

The Application Progress on Propylene Glycol Alginate (PGA) in Food

Ranran Liu, Suqin Fan, Xiaomei Wang, Zengying Dai, Suhua Xie, Haiyan Liu

State Key Laboratory of Seaweed Active Substances, Qingdao Mingyue Seaweed Group Co., Ltd.,
Qingdao Shandong
Email: liurr@bmscn.com

Received: Jul. 26th, 2018; accepted: Aug. 4th, 2018; published: Aug. 9th, 2018

Abstract

This article mainly introduced the origin, structure and composition of propylene glycol alginate. The application and some research results in recent years in the field of food were also related and analyzed with emulsifier, stabilizer and organizations improver of propylene glycol alginate. This article provides support and reference for the expanded application field of Propylene Glycol Alginate.

Keywords

Propylene Glycol Alginate (PGA), Function Characteristic, Food Application

海藻酸丙二醇酯(PGA)在食品中应用进展

刘然然, 范素琴, 王晓梅, 代增英, 解素花, 刘海燕

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
Email: liurr@bmscn.com

收稿日期: 2018年7月26日; 录用日期: 2018年8月4日; 发布日期: 2018年8月9日

摘要

本文简单介绍了海藻酸丙二醇酯的来源、结构和组成, 论述了海藻酸丙二醇酯作为乳化剂、稳定剂和组织改良剂等食品领域的应用以及近些年的一些研究成果, 为海藻酸丙二醇酯扩大应用领域提供支持和参考。

关键词

海藻酸丙二醇酯(PGA), 功能特性, 食品应用

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

海藻酸丙二醇酯(*Propylene Glycol Alginate*, PGA)是由褐藻中提取的海藻酸经过酯化反应合成的多糖类生物高分子,具有优良的乳化、增稠、膨化、耐酸和稳定等特性,在美国、日本、韩国、俄罗斯等国家和地区均可作为食品添加剂广泛应用于各类食品中,有着成熟的使用方法和标准要求;我国在1988年批准其作为食品添加剂使用[1]。现在PGA作为一种新型的乳化稳定剂,已被广泛用于酸奶和酸性乳饮料的生产中[2]。PGA用于发酵面制品、面包、糕点等领域扩大范围申请已经在2017年11月通过国家卫计委公告[3],因此,海藻酸丙二醇酯作为一种性能优良的海洋食品添加剂,在乳及乳制品、各类饮料、冰激凌、面制品、以及面包、糕点和其他焙烤食品等应用领域,必将发挥更大作用。

2. PGA 的结构与组成

PGA是由海带、巨藻、马尾藻等褐藻中提取的海藻酸与环氧丙烷酯化合成制得,它是由海藻酸部分羧基被丙二醇酯化,部分羧基被适当的碱中和生成的酯类化合物,结构单元相对分子质量234.21(理论值),大分子相对分子质量10,000~25,000。基本结构如下(见图1)。

从结构式可以看出,PGA主链是由 α -L-古洛糖醛酸和 β -D-甘露糖醛酸组成,两种糖醛酸在PGA分子中的比例和位置都决定着PGA的粘度、胶凝性、对离子的选择等特性,其分子中的丙二醇基为亲脂端,可以与脂肪球结合;分子中的糖醛酸为亲水端,含有大量羟基和部分羧基,可以和蛋白质结合。海藻酸丙二醇酯是食品用稳定胶体中唯一具有稳定和乳化双重作用的天然单体使用胶体。

3. PGA 在食品工业中的功能特性与应用

PGA除具有一般水溶性胶体的增稠作用外,还具有以下特性。

3.1. 乳化、稳定、耐酸性

PGA分子结构中兼具亲水性和亲油性两种基团,具有良好的乳化性。PGA可以溶于水中形成粘稠胶体,并能溶于有机酸溶液,1%溶液本身 $\text{pH} = 3\sim 4$,具有较好的耐酸性,在 $\text{pH} = 3\sim 4$ 的酸性溶液中能形成凝胶,但不会产生沉淀。PGA的抗盐性强,对钙和钠等金属离子很稳定,能改善海藻酸在食品中的稳定性,还能阻止钙和其他高价金属离子在食品中引起的沉淀作用[4]。结合乳化、耐酸和稳定的特性,PGA被广泛应用在酸奶、乳饮料及果汁等产品中。

将PGA运用到酸奶中,能够赋予酸奶天然的质地口感,有效地防止产品形成不美观的粗糙凹凸表面,使产品平滑亮泽;在实际生产中,与所有其他配料完美融合,可应用于 $\text{pH} 3\sim 5$ 的酸性环境,提高酸乳粘度,防止蛋白质沉淀和乳清上浮[5]。卫晓英等[5]将不同量的PGA添加到原料乳中进行酸乳发酵,发现在添加PGA后,酸乳的黏度比同转速下未添加PGA的酸乳粘度高出1倍,且不同添加量的PGA能不同程度地影响酸乳的结构,以添加量0.2%时影响效果最好;此时酸乳的持水力上升10.9%,乳清析出量下降26.0%,硬度达到8g,回复性最好。陈迎琪[6]通过添加不同质量分数的海藻酸丙二醇酯与果胶来制作搅拌型酸奶,发现当PGA与果胶添加量大于0.13%时PGA对酸奶的增稠的效果更好。且PGA对酸奶后产酸的抑制以及耐酸稳定性优于果胶,可以使酸奶在相对较长的储存时间内保持质地、口感以及风味的稳定。另有研究表明PGA和变性淀粉作为复配增稠剂在搅拌型酸奶中应用时有较好的协同作用,二者的最

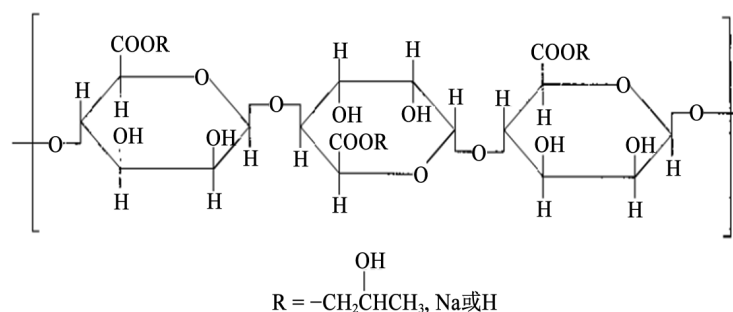


Figure 1. The molecular structure of propylene glycol alginate (PGA)

图 1. 海藻酸丙二醇酯(PGA)的分子结构

佳添加量分别为 0.15% 和 1.20% (W/W)，此条件下酸奶的品质最佳[7]。

调配型含乳饮料在生产和贮藏过程中最为常见的质量问题就是出现沉淀及分层。范素琴等[1]在酸性乳饮料加工时，将 0.2% (W/W) PGA，0.3% 羧甲基纤维素钠，0.1% 高酯果胶和 0.015% 蔗糖酯复配添加到产品中，可以使乳饮料口感最优、稳定性最高。唐臻睿[8]研究了包括海藻酸丙二醇酯在内的 7 种增稠剂对咖啡乳饮料稳定性的影响，发现各单体增稠剂的添加量分别在海藻酸丙二醇酯 1.1 g/kg、微晶纤维素 1.4 g/kg、阿拉伯胶 1.7 g/kg、黄原胶 0.25 g/kg、结冷胶 0.15 g/kg、*l*-型卡拉胶 0.10 g/kg、 κ -型卡拉胶 0.05 g/kg 时对咖啡乳饮料的稳定体系影响效果相对较好。钟华锋[9]对配制型菠萝汁含乳饮料的配方和稳定性进行研究时得出最佳配方为：菠萝浓缩汁 11%、奶粉 4.5%、白砂糖 4%、乳酸 0.24%、三聚磷酸钠 0.06%、柠檬酸钠 0.04%、果胶 0.25%、耐酸型羧甲基纤维素钠 0.02%、海藻酸丙二醇酯 0.02%、分子蒸馏单甘脂 0.01%、蔗糖脂肪酸酯 0.05%。

理想的果汁悬浮饮料外观应该是汁液澄清，果粒悬浮均匀或果肉混合均匀，无明显分层现象。而在实际生产中，果汁饮料的悬浮性问题一直是技术难题。在果汁饮料中，既有果肉微粒形成的悬浮物，又有果胶、蛋白质等形成的真溶液，甚至还有脂类物质形成的乳浊液、悬浮物。乳浊液的微粒与饮料汁液之间存在较大的密度差，这是不稳定的主要原因[10]。将少量的 PGA 添加到果汁饮料中就可以大大地缓解这个技术难题，可以使果粒均匀悬浮，在贮藏期不会出现分层现象，同时改善果肉的稳定性，使果汁的滋味厚实，口感更佳。孔瑾等[11]在加入 0.15% 明胶，0.08% 海藻酸钠，0.08% 黄原胶，0.01% PGA 四种复合稳定剂时，研究制作的双歧杆菌发酵果肉饮料的稳定效果最好。

冰淇淋以其轻滑细腻的组织、紧密柔软的形体、醇厚持久的风味以及丰富的营养和凉爽的口感深受消费者喜爱，但由于冰淇淋的复杂组分体系和加工工艺，使得它在制作和贮藏过程中易出现质量问题。有研究发现在冰淇淋中添加 PGA 可以明显改善油脂和含油脂固体微粒的分散度及冰淇淋的口感、内部结构和外观状态，也能提高冰淇淋的分散稳定性和抗融化性等[12]。此外，PGA 还能防止冰淇淋中乳糖冰晶体的生成[13]。

3.2. 水合、抗老化、组织改良性

PGA 应用于面制品及焙烤食品，面粉中面筋蛋白的氨基基团会与 PGA 的阴离子基团通过静电作用形成复合物，降低面筋蛋白的疏水性，提高面团的吸水率；在产品贮藏过程中，PGA 能够控制产品体系中水分的迁移，使水分子处于相对稳定的状态；PGA 以其优良的乳化特性，与淀粉分子相互作用形成稳定的复合结构，可以显著减缓淀粉的老化；PGA 与面团中面筋蛋白的结合另一方面还会改善面筋的网络结构，从而提高产品的质构特性，达到较好的组织改良效果[14]。PGA 的水合、抗老化、组织改良等特性适用于生干面制品、生湿面制品、方便米面制品、冷冻米面制品、面包、糕点以及其他焙烤

食品等产品中。

面条作为我国的传统食品,具有很长的历史,目前市售面条品牌、花色非常多,但多会出现面条口感发囊、不筋道、断条率增加,浑汤较严重等现象,将 PGA 应用于面条产品中可以较好的改善这些问题。于沛沛[15]等研究 PGA 对紫薯面条断条率和烹煮品质的影响时表明 PGA 对紫薯面条的断条率和烹煮损失都有不同程度的改善,且最适添加量为 0.3%~0.4%。刘然然[16]通过对不同浓度低酯化度 PGA 在面条中应用试验研究发现低酯 PGA 应用于面条中能够有效改善面条品质,且当低酯 PGA 的添加量在 0.2%~0.3% 之间时,能够较大程度增大面条硬度、咀嚼性和胶黏性,同时降低面条吸水率和淀粉溶出率,使面条筋道、爽滑,达到最佳食用口感;杨艳等[17]发现,PGA 在面条中添加量为 0.3% 时,对面条品质改良效果最为明显,制作面条口感筋道、有弹性。

冷冻面团技术最早是在面包烘焙行业应用,针对冷冻面团中出现的问题如水分的散失、稳定性差、成品出现冻裂的现象,人们一直在研究改善的方法。利用胶体来改善冷冻面团的品质也较为成熟。尹晓洁[18]通过添加不同量 PGA 对冷冻面团拉伸特性、失水率及可冻结水含量的影响,研究了 PGA 对冷冻面团品质与特性的影响。研究结果表明:随着冻藏时间的延长,冷冻面团的品质呈现下降的趋势,在相同的冻藏时间下,PGA 添加量 0.2% 时,冷冻面团的内部结构稳定,失水率和可冻结水的含量降低,面团品质较好。

面包随着储藏时间的延长,易发生老化,口感及风味变劣,产品的货架期缩短,这是众多的面包厂商深恶痛绝的问题。因此面包改良剂应运而生,已有研究显示亲水胶体在烘焙行业中有很好的应用优势,可改善面包的品质。刘海燕[14]在研究 PGA 对面团流变学特性和面包烘焙特性的影响时发现,添加 PGA 能改善面团的粉质和拉伸特性,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。在对面包烘焙特性进行评价时发现,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。

蛋糕在长期储藏过程中,也会出现结构粗糙、松散干硬、弹性和风味变差等老化现象。张娟娟等[19]研究出蛋糕品质改良剂的配方:海藻酸钠 0.15%,海藻酸丙二醇酯 0.15%,黄原胶 0.10%,能够改善蛋糕面糊比重,提高蛋糕质构特性和感官评分,使蛋糕弹性较好,硬度显著降低,贮藏阶段老化程度同比明显降低。

3.3. 泡沫稳定性

海藻酸丙二醇酯有很好的发泡和乳化能力,广泛应用于啤酒泡沫稳定剂,可增加啤酒发泡性能,使泡沫细腻持久。张立群等[20]在啤酒中添加适量的 PGA,发现 PGA 可明显增加啤酒泡沫的稳定性和泡持力,即使遇到油脂或杀菌洗涤残留物也能抗破裂。刘长海等在研究了多种食品添加剂对啤酒泡沫性能的影响后发现 PGA 是良好的泡沫改良剂,加入 30 mg/L 可以显著提高啤酒的泡沫持久性[21]。

3.4. 与其它胶体的协同特性

PGA 与羧甲基纤维素钠、改性淀粉、海藻酸钠、阿拉伯胶、果胶、桃胶等具有良好的互溶性,可混合复配使用。殷娜[23]筛选出稳定效果较好的 3 种稳定剂,进行复配来改善马奶啤酒的稳定性。结果得到复配稳定剂的最优添加量为 CMC-Na %:PGA %:果胶% = 0.02:0.03:0.03。在此条件下,马奶啤酒的离心沉淀率为 4.85%,且样品状态最为稳定。王晓梅等[24]通过对搅拌型橙汁酸奶感官质量和稳定性的研究表明 PGA 0.2% + 单甘酯 0.1% + NaH₂PO₄ 0.05% 的复配稳定剂在搅拌型橙汁酸奶中的稳定效果优于 PGA 单体稳定剂。

3.5. 其他特性

PGA 除了在上述几类食品中具有的功能特性外, 还具有乳化香精、啤酒修饰剂等特性, 应用也非常广泛。

4. PGA 的应用展望

随着社会的发展, 全球食品的发展方向趋于健康, 海藻酸丙二醇酯作为一种来自海洋的功能食品添加剂, 必将以其独特的耐酸性、乳化稳定性、水合和组织改良性, 应用到食品的各个产业, 发挥巨大的功能效果, 创造更多的机遇和应用价值。

参考文献

- [1] 范素琴, 王春霞, 安丰欣, 等. 藻酸丙二醇酯在调配型酸乳饮料中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2013, 35(4): 177-180.
- [2] 秦益民. 海藻酸[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008: 178.
- [3] 中华人民共和国卫生部. 关于食品用香料新品种 2-乙酰氧基-3-丁酮、食品添加剂 β -环状糊精等 4 种扩大使用范围的公告(2017 年第 10 号)[R].
- [4] 胡国华. 新型食品胶在我国的应用现状及前景[C]//中国食品添加剂协会第三届会员代表大会暨第九届中国国际食品添加剂和配料展览会学术论文集. 北京: 中国食品添加剂生产应用工业协会, 2005: 33-42.
- [5] 卫晓英, 李全阳, 赵红玲, 等. 海藻酸丙二醇酯(PGA)对凝固型酸乳结构的影响[J]. 食品与发酵工业, 2009(2): 180-183.
- [6] 陈迎琪, 姜启兴, 夏文水, 窦涛. 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, 4(11): 17-20, 28.
- [7] 李向东, 乔成亚, 王荫榆. 复配稳定剂在搅拌型酸奶加工中的应用研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(12): 323-325, 331.
- [8] 唐臻睿. 不同增稠剂对咖啡乳饮料稳定性的影响[J]. 食品工业, 2017, 38(3): 92-94.
- [9] 钟华锋. 配制型菠萝汁含乳饮料的研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(1): 75-80.
- [10] 何强, 金苏英, 刘小杰. 果汁悬浮饮料的技术难点及稳定性探讨[J]. 中国食品工业, 2006(1): 44-45.
- [11] 孔瑾, 高晗, 胡明利, 武强辉. 双歧杆菌发酵山药、南瓜复合果肉饮料的研究[J]. 食品工业科技, 2008(4): 174-179.
- [12] 胡国华. 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, 2002(增刊): 119-121.
- [13] 胡国华, 甘果. 新型食品胶在冷食中的应用[J]. 冷食与速冻食品工业, 2004, 10(4): 22-29.
- [14] 刘海燕, 逢锦龙, 王小霞, 等. 海藻酸丙二醇酯对面团流变学和面包烘焙特性的影响[J]. 粮油食品科技, 2017, 25(6): 1-4.
- [15] 于沛沛, 毛延妮, 姜启兴, 等. PGA 对紫薯面条断条率及烹煮品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(24): 57-61.
- [16] 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.
- [17] 杨艳, 于功明, 王成忠. 海藻酸丙二醇酯对酸性湿面条质构影响研究[J]. 粮食与油脂, 2009(5): 16-18.
- [18] 尹晓洁, 陈钢, 简素平, 等. 藻酸丙二醇酯对冷冻面团品质影响的研究[J]. 中国食品添加剂, 2017(5): 149-152.
- [19] 张娟娟, 刘海燕, 范素琴, 等. 复配型蛋糕品质改良剂的应用研究[J]. 中国食品添加剂, 2014(5): 125-129.
- [20] 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.
- [21] 刘长海, 杜冰. 啤酒泡沫性能改良剂的研究[J]. 现代食品科技, 2004, 20(3): 64-66.
- [22] 王姣姣, 杨晓光, 秦志平, 等. 海藻酸丙二醇酯的主要特性及其在食品中的应用[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(7): 70-72.
- [23] 殷娜, 王威, 王小标, 等. 复配稳定剂对马奶啤酒稳定性的影响[J]. 食品科技, 2016, 41(6): 286-292.
- [24] 王晓梅, 周树辉. 藻酸丙二醇酯在搅拌型橙汁酸奶中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2008(6): 132-135.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2166-613X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjfn@hanspub.org