

羧甲基纤维素钠对酸性乳饮料 稳定作用的研究

姚晶^{1,2}, 孟祥晨^{1,*}, 王红梅²

(1.东北农业大学乳品科学教育部重点实验室/食品学院,黑龙江哈尔滨 150030;

2.黑龙江东方学院,黑龙江哈尔滨 150086)

摘要:通过测定添加不同含量的羧甲基纤维素钠(CMC)对酸性乳饮料的沉淀率、粘度、粒径分布、水分子流动性及Zeta电位的影响,研究了CMC对酸性乳饮料的稳定作用。结果表明,CMC对酸性乳饮料的稳定作用表现为使产品的沉淀率降低,粘度升高,在微观性质上表现为使产品的粒径减小,水分流动性减弱,Zeta电位的绝对值升高。

关键词:羧甲基纤维素钠,酸性乳饮料,稳定性

Stabilization of sodium carboxymethyl cellulose on acidified milk drinks

YAO Jing^{1,2}, MENG Xiang-chen^{1,*}, WANG Hong-mei²

(1.Key Laboratory of Dairy Science, Ministry of Education, and Food Science & Technology College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2.Heilongjiang Orient University, Harbin 150086, China)

Abstract: Stabilization of sodium carboxymethyl cellulose (CMC) on acidified milk drinks was studied by investigating the effect of CMC contents on characteristics of acidified milk drinks. The characteristics included sedimentation rate, viscosity, particle size distribution, water molecular mobility and Zeta potential. The stabilization of CMC on the drinks showed that the sedimentation rate of the drinks was reduced, and the viscosity of the drinks rose with the amounts of CMC increased. The stabilization of CMC on acidified milk drinks showed in microscopic that the particle size distribution of the drinks diminished, water molecular mobility of the drinks slowed down, and the Zeta potential absolute value of the drinks heightened with the amounts of the stabilizers increased.

Key words: sodium carboxymethyl cellulose; acidified milk drinks; stability

中图分类号: TS275.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)01-0156-03

羧甲基纤维素钠(CMC)是一种纤维素衍生物,也是最主要的离子型纤维素胶,因具有独特的增稠、悬浮、黏合、持水等特性,而被广泛应用于各工业领域中。添加食用CMC能降低食品生产成本,同时提高食品等级,改善口感,延长保质期。CMC作为增稠剂、稳定剂、持水剂、乳化剂在我国被用于冷饮、冷食、方便面、酸奶、果汁、酸性乳饮料等众多食品中^[1]。本研究利用激光粒度分析仪、核磁共振波谱仪、Zeta电位仪等仪器测定了添加不同含量的CMC对酸性乳饮料粒径分布、水分子流动性及Zeta电位等的影响,从微观上研究了CMC对酸性乳饮料稳定性的影响,结合对产品沉淀率和粘度的测定,为综合评价CMC对酸性乳饮料的稳定效果提供了一定的参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲜奶, CMC, 食品级的蔗糖酯、白砂糖、柠檬酸、

柠檬酸钠等。

均质机(二级), PHS-2C数显酸度计, LD5-2A型离心机, HWS26型电热恒温水浴锅, NDJ-8S数显粘度计, Mastersize S激光粒度分析仪, Zetasizer 3000HSA纳米粒度及Zeta电位分析仪, PQ-001核磁共振分析仪。

1.2 实验方法

1.2.1 酸性乳饮料的制备 酸性乳饮料制作工艺如下:

原料乳→过滤→杀菌 } →原料混合→冷却至20℃→
蔗糖及稳定剂胶体溶液的配制 }
调酸→加热(65℃)→均质→杀菌→无菌灌装

操作要点如下:

配方: 鲜奶33%, 水61%, 蔗糖5%, 蔗糖酯 0.1%, 柠檬酸钠0.05%, 以上均为质量分数。

原料乳的杀菌: 杀菌条件为90℃, 10min。

蔗糖及CMC胶体溶液的制备: 将CMC、蔗糖以及柠檬酸钠、蔗糖酯充分混合均匀后, 将混合物缓慢加入40℃蒸馏水中, 匀速搅拌, 保证胶体充分溶解, 制成胶体溶液。

收稿日期: 2011-08-29 * 通讯联系人

作者简介: 姚晶(1980-), 女, 硕士研究生, 讲师, 研究方向: 乳品加工。

水应分成两部分使用,一部分用于配制蔗糖及稳定剂胶体溶液,一部分用于配制柠檬酸溶液。

调酸:采用滴加法用柠檬酸溶液(溶液质量分数为10%)进行调酸,调节饮料的pH为4.0,并且使用搅拌机对溶液不断进行高速搅拌。

均质:均质温度为65℃,均质压力为20MPa。

杀菌:采用90℃,10min的杀菌条件。

1.2.2 CMC的含量对产品稳定性的影响 采用1.2.1工艺制备酸性乳饮料,选取CMC添加量分别为0、0.05%、0.10%、0.20%、0.30%、0.40%、0.50%、0.60%(以上均为质量分数)进行实验,测定CMC含量对产品沉淀率、粘度、粒径分布、水分子流动性、Zeta电位的影响。

1.3 测定方法

1.3.1 沉淀率的测定 称量离心管的质量 W_1 ,加入40g酸性乳饮料的样品,放入离心机中在约4700r/min下离心20min,将离心管中清液倒出,再倒立5min后称其质量为 W_2 。沉淀率用下式计算:沉淀率(%)=(W_2-W_1)/40×100%。每个样品进行3次平行测定,结果取平均值。

1.3.2 粘度的测定 通过NDJ-8S数显粘度计测定粘度,转速为60r/min,停留时间为30s,测量温度为25℃。

1.3.3 粒径分布的测定 利用Mastersize S激光粒度分析仪测其粒径分布情况。Mastersize S激光粒度分析仪是基于米氏光散射理论设计,以波长为633nm的He-Ne激光器为主光源,波长为466nm的蓝光固体光源为辅光源,检测限为0.02~2000 μ m。测试参数如下:蛋白质的折光指数为1.529,水的折光指数为1.33,吸光度为0。测试结果通过该仪器附带的软件进行分析。

1.3.4 水分子流动性的测定 本实验利用上海纽迈电子科技有限公司的台式核磁共振分析仪PQ-001 CPMG脉冲序列测量样品中氢核的横向弛豫时间(T_2)来测定样品中水分子的流动性。并使用纽迈多指数反演软件进行 T_2 谱反演分析。PQ-001核磁共振分析仪是基于NMR理论设计,以场强为0.53T的永磁体作为主磁场(共振频率>22MHz),15mm探头线圈(样品量约5mL),进行原始数据的采集。

1.3.5 Zeta电位的测定 利用Zetasizer 3000HSA纳米粒度及Zeta电位分析仪测其Zeta电位情况。Zetasizer 3000HSA纳米粒度及Zeta电位分析仪是基于经典动态光散射理论设计,以波长为633nm的He-Ne激光器为光源,Zeta电位测定范围为电导率在0~200ms/cm的样品。测定参数如下:体系粘度0.89,水的介电常数79.0。测定结果通过该仪器附带的软件进行分析。

2 结果与讨论

2.1 CMC的含量对产品沉淀率的影响

CMC添加量对酸性乳饮料的沉淀率的影响如图1所示。

由图1可知,当加入的CMC为0.05%时,沉淀率升高,即发生了架桥絮凝。继续添加CMC,产品的沉淀率降低,稳定性升高,当CMC的含量达到0.40%后,随浓度的增加,沉淀率没有太大改变,因此可以看出在CMC含量为0.40%时,酸性乳饮料已经达到稳定状态。当酸性乳饮料中不添加果胶时,沉淀率很高,体系失稳,酪蛋白发生聚集。

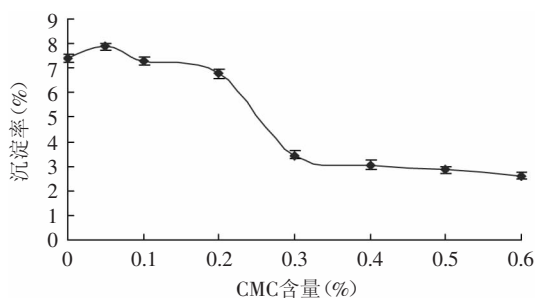


图1 CMC含量对产品沉淀率的影响

Fig.1 The effect of CMC contents on sedimentation rate

当多糖与蛋白质胶粒发生吸附后,如果多糖浓度过低,则不足以完全覆盖蛋白质的表面;对多糖而言,有一个“full coverage”的浓度,使蛋白质胶粒表面达到“饱和”,达到这个临界浓度后,才能使蛋白质稳定。在临界浓度以下,一个多糖分子会吸附两个或更多个蛋白质胶粒,使之聚集,即发生架桥絮凝^[2],这样体系失稳,发生相分离,其中一相为多糖和蛋白质的复合物,一相为溶剂。在这种情况下,一个CMC分子连接两个或两个以上的酪蛋白,从而促进了聚集的发生,使沉淀率升高。继续添加CMC,沉淀率不断降低,当CMC的含量达到0.40%后,随浓度的增加,沉淀率没有太大改变,可以推测CMC在酪蛋白上的吸附存在一个临界吸附量,当达到这个浓度后体系趋于稳定。

2.2 CMC的含量对产品粘度的影响

CMC的含量对产品粘度的影响如图2所示。

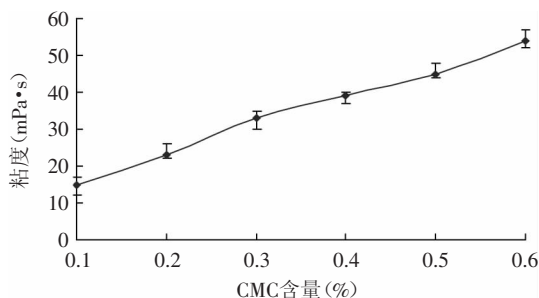


图2 CMC含量对产品粘度的影响

Fig.2 The effect of CMC contents on viscosity

由图2可知,添加CMC使体系的粘度增加。由Stocks定律可知体系粘度的升高可降低微粒的沉降速率,由此可以提高产品的稳定性。

由此也可以看出,CMC除具有静电排斥和空间位阻作用外,它本身提供的粘度,即增稠性,对体系的稳定性也有较大的贡献。

2.3 CMC的含量对产品粒径分布的影响

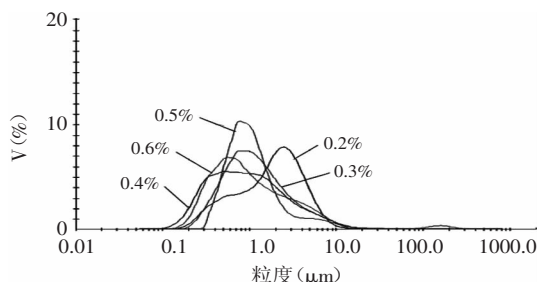


图3 CMC含量对产品粒径分布的影响

Fig.3 The effect of CMC contents on particle size distribution

图3是以CMC为稳定剂的酸性乳饮料的粒径分布图。由图3可知,随着CMC浓度的增加饮料体系的粒径减小,产品具有较好的稳定性。加入的CMC的浓度达到0.50%和0.60%时,产品的粒径分布变化不大。这表明当稳定剂的浓度达到一定时,足以覆盖酪蛋白的表面,产品稳定不发生聚集。

2.4 CMC的含量对产品水分子流动性的影响

本实验利用低场核磁共振仪来测定添加CMC后酸性乳饮料体系的水分子流动性的变化。近些年,脉冲核磁共振被广泛应用于生物体系中结合水的研究,它可以测定反映水分子流动性的氢核的纵向弛豫时间 T_1 和横向弛豫时间 T_2 。当水和底物紧密结合时,它就高度地固定, T_2 会降低;而游离水流动性好,有较大的 T_2 。由此可知水分结合的力和程度^[3-4]。通过测定加入不同含量的CMC样品的弛豫曲线及其横向弛豫时间 T_2 的分布曲线,研究酸性乳饮料中的水分子的流动性。

图4是添加不同浓度CMC的产品的弛豫曲线图。

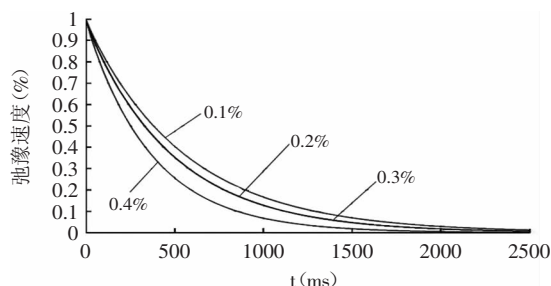


图4 CMC含量对产品弛豫速度的影响

Fig.4 The effect of CMC contents on relaxation rate

由图4可知,随着CMC添加量的增多,产品的弛豫速度加快,横向弛豫时间 T_2 减小,产品的持水能力增强。但是由图中看出,添加0.20%和0.30%的CMC对产品中水分流动性影响差别不大。添加0.40%的CMC产品的水分流动性变化较大,水分子的流动性减弱,产品稳定性升高。

图5是体系中不同水分组成的 T_2 的分布图,由图5可知样品中的水分由三个部分组成。三组分弛豫时间的大小为 $T_{21} < T_{22} < T_{23}$, 横向弛豫时间 T_2 的大小代表水分流动性的强弱,因此可以得出: I 结合水、II 结合水和自由水之间的水、III 自由水^[5-6]。由图5可知,添加CMC体系的整体水分 T_2 分布都较宽。结合水和自由水之间的水分以及自由水这一段水分随着CMC含量的增加 T_2 的分布变窄,而且曲线也向左移

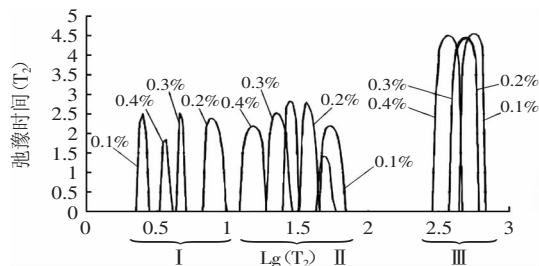


图5 CMC含量对产品横向弛豫时间(T_2)的影响

Fig.5 The effect of CMC contents on the transverse relaxation time (T_2)

动,与产品的弛豫速度曲线的规律相同。由此说明,随着CMC含量的增多产品的持水性增强,稳定性升高。

2.5 CMC的含量对产品Zeta电位的影响

图6为添加不同量CMC饮料的Zeta电位变化。

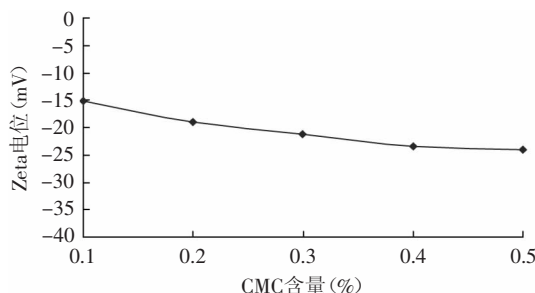


图6 CMC含量对产品Zeta电位的影响

Fig.6 The effect of CMC contents on Zeta potential

根据DLVO理论,胶体的稳定性主要取决于胶粒间吸引势能 V_A 和斥力势能 V_R 的总效应。如果胶体粒子间的斥力势能 V_R 大于粒子间的吸引势能 V_A ,则胶体是稳定的;反之,胶体发生不稳定现象。胶体稳定的机制有多种,如果胶体稳定的主要机理是电荷稳定,一般来说,Zeta电位越大,体系越稳定^[7]。

由图6可知,随着CMC添加量的增多,饮料的Zeta电位的绝对值增大。证明CMC被吸附在酪蛋白表面的量在逐渐增多,体系的稳定性增强。

3 结论

3.1 CMC作为优良的稳定剂对酸性乳饮料有很好的稳定效果。当其用量为0.05%时会发生架桥絮凝现象,使饮料体系失稳。随着CMC用量的增加,产品的稳定性升高。当其用量为0.40%时,产品已达稳定状态。

3.2 CMC对酸性乳饮料的稳定作用表现为使产品的沉淀率降低,粘度升高,在微观性质上表现为使产品的粒径减小,水分流动性减弱,Zeta电位的绝对值升高。

参考文献

- [1] 胡国华. 功能性食品胶[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 337-343.
- [2] MAROZIENE. Interaction of pectin and casein micelles[J]. Food Hydrocolloids, 2000, 14(4): 391-394.
- [3] RUAN R ROGER, XIAOAN WANG, PAUL L CHEN NMR. Study of water in dough[J]. Paper-American Society of Agricultural Engineers, 1997(3): 60-62.
- [4] RUAN R ROGER, XIAOAN WANG, PAUL L CHEN, et al. Study of water in dough using nuclear magnetic resonance[J]. Trends in Food and Technology, 1999, 10(10): 213-320.
- [5] SALOMONSENA TINA, MARIE THOLSTRUP SEJERSENA, NANNA VIERECKA, et al. Water mobility in acidified milk drinks studied by low-field NMR[J]. International Dairy Journal. 2006(4): 1-8.
- [6] 范明辉, 范崇东, 王森. 利用脉冲NMR研究食品体系中的水分性质[J]. 食品与机械, 2004, 20(2): 45-48.
- [7] 天津大学物理化学教研室. 物理化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 10-321.