研究其对面包品质的影响。结果表明, 三者均能提高面包比容, 且在质量分数 1.5% (占面粉基) 的添加量下, 麦谷蛋白与谷朊粉的改善效果相当。再将麦谷蛋白与麦醇溶蛋白重新配比添加到面包中, 当麦谷蛋白/麦醇溶蛋白为 3:1 时, 在质量分数 1.1% (占面粉基) 的添加量下, 与空白组相比, 面包比容提高了 11.4%, 面包硬度降低。贮藏 5 d 后, 面包硬度增量低于空白组 13.1%, 延缓了面包的老化, 且效果优于质量分数 1.5% (占面粉基) 谷朊粉添加量的效果。

关键词: 麦谷蛋白; 麦醇溶蛋白; 谷朊粉; 面包; 品质

中图分类号: TS 213.2 文章编号: 1673-1689(2023)02-0040-05 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2023.02.006

Effects of Different Gluten Components on Bread Quality

YANG Tianyi¹, XU Xueming^{*2}, JIN Yamei², YANG Tian¹

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: In order to explore the effect of glutenin, gliadin and their different proportions on the quality of bread, gluten, the extracted glutenin and gliadin from wheat gluten were respectively added into bread, and the quality of bread was evaluated based on the specific volume of various breads. The results showed that all of them could increase bread specific volume. The improvement effect of glutenin and gliadin was comparable when they were added at a mass fraction of 1.5% (calculated on the amount of flour). The glutenin and gliadin were then added into the bread at a new ratio. The specific volume increased by 11.4% and the hardness of bread decreased, compared with that of the blank group, when the ratio of glutenin/gliadin was 3:1 and they were added at a mass fraction of 1.1% (calculated on the amount of flour). After 5-day storage, the hardness increment of bread was 13.1% which was lower than that of the blank group, indicating an inhibition on bread aging. This anti-staling effect was more effective than that of bread with gluten added at a mass fraction of 1.5% (calculated on the amount of flour).

Keywords: glutenins, gliadins, gluten, bread, quality

收稿日期: 2020-11-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(31872905, 3001617); 国家重点研发计划项目(2018YFD0400604); 生物基材料与绿色造纸国家重点实验室开放基金项目(KF201910)。

* 通信作者: 徐学明(1968—), 男, 博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品组分与物性方面的研究。E-mail: xmxu@jiangnan.edu.cn

谷朊粉又名面筋,是小麦能用于发酵产品生产的关键组分^[1],它是从小麦面粉中提取获得的特殊蛋白质,其吸水后形成网络结构的湿面筋,具有优良的黏弹性、延伸性、热凝固性及薄膜性、吸脂乳化性,是面制食品的重要配料和添加剂^[2],广泛用于面条、方便面和面包的生产中。麦谷蛋白和麦醇溶蛋白占面筋干物质的 80% 左右,是谷朊粉的主要成分^[3]。麦谷蛋白由多个亚基组成,包括高相对分子质量麦谷蛋白亚基 HMW-GS 和低相对分子质量麦谷蛋白亚基 LMW-GS^[4],通过分子间二硫键相互连接成的非均质的大分子聚合物。麦谷蛋白与面团的抗延伸性密切相关,为面团提供了弹性。麦醇溶蛋白是单体蛋白质,根据它在低 pH 值下电泳迁移率的不同被分为 α -、 β -、 γ - 和 ω - 这 4 种类型。麦醇溶蛋白缺乏弹性,具有流动性,主要使面筋具有黏性和延伸性^[5]。在影响面包品质的众多因素中,麦谷蛋白与醇溶蛋白决定了面包能否形成体积大、孔隙小且均匀、松软有弹性的优良网络结构。Weegels 发现麦醇溶蛋白的 4 种类型,每一种组分类型均能使面包体积比普通粉制作的面包增加^[6]。关于麦谷蛋白对面包品质的影响,目前的研究主要集中在麦谷蛋白聚合物和 HMW-GS 上。麦谷蛋白聚合物的相对分子质量和相对分子质量分布、亚基的组成是决定面包品质的主要因素^[7],关于麦谷蛋白与麦醇溶蛋白的不同配比对面包品质的影响还未见研究。

作者以添加谷朊粉的面包为对照组,将分离所得的麦谷蛋白、麦醇溶蛋白分别以单独和不同比例复配的方式添加到面包中,并通过面包比容和质构的对比来探究面包品质较佳的麦谷蛋白-麦醇溶蛋白配比与添加量,为合理利用谷朊粉、谷朊粉深加工、面包粉的改良和进一步提高面包等面制品品质提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂 高筋粉:益海嘉里金龙鱼有限公司产品;谷朊粉:山东渠风食品科技有限公司产品;起酥油:天津南侨有限公司产品;活性干酵母:安琪酵母股份有限公司产品;白砂糖:太古糖业有限公司产品;盐、小米:无锡欧尚超市售;无水乙醇:分析纯,国药集团化学试剂有限公司产品。

1.1.2 仪器与设备 AB104-N 型数显电子天平:上

海梅特勒-托利多仪器有限公司;C-MAG HP 7 型磁力搅拌器:IKA 公司;RJ-TDL-50A 型低速台式大容量离心机:瑞江分析仪器有限公司;RE-52AA 型旋转蒸发器:上海亚荣生化仪器厂;77530-30LABCONCO6L 型冻干机:照生有限公司;YS-04 型小型高速粉碎机:北京燕山正德机械设备有限公司;SM-25 型和面机、SM-32S 型醒发箱、BOD-102 型烤箱、SM-302N 型切片机:新麦机械(无锡)有限公司;物性测试仪:TA-XT Plus 型物性分析仪,英国 SMS 公司。

1.2 方法

1.2.1 麦谷蛋白和麦醇溶蛋白的制备 麦谷蛋白与醇溶蛋白的制备根据文献[3,8]修改如下:取 200 g 脱脂面筋蛋白溶于 1 L 体积分数 60% 乙醇溶液中,磁力搅拌提取 3 h 后,5 000 r/min 离心 15 min,取上清液在 30 ℃ 进行旋转蒸发,直至没有乙醇蒸出,冷冻干燥后即得麦醇溶蛋白。离心所得的沉淀用蒸馏水洗涤,冷冻干燥后即得麦谷蛋白。将干燥好的麦谷蛋白和醇溶蛋白分别用粉碎机粉碎,使用 120 目筛子筛理后,密封备用。

1.2.2 面包的制作方法 采用快速发酵法制作面包,面包制作的基础配方(即空白组面包)见表 1,制作过程如下:原料(除起酥油)放入和面机中混合→搅拌至面团形成→加入起酥油→搅拌面团至面筋充分形成→分割成 50 g/份的剂子→静置 10 min→整形→醒发(38 ℃,RH 85%)90 min→烘烤(烤箱 190 ℃ 预热 30 min,焙烤温度上火 190 ℃、下火 210 ℃)15 min→出炉后自然冷却至室温。

表 1 面包制作基础配方

Table 1 Basic recipe of bread experiment

成分	质量/g
高筋粉	500
水	300
糖粉	50
酵母	7.5
盐	6
起酥油	30

1.2.3 面包比容测定 面包室温静置 2 h 后,采用排菜籽法测量面包体积 V ,精确到 0.1 mL;使用电子天平称量面包质量 m ,精确到 0.01 g。面包比容按式(1)计算。每次 3 个平行,结果取平均值。

$$SV = V/m \quad (1)$$

式中:SV 为面包比容,mL/g;V 为面包体积,mL;m 为面包质量,g。

1.2.4 面包硬度的测定 面包室温静置 2 h 后,采用孝英达等^[9]的方法并略做修改测定面包硬度。取同批次制作的 3 个面包样品,用切片机将各样品切成厚度为 25 mm 的均匀面包片,选取最中心的面包片分别进行质构测定。使用 P/25 探头,测前速度 1.0 mm/s,测定速度 1.0 mm/s,测后速度 3.0 mm/s,压缩形变 60%,感应力 5 g,两次压缩间隔时间 5 s,测定 3 个平行。

1.2.5 数据处理 差异显著性分析用 SPSS18.0 软件,图形使用 Origin9.0 软件分析,相关性定义为 $P < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 不同面筋组分添加对面包比容的影响

分别添加质量分数(占面粉基)为 0.5%、1%、1.5%和 2%的麦谷蛋白、麦醇溶蛋白,空白组使用面包基础配方制作,未做任何添加。为更好探究单独添加麦谷蛋白和醇溶蛋白的影响以及与同等添加量的谷朊粉的效果对比,同时制作了质量分数(占面粉基)为 0.5%、1%、1.5%和 2%的谷朊粉面包组,测定各组的面包比容,结果见图 1。

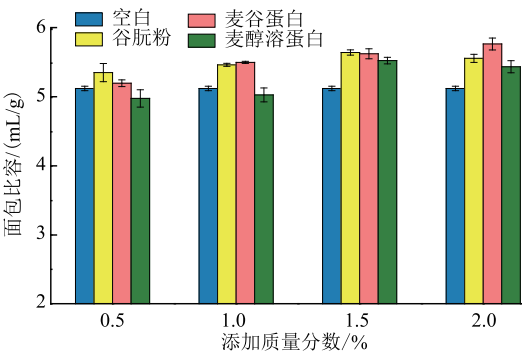


图 1 不同面筋组分对面包比容的影响

Fig. 1 Effects of different gluten components on the specific volume of bread

添加麦谷蛋白的面包,比容均大于空白组,且随着添加量的增加而递增,这是由于谷蛋白提供了面团的弹性。杨学举的研究表明,增加麦谷蛋白质量分数对提高面团筋力极为有利,这与面包比容的增大有很大关系^[10]。

研究表明,单独添加质量分数(占面粉基)0.5%和 1%的麦醇溶蛋白,面包比容未发生明显变化;当

质量分数(占面粉基)为 1.5%时,面包比容有较大增加。这表明作为参与面筋结构形成的重要蛋白质之一,增加一定量的麦醇溶蛋白质量分数有助于增加面包的比容。Khatkar 等人的研究也显示,当麦醇溶蛋白的添加质量分数大于 0.5% 时,面包体积会显著增加^[11]。但 Orth 却发现添加醇溶蛋白会使面包品质下降,这可能与提取麦醇溶蛋白的方法有关^[12],其选用的是 S-Sepharose 阳离子交换色谱法制得麦醇溶蛋白。

随着谷朊粉添加质量分数的升高,面包比容也逐步升高,这一结果也与大量相关研究结果一致,即谷朊粉增强面团强度,提高面包比容。添加质量分数(占面粉基)1.5%的麦谷蛋白和添加质量分数(占面粉基)1.5%的谷朊粉对面包比容的增长量影响相当,这是由于麦谷蛋白质量分数与蛋白质品质指标间存在正向显著相关^[13],在形成面筋的蛋白质中,面包比容增长的贡献绝大部分来自麦谷蛋白。

2.2 麦谷蛋白与麦醇溶蛋白复配对面包比容的影响

在影响面包比容、孔隙的均匀度和面包芯的质地及颜色等面包品质的面粉质量参数中,其中一项便是麦谷蛋白与麦醇溶蛋白的比率。为探究麦谷蛋白与麦醇溶蛋白的不同比例和添加质量分数对面包品质的影响,实验方案见表 2。

表 2 麦谷蛋白与麦醇溶蛋白的不同配对面包品质的影响

Table 2 Effects of glutenins and gliadins with different ratios on bread quality

组别	谷朊粉 质量分数/%	麦谷蛋白:麦醇溶蛋白	混合添加 质量分数/%
1 号	0	—	0
2 号	1.5	—	0
3 号	0	2:1	1.1
4 号	0	2:1	1.3
5 号	0	3:1	1.1
6 号	0	3:1	1.3

注:混合添加质量分数为按照麦谷蛋白:麦醇溶蛋白的比例混合后,占面粉基添加到面包中的质量分数。

图 2 的结果显示,当麦谷蛋白与麦醇溶蛋白以 3:1 的比例混合,添加质量分数(占面粉基)1.1%时,面包的比容明显优于其他配比组,其面包比容与添加质量分数(占面粉基)1.5%谷朊粉的效果相当。这也是因为来自麦谷蛋白对面包体积增大的贡献超过麦醇溶蛋白的贡献^[13]。

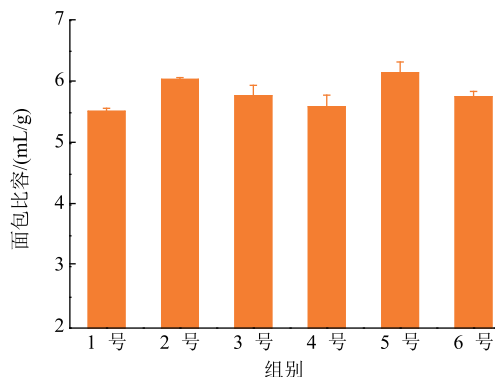


图2 麦谷蛋白和麦醇溶蛋白的复配对面包比容的影响

Fig. 2 Effects of the combination of glutenins and gliadins on the specific volume of bread

2.3 麦谷蛋白与麦醇溶蛋白复配对面包质构的影响

面包的质构特性反映出面包的品质,是在面包食用品质中很重要的参考因素^[14]。硬度与面包品质呈负相关,弹性与面包品质呈正相关^[15]。硬度越高,弹性越小,面包吃起来越硬,缺乏绵软弹性的口感。选取质构中的硬度和弹性这两项质构参数进行考察,进一步探究麦谷蛋白和麦醇溶蛋白对面包品质的影响,以及重新配比后与谷朊粉的效果进行对比,结果见图3~4。2号组和5号组的面包硬度明显低于空白组,面包硬度与比容具有一定的相关性,通常比容越大,面包硬度越小,且5号组面包的硬度最小,与图5的结果相似。图6显示面包弹性这一参数各组间未见明显差异。5号组为添加了以3:1(麦谷蛋白:麦醇溶蛋白)比例混合的样品,添加质量分数(占面粉基)为1.1%的面包,其硬度低于添加质量分数(占面粉基)1.5%的谷朊粉的面包。Gupta等人的实验结果表明,面团强度的参数尤其取决于蛋白质聚合体的分布,而蛋白质聚合体的性质主要依赖于谷蛋白亚基^[16],所以麦谷蛋白量的增加提高了面团强度,进而影响面包的质构。

2.4 麦谷蛋白与麦醇溶蛋白复配对面包老化速率的影响

面包老化是影响面包品质的重要原因,会造成面包品质的下降。面包老化最显著的特点就是面包芯硬度的增加,这会严重影响面包的口味和食用感。测定面包第5天的硬度和弹性,与第0天的数据进行对比分析,探究麦谷蛋白和麦醇溶蛋白不同的配比对面包老化的影响,结果见图5~6。弹性结果未见显著差异,5号组面包的硬度依然最小,且低于

2号添加组谷朊粉组的硬度。与第0天相比,面包放置(置于4℃冰箱保存)到第5天时,5号组面包硬度的增量比空白组面包的硬度增量低13.05%,比2号组面包的硬度增量低8.6%。此数据结果显示,质量分数(占面粉基)1.1%的3:1麦谷蛋白/麦醇溶蛋白配比添加,在提高面包品质上可以替代质量分数(占面粉基)1.5%添加量的谷朊粉,且谷朊粉在水中的溶解性较差,易形成不溶的面筋小球,影响了谷朊粉的有效作用^[11],而此配比可以优化此问题。

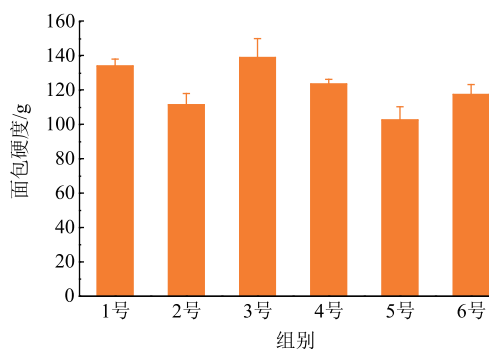


图3 第0天面包硬度对比图

Fig. 3 Bread hardness comparison on day 0

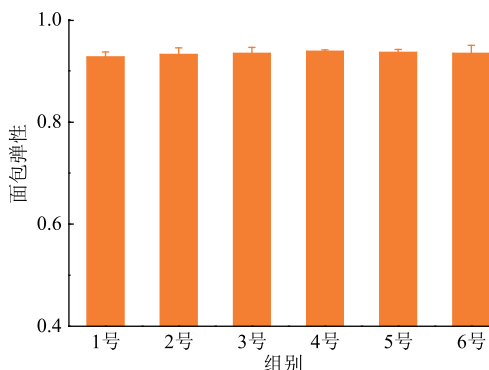


图4 第0天面包弹性对比图

Fig. 4 Bread springiness comparison on day 0

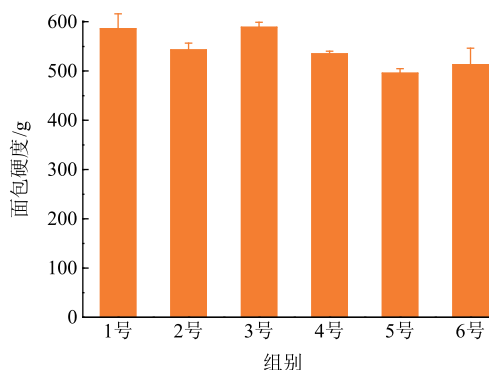


图5 第5天面包硬度对比图

Fig. 5 Bread hardness comparison on day 5

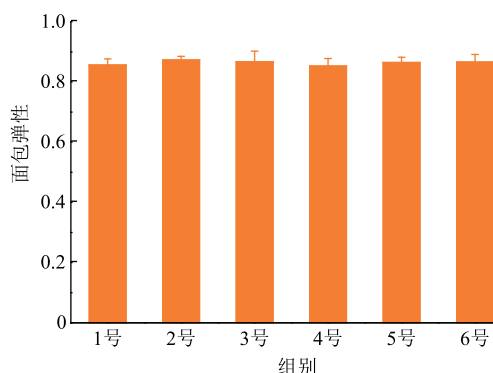


图6 第5天面包弹性对比图

Fig. 6 Bread springiness comparison on day 5

3 结 语

面包比容数据表明,单独添加麦谷蛋白、麦醇溶蛋白和谷朊粉均能提高面包的体积质量比,且在添加质量分数(占面粉基)为1.5%时,麦醇溶蛋白对

面包比容的提高效果较好,麦谷蛋白与谷朊粉对面包比容的提高效果较优且相当。新鲜面包和放置5 d的面包的质构数据均表明,以3:1配比麦谷蛋白与麦醇溶蛋白,在质量分数(占面粉基)1.1%的添加量下(即5号组),面包硬度均明显降低,且效果优于质量分数(占面粉基)1.5%添加量的谷朊粉面包。面包老化数据表明,随着贮存期的延长,面包硬度增加,但5号组面包硬度的增量低于空白组面包硬度增量的13.05%,低于2号组面包,即添加质量分数(占面粉基)1.5%的谷朊粉的面包硬度增量的8.6%,这表明麦谷蛋白与麦醇溶蛋白新配比,有助于延缓面包老化,且效果优于谷朊粉,这为谷朊粉的替代物,找到了一种新的可能。本试验仅探究了麦谷蛋白和麦醇溶蛋白对面包品质的影响,麦谷蛋白与其他烘焙添加剂的协同作用对面包品质的影响还需进一步探究。

参考文献:

- [1] DAY L, AUGUSTIN M A, BATEY I L, et al. Wheat-gluten uses and industry needs[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2006, 17(2): 82-90.
- [2] 钟昔阳, 姜绍通, 潘丽军, 等. 谷朊粉, 麦醇溶蛋白与麦谷蛋白基本性质研究[J]. *食品科学*, 2009, 23(23): 47-51.
- [3] 李玉莹, 马晓军. 乙酰化麦醇溶蛋白溶液及与麦谷蛋白共混液流变性能的研究[J]. *食品与生物技术学报*, 2019, 38(1): 63-67.
- [4] 金慧, 何中虎, 李根英, 等. 利用 Aroona 近等基因系研究高分子量麦谷蛋白亚基对面包加工品质的影响[J]. *中国农业科学*, 2013, 46(6): 1095-1103.
- [5] 郭嘉. 谷朊粉中麦谷蛋白和麦醇溶蛋白的分离及应用研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2011.
- [6] WEEGELS P L, MARSEILLE J P, BOSVELD P, et al. Large-scale separation of gliadins and their bread making quality[J]. *Journal of Cereal Science*, 1994, 20(3): 253-264.
- [7] 朱小乔, 刘通讯. 面筋蛋白及其对面包品质的影响[J]. *食品科学*, 2001, 22(8): 90-93.
- [8] 司学芝, 李建伟, 王金水, 等. 麦醇溶蛋白和麦谷蛋白提取条件的研究[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2004, 25(3): 33-35.
- [9] 孝英达, 吴凤凤, 王沛, 等. 冷藏对面团发酵及面包品质的影响[J]. *食品与生物技术学报*, 2018, 37(7): 679-687.
- [10] 杨学举. 小麦蛋白成分和淀粉特性对面包品质的影响及品质改良应用[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.
- [11] KHATKAR B S, FIDO R J, TATHAM A S, et al. Functional properties of wheat gliadins. I. Effects on mixing characteristics and bread making quality[J]. *Journal of Cereal Science*, 2002, 35(3): 299-306.
- [12] ORTH R A, BUSHUK W. A comparative study of protein of wheats of diverse baking qualities[J]. *Cereal Chemistry*, 1972, 49(4): 463-484.
- [13] 王美芳, 赵石磊, 雷振生, 等. 小麦面筋蛋白淀粉品质指标与面包品质关系的研究[J]. *核农学报*, 2013, 27(6): 792-799.
- [14] 喻勤, 王玺, 林静, 等. 马铃薯面包复配改良剂的优选及其对面包质构特性的影响[J]. *食品研究与开发*, 2019, 40(13): 26-33.
- [15] 张君, 王凤, 贾春利, 等. 蜂蜜干粉对面团热机械学、烘焙及老化特性的影响[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(6): 185-189.
- [16] GUPTA R B, BATEY I L, MACRITCHIE F. Relationships between protein composition and functional properties of wheat flours[J]. *Cereal Chemistry*, 1992, 69(2): 125-131.