

姜汁凝乳影响因素的研究

张佳程 王 珏 万广伟 褚庆环

(莱阳农学院乳品化学与工艺学实验室, 青岛, 266109)

摘 要 生姜经清洗、打浆榨汁后可制得姜汁, 将姜汁以 2% 的比例添加到经杀菌和冷却处理的鲜乳中可制成具有凝乳状态的姜汁牛乳。为了探讨姜汁凝乳的影响因素, 文中研究了温度、pH 值、牛乳蛋白质和盐类等对姜汁凝乳的影响。结果表明, 温度和 pH 值是影响姜汁凝乳的关键外部因素。牛乳蛋白质、CaCl₂、NaCl 是凝乳促进物。

关键词 姜汁, 牛乳, 凝乳

姜不但具有一定食用和药用价值, 而且所产生的姜汁还具有使牛乳产生凝乳的作用。关于姜汁中何种成分使牛乳凝乳, 多数观点认为是姜汁中蛋白酶的作用。但是, 关于姜汁凝乳影响因素的报道较少, 而在这方面研究不仅对进一步了解姜汁的凝乳机制有所帮助, 而且对姜汁牛乳的商业化开发也可以提供重要依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

鲜乳来自莱阳农学院畜牧场, 鲜姜、白糖、脱脂奶粉、姜粉均为市售, 乳糖、NaCl、Na₃PO₄、NaH₂PO₄、Na₂HPO₄、CaCl₂、柠檬酸钠均为分析纯试剂。

1.2 主要仪器与设备

DY89-1 多功能组织捣碎机(宁波新芝科器研究所), DL-5 型低速大容量离心机(上海安亭仪器有限公司), 电热恒温水浴锅(山东龙口先科仪器厂), pH-3C 型精密 pH 计(上海雷磁仪器厂)。

1.3 姜汁牛乳的制取工艺^[1,2]

生姜→清洗→去皮→打浆榨汁→过滤→姜汁
原料乳→过滤→预热→杀菌→降温到 60℃] →混合→
搅拌→保温→冷却→观察

1.4 凝乳时间的记录标准

凝乳开始时, 只产生稍微的小絮状物, 随着絮状物的增多, 而逐渐凝结成片, 最后凝集成豆腐脑状的状态。凝乳时间的记录以从加入姜汁搅拌均匀到凝集成豆腐脑状时记为凝乳时间。

2 结果与讨论

2.1 温度对凝乳的影响

在不同温度下对姜汁进行热处理 5 min 后, 再在 100 mL 牛乳中加入 2 mL 姜汁, 搅拌均匀后置于 60℃ 下观察凝乳现象, 结果如表 1 所示。

由表 1 可知, 对姜汁进行热处理后, 牛乳的凝乳时间分别随着热处理温度的升高而延长, 而且凝乳效果也随之变差。当温度达到 70℃ 以上时, 将不发生凝乳, 即在 70℃ 以上热处理时姜汁中的凝乳成分将失去活性。

为了进一步了解该成分的最佳凝乳温度, 本研究将 100mL 鲜乳分别置于 30~90℃ 下的水浴锅中, 再各加入 2 mL 姜汁(未经热处理), 然后搅拌均匀后, 观察凝乳现象, 结果如表 2 所示。

表 1 姜汁经热处理 5 min 后的凝乳时间和效果

序号	热处理温度 /℃	凝乳时间 /min	凝乳效果
1	30	6	凝乳坚实, 质地均匀, 无裂痕, 无乳清
2	40	6	凝乳坚实, 质地均匀, 无裂痕, 无乳清
3	50	7	凝乳不坚实, 能流动, 且有少量乳清, 底部有小絮状物
4	60	12	凝乳不坚实, 能流动, 且有少量乳清, 底部有小絮状物
5	70	—	未 凝
6	80	—	未 凝
7	90	—	未 凝

表 2 鲜乳在不同温度下的姜汁凝乳时间和效果

序号	凝乳温度 /℃	凝乳时间 /min	凝乳效果
1	30	19	凝乳不完全, 有絮状物, 流动性较大
2	40	10	凝乳不完全, 有絮状物
3	50	5	凝乳较好, 豆腐脑状, 但上部有乳清
4	60	4	凝乳较好, 豆腐脑状, 质地均匀
5	70	5	凝乳较好, 豆腐脑状, 但上部有乳清
6	80	15	凝乳不完全, 有絮状物
7	90	—	未 凝

由表 2 可知, 随着温度的升高, 凝乳时间逐渐缩短, 当到达 60℃ 时, 凝乳时间最短, 效果也最好。当

第一作者: 博士, 副教授。
收稿日期: 2005-08-02, 改回日期: 2005-09-08

温度上升到 90℃ 以上时,凝乳现象不再发生。这表明,姜汁的最佳凝乳温度是 60℃。

由上述结果可以看出,姜汁中使牛乳凝乳的成分在 70℃ 以上时丧失了凝乳性能,而在牛乳中,该成分在 90℃ 以上丧失凝乳性能。这说明牛乳中的成分对姜汁中的凝乳成分有保护作用,使得姜汁中的凝乳成分在 60~90℃ 之间乃能保持凝乳性能。

2.2 pH 值对凝乳的影响

将姜汁的 pH 值调节到 4.0~7.0,然后再以 2% 的比例加入已置于 60℃ 下的 100 mL 牛乳中,搅拌均匀后,观察凝乳现象,结果如表 3 所示。

表 3 将姜汁调节为不同 pH 值时的凝乳时间和效果

序号	pH	凝乳时间 /min	凝乳效果
1	4.0	6	凝乳完全,质地均匀
2	4.5	7	凝乳完全,质地均匀,但上部有少量乳清
3	5.0	8	凝乳完全,质地均匀,但上部有乳清
4	5.5	11	凝乳不完全,有絮状物
5	6.0	13	凝乳不完全,有絮状物
6	6.5	—	未凝
7	7.0	—	未凝

由表 3 可知,随着姜汁的 pH 值增大,姜汁凝乳时间延长,凝乳效果变差;当 pH 值>6.5 时,姜汁由淡黄色变为暗黄色,凝乳现象也不再发生。这表明姜汁中使牛乳凝乳的成分在 pH 值达到 6.5 以上时便丧失了凝乳性能。

经测定,刚打浆得到的姜汁液 pH 值为 6.53。然而,在姜汁中逐步滴加 NaOH 溶液时,姜汁由蛋黄色变为暗黄色,像煮过的姜汁一样,而且当 pH 值达到 9.07 时有沉淀析出,先是悬浮,静置后沉淀于底部。而在姜汁中滴加 HCl,则姜汁没有明显的颜色和状态变化。

为了探讨姜汁凝乳的最佳 pH 值,本研究将牛乳

表 5 不同蛋白质含量时姜汁凝乳时间和效果

序号	温度 /℃	方案 1(空白对照)		方案 2(添加干酪素)	
		凝乳时间/min	凝乳效果	凝乳时间/min	凝乳效果
1	30	16	有絮状物,流动性较大	9	凝乳较好,豆腐脑状,质地均匀
2	40	12	凝乳不完全,有絮状物	5	凝乳较好,豆腐脑状,质地均匀
3	50	5	豆腐脑状,上部有乳清	3	凝乳很好,豆腐脑状,质地均匀
4	60	4	豆腐脑状,质地均匀	3	凝乳很好,豆腐脑状,质地坚实
5	70	3	豆腐脑状,上部有乳清	3	凝乳较好,豆腐脑状,质地均匀
6	80	6	凝乳不完全,有絮状物	3	凝乳较好,豆腐脑状,质地均匀

2.4 盐类对凝乳的影响

在牛乳中分别加入 0.1 g 的 CaCl₂、NaCl、柠檬酸钠、Na₃PO₄、Na₂HPO₄、NaH₂PO₄ 以及 0.05 gCaCl₂ 或

的 pH 值在 4.0~7.0 之间进行调节,然后将其保持在 60℃ 下,加入 2% 的姜汁(牛乳为 100 mL),搅拌均匀后,观察凝乳现象,结果如表 4 所示。

由表 4 可知,在 pH 值<5.0 时,由于酸度过低而使牛乳发生了酸凝乳,但凝乳状态与姜汁凝乳迥异。当牛乳 pH 值>5.0 时,随着 pH 值增大,凝乳时间缩短,效果变好;并且当 pH 值为 6.0 时凝乳时间最短,效果最好。当 pH 值>6.0 时,随着 pH 值增大,凝乳时间延长,效果变差。这表明姜汁中的凝乳成分在 pH 为 6.0 时发挥最大作用。

表 4 牛乳在不同 pH 值下的姜汁凝乳时间和效果

序号	pH	凝乳时间 /min	凝乳效果
1	4.0	—	加姜汁前已有沉淀,加姜汁后沉淀悬浮,乳清明显
2	4.5	—	加姜汁前已有沉淀,加姜汁后沉淀悬浮,乳清明显
3	5.0	—	加姜汁前已有沉淀,加姜汁后部分凝乳,乳清明显
4	5.5	4	凝乳完全,坚实,但有乳清
5	6.0	3	凝乳完全,质地均匀,无乳清
6	6.5	13	稍微凝乳,有絮状物
7	7.0	30	凝乳很差,仅有稍微絮状物

2.3 乳蛋白对姜汁凝乳的影响

一般,无论是酸凝乳、酶凝乳还是钙凝乳,都与乳中酪蛋白稳定性有关。为了探讨酪蛋白含量对姜汁凝乳的影响,本研究在 100mL 鲜乳中添加 0.5% 干酪素分别在 30~90℃ 温度下加入 2% 的姜汁,搅拌均匀后,观察凝乳现象,结果如表 5 所示。

由表 5 可知,添加干酪素样品比不添加的在相同的温度下凝乳时间要短,效果要好。这表明酪蛋白是姜汁凝乳的主要成分。因此可以添加干酪素、脱脂奶粉、酪蛋白酸钠等物质直接促进凝乳;也可以通过添加钙盐来影响蛋白质的结构,进而间接促进凝乳。

0.05 g 的 NaCl,在 60℃ 条件下加入 2% 的姜汁(100 mL 牛乳),搅拌均匀后,观察凝乳现象,结果如表 6 所示。

表 6 牛乳在不同盐的组成时的姜汁凝乳时间和效果

序号	方 案	凝乳时间/min	凝乳效果
1	添加 0.1 g CaCl_2	3	质地均匀, 坚实且无乳清
2	添加 0.1 g NaCl	4	凝乳均匀, 但不坚实, 能流动
3	添加 0.1 g 柠檬酸钠	14	凝乳不完全, 只有部分絮状物, 有稍微乳清
4	添加 0.1 g Na_3PO_4	10	凝乳均匀, 但不坚实, 能流动, 有乳清
5	添加 0.1 g NaH_2PO_4	4	凝乳均匀, 但不坚实, 能流动
6	添加 0.1 g Na_2HPO_4	9	凝乳质地均匀, 普遍成片状, 但有乳清
7	添加 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 各 0.05g	6	凝乳均匀, 成片状
8	空白对照	5	质地均匀, 无裂痕, 有稍微乳清
9	添加 CaCl_2 和 NaCl 各 0.05g	2	质地均匀, 坚实, 无裂痕且无乳清

在表 6 中, 添加 CaCl_2 方案 1 比对照(方案 8)的凝乳时间缩短和效果要好。这表明钙离子在凝乳中起促进作用。添加 NaCl 的方案 2 也比对照的凝乳时间缩短, 效果要好。这说明 NaCl 在凝乳过程中起着积极的作用, 是凝乳促进物。可以推测 NaCl 含量的增加提高了姜汁中的凝乳成分的活性。

添加柠檬酸钠的方案 3 比对照的凝乳时间延长, 效果要差。这表明柠檬酸钠是凝乳抑制物。柠檬酸盐在牛乳的化学组成中非常重要, 这是因为它在溶液中同钙离子形成稳定的溶液, 从而能够降低钙的活性。这样柠檬酸钠一方面可以提高酪蛋白胶束的稳定性, 另一方面可以提高牛乳的 pH 值, 使牛乳偏离最佳凝乳 pH 值, 这两方面共同作用使牛乳的凝乳时间延长, 效果变差。

添加 Na_3PO_4 的方案 4 比对照的凝乳时间延长, 效果要差。这表明 Na_3PO_4 是凝乳抑制物。 Na_3PO_4 一方面可以降低钙离子的浓度, 增加了胶体磷酸盐的含量, 从而不利于凝乳, 另一方面可能提高了牛乳的

pH 值, 使牛乳偏离最佳凝乳 pH 值, 这两方面的共同作用是姜汁牛乳凝乳不理想。

通过对方案 4、5、6、7 的对比可以发现, 姜汁牛乳凝乳理想程度从好到劣的顺序为 $5 > 7 > 6 > 4$ 。方案 4、5、6、7 中 3 种磷酸盐对牛乳体系的影响区别在于酸度上。

3 结 论

姜汁中的凝乳成分是一种具有活性的大分子物质, 如蛋白酶, 它的凝乳最佳温度为 60°C , 最佳 pH 值为 6.0。而且牛乳中添加干酪素、 CaCl_2 、 NaCl 可以促进姜汁凝乳。

参 考 文 献

1 梁庆祥. 姜汁牛奶的研制[J]. 甘肃农业大学学报. 1995 (2):199~204
2 朱俊晨. 姜汁茶生产工艺的研究[J]. 食品科学, 2001(11): 48~50

Study on the Influence Factors of Milk Coagulation
with Ginger Juice

Zhang Jiacheng Wang Jue Wan Guangwei Chu Qinghuan

(Dairy Chemistry and Technology Lab Laiyang Agriculture College, Qingdao, 266109, China)

ABSTRACT The ginger juice was extracted from cleaned fresh gingers and added to pasteurized and cooled milk to form milk curd. The effects of temperature, pH value, milk proteins and salts on milk coagulation by ginger juice were studied in this paper. The results indicated that temperature and pH value of ginger or milk were important for coagulation, and milk proteins, CaCl_2 or NaCl could improve the curd formation.

Key words ginger juice, milk, coagulation