

# 添加乳酸菌胞外多糖 对面团流变特性的影响

闫瑛楠, 刘长虹, 李志建, 屈凌波

(河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**将魏斯氏乳酸菌和短乳杆菌所产的胞外多糖提取、干燥后,以0.2%的量加入小麦粉,测定其粉质特性和拉伸特性,与空白小麦粉的流变特性对比,探究两种胞外多糖对面团粉质和拉伸流变特性的影响。结果表明,加入两种乳酸菌胞外多糖后可以改善面团的流变特性,增强面团吸水率,面团的弹性、筋力增强,持气特性也趋于更佳。魏斯氏菌胞外多糖可以增加面团的延伸性,而短乳杆菌胞外多糖可以减弱面团的延伸性,二者能够满足不同种类面制品的生产需求。

**关键词:**乳酸菌胞外多糖;面团;粉质特性;拉伸特性

**中图分类号:**TS 210.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)01-0005-03

## Effect of lactic acid bacteria exopolysaccharides on rheological properties of dough

YAN Ying-nan, LIU Chang-hong, LI Zhi-jian, QU Ling-bo

(College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001)

**Abstract:** The exopolysaccharides produced from *Weissella lactobacillus* and *Lactobacillus brevis* were extracted and dried, which were mixed with wheat flour in 0.2% of the exopolysaccharides. The farinograph properties and extensograph properties of the samples, with and without the exopolysaccharides, were determined to research the effect of exopolysaccharides on the two properties. The results showed that the two kinds of lactic acid bacteria exopolysaccharides could improve the rheological property, water absorption, resilience, strength and gas holding of the dough; *Weissella Lactobacillus* exopolysaccharides could increase dough extensibility, while *Lactobacillus brevis* exopolysaccharides decrease that. Both of them can be applied to the different kind of flour products.

**Key words:** lactic acid bacteria exopolysaccharides; dough; farinograph properties; extensograph properties

乳酸菌(Lactic acid bacterium, LAB)是一类能利用碳水化合物(如葡萄糖或乳糖)产生乳酸的革兰氏阳性细菌<sup>[1]</sup>。乳酸菌在生长代谢过程中产生的乳酸菌胞外多糖(Lactic Acid Bacterium Exopolysaccharides, LABEPS)是微生物多糖的一种<sup>[2]</sup>。目前国内外对这些乳酸菌胞外多糖(LABEPS)的研究表明,乳酸菌胞外多糖具有胶凝、增稠、乳化、保湿和稳定作用<sup>[3]</sup>,可以改善乳制品等产品的质地与流变特性<sup>[4]</sup>。在面制品加工中,乳酸菌胞外多糖可以代替亲水胶体,改善生面团的加工特性<sup>[5]</sup>。乳酸菌是食品级菌,所以乳酸菌胞外多糖具有很高的安全性,

乳酸菌胞外多糖还可以增强人体的免疫功能<sup>[6]</sup>,乳酸菌胞外多糖将成为一种良好的面制食品添加剂。有关乳酸菌胞外多糖对面团粉质和拉伸流变特性影响的研究几乎没有报道。将经过16S rRNA基因鉴定<sup>[7]</sup>的魏斯氏乳酸菌和短乳杆菌进行培养,提取其胞外多糖后加入小麦粉,进行粉质和拉伸试验,研究乳酸菌胞外多糖对面团粉质和拉伸流变特性的影响,结果可为乳酸菌胞外多糖在面制品中的开发应用提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

乳酸菌: *Weissella cibaria* 食蜜魏斯氏菌和 *Lactobacillus brevis* 短乳杆菌,由河南工业大学从酸面团中分离鉴定所得;改良 MRS 液体培养基:蛋白胨 10 g、牛肉膏 10 g、酵母膏 5 g、柠檬酸氢二铵 2 g、蔗

收稿日期:2014-06-26

基金项目:十二五国家科技支撑计划(2012BAD37B04)

作者简介:闫瑛楠,1989年出生,女,研究生。

通讯作者:刘长虹,1957年出生,男,教授。

糖 10 g、吐温 80 1.0 mL、乙酸钠 5 g、磷酸氢二钾 2 g、硫酸镁 0.58 g、硫酸锰 0.25 g、蒸馏水 1000 mL、pH 6.2-6.6;无水乙醇:分析纯,天津四通化工厂;氯化钠:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司;小麦粉:金苑牌特一粉,郑州金苑面粉有限公司生产,测得其基本指标为:水分 13.9%、灰分 0.39%、粗蛋白 11.5%、面筋 31.0%。

1.2 主要实验仪器

DT500 岛津托盘电子分析天平:日本岛津制作所;KQ-300VPV 三频数控超声波清洗器:昆山市超声仪器有限公司;TDL-5 离心机:上海安亭科学仪器厂;Infratec TM 1241 近红外谷物分析仪:丹麦 Foss 公司;Mixer S300N 827505 粉质仪:德国 Brabender 公司;Extensograph-E 860703 拉伸仪:德国 Brabender 公司。

1.3 实验方法

1.3.1 乳酸菌胞外多糖的提取

配制改良 MRS 液体培养基,置于 121 ℃、0.1 MPa 下灭菌 15 min,将两种菌直接接种培养 22 h,超声振荡 5 min 后,以 4 000 r/min 离心 5 min 除去菌体沉淀,取上清液加入 2 倍体积的无水乙醇,在 4 ℃ 下冷藏 24 h 后,以 4 000 r/min 离心 5 min 得到多糖沉淀,用乙醇冲洗三遍后自然晾干待用<sup>[8]</sup>。

1.3.2 粉质试验

参照 GB/T 14614—2006 标准,稍作了修改,用布拉本德粉质仪进行测试。在小麦粉中加入 0.2% (质量比)的多糖,混合均匀。粉质实验要求称取相当于含水量 14% 的 300 g 小麦粉,根据本实验用小麦粉的水分含量,实际称取 299.7 g 混合粉放入揉混器中,加水搅拌 18 min。记录吸水率、面团形成时间、面团稳定时间以及弱化度值。试验分为空白对照组、添加魏斯氏菌胞外多糖组和添加短乳杆菌胞外多糖组。

1.3.3 拉伸试验

参照 GB/T 14615—2006,在此基础上作修改测定。将在粉质试验中测定的面团吸水率减去 1.8%,按照减后水量称取并溶解 6 g 氯化钠,加入正在揉混器中搅拌的小麦粉中,搅拌 5 min 且要求拉伸曲线稠度达到 500 FE 时,停止搅拌,剪取两个 100 g 面团,揉圆、搓条后,放入拉伸仪内置的恒温醒发室(相对湿度大于 90%,温度 30 ℃)中,分别醒发 45、90、135 min,然后在不同醒发时间下对面团进行拉伸直到面团断裂。试验可以得到面团拉伸面积、面团最大拉伸阻力、延伸度和拉伸比值的结果。试验分为空白对照组、添加魏斯氏菌胞外多糖组和添加短乳杆菌胞外多糖组。

2 结果与分析

2.1 胞外多糖对面团粉质特性的影响

表 1 显示了小麦粉分别添加 0.2% 的魏斯氏菌胞外多糖、0.2% 的短乳杆菌胞外多糖和不添加多糖时小麦粉面团的粉质特性结果。

表 1 添加不同乳酸菌多糖的小麦粉面团粉质特性

| 样品名称       | 吸水率<br>/% | 形成时<br>间/min | 稳定时<br>间/% | 弱化度<br>/FE |
|------------|-----------|--------------|------------|------------|
| 空白         | 57.9      | 1.83         | 5.75       | 70         |
| 添加魏斯氏菌胞外多糖 | 58.8      | 4.27         | 5.96       | 72         |
| 添加短乳杆菌胞外多糖 | 58.8      | 3.83         | 6.57       | 64         |

从表 1 中可以看出,在添加量为 0.2% 时,添加魏斯氏菌胞外多糖或短乳杆菌胞外多糖的样品吸水率与对照样品相比略微增加,这可能是因为添加的乳酸菌胞外多糖量不足够,不能显著增加吸水率。但吸水率按照由大到小为:魏斯氏胞外多糖 = 短乳杆菌胞外多糖 > 空白。这表明小麦粉搅拌时要达到 500 FE,如果存在着乳酸菌胞外多糖就必须加入较多的水,这样单位质量小麦粉制作的面包和馒头出品率就会提升,也表明乳酸菌胞外多糖分子与面筋分子和水有竞争。许多研究已经表明多糖与水结合能力比面筋更高,本研究说明乳酸菌胞外多糖与一般多糖的性质一致。

面团的形成时间可以表明面团中面筋形成具有黏度和弹力的网络的时间,一般认为时间越长,小麦粉力道越大,小麦粉质量越好<sup>[9-10]</sup>。如表 1 所示,与空白对照相比,魏斯氏胞外多糖和短乳杆菌胞外多糖均能显著提高面团的形成时间,这表明两种乳酸菌胞外多糖的加入改变了小麦粉的品质,面团弹性增强。

面团的稳定时间表示面团的搅拌耐受性和面筋强度。一般来说,稳定时间越长,面团韧性越好且面筋强度越大,面团抗剪切力也越好<sup>[11]</sup>。如表 1 所示,加入了乳酸菌胞外多糖的面团均在一定程度上提高了面团的稳定时间,增强了面团的韧性和面筋的强度,增强效果依次为:短乳杆菌胞外多糖 > 魏斯氏菌胞外多糖 > 空白,其中魏斯氏菌胞外多糖的增强效果比较微弱,说明加入乳酸菌胞外多糖后,可以增强面粉的筋力。

弱化度与面团稳定时间呈相反的趋势<sup>[12]</sup>,由此可知面团弱化度越低,面团的搅拌耐受性越良好。本实验结果表明,添加了魏斯氏胞外多糖的显示最高弱化度,与空白对照基本持平,但添加了短乳杆菌胞外多糖的弱化度明显低,如表 1。这一结果与面团稳定时间结果是基本一致。

## 2.2 胞外多糖对面团拉伸特性的影响

图1、图2显示了拉伸试验中不同醒发时间面团的拉伸性能,取拉伸面积和拉伸比值(拉伸阻力与延伸性之比)两个主要测试结果。

结果表明,随着面团醒发时间从45 min到90 min拉伸面积和拉伸比值都在增加,当醒发时间从90 min到135 min时,各个指标的值呈现轻微上升的趋势。这表明加入乳酸菌胞外多糖的面团形成最佳面筋网络所需的醒发时间是90 min。据此可以预测加入乳酸菌胞外多糖后,面团醒发过度的时间,以便于在实际生产中选定合适的醒发时间。拉伸面积和拉伸比值在醒发90 min后比较稳定,可能是因为随着醒发时间延长冷却硬化的面团结构逐渐松弛。

面团的拉伸面积代表面团的强度。一般来说,拉伸面积越大,面筋蛋白的黏着性以及延展性越好,即面团的弹性越强<sup>[9]</sup>。从图1可以看出,与空白对照相比,加入两种乳酸菌胞外多糖的面团弹性有所下降,说明了加入的两种乳酸菌胞外多糖的分子和面筋的大分子之间可能有链与链的相互作用,从而影响了面筋蛋白的性质<sup>[12]</sup>。这样对于馒头类蒸制面食或面包类烘焙面食的制作是有利的,因为加入乳酸菌多糖分子后,就不单单依靠面团本身的蛋白形成面筋网络,而是乳酸菌胞外多糖与面筋结合共同参与形成面团中的网络,并使面团网络韧性增大。这样在焙烤或汽蒸时就不会因为面筋网络较弱而破裂,也不会因为面团刚性太强导致气体难以使面团膨胀成型,面团的持气特性就会趋于最佳。

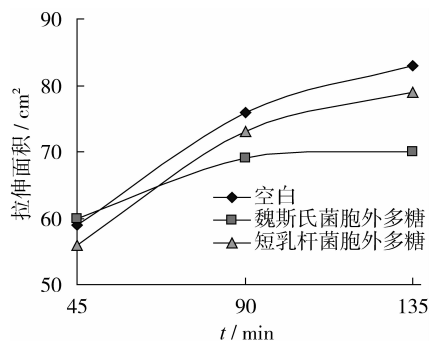


图1 添加不同乳酸菌胞外多糖对拉伸面积的影响

从图2可以看到,面团的拉伸比大小依次为短乳杆菌胞外多糖>空白>魏斯氏菌胞外多糖。拉伸比值越小,意味着面团阻抗性越小,延伸性越大<sup>[9-10]</sup>。实际中,拉伸比值过大或者过小,都说明不是理想的面团<sup>[10]</sup>。由图2可以看出,加入魏斯氏菌胞外多糖可以增强面团的延伸性,而加入短乳杆菌胞外多糖可以减弱面团的延伸性。在工业生产中,乳酸菌胞外多糖的这种特性可以满足不同种类

面制产品的生产需求,应用前景良好。

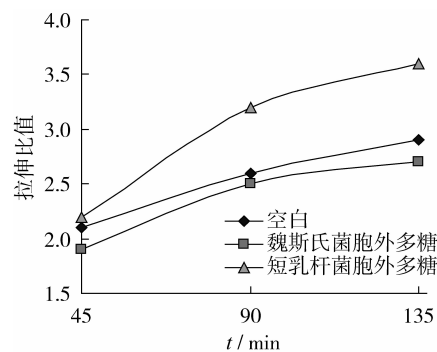


图2 添加不同乳酸菌胞外多糖对拉伸比值的影响

## 3 结论

小麦粉中添加魏斯氏乳酸菌和短乳杆菌胞外多糖后,可以增加面团吸水率,增强面团的弹性、筋力,面团的持气特性也更佳。同时,加入魏斯氏菌胞外多糖可以增强面团的延伸性,而加入短乳杆菌胞外多糖可以减弱面团的延伸性,二者可以满足不同类别面制产品的生产需求。乳酸菌胞外多糖加入小麦粉后改善了面团的粉质和拉伸流变特性,为乳酸菌胞外多糖作为面制食品改良剂应用奠定了良好的基础。

## 参考文献:

- [1] 励建荣, 封平. 乳酸菌产胞外多糖的研究[J]. 食品与机械, 2005, 25(1): 70-73.
- [2] Kojima M, Hosoda H, Date Y, et al. Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach[J]. Nature, 1999, 402: 656-660.
- [3] 邓凯波. 乳酸菌胞外多糖的功能及在食品工业中的应用[J]. 食品安全导刊, 2009, (7): 49-50.
- [4] 田丰伟, 丁虎生, 丁纳, 等. 产胞外多糖的乳酸菌的简便筛选与鉴定[J]. 食品与发酵工业, 2008, (34): 15-19.
- [5] Sandra Galle, Clarissa Schwab, Elke K Arend, et al. Structural and rheological characterization of heteropolysaccharides produced by lactic acid bacteria in wheat and sorghum sourdough[J]. Food Microbiology, 2011: 547-553.
- [6] 王静颖. 乳酸菌胞外多糖的提取纯化及免疫活性研究[D]. 济南: 山东大学, 2007.
- [7] Weisburg W G, Barns S M, Pelletier D A, et al. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study[J]. Journal Bacteriology, 1991, 173(2): 697-703.
- [8] 王迎华, 曹郁生, 陈燕, 等. 产胞外多糖乳酸菌筛选及胞外多糖提取方法[J]. 乳业科学与技术, 2007, 4: 166-168.
- [9] 刘长虹. 食品分析及实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 180-183.
- [10] 田建珍, 温纪平. 小麦加工工艺与设备[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 35-38.
- [11] 陆启玉. 粮油食品加工工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010: 18.
- [12] Sim S Y, Noor Aziah A A, Cheng L H. Characteristics of wheat dough and Chinese steamed bread added with sodium alginates or konjac glucomannan[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25: 951-957.