

# 姜汁凝固型牛奶配方与工艺优化研究\*

李小华<sup>1,2</sup>, 黄雪莲<sup>2</sup>, 黄小红<sup>2</sup>, 朱晓燕<sup>2</sup>, 于新<sup>2</sup>

1(甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州, 730070)

2(仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东 广州, 510225)

**摘要** 以牛奶和生姜为主要原料,通过单因素及正交实验确定了姜汁凝固型牛奶配方与优化加工工艺。结果表明:姜汁凝固型牛奶的优化配方和工艺为奶粉用量 18.5%,姜汁用量 4.0%,蔗糖用量 8%,pH 6.5,凝乳温度 60℃。制得的产品凝乳完全,表面光滑,无乳清析出,具有姜汁凝固型牛奶固有的姜汁和牛奶的香味,口感滑嫩细腻。

**关键词** 生姜,牛奶,凝乳,凝胶强度,配方,工艺

“姜汁凝固奶”是我国传统的乳制品之一,具有悠久的历史,起源于我国广东省南海平洲和番禺沙湾地区。其传统制法是以水牛鲜奶为原料,煮沸、加入约 10%的蔗糖,冷却至 85℃,冲入 15%~20%现榨生姜汁凝固而成。产品营养丰富,奶味香浓,入口滑嫩,且带有姜之辛辣味,具有健胃益脾、驱风寒和治疗支气管哮喘等功效,至今仍被人们视为补品。因此开发以姜汁、牛奶为主要原料的乳制品,符合我国消费者的饮食习惯。

但是,“姜汁凝固奶”只是作为民间小吃为人们所知,长期以来未形成规模化生产。本试验以生姜汁和奶粉为原料,探讨了影响姜汁凝固型牛奶质量的主要因素,测定了姜汁凝固型牛奶的凝胶强度,确定了产品的最佳配方及工艺,为姜汁凝固型牛奶的商业化发展进一步提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

奶粉(伊俐全脂无糖奶粉),生姜(市售),白砂糖,柠檬酸(食用级)等。

QTS25 型质构仪(嘉盛(香港)科技有限公司),DK-S24 型电热恒温水浴锅(广东环凯微生物科技有限公司),pHS-25 型酸度计(上海伟业仪器厂),多功能榨汁机(佛山市顺德区金日电器实业有限公司),美的电磁炉(广州美的生活电器制造有限公司),不锈钢锅,冰箱(广州万宝冰箱电器有限公司),电热

恒温鼓风干燥箱(广东环凯微生物科技有限公司),JJ500 型精密电子天平、DNP-9082 型电热恒温培养箱(广东环凯微生物科技有限公司),滤布等。

### 1.2 姜汁凝固型牛奶的制备工艺<sup>[1,2]</sup>

姜汁的制备:生姜→清洗→去皮→打浆榨汁→过滤→生姜汁

复原乳制备:奶粉+白砂糖→溶解→复原乳→过滤→预热→杀菌→降温

姜汁凝固型牛奶的制备:姜汁、复原乳→混合→调 pH→搅拌→恒温静置成型→冷却→成品

### 1.3 操作要点

#### 1.3.1 姜汁制备

选用市售新鲜优质老姜,清洗、去皮、沥干水分后,榨汁,过滤,4℃以下保存。

#### 1.3.2 复原乳制备

奶粉和白砂糖混合热水溶解,制得复原乳。再把复原乳过滤、预热、巴氏杀菌(80~85℃,15 min),降温(常温)后备用。

#### 1.3.3 pH 调整

用柠檬酸调整 pH。

#### 1.3.4 凝乳时间的确定

自加入姜汁到复原乳形成完整的凝块所需的时间即为凝乳时间<sup>[3]</sup>。凝乳开始时,只产生少量的小絮状物,随着絮状物增多,逐渐凝结成片,最后凝集成豆腐脑状。

#### 1.3.5 凝胶强度的测定

凝固型牛奶采用 QTS25 型质构仪在压缩模式下测定其凝胶强度,每个样品平行做 2 份,每份样品重复 3~5 次。测试时先用尺子测出样品的厚度,然后将其平放在测试平台上进行测试。测试结果凝胶结

第一作者:在读硕士研究生(于新为通讯作者,E-mail: yuxin1959@yahoo.com.cn)。

\* 广东省科技计划项目(2005B20401002)

收稿日期:2008-09-23,改回日期:2009-01-12

果反映了凝固型牛奶承受施加外力的能力<sup>[4]</sup>。

实验参数的设置:测定模式,TPA 模式;穿透性测试,圆柱型探头;直径 7 mm;测试速度 15 mm/min;起点感应力 2 g;形变率 25%;压缩次数 2 次,2 次压缩时间间隔为 1 s。

1.4 感官评价

选取 10 位经过食品感官评价培训的 18~23 岁的在校大学生组成评价小组。评价试验时,每个人分别对样品(姜汁凝固型牛奶)单独评价,相互没有交流和沟通,确定产品的质量。满分 10 分。综合评分( $Y = \delta_1 + 2\delta_2 + \delta_3 + \delta_4$ )是姜汁凝固型牛奶感官评价的结果。

表 1 评分标准表(满分 10 分)

项目	评分标准
色泽( $\delta_1$ )	乳白色或微黄色,颜色均匀,表面光滑(1.4~2.0 分); 乳白色或微黄色,颜色不均匀,表面不光滑(0.6~1.4 分); 有其他颜色,表面不光滑(0.0~0.6)。
凝胶状态( $\delta_2$ )	凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状(1.4~2.0 分); 凝乳较完全,少量乳清析出,缓慢摇动时部分松散(0.6~1.4 分); 凝乳不完全,大量乳清析出,缓慢摇动时松散(0.0~0.6 分)。
风味( $\delta_3$ )	具有姜汁凝固型牛奶固有的姜汁和牛奶的香味(1.4~2.0 分); 姜汁和牛奶的香味较淡(0.6~1.4); 有异味(0.0~0.6)。
口感( $\delta_4$ )	口感甜辣适中,滑嫩细腻,无颗粒感(1.4~2.0 分); 滑嫩细腻;口感较甜或较辣(0.6~1.4); 口感粗糙,过甜或过辣(0.0~0.6)。

2 结果与分析

2.1 配方试验

2.1.1 奶粉用量的确定

在 100 mL 热水中加入 8~16 g 奶粉,制得复原乳,过滤、预热、巴氏杀菌(80~85℃,15 min),置于 60℃ 的水浴锅中,再各加入 4 mL 的姜汁,搅拌均匀后,观察凝乳现象,测定凝胶强度。结果如表 2 所示。

表 2 奶粉用量对凝乳的影响

序号	奶粉用量 mg/mL	凝乳时间 /min	凝胶强度 /g	感官评价
1	80	14	51.3	乳白色,颜色不均匀,表面不光滑;凝乳不完全,大量乳清析出,缓慢摇动时松散;姜汁和牛奶的香味较淡;口感较粗糙。
2	100	10	80.2	乳白色,颜色均匀,表面不光滑;凝乳不完全,少量乳清析出,缓慢摇动时部分松散;姜汁和牛奶的香味较淡;口感较细腻。
3	120	5	105.3	微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状;具有姜汁凝固型牛奶固有的姜汁和牛奶的香味;口感甜辣适中,滑嫩细腻,无颗粒感。
4	140	5	106.1	微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状;牛奶的香味较浓,口感滑嫩细腻。
5	160	4	109.4	微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状;牛奶的香味浓,口感粗糙。

表 2 表明,随着奶粉用量的增加,牛奶的凝乳时间逐渐缩短,凝固强度逐渐增大,感官评价也比较好,但当奶粉含量 $\geq 160$  mg/mL 时,凝乳时间较短,但制得产品口感粗糙。奶粉用量为 120~140 mg/mL 时,产品的凝乳时间较短,凝胶时间较短,而感官评价较好,从成本等因素综合考虑,选择奶粉的适宜用量为 120 mg/mL。

2.1.2 姜汁用量

将 100 g 复原乳分别置于 60℃ 的水浴锅中,再各

加入 2.0~6.0 mL 姜汁,搅拌均匀,观察凝乳现象,测定凝胶强度。结果如表 3 所示。

由表 3 可知,姜汁用量为 2.0~6.0 mL,随着姜汁用量的增加,凝乳时间逐渐缩短,凝胶强度逐渐增大。当用量为 4.0 mL 时,凝乳时间较短,凝胶强度较大,制得产品的色泽、凝胶状态、风味、口感都比较好,>4.0 mL,凝胶时间短,凝胶强度大,但是产品的感官效果变差。综合考虑,选择较适宜的姜汁用量为 4.0 mL。

表 3 姜汁用量对凝乳的影响

序号	姜汁用量 /mL	凝乳时间 /min	凝胶强度 /g	感官评价
1	2.0	10	62.1	乳白色,颜色均匀,表面光滑;凝乳不完全,大量乳清析出,缓慢摇动时松散;姜汁味淡;口感粗糙,过甜。
2	3.0	7	98.7	乳白色,颜色均匀,表面不光滑;凝乳较完全,少量乳清析出,缓慢摇动时部分松散;姜汁味较淡;口感较细腻。
3	4.0	5	107.7	微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状;具有姜汁凝固型牛奶固有的姜汁和牛奶的香味;口感甜辣适中,滑嫩细腻。
4	5.0	4	110.3	微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状;具有姜汁凝固型牛奶固有的姜汁和牛奶的香味;口感较粗糙,较辣。
5	6.0	4	113.5	微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳完全,无乳清析出,缓慢摇动保持原状;具有姜汁凝固型牛奶固有的姜汁和牛奶的香味;口感粗糙,过辣。

2.2 工艺条件的试验

2.2.1 温度对凝乳的影响

将 100 g 复原乳分别置于 40~90℃ 下的水浴锅中,再各加入 4.0 mL 姜汁,搅拌均匀后,观察凝乳现象,测定凝胶强度。结果如表 4 所示。

表 4 温度对凝乳的影响

序号	凝乳温度 /℃	凝乳时间 /min	凝胶强度 /g	凝乳状态
1	40	10	25.3	凝乳不完全,不均匀,缓慢摇动时松散。
2	50	6	89.3	凝乳较完全,质地较均匀,少量乳清析出。
3	60	5	108.3	凝乳完全、表面光滑、均匀,软硬适中,无乳清析出,缓慢摇动时保持原状。
4	70	5	92.4	凝乳完全、表面光滑、均匀,软硬适中,少量乳清析出。
5	80	12	55.2	凝乳不完全,底部有絮状物,有乳清析出。
6	90	—	—	未凝。

表 4 表明,在 40~60℃,随着温度的升高,凝乳时间逐渐缩短,凝胶强度逐渐增大,60℃ 时,凝乳时间最短,凝胶强度最大,效果也最好。当温度超过 70℃ 时,凝胶强度又逐渐减小,凝胶效果变差,到 90℃ 牛奶不再凝固。这表明姜汁较适宜的凝乳温度是

60℃。  
2.2.2 pH 对凝乳的影响

将复原乳的 pH 调节在 4.0~7.0,然后将其保持在 60℃,加入 4.0 mL 的姜汁,搅拌均匀后,观察凝乳现象,测定凝胶强度。结果如表 5 所示。

表 5 pH 对凝乳的影响

序号	pH	凝乳时间 /min	凝胶强度 /g	凝乳效果
1	4.0	—	—	加姜汁前已有沉淀,加姜汁后沉淀悬浮,有乳清析出。
2	4.5	—	—	加姜汁前已有沉淀,加姜汁后沉淀悬浮,有乳清析出。
3	5.0	5	22.1	加姜汁前已有沉淀,加姜汁后部分凝乳,有乳清析出。
4	5.5	6	103.5	凝乳完全,质地均匀,少量乳清析出,缓慢摇动时保持原状。
5	6.0	5	108.6	凝乳完全、表面光滑、均匀,软硬适中,无乳清析出,缓慢摇动时保持原状。
6	6.5	10	86.1	凝乳完全,质地均匀,少量乳清析出,缓慢摇动时略松散。
7	7.0	12	72.6	凝乳较完全,质地较均匀,不太坚固,有少量乳清析出,缓慢摇动时部分松散。

表 5 表明,pH<5.0 时,由于酸度过低而使牛奶发生了酸凝乳。当牛奶 pH>5.0 时,随着 pH 增大,凝乳时间缩短,凝乳强度增大,凝胶效果变好。当 pH 为 6.0 时,凝乳时间最短,凝乳强度最大为 108.6 g,凝胶效果最好。当 pH>6.5 时,随着 pH 增大,凝乳时间延长,凝乳强度减小,效果也变差。这表明姜汁中的凝乳成分在 pH 为 6.0 时发挥最大作用。

2.3 姜汁凝固奶最佳工艺及配方的优选试验

根据姜汁凝固奶的小样试验,及奶粉用量、姜汁用量、pH 和温度对凝固型牛奶的影响,结合原辅料的性质特点,以奶粉用量 A、姜汁用量 B、蔗糖用量 C、pH 值 D、凝乳温度(℃)E 为因素,选用 L<sub>16</sub>(4<sup>5</sup>)优化姜汁凝固型牛奶的工艺及配方。结果如表 6 所示。

表 6 姜汁凝固型牛奶配方与工艺正交实验

试验号	因素					综合评分	凝胶强度 /g
	A/mg · mL <sup>-1</sup>	B/ $\mu$ L · mL <sup>-1</sup> 牛奶	C/mg · mL <sup>-1</sup>	D	E/℃		
1	1(115)	1(35)	1(60)	1(5.0)	1(55)	2.24	79.3
2	1(115)	2(40)	2(70)	2(5.5)	2(60)	2.43	88.6
3	1(115)	3(45)	3(80)	3(6.0)	3(65)	4.41	79.9
4	1(115)	4(50)	4(90)	4(6.5)	4(70)	7.98	89.1
5	2(120)	1(35)	2(70)	3(6.0)	4(70)	7.61	88.2
6	2(120)	2(40)	1(60)	4(6.5)	3(65)	8.19	99.8
7	2(120)	3(45)	4(90)	1(5.0)	2(60)	2.63	81.2
8	2(120)	4(50)	3(80)	2(5.5)	1(55)	2.64	86.4
9	3(125)	1(35)	3(80)	4(6.5)	2(60)	8.36	103.5
10	3(125)	2(40)	4(90)	3(6.0)	1(55)	9.23	110.5
11	3(125)	3(45)	1(60)	2(5.5)	4(70)	3.04	35.6
12	3(125)	4(50)	2(70)	1(5.0)	3(65)	2.42	38.4
13	4(130)	1(35)	4(90)	2(5.5)	3(65)	3.64	42.1
14	4(130)	2(40)	3(80)	1(5.0)	4(70)	2.80	28.9
15	4(130)	3(45)	2(70)	4(6.5)	1(55)	5.44	76.3
16	4(130)	4(50)	1(60)	3(6.0)	2(60)	6.21	83.4
感官评价	K <sub>1</sub>	17.06	21.85	19.68	10.09	19.55	X=79.27
	K <sub>2</sub>	21.07	22.65	17.90	11.75	19.63	
	K <sub>3</sub>	23.05	15.52	18.21	27.46	18.66	
	K <sub>4</sub>	18.09	19.25	23.48	29.97	21.43	$\bar{x}=4.95$
	$\bar{k}_1$	4.27	5.46	4.92	2.52	4.89	
	$\bar{k}_2$	5.27	5.66	4.48	2.94	4.91	
	$\bar{k}_3$	5.76	3.88	4.55	6.87	4.67	
	$\bar{k}_4$	4.52	4.81	5.87	7.49	5.36	
	R	1.49	1.78	1.39	4.97	0.69	
凝胶强度	K <sub>1</sub>	336.9	313.1	298.1	227.8	352.5	X=1211.2
	K <sub>2</sub>	355.6	327.8	291.5	252.7	356.7	
	K <sub>3</sub>	288.0	273.0	298.7	362.0	260.2	
	K <sub>4</sub>	230.7	297.3	322.9	368.7	241.8	$\bar{x}=75.7$
	$\bar{k}_1$	84.23	78.28	74.53	56.95	88.13	
	$\bar{k}_2$	88.90	81.95	72.88	63.18	89.18	
	$\bar{k}_3$	72.00	68.25	74.68	90.50	65.05	
	$\bar{k}_4$	57.68	74.33	80.73	92.18	60.45	
	R	31.22	13.70	7.85	35.23	28.73	

表 6 表明,影响姜汁凝固型牛奶工艺和配方综合评分的因素主次顺序为:D>B>A>C>E,影响产品凝胶强度的因素主次顺序为:D>A>E>B>C,综合考虑,其优化的工艺和配方为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub>D<sub>1</sub>E<sub>2</sub>,姜汁凝固型牛奶较优工艺和配方为奶粉用量为 25 mg/mL,姜汁用量为 40 mg/mL,蔗糖用量为 90 mg/mL,pH 为 6.5,凝乳温度为 60℃。制得的产品凝乳完全,表面光滑,无乳析出,具有姜汁和牛奶固有的香味,口感滑嫩细腻。

## 2.4 产品的质量指标

### 2.4.1 感官指标

色泽:乳白色或微黄色,颜色均匀,表面光滑;凝乳状态:凝乳完全,无乳析出,缓慢摇动保持原状;风味:具有牛奶乳和姜汁复合香味,无异味;口感:甜

辣适中,滑嫩细腻,无颗粒感。

### 2.4.2 理化指标与微生物指标

凝胶强度 110.5 g;持水力 12%;可溶性固形物  $\geq 18.51\%$ ;蛋白质含量  $\geq 3.0\%$ ;脂肪含量  $\geq 1.7\%$ ;细菌总数  $\leq 100$  个/mL;致病菌(肠道病菌、致病性球菌)不得检出。产品质量执行 GB/T 4789.18—2003。

## 3 讨论

本试验测定了姜汁凝固型牛奶的凝胶强度、持水力,并把凝胶强度作为衡量产品凝胶状态的指标之一,而且用正交实验方法确定了产品较优的凝胶状态,为产品的商业化发展提供了可靠的理论根据。

在凝乳过程中 pH 和温度可以影响生姜蛋白酶

的活力,表现出对凝乳时间有不同程度的影响。pH 除影响生姜蛋白酶的活力外,还会影响到酪蛋白胶粒的结构、稳定性及凝固特殊性,同时 pH 的降低还会使胶粒中不溶性的胶体磷酸钙变为可溶性的  $\text{Ca}^{2+}$ ,从而间接地促进乳凝块的形成。在一定的姜汁浓度条件下,添加适量的柠檬酸,能使凝胶体硬度增大,便于凝聚;但若过多,酪蛋白在酸性条件下变性而成絮状沉淀,严重影响成品的凝乳状态。姜粉添加量不宜过多,否则成品辣味过重,刺激口腔,使产品口感下降;但如果过少,则辛辣味不足,影响产品口感。本研究仅对姜汁凝固奶的工艺进行了探讨,对其口味的调整有待进一步的研究。

实验发现,用生姜汁作凝固剂较  $\text{CaCl}_2$  凝固形成的牛奶凝胶体具有光泽和弹性,呈乳白色或微黄色,

有较强的柔韧性,震动不易碎裂或析出上清液。这可能是由于生姜蛋白酶的水解作用形成一些低分子量多肽,增强了持水性。另外,与  $\text{CaCl}_2$  相比,用生姜汁得到的牛奶胶体更具有嫩滑细腻的口感和质地,因此具有一定的实际应用价值。

#### 参 考 文 献

- 1 张佳程,王珏,万广伟,等. 姜汁凝乳影响因素的研究[J]. 食品与发酵工业,2005,31(10):57~59
- 2 吕绮云,梁琪. 姜汁奶的研制[J]. 甘肃畜牧兽医,1996,26(5):9~11
- 3 张平平,黄雪松,刘宪华,等. 姜汁凝乳的研究[J]. 中国乳品工业,1999,27(5):17~19
- 4 李里特著. 食品物性学[M]. 中国农业出版社,1998
- 5 杨少辉,郭成林. 沙湾姜埋奶制作原理初探[J]. 食品科技,2000,(2):48~49

### The Optimization of Formula and Process to Coagulant Milk with Ginger Juice

Li Xiaohua<sup>1,2</sup>, Huang Xuelian<sup>2</sup>, Huang Xiaohong<sup>2</sup>,  
Zhu Xiaoyan<sup>2</sup>, Yu Xin<sup>2</sup>

1(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou, 730070, China)

2) College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

**ABSTRACT** Use soybean and ginger as raw materials, formula and processing of coagulant milk with ginger juice were optimized by single factor tests and orthogonal experiment. The result showed that the optimum formula and process were: the amount of milk powder 12.5%, ginger juice content 4.0%, sugar 9.0%, pH6.5, coagulating temperature 60°C. The products obtained was coagulated completely with glossy surface, no whey suspension and good flavour and taste of milk and ginger.

**Key words** ginger, milk, coagulation, gel strength, formula, process

#### 政策 法规 标准

#### 食品香料使用将有新标准

食品中香料的使用将进一步得到规范。国际食品法典委员会近日通过的食品香料指南,通过了15种食品添加剂的近300条使用规定。该指南正式实施后,将指导和规范香料的使用。食品香料使用指南对食品用香料物质、卫生要求、标签、香料质量规格标准等均做出了进一步规定。指南规定,香料的使用不应消费者的健康带来危害。例如,供食品使用的香料应该达到一定的纯度规格。香料或香料中某些成分可能引起健康问题,必须在危险性评估的基础上采取相应的危险性管理措施。

食品香料指南的指导性意义在于使市场上香料的使用不再含混不清和随心所欲,在有法可依的前提下现实执行中仍将面临多重困难。自我国实施食品添加剂管理办法以来,对食品香料的管理均采取了与国际接轨的办法,但缺乏可操作性强和合理性的香精良好生产规范以及香料标签标准;且由于涉及配方保密和知识产权问题,现实中,食品标签上通常未标注有关信息或只注明“加有香料香精”这一空泛术语,致使企业在添加香料的过程中随意性过大,目前发现仍有部分出口企业还存在使用违禁香料的现象。

相关食品行业和生产出口企业应密切跟踪关注和研究香料国际标准的有关规定,有技术力量的企业还可积极参与国际标准的制定,以促进质量管理水平和国际标准的接轨。而对于香料的添加和使用,检验检疫部门提醒出口企业注意如下:从原料、生产环境、操作人员、设备等方面对香料的使用进行全程式监控。对于较常用的香兰素、麦芽酚以及简单的醇类、醛类、酸类和酯类等物质的使用上,要遵循适量。同时,对违禁香料的使用切忌掉以轻心,亟待改掉某些危害人体健康的香料使用上的随意性,在保证独具的产品风味时避免由于香料物质的滥用而给消费者健康带来危害。