

柠檬酸和柠檬酸钠 在酸牛奶饮品中的应用

廖文艳, 于鹏, 周杰

(光明乳业股份有限公司技术中心 乳业生物技术国家重点实验室 上海 200436)

摘要: 通过测量不同浓度的柠檬酸水溶液的滴定酸度 $^{\circ}\text{T}$ 和pH, 制作柠檬酸浓度与pH值和滴定酸度的变化曲线, 并得到滴定酸度 $^{\circ}\text{pH}$ 与柠檬酸的回归方程, 分别为 $y = 152.5x - 3.3214$ ($R^2 = 0.9939$) $y = -0.404\ln(x) + 2.1731$ ($R^2 = 0.9957$)。其次, 通过添加柠檬酸钠调节pH值, 得到柠檬酸钠与柠檬酸百分比(M)与pH值的回归方程, 当水溶液的pH值介于3.5~4.5, 不同浓度的柠檬酸溶液的M值介于0.35~0.6。在此基础上研究了柠檬酸钠和柠檬酸在酸牛奶饮品中的应用, 为生产时计算柠檬酸或柠檬酸钠的添加量提供数据基础, 酸牛奶饮品pH 3.6~4.0, M值在0.25~0.5。

关键词: 柠檬酸; 柠檬酸钠; 酸牛奶饮品

中图分类号: Q946.81+8.6 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)06-1240-05

The Application of Citric Acid and Sodium Citrate in Yoghurt Drinking

LIAO Wen-yan, YU Peng, ZHOU Jie

(State Key Laboratory of Dairy Biotechnology, Technology Center Bright Dairy & Food Co., Ltd, Shanghai 200436, China)

Abstract: In order to determine and calculate the quantity of citric acid and sodium citrate in the production of yoghurt drinking, the titration acid degree $^{\circ}\text{T}$ and pH of citric acid and sodium citrate in water solution and yoghurt drinking were tested, and the curves were figured out and data were provided. The regression equations among titratable acidity $^{\circ}\text{pH}$ and citric acid concentration are $y = 152.5x - 3.3214$ ($R^2 = 0.9939$) and $y = -0.404\ln(x) + 2.1731$ ($R^2 = 0.9957$), respectively. Besides, the regression equations between the value of M and pH are given, respectively. When pH changes in the range of 3.5-4.5, the value of M always changes in the range of 0.35-0.6 no matter what the citric acid concentration is. Based on all this, it is concluded that the value of M changes in the range of 0.25-0.5 when pH changes in the range of 3.6-4.0.

Key words: citric acid; sodium citrate; yoghurt drinking

原料奶经乳酸菌发酵或不发酵后, 与甜味剂、稳定剂、香精、水等混合配制而成的含乳饮品分别叫发酵型含乳饮品或非发酵型含乳饮品^[1]。柠檬酸是乳品中常用的酸味调节剂, 酸味柔和、爽快, 入口即可达到最高酸感, 与柠檬酸钠复合使用, 可缓和它的锐利酸感, 酸味更好, 因此二者常用来对酸型含乳饮品的酸味进行调配和改善。与调配型酸牛奶饮品相同, 发酵型酸牛奶饮品也常需要利用柠檬酸进行调

收稿日期: 2012-04-17 修回日期: 2012-09-13

基金项目: 国家科技部 973 计划(2010CB735705) 和国家科技部十二五科技支撑计划(2012BAD28B07)

作者简介: 廖文艳(1984—), 女, 硕士生, 主要从事乳制品开发研究, E-mail: mimiliao1984@163.com。

酸,从而保持产品的一致性。此外,酸性乳饮品产品货架期短,有的才几天就会发生分层和沉淀现象^[2]。因此,在酸性乳饮品中常常需要加入一些亲水性胶体,如CMC、果胶、大豆多糖等,CMC的最适pH值范围介于3.6~4.6^[3-4],果胶的最适pH值介于3.6~4.2^[5],大豆多糖的最适宜pH值是3.4~4.4^[6],且pH在4.0左右时,酪蛋白稳定性最高,因此,常采用柠檬酸钠、六偏磷酸钠、三聚磷酸钠等产品pH值进行调整。此外,在酸性条件下,牛乳中钙粒子呈游离状态,造成蛋白质沉淀分层主要因素,因此添加柠檬酸钠、六偏磷酸钠、三聚磷酸钠可整合游离的钙离子也可提高酪蛋白的稳定性^[7-8]。本文以乳制品中常用的滴定酸度和pH值为指标,制作了滴定酸度和pH随柠檬酸、M值的变化曲线,为生产酸牛奶饮品调节产品滴定酸度和pH时,计算柠檬酸和柠檬酸钠的添加量提供数据基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料

柠檬酸,食品级试剂;柠檬酸钠,食品级试剂;纯净水,食品级试剂;酸奶;酸度滴定计;pH计。

1.2 实验方法

1.2.1 滴定酸度方法 参照GB5413-2010和乳制品酸度的测定。

1.2.2 柠檬酸标准曲线的制作 分别测定0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%柠檬酸水溶液的滴定酸度(°T)和pH,以柠檬酸浓度为横坐标,分别以滴定酸度(°T)和pH为纵坐标,制作标准曲线。

1.2.3 pH值随M值变化的曲线制作 调配不同浓度的柠檬酸水溶液,将柠檬酸钠溶液加入到柠檬酸溶液中,测定pH值,以M值为横坐标,pH值为纵坐标制作曲线。

1.2.4 柠檬酸在酸牛奶饮品中的应用 按常规方法制作蛋白含量分别为0.15%、0.7%、1.1%酸牛奶样品,分别测定滴定酸度(°T)与pH,然后以此样品作为基准样品,添加柠檬酸,制成不同柠檬酸浓度的酸牛奶饮品,测定滴定酸度(°T)。以柠檬酸浓度为横坐标,滴定酸度(°T)为纵坐标,制作曲线。

1.2.5 柠檬酸钠在酸牛奶饮品中的应用 按常规方法制作蛋白浓度为0.15%、0.7%、1.1%酸牛奶样品,测定其滴定酸度(°T)和pH,然后以此为样品作为基品,将分别添加0.1%、0.2%、0.3%的柠檬酸,然后用柠檬酸钠调节pH值,以饮品中M值为横坐标,pH值为纵坐标,制作曲线。

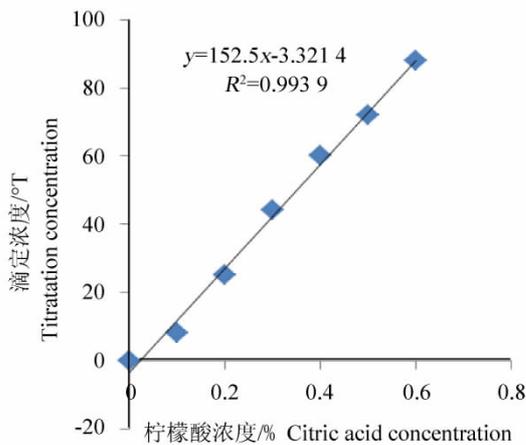


图1 柠檬酸水溶液中滴定酸度同柠檬酸浓度的标准曲线

Fig. 1 The curves of titratable acidity against citric acid concentration

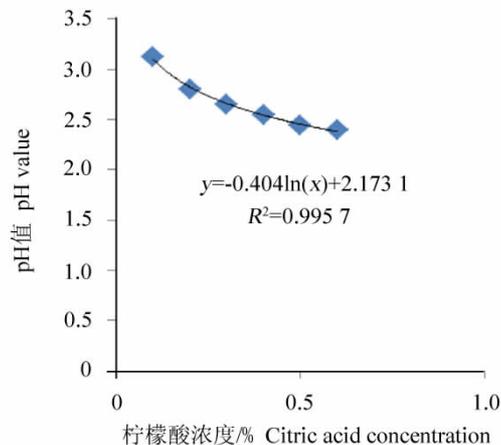


图2 柠檬酸水溶液中pH值同柠檬酸浓度的标准曲线

Fig. 2 The curves of pH against citric acid concentration

2 结果与讨论

2.1 柠檬酸水溶液的标准曲线

从图1可以看出,柠檬酸溶液的浓度与其滴定酸度呈良好的线性关系($R^2 = 0.9939$)。该关系 $y = 152.5x - 3.3214$ ($R^2 = 0.9939$)可以用来计算达到一定酸度时所需要添加柠檬酸的量。从拟合出的线性方程可以计算出,每吨产品增加滴定酸度 1°T ,则需增加柠檬酸浓度 0.0066% ($1/152.5$),即:每吨产

品增加滴定酸度 1°T ,需增加 0.066 kg 柠檬酸。

如图 2 所示,对柠檬酸溶液的 pH 与其浓度之间存在良好的对数关系, pH 同柠檬酸浓度呈良好的对数关系,这是因为 $pH = -\log_{10} [H^+]$ 。

由图 1、图 2 可以看出,低浓度柠檬酸水溶液中,滴定酸度和 pH 同柠檬酸浓度呈良好的规律性,滴定酸度的变化趋势比 pH 的变化趋势大,滴定酸度是水溶液中的 H^+ 的总和,而 pH 值是解离的 H^+ ,在溶液中 H^+ 的解离达到平衡,品尝样品时,解离平衡破坏, H^+ 方向移动,样品品尝时所感受的酸感与酸度更接近,且在低浓度范围内 pH 值的变化小于滴定酸度(°T),在实际生产中采用滴定酸度控制产品的酸度优于采用 pH 值,可通过滴定酸度与柠檬酸浓度的线性关系计算需要达到一定酸度的产品需添加的柠檬酸的量。

2.2 pH 值随 M 值变化的曲线制作

0.1%与 0.2% 0.3% 柠檬酸水溶液的 pH 值与 M 值的关系如图 3 所示, M 值与 pH 值存在良好的规律,0.4% 0.5% 0.6% 柠檬酸水溶液 pH 值与 M 值的趋势与 0.1% ,与 0.2% , 0.3% 柠檬酸水溶液的趋势类似,未列出。

从图 3 可以看出 0.1% 0.2% 0.3% 柠檬酸水溶液中,同一 M 值时, pH 值相差不大,且各个浓度 pH 与 M 值之间存在的关系良好 R^2 分别为 0.962 8 0.973 0.981 8 ,通过公式可以知所需特定 pH 值时产品的 M 值。从图中可以看出 pH 值在 3.5 ~ 4.5 ,各浓度的柠檬酸溶液的 M 值都在 0.35 ~ 0.6。该关系可以用来计算添加一定量的柠檬酸产品,为得到特定 pH 值产品,通过 M 值可估算出柠檬酸钠的添加量。

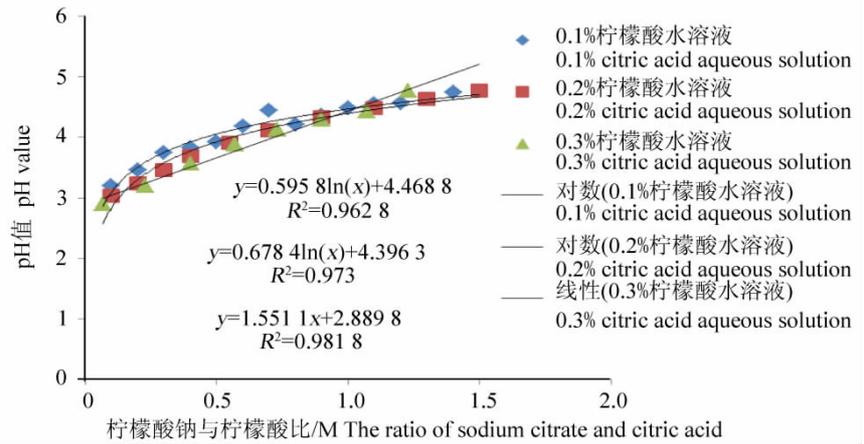


图 3 The curves of pH against the value of M
Fig. 3 不同柠檬酸浓度水溶液的 pH 值随 M 值的变化曲线

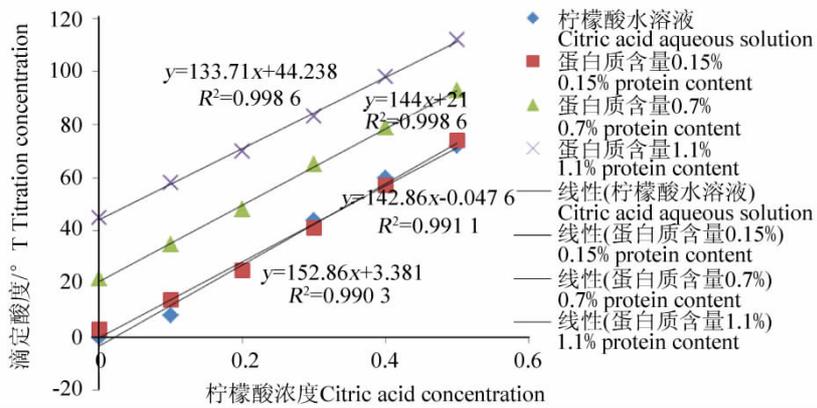


图 4 The curves of titratable acidity against citric acid concentration in different yoghurt drinking

Fig. 4 不同酸牛奶饮品水滴定酸度和柠檬酸浓度曲线

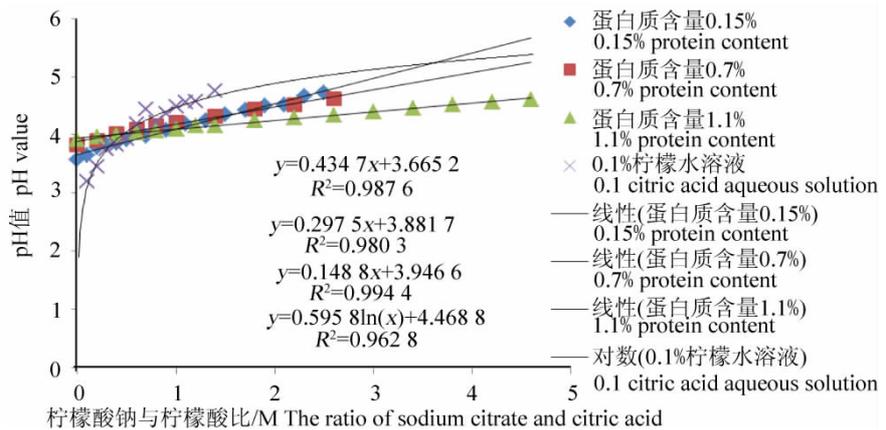


图 5 The curves of pH against the value of M in different yoghurt drinkings

Fig. 5 不同酸乳饮品同 pH 值随 M 值的变化曲线

2.3 柠檬酸在酸牛奶饮品中的应用

图 4 给出了蛋白质含量 0.15%、0.7%、1.1% 的乳酸菌饮品的滴定酸度随柠檬酸浓度的变化曲线,从图中可看出各曲线相关性很好 ($R^2 \geq 0.9903$)。每吨产品中如需增加滴定酸度 1°T ,蛋白质含量为 1.1%、0.7%、0.15% 的酸牛奶饮品,所需增加的柠檬酸浓度分别为 0.0075%、0.0069%、0.007%,柠檬酸水溶液每吨每增加 1°T 所需要增加的柠檬酸浓度为 0.0066%。这是因为同柠檬酸溶液相比,酸牛奶饮品是一个非常复杂的缓冲体系,添加柠檬酸后,其酸度变化与柠檬酸溶液不同;其次,可能与产品中的乳固体含量有关,也可能和产品中的其它成分乳生成的乳酸、乙酸等有关。

2.4 柠檬酸钠在酸牛奶饮品中的应用

将不同蛋白质含量(0.15%、0.7%、1.1%)的酸乳饮品,分别调配为柠檬酸浓度 0.1%、0.2%、0.3%,随后在各饮品中添加柠檬酸钠,以 pH 值为纵坐标, M 值为横坐标,制作 pH 随 M 值的变化曲线,如图 5、图 6、图 7 所示。从图 5 中可知,0.15%、0.7%、1.1% 蛋白的酸牛奶饮品的曲线变化与 0.1% 柠檬酸水溶液的趋势变化有差异,且从图中可以看出,随蛋白质含量增加, pH 值的变化趋势越趋于缓和。这是因为随着蛋白的添加,增加了酸乳饮品的固形物含量,从而增加了乳的缓冲作用,这与 Walatra^[9] 的研究中提出的混合物中乳固体含量的提高和乳中的蛋白质、磷酸盐、乳酸盐和其它各种乳成分的缓冲作用会使得 pH 值的变化缓和是一致的。此外,从图 6、图 7 也可知,随蛋白质含量增加, pH 值变化更缓和。但是,从图 5、图 6、图 7 中可以看出,当 pH 在 3.6~4.0 变化时,虽柠檬酸的添加量以及蛋白质含量添加有差异, M 值都在 0.25~0.5 变化,通过已知的添加的柠檬酸的量,可以估算所需添加的柠檬酸钠的量(柠檬酸与柠檬酸钠的比为 4:1~2:1)。从图中可以看出, pH 值与 M 值呈现良好的相关性 ($0.9628 \leq R^2 \leq 0.9941$),在实际生产中,可以通过添加的柠檬酸的量,对应相应的蛋白质含量的酸乳饮品的曲线,估算得到特定 pH 值所需添加的柠檬酸钠含量。

3 结 论

通过测量低浓度柠檬酸 M 值在水溶液和酸牛奶饮品中的滴定酸度 $^\circ\text{T}$ 或 pH 值,绘制出柠檬酸、M 值在水溶液和酸牛奶饮品中的滴定酸度 $^\circ\text{T}$ 或 pH 值的曲线,为生产时计算柠檬酸和柠檬酸钠的添加量提供了数据基础。在实验中,是通过柠檬酸的浓度,以及 M 值得到的曲线,在添加时,要根据柠檬酸以及柠檬酸钠的浓度来进行折算;其次在添加时可以先通过计算所需要的柠檬酸,先计算出柠檬酸钠的添加量,并将柠檬酸钠先于柠檬酸添加到酸牛奶饮品中。

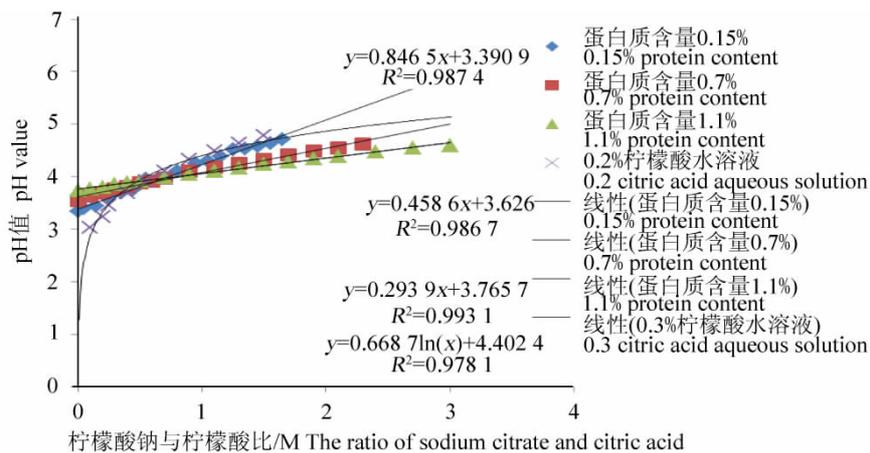


图 6 The curves of pH against the value of M in different yoghurt drinkings

Fig. 6 不同酸乳饮品同 pH 值随 M 值的变化曲线

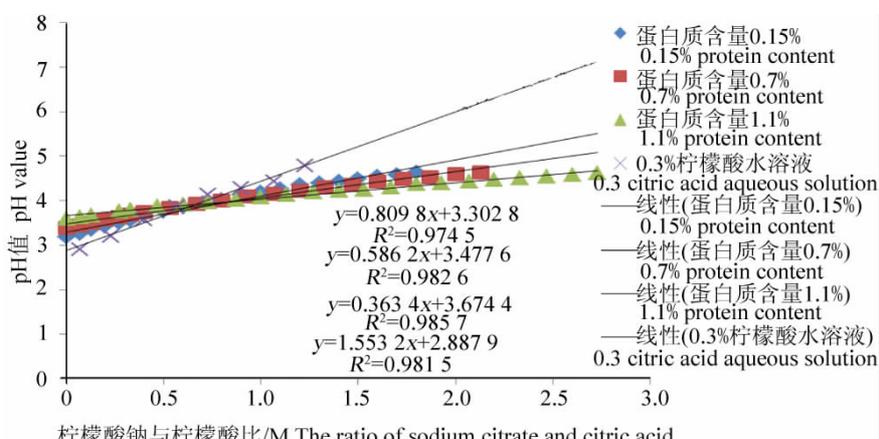


图 7 The curves of pH against the value of M in different yoghurt drinkings

Fig. 7 不同酸乳饮品同 pH 值随 M 值的变化曲线

参考文献:

- [1]秦玉青,应杰,吴昊,等. 乳酸和柠檬酸在酸型含乳饮品中的应用[J]. 乳品科学与技术, 2004, 107(2): 65-67.
- [2]陈奇. 防止酸性蛋白沉淀的方法[J]. 食品工业科技, 2001, 22(1): 47-50.
- [3]姚晶,孟祥晨. 羧甲基纤维素钠及酸性乳饮品加工工艺对其稳定性及粒径分布的影响[J]. 中国乳品工业, 2008, 36(7): 40-43.
- [4]杜伯桥. 羧甲基纤维素钠溶液的流变性质及其对酸性乳体系的稳定作用[D]. 上海: 上海交通大学, 2008: 120.
- [5]徐伟,马力. 高甲氧基果胶对酸奶饮品的稳定作用[J]. 中国乳品工业, 2005, 33(8): 38-40.
- [6]张学兵. 水溶性大豆多糖的提取及其在酸性乳饮品中的应用研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2009: 4.
- [7]崔岩,马鹏,王联结. 酪蛋白在酸性条件下稳定性的研究[J]. 食品科技, 2007, 9: 170-172.
- [8]吕长鑫,赵大军,宋立. 活菌型山楂乳酸菌功能饮品生产工艺及稳定性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(24): 484-487.
- [9]Lucey J A. Formation and physical properties of milk protein gels[J]. Journal of Dairy Science, 2002(85): 281-294.

(上接第 1221 页)

- [24]Iwin D W, Kocher T D, Wilson A C. Evolution of the cytochrome b gene of mammals[J]. Mol Evol, 1991, 32: 128-144.
- [25]葛家春,曹延,陈婵娟,等. 利用扩增片段长度多态性技术分析长江刀鲚的遗传多样性[J]. 南京大学学报, 2008, 44(3): 333-337.
- [26]马春艳,刘敏,马凌波. 长江口刀鲚遗传多样性扩增多态 DNA(RAPD)分析[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(5): 20-24.
- [27]唐文乔,胡雪莲,杨金权. 从线粒体控制区全序列变异看短颌鲚和湖鲚的物种有效性[J]. 生物多样性, 2007, 15(3): 224-231.
- [28]Billing ton N, Hebert P D N. Mitochondrial DNA diversity in fishes and its implications for introductions[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1991, 48: 80-94.
- [29]Stephen J, O'Brien, Ernst Mayr. Bureaucratic mischief: recognizing endangered species and subspecies[J]. Science, 1991, 251: 187-188.
- [30]徐钢春,徐跑,顾若波,等. 池养刀鲚(*Coilia nasus*)鱼种的摄食与生长[J]. 生态学杂志, 2011, 30(9): 2014-2018.
- [31]徐钢春,万金娟,顾若波,等. 池塘养殖刀鲚卵巢发育的形态及组织学研究[J]. 中国水产科学, 2011, 18(3): 537-546.