

文章编号 :1003-8701(2013)05-0062-04

增稠剂对低脂酸奶触变性的影响

李 达¹,牛春华¹,赵玉鉴²,周彩霞³,李盛钰^{1*}

(1. 吉林省农业科学院农产品加工研究所,长春 130033 ;2. 吉林农业大学,长春 130118 ;3. 新高食品有限公司,长春 130103)

摘 要 :采用 AR-1500ex 型流变仪,对添加增稠剂的低脂酸奶触变性进行了测定,分析了增稠剂浓度影响酸奶触变特性的因素。结果表明:浓度为 1.0 g/L 海藻酸丙二醇酯的低脂酸奶样品不仅显示了最大剪切应力,而且有着最小触变环面积。浓度为 50 g/L 乳清蛋白的低脂酸奶样品虽然最大剪切应力低于 70 g/L 添加量,但其触变环面积小于后者。浓度为 1.0 g/L 果胶添加的低脂酸奶样品最大剪切应力低于 1.2 g/L 添加量的样品,但触变环面积小于后者。低脂酸奶触变性与添加增稠剂的浓度有密切相关。

关键词 :增稠剂;低脂酸奶;触变性

中图分类号:TS201.2

文献标识码:A

Effect of Thickeners on the Thixotropy of Low-Fat Yoghourt

LI Da¹, NIU Chun-hua¹, ZHAO Yu-jian², ZHOU Cai-xia³, LI Sheng-yu^{1*}

(1. *Institute of Agro-food Technology, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033;*

2. Jinlin Agricultural University, Changchun 130118;

3. Xingao Food Co., Ltd. Changchun 130103, China)

Abstract: The thixotropy of low-fat yoghurt which adding thickeners were measured using AR-1500ex rheometer, and the factors which affecting yoghurt thixotropy were analyzed. The results showed that the Low-fat yoghurt sample adding 1 g/L propylene glycol alginate had maximum shear stress, and also had the minimum thixotropic loop area. The Low-fat yoghurt sample adding 50 g/L whey protein showed the lower maximum shear stress than the sample adding 70 g/L whey protein, but the former had the minor thixotropic loop area. The Low-fat yoghurt sample adding 1 g/L pectin has the lower maximum shear stress than the sample adding 1.2 g/L pectin, but the former also had the minor thixotropic loop area. In conclusion, the thixotropy of low-fat yoghurt was closely related to concentration of thickener.

Keywords: Thickener; Low-fat yoghurt; Thixotropy

低脂酸奶制品常常出现凝乳组织被外力破坏后产品状态粗糙、乳清大量析出等不良现象,所以生产工艺上需要添加增稠剂来改善低脂酸奶的质地和口感。有关研究表明,增稠剂对酸奶微观结构会产生显著的影响,进而影响产品宏观上的质地^[1]。但现关于增稠剂对酸奶产品结构和流变特性的影响研究很少。

食品的触变性是指在搅动或其它机械作用下,分散体系的黏度或剪切力随作用时间变化的一种流变学现象^[2]。一般由升速曲线和降速曲线所包围的面积来表示触变性黏度,其面积表示整个受试体系当外力撤出后,恢复到未经力作用的状态所需时间的长短,也就表示了受试物料在外力作用后,内部结构重新组合恢复的过程^[3]。这一过程能很好地反映增稠剂的添加对低脂酸奶产品质地缺陷的影响。

本文拟从常见的增稠剂入手,在原料乳中添加不同含量的增稠剂,再发酵制成酸乳,研究不同添加量的增稠剂对酸乳触变性的影响并分析其影

收稿日期:2013-05-11

基金项目:吉林省科技厅科技成果转化项目(20115026)

作者简介:李 达(1980-),男,助理研究员,主要研究方向:食品科学。

通讯作者:李盛钰,男,博士,副研究员,

E-mail: lisy720@yahoo.com.cn

响因素。

1 材料与方方法

1.1 材料与试剂

脱脂奶粉(新西兰进口,蛋白质含量 33.4%,脂肪含量 0.8%),全脂奶粉(新西兰进口蛋白质含量 25.0%,脂肪含量 26.1%);直投式酸奶发酵剂(丹麦丹尼斯克);蔗糖、海藻酸丙二醇酯、乳清蛋白、果胶(河南金润食品添加剂有限公司)。

1.2 仪器与设备

流变仪 AR-1500ex(美国 TA 仪器)、三洋全自动灭菌锅(日本三洋公司)、生化培养箱(上海一恒科技有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 酸奶中增稠剂的添加量

根据前期试验结果,选用试验增稠剂浓度为海藻酸丙二醇酯 0.8 g/L、1.0 g/L、1.2 g/L,乳清蛋白 30 g/L、50 g/L、70 g/L,果胶 0.8 g/L、1.0 g/L、1.2 g/L。

1.3.2 发酵酸奶的发酵液的制备方法

低脂原料奶的制备:脱脂奶粉用量为 59.5 g/L、全脂奶粉用量为 13.5 g/L,配置好低脂原料奶中成分为:脂肪 4.0 g/L、蛋白质 23.2 g/L、非脂乳固体 65.1 g/L,搅拌 15 min,添加相应的增稠剂溶液搅拌 30 min,添加蔗糖,煮沸后 95℃杀菌 5 min 备用。

发酵酸奶的制备过程:将直投式酸奶发酵剂按说明书剂量接入制备的原料奶中,42℃培养箱发酵酸奶,待酸度达到 70°T 时将其放入 4℃冰箱中后熟 24 h,制得待测样品。

1.3.3 发酵低脂酸奶触变特性检测^[4]

测定恒温(20℃)条件下,检测样品的触变特性,测定时间 5 min。转子转速变化范围 0~140 r/min,先升速后降速。取样时间间隔 8 s,测定样品一次一换,每组数据平行测定 3 次,取平均值。

2 结果与分析

2.1 海藻酸丙二醇酯(Propylene Glycol Alginate,PGA)对酸奶产品触变性的影响

海藻酸丙二醇酯对酸奶中蛋白质的稳定性有很大作用,产品中蛋白质极易因受加热、pH 值等外部环境条件改变,导致产品絮凝、乳清分离等不良变化。使用 PGA 后,其具有良好的表面活性,有亲水基和亲油基,具有良好的乳化性和对胶体溶液的稳定性,在酸奶产品中蛋白质和脂肪颗粒表

面形成薄膜,颗粒之间因同性电荷而相互排斥,使其不能相互聚集,引起大团颗粒沉淀,保证产品的稳定性。并使产品具有平滑、圆润的口感^[5-6]。

图 1 显示,不同 PGA 添加量的酸乳样品剪切应力都形成了不规则的环状-触变环,说明它们均是触变性体系。1.0 g/L PGA 低脂酸奶样品显示了最大剪切应力 37.9 Pa,而 1.2 g/L PGA 酸奶样品最大剪切应力反而降低,这说明前者要比后者有更高强度的酸奶蛋白凝胶结构。PGA 3 种添加量的低脂酸奶样品触变环面积分别是 S_0 为 1 887.35, $S_{0.8 \text{ g/L}}$ 为 1 612.26, $S_{1.0 \text{ g/L}}$ 为 1 220.6, $S_{1.2 \text{ g/L}}$ 为 1 455.65,即 $S_0 > S_{0.8 \text{ g/L}} > S_{1.2 \text{ g/L}} > S_{1.0 \text{ g/L}}$ 。没有添加 PGA 的低脂酸奶样品触变环面积最大,其表现抗剪切能力最弱,组织结构遭破坏后,恢复到最初组织状态的时间最长。1.0 g/L PGA 添加量的触变环面积要小于 1.2 g/L PGA 添加量的低脂酸奶样品,这表明前者有更强的抗剪切能力,在本身组织结构被破坏后,更快的恢复到未经作用的状态。这可能是因为适当浓度的 PGA,可以在酪蛋白颗粒与脂肪球表面形成同性电荷层,产生空间相斥力,不会让其过分聚集,形成过大的颗粒,从而使蛋白质形成的立体网状结构更加均匀、致密^[6],酸乳产品抗剪切能力得到改善。但过量浓度的 PGA,在酪蛋白凝胶结构形成的过程中,阻碍了酪蛋白凝胶束立体网络状态的形成,使其形成连续性低、相互分离的松散型结构,酸乳产品抗剪切能力反而下降^[7-8]。

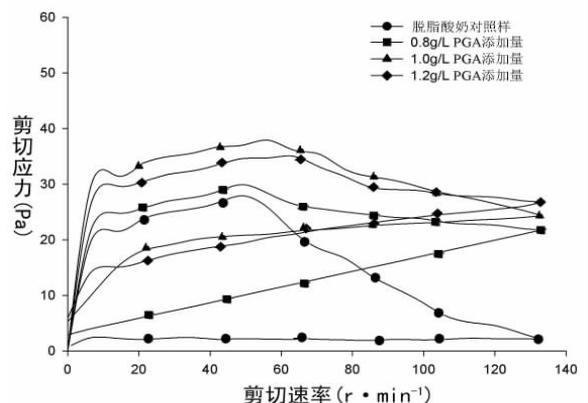


图 1 加入不同含量的海藻酸丙二醇酯时低脂酸奶样品的剪切应力

2.2 乳清蛋白对酸奶产品黏度的影响

乳清蛋白可以在酸奶生产中提供非脂乳固体。其颗粒具有类似脂肪球的外形,因此它具有与脂肪球相似的作用,可以抑制酪蛋白颗粒之间的过度聚合。并可通过工艺方法形成可变形的球形凝固颗粒,以达到类似脂肪球的结构和口感,还可

改善原料奶品质及其他功能性,如持水性和乳化性^[9]。

图2显示,不同乳清蛋白添加量的酸乳样品剪切应力都形成了触变环。70 g/L 乳清蛋白添加量的低脂酸奶样品显示了最大剪切应力 37.6Pa,而 50 g/L 添加量的低脂酸奶样品最大剪切应力为 34.1Pa。4 种低脂酸奶样品触变环面积分别是 S_0 为 1 887.35 $S_{30\text{g/L}}$ 为 1 778.53 $S_{50\text{g/L}}$ 为 1 221.98 $S_{70\text{g/L}}$ 为 1 458.65,即 $S_0 > S_{30\text{g/L}} > S_{70\text{g/L}} > S_{50\text{g/L}}$ 。从最大剪切应力来看,70 g/L 添加量低脂酸奶蛋白凝胶强度大于 30 g/L 添加量的样品,脂肪球和蛋白质的交互作用会引起的酸奶凝胶强度的增强^[10],乳清蛋白颗粒具有相似的脂肪球外形,起到类似脂肪球的作用,添加大剂量的乳清蛋白,可以增加低脂酸奶的硬度^[9]。并且乳清蛋白可以促使酸奶形成空隙小、分支多、交联度更广的三维网状结构,这也进一步增强产品宏观上的凝胶强度^[11]。但前者触变环面积要小于后者,这说明后者蛋白网状结构的恢复能力要强于前者,抗剪切能力强。乳清蛋白中对低脂酸奶产品中蛋白系统起稳定作用的是 β -乳球蛋白与 α -乳白蛋白的复合物,产品中添加乳清蛋白,会使 β -乳球蛋白浓度增加, β -乳球蛋白就进一步和与产品中 α -乳白蛋白形成复合物,增加了酸奶产品整体的抗剪切能力^[12-14]。但乳清蛋白过量添加,会使乳清蛋白颗粒充斥产品蛋白网络结构中,限制酪蛋白颗粒间的重新聚合,导致三维网状结构遭到外力破坏后,蛋白网状结构重组能力下降,宏观上表现为酸奶产品抗剪切能力的下降^[15-16]。

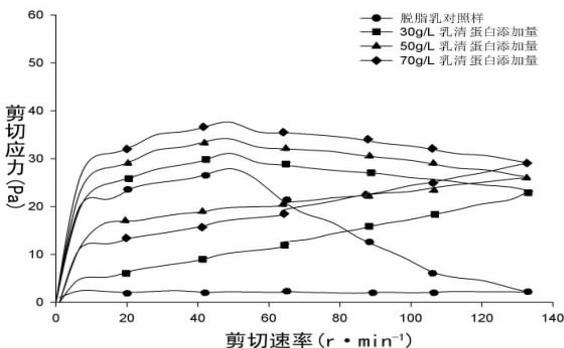


图2 加入不同含量的乳清蛋白时低脂酸奶样品的剪切应力

2.3 果胶对酸奶产品黏度的影响

在酸奶产品中,果胶的主要的功能有与蛋白结合、防止乳清析出。形成良好的产品质构,并稳定蛋白质网络结构并赋予其产品顺滑口感^[17]。果胶在酸奶制品中与酪蛋白之间存在着特殊的静电相互作用,可以防止酪蛋白颗粒的相互凝集。带着负电荷的

果胶分子与酪蛋白颗粒结合后,使酪蛋白颗粒的表面带有负电荷,通过颗粒之间相互的静电斥力,保持了酸奶中蛋白网络体系稳定分散的状态^[18-19]。

图3显示,不同果胶添加量的酸乳样品剪切应力都形成了触变环。1.2 g/L 果胶添加量的低脂酸奶样品显示了最大剪切应力 50.1Pa,而 1.0 g/L 添加量的低脂酸奶样品最大剪切应力为 47.9Pa。从最大剪切应力来看,1.2 g/L 添加量低脂酸奶蛋白凝胶强度大于 1.0 g/L 添加量的样品,果胶在低脂酸奶中与蛋白颗粒相结合,稳固了蛋白三维网状结构,起到网络骨架作用,进一步使产品硬度提高。但过量添加果胶反而会使产品整体抗剪切能力下降,从图3可以看出,4 种低脂酸奶样品触变环面积分别是 S_0 为 1887.35 $S_{0.8\text{g/L}}$ 为 1 523.22 $S_{1.0\text{g/L}}$ 为 985.49 $S_{1.2\text{g/L}}$ 为 1 927.06,即 $S_0 > S_{1.2\text{g/L}} > S_{0.8\text{g/L}} > S_{1.0\text{g/L}}$ 。果胶添加量低于实际需要时,只能包裹少量的酪蛋白颗粒,颗粒之间的相互作用逐渐增强,形成稳定的酪蛋白颗粒胶束网络,产品的宏观表现为抗剪切能力增强^[21];果胶添加量过量时,胶体分子将趋向于与牛乳中的离子如钙相互作用而不是与蛋白质作用,这将导致酸奶产品产生胶凝现象^[22]。凝胶强度增强,酸奶产品中酪蛋白网状结构被破坏后,还原能力降低,进而表现为抗剪切能力反而降低^[23-24]。

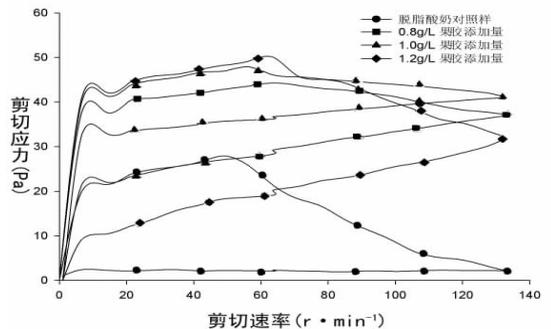


图3 加入不同含量的果胶时低脂酸奶样品的剪切应力

3 结论

增稠剂的使用,明显地改善了低脂酸奶的触变特性,增强产品的抗剪切能力,并且使酸奶具有良好的感官品质,使其在实际生产中具有指导意义。

3.1 1.0 g/L 海藻酸丙二醇酯添加量低脂酸奶样品不仅显示了最大剪切应力,而且有着最小触变环面积,即最优良的抗剪切能力。

3.2 50 g/L 乳清蛋白添加量的低脂酸奶样品虽然最大剪切应力低于 70 g/L 添加量,但其触变环

面积小于后者,即抗剪切能力优于 70 g/L 添加量的低脂酸奶样品。

3.3 1.0 g/L 果胶添加量的低脂酸奶样品最大剪切应力低于 1.2 g/L 添加量的样品,但触变环面积小于后者,其抗剪切能力优于 1.2 g/L 添加量的低脂酸奶样品。

参考文献:

- [1] Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, Aguirre-Mandujano E, et al. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers[J]. International Dairy Journal, 2004, 14(2): 151-159.
- [2] 刘志东,刘方根,陈文娟. 钢丝绳索弹性模量及其测试方法[A]. 第六届全国现代结构工程学术研讨会论文集[C]. 天津:天津大学出版社,2006:1088-1094.
- [3] 周宇英,唐伟强. 食品流变特性研究的进展[J]. 粮油加工与食品机械,2001(8):7-9.
- [4] 李全阳,赵正涛,卫晓英,等. 一种外源性增稠剂对酸乳流变学及其微观结构特性的影响[J]. 中国食品学报,2009,9(3):43-49.
- [5] 秦益民,张国防,王晓梅. 天然起云剂-海藻多糖衍生物海藻酸丙二醇酯[J]. 食品科技,2012,37(3):238-242.
- [6] 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,2009,35(2):180-183.
- [7] 成坚,刘晓艳,王琴. 脂肪替代品对脱脂搅拌型酸乳流变性的影响[J]. 食品科技,2005(1):71-73.
- [8] 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.
- [9] 刘晶,韩清波. 乳清蛋白的特性及应用[J]. 食品科学,2007,28(7):535-537.
- [10] 丁杰,王昌禄,陈勉华,等. 以乳清蛋白为基质的脂肪替代品对酸乳品质的影响[J]. 现代食品科技,2011,27(7):763-767.
- [11] 范宇,陈历俊,赵常新. 酸奶质构影响因素研究进展[J]. 中国乳品工业,2009,37(7):30-34.

- [12] Mottar J, Bassier A, Joniau M, et al. Effect of heat-induced association of whey proteins and casein micelles on yogurt texture[J]. Journal of dairy Science, 1989, 72(9): 2247-2256.
- [13] 徐红华,李荣华. 酪蛋白与乳清蛋白比例对酸奶凝胶性质的影响[J]. 中国乳品工业,2011,39(6):22-25.
- [14] Lucey J A, Munro P A, Singh H. Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels[J]. International Dairy Journal, 1999, 9(3): 275-279.
- [15] 廖文艳,苏米亚,周杰,等. 乳清蛋白在无添加剂酸奶中的应用[J]. 现代食品科技,2012,28(1):61-65.
- [16] Sodini I, Montella J, Tong P S. Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005, 85(5): 853-859.
- [17] 张燕. 果胶在发酵型酸性乳饮料中的应用[J]. 食品与发酵工业,2002,28(12):45-47.
- [18] 徐伟,马力. 高甲氧基果胶对酸奶饮料的稳定作用[J]. 中国乳品工业,2005,33(8):38-40.
- [19] Kiani H, Mousavi M E, Razavi H, et al. Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink[J]. Food Hydrocolloids, 2010, 24(8): 744-754.
- [20] 徐致远,周凌华,王荫榆. 卡拉胶、瓜儿豆胶与果胶复配在酸奶中的应用[J]. 乳业科学与技术,2009(6):259-262.
- [21] 吕长鑫,赵大军,宋立,等. 山楂果胶对酸乳物性指标影响分析[J]. 食品科学,2007,28(9):302-307.
- [22] Rolf Kratz, Kat Dangier. 果胶在水果制品和酸奶中的增稠作用[J]. 中国食品工业,1995,2(6):21-23.
- [23] Lubbers S, Decourcelle N, Vallet N, et al. Flavor release and rheology behavior of strawberry fatfree stirred yogurt during storage[J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2004, 52(10): 3077-3082.
- [24] 王辰,马立安. 香蕉皮果胶的提取及其对凝固型酸乳稳定性的影响[J]. 现代食品科技,2008,24(5):459-461.

(上接第 55 页)的抑制作用,其中 35%苯甲·咪鲜胺、25%咪鲜胺、70%甲基硫菌灵对靶斑病菌 [*Corynespora Cassicola*(Berk curt) Wei]的抑制作用较为显著,可以作为目前生产上防治黄瓜靶斑病理想的药剂;35%苯甲·咪鲜胺是 25%咪鲜胺和 10%苯醚甲环唑的复配剂,从以上试验中可以看出 10%苯醚甲环唑的抑菌作用较差,和 25%咪鲜胺复配后没有起到多大的增效作用,从药剂价格来看,也没起到降低成本的作用,而 70%甲基硫菌灵单剂试验抑菌作用明显,价格也比较低,笔者认为 70%甲基硫菌灵和 25%咪鲜胺如果可以复配,既可以增效又可以降低成本(是否可复配,有待于进一步研究),但由于应用生长速率法进行室内药效测定的结果和田间防治效果会有一定的差别,所以本试验结果需要田间试验进一步验证。

参考文献:

- [1] 曾蓉,陆金萍,戴富明. 上海地区黄瓜靶斑病原鉴定及 ITS 的分析[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2011(8):13-16.
- [2] 刘鸣韬,张定法,孙化田. 黄瓜靶斑病的生物学特性[J]. 中国蔬菜,2003(4):17-18.
- [3] 王波,吕淑华. 不同杀菌剂对玉米小斑病菌的室内药效测定[A]. 中国植物病害化学防治研究(第六卷)[C]. 北京:中国农业科学技术出版社,2008:135-138.
- [4] 尹敬芳,刘西莉,李建强. 9 种杀菌剂对不同来源辣椒疫霉病菌的毒力比较初探[J]. 植物病理学报,2005,35(1):84-86.
- [5] 陈年春. 农药生物测定技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991:161-162.
- [6] 张兴,王兴林. 植物化学保护实验指导书[M]. 西北农林科技大学植物保护学院,2003.
- [7] 方中达. 植病研究法(第三版)[M]. 北京:中国农业出版社,1998:62-67,142.
- [8] 赵善欢. 植物化学保护[M]. 北京:中国农业出版社,2003:7-8.