

# 海藻酸钠在面团体系中的应用研究进展

刘海燕, 王晓梅, 张娟娟, 王春霞, 范素琴, 解素花, 董雪

(青岛明月海藻集团有限公司, 青岛 266400)

**摘要:** 海藻酸钠又叫褐藻胶, 是从海带等褐藻植物中提取的天然高分子多糖, 是人体不可缺少的一种营养素——水溶性膳食纤维, 具有良好的食用安全性及生物相容性, 对预防结肠癌、心血管疾病以及铅、铬等重金属在体内的积累具有很好的辅助疗效作用。海藻酸钠由于其特殊的理化性质和功能特性广泛应用于食品、医药、纺织等产品中, 作为增稠剂、乳化剂、胶凝剂、持水剂、稳定剂等使用, 已成为使用最广泛的食品添加剂之一, 受到国内外学者的广泛关注。本文主要介绍了海藻酸钠的分子结构及理化功能特性, 并对近几年海藻酸钠在面团体系(如流变学特性、糊化特性和微观结构)及其在面包、馒头等相关产品中的应用研究进展进行综述, 为海藻酸钠在以后相关研究中提供参考。

**关键词:** 海藻酸钠; 理化特性; 面团; 面包; 面条; 馒头

**中图分类号:** TS 202.3    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1006-2513(2013)02-0199-05

## Research progress of application of sodium alginate in dough system

LIU Hai-yan, WANG Xiao-mei, ZHANG Juan-juan, WANG Chun-xia,  
FAN Su-qin, XIE Su-hua, DONG Xue

(Qingdao Bright Moon Seaweed Group Co., Ltd., Qingdao 266400)

**Abstract:** Sodium alginate also known as alginate, a natural polysaccharide polymer is extracted from marine brown algae - kelp. Sodium alginate, an essential human nutrient - soluble dietary fiber, is very safe to eat and has biocompatibility. It has a good effect on preventing colon cancer, cardiovascular disease, as well as lead, chromium and other heavy metal accumulation in the body. Sodium alginate has widely used in food, medicine, textile and other products due to its special physicochemical properties and functional features such as thickening, emulsifying, gelling, water binding and stabilizing. Sodium alginate has become one of the most widely used food additives and received extensive attention of scholars at home and abroad. This article briefly described the molecular structure and physicochemical properties of sodium alginate, and research progress of sodium alginate in dough system (such as rheological properties, pasting properties and microstructure) and its application in the bread, steamed bread and other related products in recent years. It provided a reference for sodium alginate in recent study.

**Key words:** Sodium alginate; physicochemical properties; dough; bread; noodle;

海藻酸钠(sodium alginate), 又名褐藻酸钠、海带胶、褐藻胶, 是一种从天然褐藻中提取的高分子多糖聚合物, 是海藻酸衍生物的一种。在公

元前 600 年, 人类就已经把海藻当作食物了, 海藻酸钠广泛应用于食品工业, 在美国被誉为“奇妙的食品添加剂”, 日本人誉之为“长寿食品”<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 2012-12-18

作者简介: 刘海燕(1988-), 女, 工程师, 硕士研究生, 研究方向为烘焙科学、功能配料与食品添加剂。

海藻酸钠由于其特殊的功能在功能食品、肉制品、烘焙制品、仿生食品、饮料、冷食品以及其它行业得到了广泛的应用,已成为使用最广泛的食物添加剂之一。

## 1 海藻酸钠的结构及理化特性

海藻酸钠是由 $\beta$ -D-甘露糖醛酸( $\beta$ -D-mannuronate, 简称M)和 $\alpha$ -L-古罗糖醛酸( $\alpha$ -L-guluronate, 简称G)通过1-4糖苷键连接而成的一种线型聚合物<sup>[2]</sup>。其分子式为 $(C_6H_7O_6Na)_n$ , 相对分子量在32000~200000左右, 其结构单元分子量理论值为198.11<sup>[3-7]</sup>。海藻酸钠的结构式如图1所示。

海藻酸钠多为白色或淡黄色, 无臭, 无味, 易溶于水, 吸湿性和增稠性较好, 不溶于乙醇、乙醚、氯仿和酸, 在pH为5.0到11.0之间稳定性较好, 过低则会形成海藻酸凝胶, 不耐强酸强碱, 与部分金属离子(如 $Ca^{2+}$ 等)产生热不可逆凝胶<sup>[8-9]</sup>。

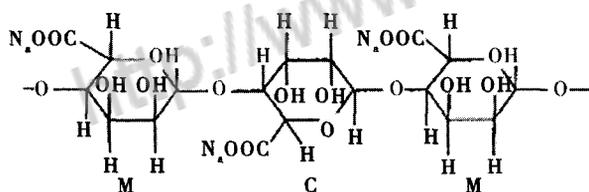


图1 海藻酸钠的分子结构

Fig. 1 The molecular structure of sodium alginate

M和G的比率及排列顺序因褐藻的种类不同而有显著的差异, 即使是同一种褐藻, 也因部位不同而有显著的差异。而且M/G比值不同影响其理化性质, 尤其对钙离子存在时的胶凝作用有很大影响。例如高G型海藻酸盐生成的凝胶硬度大但易碎, 高M型海藻酸盐生成的凝胶则相反, 柔韧性好但硬度小<sup>[10]</sup>。

## 2 海藻酸钠对面团流变学特性的影响

### 2.1 流变学特性

添加海藻酸钠后, 面团吸水率显著增加, 面团形成时间和稳定时间增长, 最大忍受指数(MTI)减小, 表明引入海藻酸钠后形成面筋较强的面团<sup>[11]</sup>。有人研究表明, 添加0.1%或者

0.5%的海藻酸钠后, 由于海藻酸钠与面粉中蛋白的相互作用, 使得P(面泡形变的最大压力)增大, L(面泡膨胀破裂点)减小, P/L(曲线形状比值)增大, W(形变能力)增大<sup>[11-13]</sup>。同时添加0.2%海藻酸钠后, 面团 $R_{max}$ (最大拉伸阻力)增加,  $R_{max}/E$ 增加, A(拉伸曲线面积)下降。Upadhyay等研究发现引入海藻酸钠后面团的弹性模量增加, 且随浓度的增加而逐渐增大<sup>[14]</sup>。

杨艳研究了海藻酸钠对燕麦复合粉的揉和特性及拉伸特性, 结果显示添加海藻酸钠后面团的吸水率、面团形成时间、稳定时间、粉质评价价值都有所增大, 弱化度降低, 其中海藻酸钠添加量在0.3%时面团的稳定性得到明显改善; 但是添加海藻酸钠后对燕麦面团的拉伸特性没有明显提高<sup>[15]</sup>。

Rosell等研究发现添加海藻酸钠后面团的持气率没有明显变化, 面团内气体损失体积减小, 能提高面团在发酵过程中的稳定性<sup>[11]</sup>。但也有研究表明海藻酸钠可以与面筋蛋白相互作用并产生更强的网络, 并可以将发酵产生的二氧化碳尽可能多的保留在网络中, 改善面筋的持气性能。

### 2.2 糊化特性

Rosell等研究表明<sup>[16-17]</sup>, 添加海藻酸钠后对面粉糊化特性(峰值黏度、蒸煮稳定性、冷却稳定性、面积)有很大影响, 如糊化温度降低(与空白相比下降 $1.3^{\circ}C$ ), 峰值黏度显著增加(与空白相比增加70BU), 回生值下降, 水溶性组分中蛋白质含量降低, 冷却稳定性增加。加入海藻酸钠后有利于直链淀粉-脂类复合物的形成, 从而使得面包芯比较柔软。另有研究表明, 海藻酸钠能降低燕麦粉的起始糊化温度, 提高峰值黏度、 $50^{\circ}C$ 最低黏度和破损值, 降低燕麦粉的胶凝值, 由糊化特性结果分析显示在燕麦粉中海藻酸钠添加量为0.3%比较适中<sup>[15]</sup>。

### 2.3 微观结构

Upadhyay等采用共聚焦扫描电镜观察胶体对面团微观结构的影响, 结果发现引入胶体如海藻酸钠后面团中气泡分布比较紧密, 且随着胶体浓度的增加气泡截面的直径逐渐减小。这主要是由于引入胶体后在气泡周围形成吸附层, 它能增加水介质的黏度, 使气体扩散减慢, 同时使气泡膜

比较稳定,从而使得气泡较密,面团较硬,使得测得的弹性模量值增加,这也与P/L值增大一致<sup>[14]</sup>。

杨艳研究了海藻酸钠对面团微观结构的影响,经分析可知,海藻酸钠加固了面筋蛋白的网络结构,使得面团的网络结构致密度增加,淀粉颗粒被很好地包裹在海藻酸钠和面筋蛋白形成的网络结构中,但是当添加量超过0.30%时,面团的黏聚性增大,容易结块,使面团内空隙增大<sup>[15]</sup>。

### 3 海藻酸钠在面团体系中的应用研究

海藻酸钠是一种可食而又不被人体消化的大分子多糖,它在胃肠里具有吸水性、吸附性、阳离子交换和凝胶过滤等作用,对人体新陈代谢起到独特的调节效果。它具有保健功能,能降血压、调节血脂,增强免疫力;增加饱腹感,利于减肥;阻碍放射性元素的吸收,促进排铅功能<sup>[18]</sup>。1997年,我国以卫生部批准号“97-65”批准“褐藻胶”是具有排铅功能物质,可以制作各种保健食品。2011年5月,我国公布了最新版的(GB2760-2011)《食品添加剂使用卫生标准》,标准规定:“海藻酸钠、海藻酸钾可在各类食品中按生产需要适量使用(例外食品除外)”。

海藻酸钠因其良好的凝胶性和增稠性,常用作增稠剂、稳定剂、组织改良剂和抗老化剂等,已经在不同行业不同国家得到广泛应用,尤其是食品行业,其用量占世界所产海藻酸钠总量的40%左右<sup>[1]</sup>。目前,海藻酸钠在各种食品中都有应用。食用藻类的开发已经引起人们的高度关注,在食品新产品开发方面已有一定的进展,部分科技成果已被应用于保健功能食品中<sup>[19]</sup>。

#### 3.1 在面包生产中的应用

据J. C 约翰逊编著的《新食品添加剂》报道:“海藻酸盐被用来改善烘烤食品的特性,当用低谷蛋白面粉制做面包时,海藻酸钠或其铵盐能使低面筋面粉制作的面包具有高面筋面包的特性<sup>[20]</sup>”。另据报道:“海藻酸钠能使面包的弹性增加,膨胀起发性好,蜂窝状组织均匀细密,不酸,断面横切时不易掉渣,保鲜性和口感性好,延缓老化,延长产品贮藏期<sup>[21-22]</sup>”。

王绍宇<sup>[23]</sup>研究表明,添加0.15%的褐藻胶后,面包体积膨大,松软,风味突出,香甜可口,组织细腻,有弹性,切口后,断面掉渣少,货架期延长。Guarda等研究表明,添加0.1%或者0.5%的海藻酸钠对面包比容没有明显变化,但是面包芯的水分含量显著增加,面包芯的硬度降低,且能提高新鲜面包的感官特性,有比较高的感官评分。在贮藏过程中,面包芯的水分损失量较少,有较好的持水性,减少面包芯的脱水速率,而且面包硬度明显降低,表明有较好的抗老化效果<sup>[24]</sup>。Davidou等研究表明添加海藻酸钠后,在长期贮藏过程中面包的硬度以及硬度的增加速率显著降低,面包的老化速率下降,胶体在面包芯无定型区域的柔软性起很大作用,主要是由于它能抑制淀粉和面筋的相互作用所致<sup>[25]</sup>。

在冷冻面团中添加海藻酸钠能减少冷冻面团中冰晶的体积,提高冷冻面团的低温稳定性,使制成的面包比容明显增加,且使其面包瓤结构更加细腻、均匀<sup>[26]</sup>。Shou等研究表明添加乳蛋白和海藻酸钠后能抑制冻藏过程中冷冻面团质量的破坏,对冷冻面团面包的品质有一定改善作用<sup>[27-28]</sup>。其结果显示添加乳清蛋白和海藻酸钠(WA)或者酪蛋白和海藻酸钠(CA)后冷冻面团面包比容增加,水分含量下降较少,硬度较低,感官评分增加,改善面包的质量。

#### 3.2 在馒头生产中的应用

Sim等研究表明添加0.2%或0.8%的海藻酸钠使得馒头的比容和宽展率降低,但在27℃贮藏几天后,馒头的硬度增加速率明显降低,表明在面团中海藻酸钠能阻碍大分子聚合物的形成和抑制淀粉老化<sup>[13]</sup>。何承云等通过单因素实验发现,添加适量的海藻酸钠对馒头有显著的抗老化效果,考虑添加剂复配的增效效应,研究了海藻酸钠、黄原胶、卡拉胶3种胶体复配使用时的抗老化效果,结果表明复配比例为海藻酸钠0.05%,黄原胶0.15%,卡拉胶0.15%时馒头的抗老化效果较好<sup>[29]</sup>。

#### 3.3 在面条生产中的应用

在挂面、粉丝、米粉制作中添加海藻酸钠可改善制品组织的黏结性,使其拉力强、弯曲度大、减少断头率,特别是对面筋含量较低面粉,效果更为明显,同时可防止可溶性淀粉和营养成

分渗出,提高面团延展性,改善口感和风味<sup>[19,30]</sup>。李光辉等<sup>[31]</sup>直接制备褐藻酸钠胶液,生产褐藻酸钠挂面,技术可行,产品质量可靠,有明显经济效益,可有助于褐藻酸钠挂面生产的稳定和发展。赵振玲等<sup>[32]</sup>研究表明黏度为300mPa·s的海藻酸钠适用于制作面条,最适添加量为0.2%~0.25%,制成的面条拉力强、弯曲度大、断头少,表面光洁,另外它还使面条具有特别的类似鸡蛋的味。杨艳研究发现<sup>[15]</sup>,加入适量的海藻酸钠(0.3%)能提高了燕麦面条的硬度、黏合性、咀嚼度、弹性和回复性,降低了黏附性和黏结性,使面条柔软有弹性,蒸煮过程中不易黏连,大大改善了燕麦面条的品质,如使面条表面结构更加细密光滑、提高面条的适口性、增加面条的弹性和咬劲、使面条更加爽滑可口等等。另外在麦麸膳食纤维荞麦面条中添加0.4%海藻酸钠能使口感劲道、爽滑、不黏连、不混汤、断条率显著下降,其中最佳配方为小麦粉与荞麦粉比7:3,麦麸膳食纤维5%,海藻酸钠0.4%,食盐为2%,水为30%~35%<sup>[33]</sup>。

陈洁等<sup>[34-35]</sup>发现,添加海藻酸钠后可普遍提高冷冻面条的质构品质,提高冷冻面条的抗剪切,使得冷冻面条的硬度增加,黏着性降低,拉伸力增大,拉伸距离变大,有效地提高冷冻面条的口感。祝瑞博等<sup>[36]</sup>研究木薯淀粉与海藻酸钠对速冻鲑鱼肉面条品质的影响,结果发现海藻酸钠添加量为0.1%,木薯淀粉的比例为12%,鱼糜用量为45%时,速冻鱼面的口感爽滑,质地致密,色泽洁白均一,具有鲑鱼肉特有的鲜香味。

#### 4 应用展望

伴随人们对海洋特殊生态环境和海洋生物中具有生理活性的生物资源的逐步认识,海洋功能食品的开发利用是当前食品研究和应用的一个重要方向。海藻酸钠作为一种从褐藻类生物中提取出来的产品在面团体系等烘焙食品、面制品中的应用还仅仅是个开始,以后还需进行更深入的研究,利用它开发新产品是一个重要的、有价值的研究方向。总之,随着研究的不断深入,海藻酸钠在食品领域中的应用将会更加的广泛,这对促进我国相关产业发展和推动国民经济发展具有重

要而深远的意义。

#### 参考文献:

- [1] 邝生鲁. 现代精细化工高新技术与产品的合成工艺(1997年版) [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1997: 574-575.
- [2] SHERRY X C. Molecular mass distribution of sodium alginate by high-performance size exclusion chromatography [J]. Journal of Chromatography A, 1999, 864 (2): 199-210.
- [3] GOMBOTZ W R, WEE S E. Protein release from alginate matrices [J]. Advanced Drug Delivery Reviews, 1998, 31: 267-285.
- [4] HAGEN A, SKJAK B G, DOMISH M. Pharmacokinetics of sodium alginate in mice [J]. European Journal of Pharmaceutical Sciences, 1996, 4 (Supplement 1): 100.
- [5] NAGASAWA N, MITOMO H, YOSHII F, et al. Radiation-induced degradation of sodium alginate [J]. Polymer Degradation and Stability, 2000, 69 (3): 279-285.
- [6] 陈玺, 唐在明. 海藻酸钠在医学上的应用 [J]. 中西医讯, 1998 (26): 95-98.
- [7] 中国标准出版社总编室编. 中国国家标准汇编(1985年版) [G]. 北京: 中国标准出版社, 1985: 73-74.
- [8] 李艳, 牟德华, 侯建革, 等. 带肉果汁中稳定剂的研究与应用 [J]. 河北省科学院学报, 1997 (1): 41-48.
- [9] 赵淑璋. 海藻酸钠的制备及应用 [J]. 武汉化工, 1989 (1): 11-14.
- [10] 秦益民. 海藻酸(2008年版) [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008, 18-20.
- [11] ROSELL C M, ROJAS J A, DE BARBER C B. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality [J]. Food Hydrocolloids, 2001, 15 (1): 75-81.
- [12] 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.
- [13] 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 (5): 951-957.
- [14] UPADHYAY R, GHOSAL D, MEHRA A. Characterization of bread dough: Rheological properties and microstructure [J]. Journal of Food Engineering, 2012, 109 (1): 104-113.
- [15] 杨艳. 海藻酸钠对燕麦粉质特性及其面团质构的影响 [D]: [硕士学位论文]. 山东: 山东轻工业大学, 2010.
- [16] ROSELL C M, ROJAS J A, BENEDITO DE BARBER C. Combined effect of different antistaling agents on the pasting properties of wheat flour [J]. European Food Research and Technology, 2001, 212 (4): 473-476.
- [17] ROJAS J A, ROSELL C M, DE BARBER C B. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems [J]. Food

- Hydrocolloids, 1999, 13 (1): 27-33.
- [18] 郭辽朴, 李洪军. 褐藻胶生物活性及在食品中应用的研究进展 [J]. 四川食品与发酵, 2007, 43 (6): 9-12.
- [19] 戎志梅. 生物化工新产品与新技术开发指南 (2002 年版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 227-228.
- [20] J. C. 约翰逊 (美). 新食品添加剂 (1990 年版) [M]. 北京: 中国商业出版社, 1990.
- [21] 白满英. 面制品的新型改良剂——褐藻酸钠及其应用 [J]. 粮油食品科技, 1984 (3): 19-21.
- [22] 陈勉哉. 海藻酸钠在淀粉类食品中的应用 [J]. 全国食品添加剂通讯, 1992 (1): 35-39.
- [23] 王绍裕. 褐藻胶在面包生产中的应用 [J]. 上海食品科技, 1988 (4): 21-22.
- [24] 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.
- [25] DAVIDOU S, MESTE M L, DEBEVER E, et al. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid [J]. Food Hydrocolloids, 1996, 10 (4): 375-383.
- [26] 黄卫宁, 邹奇波, 贾春丽. 一种提高发酵型冷冻面团中蛋白质抗冻性的方法 [P]. 中国发明专利, 200610037644.3. 2006-07-12.
- [27] SHON J, YUN Y, SHIN M, et al. Effects of milk proteins and gums on quality of breadmade from frozen dough [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2009, 89 (8): 1407-1415.
- [28] Effects of milk proteins and gums on quality of bread made from frozen dough following freeze-thaw cycles [J]. Food Science and Biotechnology, 2006, 15 (5): 805-813.
- [29] 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): 23-28.
- [30] 程晓梅, 程兰萍. 面条品质改良剂的应用研究 [J]. 河南工业大学报, 2008, 29 (6): 75-78.
- [31] 李光辉. 褐藻酸钠挂面的直接生产法 [J]. 食品科学, 1996, 17 (7): 28-31.
- [32] 赵振玲, 于功明, 刘洪武, 等. 海藻酸钠对面条质构影响的研究 [J]. 粮食加工, 2008, 33 (1): 78-81.
- [33] 邵佩兰, 徐明. 麦麸膳食纤维荞麦面条的工艺探讨 [J]. 粮油加工, 2006 (6): 75-77.
- [34] 陈洁, 钱晶晶, 王春. 胶体在冷冻面条中的应用研究 [J]. 中国食品添加剂, 2011 (2): 178-180.
- [35] 钱晶晶, 陈洁, 王春, 等. 冷冻面条的品质改良研究 [J]. 河南工业大学学报 (自然科学版), 2011, 32 (1): 36-38.
- [36] 祝瑞博, 马丽莉, 姚开, 等. 木薯淀粉与海藻酸钠对速冻鲢鱼肉面条品质的影响 [J]. 食品与发酵科技, 2009, 45 (6): 66-68.

紧紧围绕国家法律和标准编纂的大型工具书

## 新版《食品添加剂手册》 已正式出版发行

中国食品添加剂和配料协会编著

中国轻工业出版社出版发行

联系人: 杜鉴

电话: 010-59795833

传真: 010-59071335, 59071336

E-mail: cfaa1803@yahoo.com.cn

网址: www.cfaa.cn

论文降重、修改、代写请加微信（还有海量Kindle电子书哦）



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>



阅读此文的还阅读了：

- [1. 海藻酸钠对燕麦面团微观结构及其面条品质影响](#)
- [2. 海藻酸钠的复合特性及其在肉制品中的应用研究进展](#)
- [3. 中国基准地价评估近10年研究进展](#)
- [4. 面团及其制品的热导率研究进展](#)
- [5. 海藻酸钠提取工艺的研究进展](#)
- [6. ATR-FTIR在谷物及食品\(面团\)体系研究中的应用](#)
- [7. 添加剂在冷冻面团中的应用](#)
- [8. 海藻酸钠寡糖生物活性的研究进展](#)
- [9. 海藻酸钠自组装体系的AFM研究](#)
- [10. 海藻酸钠在面团体系中的应用研究进展](#)