

葡萄糖酸- δ -内酯(GDL)对牛乳的凝固及其影响因素的研究

金 嫫^{1,2} 李新华² 徐亚平³ 宿哲然²

1(锦州医学院畜牧兽医学院食品科学系,锦州,121001)

2(沈阳农业大学食品学院,沈阳,110161) 3(朝阳市农业学校,锦州,122000)

摘 要 以 RVA 快速粘度分析仪结合感官评定研究了葡萄糖酸内酯(GDL)对牛乳的凝固作用,并对影响葡萄糖酸内酯凝固牛乳的因素进行了研究,为 GDL 在乳制品加工中的应用提供了理论依据。同时也为快速粘度分析仪(RVA)在凝胶体的物性检查方面进行了新的尝试。

关键词 葡萄糖酸- δ -内酯,牛乳,凝固

牛乳中含有 3%~3.5% 的蛋白质,其中 80% 以上是酪蛋白。酪蛋白在乳中是以胶粒状态分散在乳中,形成一种溶胶,在酸、酶和钙离子等的作用下会发生凝固,即由溶胶状态转变为凝胶状态。生产上利用酪蛋白的凝固特性生产凝固型酸乳、干酪、干酪素等产品^[1]。

葡萄糖酸- δ -内酯(GDL)属于酸型凝固剂,其本身不能沉淀蛋白质,在加热的条件下水解为葡萄糖酸,使 pH 值降低,由于酸度增加使蛋白质分子成为兼性离子而沉淀,从而使蛋白质食品产生凝固^[2]。内酯豆腐就是利用这一特性生产的。基于葡萄糖- δ -内酯凝固豆乳的特性,本文研究了葡萄糖酸- δ -内酯对牛乳的凝固作用,并研究了影响葡萄糖内酯凝固牛乳的因素,为用 GDL 凝固牛乳生产奶酪提供一定的理论依据。本文尝试了用快速粘度分析仪(RVA)考察葡萄糖- δ -内酯凝固牛乳的效果。粘度是阻碍流体流动的性质^[3]。牛乳凝固后经搅拌,流动性降低,表现为粘度升高,凝固越牢,在相同的搅拌速度下,粘滞阻力越大,也就是粘度越大。在国外已有用快速粘度分析仪(RVA)检验豆腐和酸乳的凝固效果^[4]。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 试验材料

葡萄糖酸- δ -内酯,蔗糖,为市售;牛乳,本院实习农牧场提供;CaCl₂、MgCl₂,为分析纯试剂。

1.1.2 主要仪器设备

电热恒温水浴锅;分析天平;Super III 型快速粘度测试仪;澳大利亚新港科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 牛乳的凝固

将牛乳加热杀菌,分装在粘度测定桶中,每桶 25 g,冷却到 30℃ 以下,加入 GDL,搅拌使其溶解,在水浴锅中保温加热,观察牛乳状态变化,待牛乳凝固后取出,放置一定时间,用 RVA 粘度仪测定粘度。

1.2.2 凝固牛乳的粘度测定

粘度测定程序:在 20℃ 下,先以 960r/min 转速搅拌凝块 10s,再以 150r/min 测定粘度,测定 3 min。

1.2.3 感官评定

对牛乳的凝固状态、乳清析出情况、色泽、细腻程度、风味等方面进行考察。

2 结果与分析

2.1 GDL 加入量对凝固牛乳的影响

试验选择 GDL 加入量分别为牛乳质量的 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%,在 85℃ 下保温凝固,凝固结果如表 1 所示,凝固牛乳的粘度曲线如图 1 所示。

表 1 GDL 加入量对牛乳凝固效果的影响

编号	GDL 加入量/%	凝固后 pH 值	凝固效果
1	0.2	6.33	60 min 未凝固,没有沉淀
2	0.3	6.10	20 min 凝固,表面平滑,无乳清析出,较软,质地细腻,无明显酸味
3	0.4	5.85	20 min 凝固,表面平滑,无乳清析出,质地细腻,有微弱的酸味
4	0.5	5.67	20 min 凝固,表面平滑,无乳清析出,较硬,质地细腻,有较明显的酸味

从表 1 中看出,在低加入量(0.2%)的情况下,GDL 不能使牛乳凝固,而当 GDL 加入量达到一定量时,能使牛乳凝固,且没有乳清析出,说明 GDL 凝固牛乳时,具有较强的保水性。随着 GDL 加入量的提

第一作者:博士研究生,讲师(李新华教授为通讯作者)。

收稿日期:2006-04-24,改回日期:2006-06-30

高,使牛乳的 pH 值降低,牛乳凝固硬度有较明显的增加。

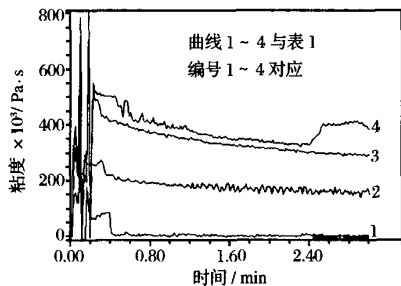


图 1 GDL 加入量对牛乳凝固粘度的影响

由图 1 可以看出,在 GDL 加入量为 0.2% 时,牛乳的粘度曲线很低,对应的感官考察结果是牛乳未凝固。GDL 加入量越大,粘度曲线越高。其中 3 号曲线比 2 号曲线提高幅度较大,而 3 号和 4 号曲线变化不是很大,因此,在用 GDL 凝固牛乳时,GDL 加入量 0.4% 较适宜,此时,凝固效果良好。

2.2 温度对 GDL 凝固牛乳的影响

GDL 凝固牛乳是由于加热使 GDL 分解为葡萄糖酸,使 pH 值降低,使蛋白质凝固。因此牛乳保温的温度对牛乳的凝固效果有一定的影响。试验设计了 75、80、85、90℃ 4 个温度,GDL 加入量为 0.4%,牛乳凝固的结果如表 2 和图 2 所示。

表 2 温度对 GDL 凝固牛乳效果影响

编号	温度/℃	凝固效果
1	75	40 min 凝固,表面光滑,无乳清析出,凝块较软
2	80	30 min 凝固,表面光滑,无乳清析出,凝块较软
3	85	20 min 凝固,表面平滑,无乳清析出,有弹性,质地细腻,凝块有一定的硬度
4	90	15 min 凝固,表面光滑,无乳清析出,凝块有一定的硬度

从感官上看,在 75~90℃ 的温度保温,都能使牛乳凝固,只是凝固的时间有一定的差别,温度越高,GDL 分解越快,牛乳凝固的速度越快。

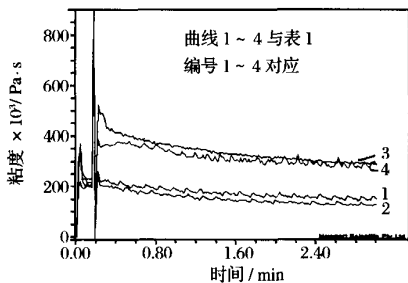


图 2 温度对 GDL 凝固牛乳粘度的影响

由图 2 看出,在 85℃,凝固粘度最大,和感官检

查的结果相吻合,凝固效果最好,其次是 90℃,而 75℃ 和 80℃ 凝固牛乳的粘度较低。实验结果表明,牛乳的凝固好坏和保温时间不成正比,温度过高,GDL 分解加速,使局部产生凝固较快,不利于形成均一的整体,而温度过低,使凝固速度降低,也不利于形成均一凝固体。

2.3 牛乳浓度对 GDL 凝固的影响

GDL 对牛乳的凝固实际是作用于牛乳中的蛋白质。为了考察不同蛋白质浓度下,GDL 凝固牛乳的效果,本文将牛乳与水以不同比例进行稀释,观察 GDL 对牛乳的凝固效果(GDL 加入量为 0.4%、85℃ 保温)结果如表 3 和图 3 所示。

表 3 牛乳稀释浓度对 GDL 凝固牛乳的效果

编号	V(牛乳):V(水)	凝固效果
1	10:0	表面平滑,无乳清析出,有弹性,凝块有一定的硬度,质地细腻,
2	9:1	表面平滑,无乳清析出,有弹性,凝块较软质地细腻,
3	8:2	表面光滑,无乳清析出,凝块较软,质地比较细腻
4	7:3	表面光滑,无水析出,凝块较软,质地比较细腻
5	6:4	凝固,表面有小的裂缝,有少量水析出,
6	5:5	凝固,表面有小的裂缝,有较多的水析出,

由表 3 和图 3 可知,牛乳经稀释后,蛋白质浓度降低,在 GDL 作用下均发生凝固,GDL 凝固牛乳显示了较强的保水性。但随着牛乳浓度降低,凝固牛乳的粘度和硬度急剧降低,其中试验 5 号和 6 号有水析出。虽然凝固,但粘度极低,与不凝固的牛乳接近(如图 1 中的 1 号曲线)。

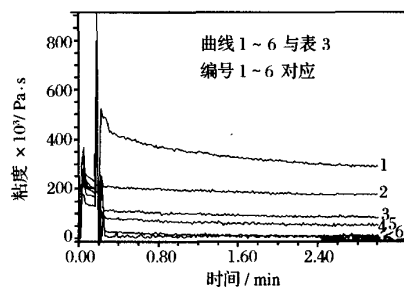


图 3 牛乳浓度对 GDL 凝固牛乳粘度的影响

2.4 CaCl₂ 和 MgCl₂ 对 GDL 凝固牛乳的效果影响

考察了不同浓度 CaCl₂ 和 MgCl₂ 对 GDL 凝固牛乳的影响,在加入 0.4% GDL 的同时,又分别加入了 CaCl₂ 和 MgCl₂,结果如表 4、图 4 和表 5、图 5 所示。

从图 4 可以看出,CaCl₂ 可增加 GDL 凝固牛乳的粘度和硬度,加入量增大,凝胶强度增大;且温度在

85℃时比在 80℃时粘度增加幅度大。盐类由于中和蛋白质表面的负电荷促进了蛋白质的相互聚合,从而增加了蛋白质的凝胶强度^[4]。试验中单独使用 CaCl_2 凝固牛乳却没有凝固,而 CaCl_2 和 GDL 凝固牛乳有协同作用。

由图 5 可知,在 80℃时, MgCl_2 对增加粘度效果明显,但添加量对结果影响不大。而在 85℃增加粘度效果不明显。与 CaCl_2 相比,加入 MgCl_2 后凝固牛乳的表观质地和色泽较好。

表 4 CaCl_2 对 GDL 凝固牛乳效果的影响

编号	CaCl_2 加入量/%	凝固效果
1	0	凝固,无水析出,质地细腻
2	0.1	凝固,较硬,有少量水析出,质地粗糙,色泽灰白
3	0.2	凝固,较硬,有少量水析出,质地粗糙,色泽灰白

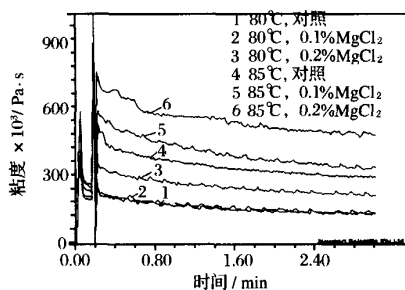


图 4 CaCl_2 对 GDL 凝固牛乳粘度的影响

表 5 MgCl_2 对 GDL 凝固牛乳的影响

编号	MgCl_2 加入量/%	凝固效果
1	0	凝固,无水析出,质地细腻
2	0.1	凝固,无水析出,质地比较粗糙,有光泽,有弹性
3	0.2	凝固,无水析出,质地比较粗糙,有光泽,有弹性

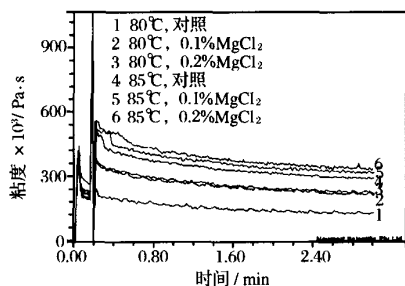


图 5 MgCl_2 对 GDL 凝固牛乳效果的影响

2.5 蔗糖对 GDL 凝固牛乳的影响

蔗糖是食品工业中常用的食品配料,在用 GDL 凝固牛乳时,可以考虑加入蔗糖调整其风味,因此本试验考察了蔗糖对 0.4% GDL 凝固牛乳的影响。结

果如表 6 和图 6 所示。研究表明,加入蔗糖后凝固体粘度稍有增加,但不明显,甚至在图 6 中 2、3、4 号 3 条粘度曲线难以区分。这种增加可能是蔗糖本身产生粘度的结果,而非由于蔗糖促进了凝固,相反从感官评定来看,加入蔗糖使凝块有柔软的质感。

表 6 蔗糖对 GDL 凝固牛乳效果影响

编号	蔗糖加入量/%	凝固效果
1	0	凝固,表面光滑,质地细腻,无乳清析出
2	2	凝块稍软,表面光滑,质地细腻,无乳清析出,有粘弹性
3	4	凝块较软,表面光滑,质地细腻,无乳清析出,有粘弹性
4	6	凝块较软,表面光滑,质地细腻,无乳清析出,有粘弹性
5	8	凝块较软,表面光滑,质地细腻,无乳清析出,有粘弹性

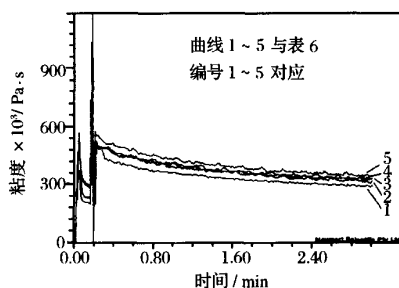


图 6 蔗糖对 GDL 凝固牛乳的影响

3 结 论

(1)一定浓度的 GDL 能使牛乳凝固,GDL 加入量为 0.4%,保温温度为 85℃时凝固效果较好。

(2)RVA 快速粘度分析仪能在一定程度上反映 GDL 凝固牛乳的凝胶体的强度,并和感官评定是一致的。

(3) CaCl_2 和 MgCl_2 对 GDL 凝固牛乳有明显的促进作用,在试验范围内,在 85℃加入 0.2% CaCl_2 使凝固体达到最大粘度和硬度。虽然 CaCl_2 和 MgCl_2 都有促进凝固的作用,但效果有较大的区别,与 CaCl_2 相比,加入 MgCl_2 后凝固牛乳的表观质地和色泽较好。

(4)牛乳浓度越高,GDL 凝固牛乳时形成的凝胶体粘度越大,硬度越大。

参 考 文 献

- 1 武建新. 乳制品生产技术[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2000.15~20

- 2 张恒. 复合凝固剂组分对豆腐品质影响的研究[J]. 食品与发酵工业, 2002, (11): 21~24
- 3 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社,

2001. 12~15
- 4 Bennett L, Harte H, Smithers G. Dairy Product Processing in the RVA[J]. RVA World, 2001, 10: 1~3

Study on the Coagulation of Milk with Glucono-delta-lactone and Its Influence Factors

Jin Lei^{1,2} Li Xinhua² Xu Yaping³ Su Zheran²

1(Husbandry and Veterinary College, Jinzhou Medical College, Jinzhou 121001, China)

2(Food Science College, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China)

3(Chaoyang Agriculture School, Jinzhou 122000, China)

ABSTRACT The influence factors of milk coagulation with glucono-delta-lactone were studied using RVA combined with sensory assessment. The basic theory to apply glucono-delta-lactone in milk was discussed and applying RVA to check the physical properties of gel was also proposed.

Key words glucono-delta-lacton, milk, coagulation

政策法规标准

我国新乳业标准将出台 牛乳进入无抗时代

我国执行了 10 年之久的《生鲜牛乳收购标准》修订版有望近期出台, 新国标将把“抗生素残留”纳入原料乳的强制性检测项目。这一动向表明国家乳品安全管理进一步升级, 中国乳业即将步入“无抗时代”。“无抗”是我国乳业发展的必然趋势, 美国 FDA 早在上个世纪 40 年代就不允许生产及出售抗生素含量超标(大于 5 ng/kg)的乳制品, 此后欧盟以及其他发达国家纷纷立法控制食品中的抗生素残留。随着新国标的出台, 中国乳业也应加速由“局部无抗”向“全部产品无抗”转型, 并在安全指标方面尽快与国际接轨。

当前我国“有抗乳”和“无抗乳”同时市场上并存, 甚至同一品牌在不同区域、不同品种、不同批次的乳品也出现“有抗”和“无抗”混杂的现象。随着“无抗”新国标出台日期的临近, 乳品生产现状有待从“局部产品无抗”升级为“全部产品无抗”, 即同一品牌在全国市场范围内的所有批次、所有品类都实现“无抗”。为此, 乳品企业应该赶在新国标实施前加紧“练兵”, 否则可能就被挡在市场准入门槛之外, 在竞争中被逐渐淘汰出局。

中国乳业要和国际接轨, 奶源质量是重中之重。随着牛乳加工设备从利乐、国际纸业等国际性大公司的引进, 从设备和加工工艺方面, 中国已经和世界先进水平相差无几。而真正制约乳品业进一步发展的就是生鲜牛乳的质量, 牛乳产品的差异化归根结底是奶源质量的差异化, 而奶源质量又与奶源建设的结构模式有着密不可分的关系, 实现奶牛的规模化、集约化养殖是必然趋势, 这也是乳品企业实现“全部产品无抗”生产的有力保障。

市场动态

2006 年法国葡萄酒产量预计将达到 5 340 万百升

据法国全国葡萄酒、园艺及果蔬局预计, 2006 年法国葡萄酒产量约可达 5 340 万百升(葡萄酒以百升为单位), 略高于 2005 年的 5 330 万百升。

法国全国葡萄酒、园艺及果蔬局曾在 2006 年 7 月 13 日预测, 2006 年法国葡萄酒产量为 5 360 万百升。该机构日前在一份预测报告中说, 2006 年法国葡萄的质量上乘, 但 8 月份的干旱天气是否会对收成造成不良影响目前尚未可知。

该机构预测, 2006 年法国将生产 2 380 万百升高档葡萄酒(使用原产地命名)、2 016 万百升普通葡萄酒(只标明产地范围)和 940 万百升烈性酒。

2006 年入夏以来法国天气炎热, 有利于葡萄生长。专家们预计, 除波尔多地区外, 今年法国卢瓦尔河谷和勃艮第地区的葡萄酒也将因此拥有良好的品质。

2006 年法国葡萄酒的出口形势也一片大好。据法国葡萄酒及烈性酒出口商联合会公布, 2006 年前 4 个月法国葡萄酒出口额达到 17 亿欧元, 比去年同期增长了 16.4%。