

# 海藻酸钠的综合应用进展

王春霞, 张娟娟, 王晓梅, 范素琴, 解素花

(青岛明月海洋科技有限公司, 山东青岛 266400)

**摘要:**本文简要介绍了海藻酸钠的来源和应用, 首先讲述了海藻酸钠作为增稠剂、稳定剂在食品领域的应用以及在医学、农业、纺织工业、功能食品等领域的具体应用, 通过海藻酸钠制取的其他海藻酸盐也具备多种应用价值。

**关键词:**海藻酸钠; 增稠剂; 稳定剂

中图分类号: TQ929<sup>+</sup>.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-506X(2013)05-0099-0004

## The Application Progress on Sodium Alginate

WANG Chun-xia, ZHANG Juan-juan, WANG Xiao-mei, FAN Su-qin, XIE Su-hua

(Qingdao Bright Moon Sea Science and Technology Co., Ltd, Qingdao 266400, China)

**Abstract:** This paper briefly introduced the origin and application of sodium alginate. First, tell about the application of sodium alginate as thickener and stabilizer on food field as well as in medicine, agriculture, textile industry, functional food field, other alginates that produced by sodium alginate also have a variety of applications.

**Key words:** sodium alginate; thickener; stabilizer

**doi:** 10.3969/j.issn.1674-506X.2013.05-025

海藻酸钠是一种以海带、巨藻等褐藻为原料提取分离精制而成的多糖类生物高分子, 为白色或淡黄色粉末。海藻酸钠是良好的食品添加剂。在美国, 它被誉为“奇妙的食品添加剂”; 在日本被誉为“长寿食品”<sup>[1]</sup>。

自 1883 年由海带中发现海藻酸钠以来, 针对其实用价值, 很多学者进行了长期的研究, 大规模工业生产是开始于 1929 年的美国, 1944 年用于食品工业, 而用于医药工业不过是近 30 年的事。1983 年, 美国食品药品监督管理局批准海藻酸钠可直接作为食品的成分。在我国, 海藻酸钠最初是用在经纱上浆过程中, 上世纪 70 年代, 用于纯棉织物上, 以后又在涤棉织物上, 在印染工业中使用海藻胶上浆, 取得了较好的效果<sup>[2]</sup>。20 世纪 80 年代初, 由食品工业协会和农牧渔业部等联合召开的全国食用海藻酸交流会上, 众多专家肯定了褐藻胶的食用价值及药

用价值, 呼吁我国要充分重视和推广褐藻胶的食用技术<sup>[3]</sup>。

### 1 海藻酸钠的主要特征

海藻酸的主要应用是作为一种水溶性高分子材料, 因此, 商业用的海藻酸盐产品主要为水溶性的海藻酸钠、海藻酸钾、海藻酸铵, 以及经过化学改性后得到的海藻酸丙二醇酯。

海藻酸是一种由两种单糖组成的共聚高分子。其中一种单糖为  $\beta$ -D-甘露糖醛酸(简称 M), 另一种为  $\alpha$ -L-古罗糖醛酸(简称 G), 这两种单体以直线连接, 组成海藻酸的大分子结构。

海藻酸的凝胶过程是一种不可逆的化学过程, 与多价阳离子(镁除外)反应形成交联键, 最后形成凝胶, 且凝胶具有热不可逆性。

作为一种高分子材料, 海藻酸的性能受 G 和 M 含量的影响。例如, 两种单体与钙离子的结合力不

收稿日期: 2013-06-07

作者简介: 王春霞(1986-), 女, 硕士, 研发工程师。研究方向: 食品配料的研发和应用推广。

同,形成的凝胶性能也有所差别:高G型海藻酸盐形成的凝胶硬度大但易碎,高M型海藻酸盐形成的凝胶则正好相反,胶体软,但弹性好,所以通过调整产品中M和G的比例可以生产不同强度的凝胶<sup>[4]</sup>。

具有实用价值而且生产工艺成熟经济的海藻酸盐形式是海藻酸钠。

## 2 海藻酸钠的应用

由于海藻酸钠具有良好的增稠性、成膜性、稳定性、絮凝性和螯合性,因此受到了相当广泛的应用,目前主要应用在以下几方面:

### 2.1 在食品工业上的应用

海藻酸钠是从天然褐藻中提取的一类食品胶,具有柔韧度高、易膨化、低热无毒等特点,海藻酸钠应用于各类食品中可以改善食品的性质和结构,添加到不同食品中可发挥各种不同的功能。

海藻酸钠区别于其他水溶性胶体的一大特性是形成热不可逆性凝胶,凝胶近似于果冻状态,可以食用。海藻酸钠是一种优良的食用添加剂,不仅可以增加食品的花色品种,提高产品质量,起到一定的保健作用,还可以降低成本,提高企业的经济效益。

海藻酸钠可作为冰淇淋、啤酒、汽水和果汁乳饮料的稳定剂,果酱、鱼子酱、果冻、果凉粉的添加剂和人造海蜇、软糖、人造奶油的增稠剂应用于食品工业中。由于海藻酸钠在低浓度时就有较高的黏度,因此,可代替瓜尔胶,黄原胶等制成饮料,具有良好的稳定性、较高的透明度、口感好、低热量、无异味的特点。海藻酸钠用于固体食品可控制其黏度,添加量为0.5%<sup>[5]</sup>。

海藻酸钠作为水溶性胶体,具有一定的增稠性。可以用作人造奶油、植物蛋白饮料、乳制品的增稠剂和乳化剂<sup>[6]</sup>。另外,欧洲国家利用海藻酸钠的衍生物-海藻酸丙二醇酯的泡沫稳定性能,加入到啤酒中,可使泡沫稳定<sup>[7]</sup>,细腻,一定程度上提高了啤酒的品质。

### 2.2 在医学上的应用

以海藻胶制取的PSS,可用作治疗缺血性心、脑血管疾病、冠心病和眩晕症,亦可用作降低血液粘度及扩张血管的药物。海藻还可以健胃,降低血脂、胆固醇,治疗脂肪肝,具有消除和抑制脂肪生成等减肥效果。

海藻酸钠是一种具有控释功能的辅料。海藻酸钠的黏度较大,将其加入到口服药物中,可以延缓药物被人体消化的过程,使得药效得以缓慢释放,延长了药物的实际作用时间,同时还可以减轻副作用<sup>[8]</sup>。例如,国外有种消心痛缓释片就是利用海藻酸

钠的这种特性制成的,我们国内也有以海藻酸钠为基质制成的长效消心痛片<sup>[9]</sup>。

海藻酸钠还是一种天然的植物性创伤修复材料,利用海藻酸钠独特的成膜性质,可以制作成凝胶膜或医用敷料,对于烧、烫伤,洞穿性伤口和深度溃疡有着极为神奇的愈合作用<sup>[10]</sup>。另外,实验研究证实,口服海藻酸钠可以对射线致小鼠口腔粘膜的损伤有保护作用<sup>[11]</sup>。用海藻酸钠制成的注射液具有增加血容量、维持血压的作用,可维持手术前后循环的稳定<sup>[9]</sup>。还可以利用海藻酸钠为粘合剂来制作片剂,用量即使增加到1%以上或压力加大,片剂的崩解时间并不会随着增加,海藻酸钠的这种性质明显优于明胶、淀粉,是一种比较理想的粘合剂,海藻酸钠作为一种大分子多糖,在人体消化道近于末端的大肠才会有有效的结构破坏,因此可用于制备肠溶胶囊<sup>[12]</sup>。

海藻酸钠在医药中还可用作牙科咬齿印材料、止血剂、涂布药、亲水性软膏基质、避孕药等<sup>[13]</sup>。近年来,海藻酸钠在医学上的应用有向纵深发展之势。

### 2.3 在农业中的应用

海藻胶可用于农业中。用作农药的稳定剂,用量为0.2-5%;也可用作肥料成型剂、调节剂。

### 2.4 在纺织工业上的应用

海藻酸钠在棉布印花中具有不可替代的优势,因为它的大分子链富含阴离子,使得染料容易上染纤维,得色量高,色泽鲜艳,经过洗涤,布面残留率低,手感柔软。因此,在纺织品印花中一直是棉织物活性染料印花最常用的糊料<sup>[14]</sup>。海藻酸钠经常用作给经纱上浆的浆料,还可以用在织物的花边中,作为可洗除的纤维成分<sup>[15]</sup>。

### 2.5 海藻酸钠作为功能食品的开发

海藻酸盐系列产品均可开发成纯天然的海洋生物药品,海藻酸盐作为一种高分子多糖,保水性能好,食用后有饱腹感,能润滑消化道,对重金属具有良好的吸附能力,因此可以作为功能食品添加剂、保健品的原料和营养强化剂,对人体健康有显著功效。该食品添加剂可添加到任何食品、饮料中(如牛奶、咖啡等),营养效果显著,海洋生物提取、纯天然、无任何毒副作用,指标均可量化<sup>[16]</sup>。

利用海藻酸盐的凝胶性能,可生产各种仿生、仿真食品<sup>[17]</sup>。它克服了现有同类技术中的许多缺陷,将海藻酸盐与其它各种原、辅料混匀,水溶解后灌入模具中,利用其自身的凝胶成型方式,无须外加条件,静置后脱模即可制成为各种仿生、仿真食品,营养成份及其添加物的配比都是可随意调整的,且产品不

会因为温度的原因造成形变,成品体积、重量不受限制,可以进行适当的加热、烘烤、煎炸等等烹饪处理,无论是制作还是食用,都比较安全、高效<sup>[18]</sup>。

### 3 由海藻酸钠制备其他海藻酸盐

海藻酸是褐藻细胞壁和 J Sichuan Univ (Med Sci Edi) Vol.40 No.4 2009 细胞间质的主要多糖组分之一,是由 t-D-1,4-甘露糖醛酸和 a-L-1,4-古罗糖醛酸两种单体组成的嵌段线性聚合物<sup>[19]</sup>,具有广泛的生物活性<sup>[20-21]</sup>。

海藻酸钾、钙、锌、镁等海藻酸盐作为新型低分子化功能性食品添加剂,可制备降脂饮料、降压牛奶、奶伴侣、降压茶、降脂茶、降压、降脂咖啡、降脂糕点、补锌、钾、钙面粉等。

由于海藻酸盐水溶液具有胶体特性,如乳化性、稳定性、增稠性、悬浮性,因此在日用化学工业中,海藻酸盐具有广泛的应用<sup>[22]</sup>。比如海藻酸钙凝胶作为一种热不敏感性凝胶,它是目前作为微生物和动物细胞固定化常用的材料之一,如利用海藻酸钙将细胞包埋,可以作为一种新型的生物催化剂<sup>[23]</sup>。于美丽、宋继昌、孙铭等<sup>[24]</sup>研究表明,利用海藻酸锌络合物制成的药物可以有效的吸附血液中的尿素。程贤甦、关怀民、苏英草等<sup>[25]</sup>研究表明海藻酸铜配位聚合物可用作 MMA 聚合反应的催化剂。宋向阳等<sup>[26]</sup>使用海藻酸锰凝胶代替海藻酸钙凝胶,成功固定化酵母,使得使用寿命明显增加。由此可见海藻酸盐的用途相当广泛,上世纪 90 年代发现,饲料中添加海藻酸钾可降低自发性高血压大 (spontaneously hypertensive rat, SHR) 的血压水平<sup>[27]</sup>;王丽娟等在临床研究中观察到海藻酸钾散剂的降压效果<sup>[28]</sup>。

根据海藻酸钠的特点,可以由海藻酸钠制备出其他有用的海藻酸盐,下面针对性地对几种海藻酸盐的制备作了简单的研究。

先把金属盐  $Pb(NO_3)_2$ 、 $ZnSO_4$ 、 $CaCl_2$ 、 $MnSO_4$  分别配制成浓度为 1mol/L 的溶液,再配制一定浓度 (1%) 的海藻酸钠溶液,然后在常温下,边搅拌边往海藻酸钠溶液中分别加入  $Pb(NO_3)_2$ 、 $ZnSO_4$ 、 $CaCl_2$ 、 $MnSO_4$  溶液,结果生成了白色絮状沉淀。析出的沉淀经过滤,干燥,粉碎即可得相应的海藻酸盐  $Pb(Alg)_2$ 、 $Zn(Alg)_2$ 、 $Ca(Alg)_2$ 、 $Mn(Alg)_2$ 。

### 4 展望

高黏度海藻酸钠具有增稠性好、成膜性好、凝胶强度高、成丝性好等优点,是良好的食品添加剂,英国、挪威和东南亚等国已广泛用于食品工业。海洋生物资源丰富,作为初级生产力的藻类生物资源的开

发前景更加广阔,其中可食用的藻类是当前食品研究和应用中的一个重要方向。作为从天然褐藻中直接提取的海藻酸钠,在功能食品、保健食品和创意食品中具有广泛的应用前景<sup>[29]</sup>。

目前,国际上海藻酸钠的贸易量达到 2.2 万吨,其中,美国和挪威的销量占 71%。近年来发现,国际海藻酸钠的需求持续几年稳中有升,伴着生产工艺的改进和日益成熟,下游厂家和消费者对于海藻酸钠品质的要求也越来越高,尤其是在国外,高品质的海藻酸钠的价格更是国内市场粗制品的 5 倍之多,统计数字更是显示了在美国需求的海藻酸钠试剂价格达到了国内粗制品的 25 倍!

因此,我国海藻酸钠生产也必须努力提高海藻酸盐粗制品的质量,把工作重点放在提高质量和增加品种上<sup>[30]</sup>,这样必能增加出口创汇,促进我国乃至世界海藻酸钠工业生产和应用的发展。

### 参考文献

- [1] 张运铎.海藻酸钠工业特性应用研究进展[J].河南科技,2011(9):56-57.
- [2] 杨志清.海藻酸钠在经纱上浆中的应用[J].现代纺织技术,2002,10(4):21-22.
- [3] 谢平.海藻酸及其盐的食用和药用价值[J].开封医学专学报,1997,16(4):28-31.
- [4] 王秀娟,张坤生,任云霞,等.海藻酸钠凝胶特性的研究[J].食品工业科技,2008(2):259-262.
- [5] Lu R, Yoshida T, Nakashima H, et al. Specific biological activities of Chinese la cquer polysaccharides[J]. Carbohydrate Polymers,2000,43(1):47-54.
- [6] 范素琴,于功明,王成忠,等.海藻酸钠对植物蛋白饮料稳定性影响研究[J].粮食与油脂,2009(2):46-48.
- [7] 詹理璞,吴广辉.海藻酸钠的特性及其在食品中的应用[J].食品工程,2011(1):7-9.
- [8] 孙媛,张碧霞,王玲.硝苯地平-海藻酸钠缓释片的制备和性能研究[J].中南药学,2012,10(4):253-256.
- [9] 李良铸.生化制药学[M].北京:中国医药科技出版社,1995:281-284.
- [10] 吴志谷.创伤修复材料[J].中国实用外科杂志,1997,17(11):687.
- [11] Hasegawa T, Takahashi T, Insa Y, et al. Reparative effects of sodium alginate on radiation stomatitis [J]. Nippo Igaku Hoshashi Zaashi,1989,49(8):1047.
- [12] Kulkarni A R, Soppimath K S, Aminabhavi T M. Controlled release of didofenae sodium from sodium alginate beads crosslinked with glutaraldehyde [J]. Pharmaceu-tica Aeta Helvetiae,1999,74(1):29-36.
- [13] 章思规.实用精细化学品手册:有机卷(上)[M].北京:化学工业出版社,1996:92-94.
- [14] 戎志梅.生物化工新产品与新技术开发指南[M].北京:

化学工业出版社,2002:227-228.

- [15] Kulkarni A R, Soppimath K S, Aminabhavi T M. Controlled release of diclofenac sodium from sodium alginate beads crosslinked with glutaraldehyde[J]. *Pharmaceutica Acta Helvetica*, 1999, 74(1):29-36.
- [16] 大连雅威特生物工程有限公司. 抗高血压低聚海藻酸盐技术[J]. 国际专利, PCT/CN99/00202, 2004-07-14.
- [17] 于传兴. 低分子量藻酸盐及其制备方法和用途[J]. 中国专利, 99114615.8, 2003-11-30.
- [18] 黄来发, 洪文生, 黄恺. 食品增稠剂[J]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000:11-45.
- [19] Donati I, Gamini A, Skjak-Braek G, et al. Determination of the diadic composition of alginate by means of circular dichroism: a fast and accurate improved method[J]. *Carbohydr Res*, 2003, 338(10):1139-1142.
- [20] Kawada A, Hiura N, Tajima S, et al. Alginate oligosaccharides endothelial cells [J]. *Arch Dermatol Ras*, 1999, 291(10):542-547.
- [21] Queiroz K C, Medeiros V P, Queiroz L S, et al. Inhibition of reverse transcriptase activity of HIV by polysaccharides of brown algae [J]. *Biomed Pharmacother*, 2008, 62(5):303-307.
- [22] 魏福祥, 王新辉, 杨晓宇. 天然高分子海藻酸盐成膜研究[J]. 日用化学工业, 1998(1):22-25.
- [23] 曹永梅. 海藻酸钙固定化细胞及其在食品工业中的应用[J]. 中国乳品工业, 2001, 25(6):34-36.
- [24] 于美丽, 宋继昌, 孙铭, 等. 新型尿素吸附剂的制备及其对血液中 BUN 吸附性能分析[J]. 北京生物医学工程, 2002, 21(3):226-229.
- [25] 程贤魁, 关怀民, 苏英草. 海藻酸铜膜表面的配位结构及催化 MMA 聚合的性能[J]. 化学学报, 2000, 58(4):407-413.
- [26] 宋向阳, 徐勇, 杨富国, 等. 海藻酸锰固定化细胞的乙醇发酵[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(4):1-4.
- [27] Tsuji K, Nakagawa Y, Ichikawa T, et al. Effects of dietary potassium alginate on blood pressure, mineral balance and serum cholesterol levels in spontaneously hypertensive rats [J]. *Jap Society of Home Economics*, 1993, 44(1):3-9.
- [28] 王丽娟, 一峰, 曾定尹. 海藻酸钾散剂与寿比山降压疗效及安全性的临床对比研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2006, 4(7):565-566.
- [29] 戎志梅. 生物化工新产品与新技术开发指南[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002:227-228.
- [30] 章思规. 实用精细化学品手册: 有机卷(上)[M]. 北京: 化学工业出版社, 1996:92-94.

(上接第 29 页)

- [11] Emmanuel A V, Tack J, Quigley E M, et al. Pharmacological management of constipation[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2009, 21(2):41-54.
- [12] Yvan Vandenplas, Marc Benninga. Probiotics and functional gastrointestinal disorders in children[J]. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 2009, 48(2):107-109.
- [13] Marteau P R, Rde V M, Cellier C J, et al. Protection from gastrointestinal diseases with use of probiotics[J]. *Am J Clin Nutr*, 2001, 73(2):430-436.
- [14] Wang J, Zhang H, Chen X, et al. Selection of potential probiotic lactobacilli for cholesterol-lowering properties and their effect on cholesterol metabolism in rats fed a high-lipid diet [J]. *Journal of Dairy Science*, 2012, 95(4):1645-1654.
- [15] Crossm L. Immune regulation by probiotic lactobacilli pro-th1 signals and their relevance to human health[J]. *Clin Appl Immunol Rev*, 2002(3):115.
- [16] 张片红, 吴悦, 孟雪杉, 等. 益生菌颗粒对便秘和腹泻患者的临床研究[J]. 营养学报, 2012, 34(2):147-149.
- [17] Samuli Rautava, Essi Kainonen, Seppo Salminen, et al. Maternal probiotic supplementation during pregnancy and breast-feeding reduces the risk of eczema in the infant[J]. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2012, 30(6):1355-1360.
- [18] Fumiko Higashikawa, Masafumi Noda, Tomokazu Awaya, et al. Improvement of constipation and liver function by plant-derived lactic acid bacteria: A double-blind, randomized trial[J]. *Nutrition*, 2010, 26(4):367-374.
- [19] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范[S]. 2003.
- [20] 周晓丹, 刘爱萍, 张明, 等. 副干酪乳杆菌 LC-01 对便秘小鼠的通便作用[J]. 乳业科学与技术, 2012, 35(5):7-11.
- [21] 李业鹏, 崔生辉, 江涛. 小鼠便秘模型的建立[J]. 中国食品卫生杂志, 2000, 12(1):1-4.
- [22] 陈文彬, 潘祥林. 诊断学(第七版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008:45.
- [23] American College of Gastroenterology Chronic Constipation Task Force. An evidence-based approach to the management of chronic constipation in north America [J]. *Am J Gastroenterol*, 2005, 100(1):1-4.
- [24] 李文斌, 唐中伟, 宋敏丽. 短乳杆菌的研究和应用进展[J]. 中国食品添加剂, 2007(6):110-112.
- [25] Vanderwerf M J, Venema K. Bifidobacteria: genetic modification and the study of their role in the colon[J]. *J Agric Food Chem*, 2001, 49(1):378.
- [26] 宋士良. 益生菌在食品中应用状况及安全性评估[J]. 食品科技, 2009, 34(7):22-26.