

# 海藻酸丙二醇酯对面团流变学和面包烘焙特性的影响

刘海燕<sup>1</sup>, 逢锦龙<sup>1</sup>, 王小霞<sup>2</sup>, 刘然然<sup>1</sup>, 代增英<sup>1</sup>, 王晓梅<sup>1</sup>

(1. 青岛明月海藻集团有限公司, 海藻活性物质国家重点实验室, 山东 青岛 266400;

2. 山东省临邑县农林局, 山东 德州 251500)

**摘要:**采用粉质仪、拉伸仪和质构分析仪研究添加不同比例(0.1%、0.2%、0.3%和0.4%)的海藻酸丙二醇酯(PGA)对面团流变学特性和面包烘焙特性的影响。结果表明,添加PGA能改善面团的粉质和拉伸特性,能显著提高面团的吸水率,延长面团的稳定时间,提高粉质评价指数,增大面团的延展性、拉伸阻力和拉伸比值。添加PGA能增大面包比容,显著提高面包的弹性,降低面包硬度,改善面包的口感,提高面包的感官评分。PGA添加量在0.2%~0.3%时,对面团和面包的改善效果最为显著,面包品质最好。

**关键词:**海藻酸丙二醇酯;面团;流变特性;面包品质

**中图分类号:**TS 202.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)06-0001-04

## Effect of propylene glycol alginate on rheological and baking properties of dough

LIU Hai-yan<sup>1</sup>, PANG Jin-long<sup>1</sup>, WANG Xiao-xia<sup>2</sup>, LIU Ran-ran<sup>1</sup>, DAI Zeng-ying<sup>1</sup>, WANG Xiao-mei<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Seaweed Active Substances, Qingdao Mingyue Seaweed Group Co., Ltd.,

Qingdao Shandong 266400;

2. Agriculture and Forestry Bureau of Linyi county, Dezhou Shandong 251500)

**Abstract:**The effect of propylene glycol alginate (PGA) with different percentages (0.1%、0.2%、0.3% and 0.4%) on rheological properties and baking properties of dough was analyzed by farinograph, extensograph and texture analyser. The results showed that:PGA could improve the farinograph properties and extensograph properties of dough, such as water absorption, stability time, flour evaluation index, dough extension, extension resistance and stretch ratio. PGA could increase the specific volume of bread, significantly improve the springiness, the taste and sensory score of bread, and reduce the hardness of bread. The bread with 0.2%~0.3% PGA had the optimal quality.

**Key words:**propylene glycol alginate (PGA);dough;rheological properties;bread quality

海藻酸丙二醇酯(Propylene Glycol Alginate, PGA)是由海带、巨藻、马尾藻等天然褐藻中提取的海藻酸,经深加工制成的一种乳化增稠剂。PGA是由 $\alpha$ -L-古洛糖醛酸和 $\beta$ -D-甘露糖醛酸组成的海藻酸直链大分子,为白色或淡黄色粉末,水溶液呈粘稠状胶体,具有优良的乳化性、增稠性和耐酸性,是一种性能优良的海洋食品添加剂,广泛应用于各种食品的生产<sup>[1]</sup>。

目前PGA在面条、酸性饮料、乳制品、啤酒和沙拉酱等方面有很多的应用研究<sup>[2-5]</sup>,但在面包中的

应用研究还较少<sup>[6-7]</sup>。本实验主要研究PGA对面团流变特性和面包烘焙特性的影响,旨在为PGA在烘焙食品中的推广应用提供理论支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

高筋粉:星华粮油食品公司;即发干酵母:安琪酵母股份有限公司;起酥油:嘉里特种油脂有限公司;白砂糖:凌云海糖业集团有限公司;PGA:青岛明月海藻集团有限公司;食盐:市售。

搅拌机、醒发箱、烤炉、切片机:新麦机械有限公司;TMS-Pro质构分析仪:北京盈盛恒泰科技有

收稿日期:2017-06-10

作者简介:刘海燕,1988年出生,女,硕士研究生,工程师。

限公司;粉质仪:德国 Brabender 公司;拉伸仪:德国 Brabender 公司;BS224S 型电子天平:常熟市双杰测试仪器厂。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 PGA 对面团粉质特性

参照 GB/T 14614—2006 方法进行测定。

#### 1.2.2 PGA 对面团拉伸特性

参照 GB/T 14615—2006 方法进行测定。

#### 1.2.3 面包基本配方

表 1 面包基本配方

原料	比例/%
高筋粉	100
白砂糖	20
起酥油	12
干酵母	1.5
盐	1
水	粉质仪测定最佳吸水率
PGA	0.1~0.4

注:PGA 的添加量分别为 0.1%、0.2%、0.3% 和 0.4%。

#### 1.2.4 面包制作

将上述原料放入搅拌机中,搅拌 10 min 后,取出面团,静置 15 min,分割成 150 g 面团,揉圆,成型,醒发(38 ℃、RH 85%) 90 min,焙烤上火和下火分别为 180 ℃ 和 210 ℃,烘焙 23 min,冷却后对面包比容、质构等指标进行测定。

#### 1.2.5 面包比容测定

面包冷却后,采用油菜籽置换法进行测定,然后称重。

面包比容/(mL/g) = 体积(mL)/质量(g)。

#### 1.2.6 面包质构特性测定

采用 Rouille 方法<sup>[8]</sup>并稍作调整进行测定。对储藏不同天数的面包用切片机切成 20 mm 面包薄片,放在探头下进行测定。参数设定:探头为 P/25 型,N 为 500,压缩程度 50%,测试前速度 60 mm/min,测试速度 60 mm/min,最小力 0.2 N,2 次压缩的时间间隔 1 s。

#### 1.2.7 面包感官评价

采用 9 分评分法<sup>[9]</sup>对面包进行感官评分。对冷却 2 h 的面包的外观、口感、风味、颜色和整体接受程度进行评分,其中 1 代表极度不喜欢,2 代表非常不喜欢,3 代表适度不喜欢,4 代表轻微不喜欢,5 代表既不喜欢也不讨厌,6 代表轻微喜欢,7 代表适

度喜欢,8 代表非常喜欢,9 代表极度喜欢。

### 1.3 数据分析处理

数据统计采用 SPSS 16.0 进行分析,运用方差分析法(analysis of variance, ANOVA)进行显著性分析,显著水平值为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 PGA 对面团粉质特性影响

PGA 对面团粉质特性的影响测定结果如表 2。从表 2 可以看出,添加 PGA 后能显著提高面团的吸水率,添加量越大,面团吸水率越高,主要原因是 PGA 分子中含有大量的亲水基团,可通过氢键结合大量水分子<sup>[10]</sup>;还有面筋蛋白中的氨基基团与 PGA 中的阴离子基团通过静电相互作用可形成复合物,降低了面筋蛋白的疏水性<sup>[11]</sup>,因此面团的吸水率升高。随着 PGA 添加量的增多,面团形成时间延长,主要是 PGA 优先吸附面团中的水,从而影响面筋蛋白网络结构的形成,使其形成网络的时间延长,尤其是添加量为 0.3% 时,面团形成时间显著延长。添加 PGA 能提高面团的稳定时间,降低弱化度,提高面团的耐搅拌能力,粉质评价指数提高,但是当添加量大于 0.3% 时趋于稳定,并有小幅度下降。可能是由于 PGA 与面筋蛋白相互作用,形成复杂体系,改善了面筋的网络结构,从而提高了面团的稳定性。但是,当 PGA 过量加入时,可能会减少面筋蛋白的数量,不利于面筋网络的形成。

表 2 PGA 对面团粉质特性的影响

PGA 添加量 /%	吸水率 /%	形成时间 /min	稳定时间 /min	弱化度 BU	粉质评价指数
0	66.6 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>
0.1	67.5 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>	65 <sup>ab</sup>	64 <sup>a</sup>
0.2	68.7 <sup>a</sup>	9.0 <sup>ab</sup>	9.8 <sup>ab</sup>	60 <sup>b</sup>	67 <sup>b</sup>
0.3	70.2 <sup>ab</sup>	9.5 <sup>b</sup>	9.7 <sup>ab</sup>	62 <sup>b</sup>	65 <sup>ab</sup>
0.4	72.2 <sup>b</sup>	8.5 <sup>a</sup>	9.4 <sup>a</sup>	65 <sup>ab</sup>	62 <sup>a</sup>

注:同一列的不同字母表示存在显著性差异( $P < 0.05$ )。下同。

综合来看,PGA 的添加量在 0.2% ~ 0.3% 时对面团的粉质特性改善较好,添加量过大都会降低面团的品质。

### 2.2 PGA 对面团拉伸特性的影响

从表 3 可以看出,面团醒发 45 min 和 135 min 时,随着 PGA 添加量的增大,面团延伸性变大,能量值增大,但是拉伸阻力和拉伸比值呈先增大后降低的趋势。添加量在 0.2% ~ 0.3% 时,对面团的拉伸

特性改善较好。面团延伸性变大,做出来的最终面包产品的弹性较好,面包口感得到改善。当添加适量 PGA 时,面团拉伸特性、拉伸比值提高,表明添加 PGA 能有效提高面团的抗拉伸强度,使面团维持较

好的韧性,面团的抗拉伸性能和稳定性能越好,在发酵过程中面团不容易坍塌,使得制作出来的面包入炉膨胀性好,面包冠大,比容增加。说明 PGA 在发酵面团类产品中能发挥很好的作用。

表3 PGA 对面团拉伸特性的影响

PGA 添加量/%	R <sub>m</sub> /BU		R <sub>50</sub> /BU		能量/cm <sup>2</sup>		延伸性/mm		R/E 比值	
	醒发 45min	醒发 135min	醒发 45min	醒发 135min	醒发 45min	醒发 135min	醒发 45min	醒发 135min	醒发 45min	醒发 135min
0	370 <sup>a</sup>	395 <sup>a</sup>	245 <sup>a</sup>	280 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>	169 <sup>a</sup>	148 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>
0.1	380 <sup>a</sup>	420 <sup>ab</sup>	260 <sup>ab</sup>	305 <sup>ab</sup>	83 <sup>ab</sup>	88 <sup>b</sup>	170 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>	1.53 <sup>a</sup>	2.03 <sup>a</sup>
0.2	383 <sup>a</sup>	490 <sup>c</sup>	270 <sup>b</sup>	350 <sup>b</sup>	87 <sup>b</sup>	94 <sup>c</sup>	174 <sup>ab</sup>	158 <sup>ab</sup>	1.55 <sup>a</sup>	2.21 <sup>b</sup>
0.3	395 <sup>b</sup>	463 <sup>b</sup>	265 <sup>ab</sup>	340 <sup>b</sup>	85 <sup>b</sup>	89.5 <sup>bc</sup>	184 <sup>b</sup>	168 <sup>b</sup>	1.44 <sup>a</sup>	2.02 <sup>a</sup>
0.4	375 <sup>a</sup>	430 <sup>ab</sup>	245 <sup>a</sup>	310 <sup>ab</sup>	80 <sup>a</sup>	86.2 <sup>b</sup>	183 <sup>b</sup>	161 <sup>ab</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.92 <sup>a</sup>

### 2.3 PGA 对面包比容影响

从图1可以看出,添加PGA后,面包比容增大,尤其是添加0.2%~0.4%添加量,PGA比容增加更明显,添加0.2%、0.3%和0.4%的PGA后面包比容分别比空白提高6.9%、8.1%和7.0%,表明添加PGA后对面团有很好的改善作用,它可与面筋蛋白相互作用,形成较强的网络结构,防止在面团醒发过程中坍塌,提高面包入炉膨胀性,增大面包比容。

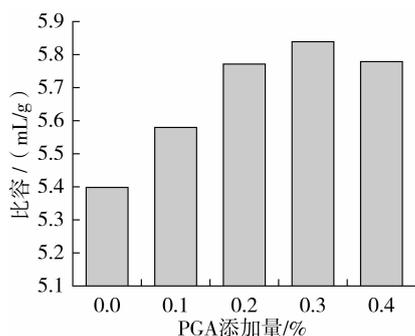


图1 PGA 对面包比容的影响

### 2.4 PGA 对面包质构特性影响

#### 2.4.1 PGA 对面包硬度影响

评判面包品质的一个重要指标是面包硬度,面包老化变硬最显著的特点是硬度增加。图2显示,添加PGA后,面包放置过程的硬度明显降低,其中添加0.3%PGA面包的硬度最小,保湿性较好,表明有很好的抗老化特性,可延长面包的保质期。推测其原因主要是PGA能提高面团吸水率,持水性能好,能控制水分迁移,使水分子处于相对稳定的状态;还有PGA具有优良的乳化特性,可与淀粉分子

相互作用形成稳定的复合物,减缓了淀粉的老化,从而使面包口感得到改善。

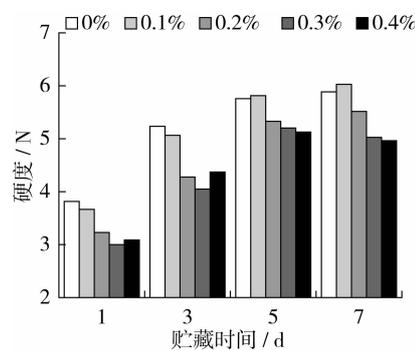


图2 PGA 对面包硬度的影响

#### 2.4.2 PGA 对面包弹性影响

弹性是面包经过第一次压缩以后能够再恢复原状的程度,弹性越大,面包品质越好,品尝口感有弹性,不粘牙。从图3可以看出,添加PGA后能显著增加面包的弹性,且添加量越大,面包弹性越大,而且在贮藏过程中面包弹性下降较为缓慢,对面包口感有很好的改善作用。

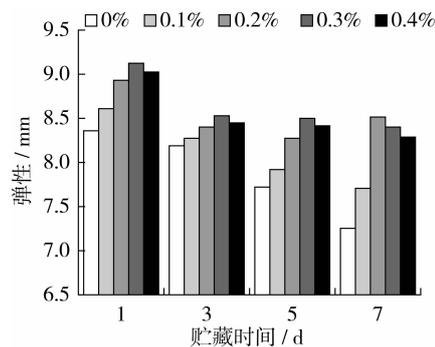


图3 PGA 对面包弹性的影响

## 2.5 PGA 对面包感官评分的影响

采用9分嗜好评分法对面包进行评分,从外观、颜色、口感、风味和总体接受程度看,添加PGA后能提高面包的感官评分值,总体接受度提高。添加PGA后面包外观较好,不易收缩,且口感较好,有弹性。当PGA添加量在0.2%~0.3%时制作的面包感官评分最高,面包品质最好。

表4 面包感官评定分析

PGA 添加量	外观	颜色	风味	口感	总体评分
0%	6.27 <sup>a</sup>	5.97 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>
0.1%	6.76 <sup>a</sup>	6.06 <sup>a</sup>	6.16 <sup>a</sup>	6.29 <sup>a</sup>	6.43 <sup>ab</sup>
0.2%	7.04 <sup>ab</sup>	6.83 <sup>ab</sup>	6.87 <sup>b</sup>	7.36 <sup>c</sup>	7.24 <sup>b</sup>
0.3%	6.89 <sup>ab</sup>	6.80 <sup>ab</sup>	6.81 <sup>b</sup>	6.97 <sup>b</sup>	6.93 <sup>b</sup>
0.4%	6.63 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	6.32 <sup>a</sup>	6.82 <sup>b</sup>	6.58 <sup>ab</sup>

## 3 结论

根据面团粉质和拉伸参数可以得出,添加PGA后能提高面团的吸水率,增加面团的稳定时间,降低弱化度,提高粉质评价指数;能显著提高面团的延伸性、能量值、拉伸阻力和拉伸比值,改善面团的稳定性。

面包烘焙特性表明,添加PGA后能显著增大面包比容,降低面包硬度,提高面包弹性,改善面包的口感,提高面包感官评分值,可在实际面包生产中推广应用。

## 参考文献:

- [1]胡国华.海藻酸丙二醇酯的特性及其在食品工业中的应用[J].中国食品添加剂(增刊),2002:119-121.
- [2]刘然然,姜进举,杨艳,等.不同浓度低酯化度PGA对面条品质的影响研究[J].中国食品添加剂,2016(8):148-152.
- [3]杨爱华,王成忠,杨艳.PGA对面条质构的影响研究[J].食品工业科技,2010,31(4):323-325,386.
- [4]陈迎琪,姜启兴,夏文水.海藻酸丙二醇酯与果胶在搅拌型酸奶中的应用对比研究[J].中国乳品工业,2016(11):17-20.
- [5]张立群,张双玲,张莹梅.啤酒泡沫稳定剂——藻酸丙二醇酯应用研究[J].酿酒,2002,29(4):98-99.
- [6]TABARA A, MIYAJIMA C, MOKI N, et al. Improvement of bread making properties by the addition of alginates[J]. Food Science and Technology Research, 2016, 22(1):145-151.
- [7]PERESSINI D, PIN M, SENSIDONI A. Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids[J]. Food Hydrocolloids, 2011(25):340-349.
- [8]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):45-57.
- [9]ZHU H Y, WANG F, HUANG W N, et al. Rheofermentometer fermentation and breadmaking characteristics of dough containing xylo-oligosaccharide hydrolyzate from wheat bran[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(3):1878-1883.
- [10]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.
- [11]RIBOTTA P D, AUSAR S F, BELTRAMO D M, et al. Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins[J]. Food Hydrocolloids, 2005, 19(1):93-99. ☞

# 欢迎订阅 2018 年《中国粮油学报》

《中国粮油学报》是中国科学技术协会主管、中国粮油学会主办的全国食品工业类中文核心期刊。主要刊载谷物、油脂化学、工艺学等方面的研究成果。栏目包括:稻谷、小麦、玉米、大豆、杂粮、淀粉、蛋白、油脂、饲料、储藏、加工工艺、粮物流、信息自动化、标准与检测方法及综述。

《中国粮油学报》是国内外公开发行的—级刊物,邮发代号:80-720,国内统一刊号:CN 11-2864/TS,国际标准连续出版物刊号:ISSN 1003-0174。月刊,每月25日出版,铜版印刷,大16开146页,每期定价56.00元,全年定价672.00元(含平刷邮费)。

地址:北京市西城区百万庄大街11号粮科大厦(100037)

银行汇款开户行:交通银行北京百万庄支行

账号:110060774018010013416

网址:www.lyxuebao.net

户名:中国粮油学会

电话:010-68357510 010-68357810

E-mail:lyxb@ccoonline.com

广告