

# 发酵酸奶生产工艺优化

李宏梁, 刘辉

(陕西科技大学生命科学与工程学院, 陕西 西安 710021)

**摘要:** 本文分析了发酵酸奶生产过程中原料乳的验收和标准化、杀菌条件、均质条件、加糖量、发酵剂质量和活力、接种量、发酵温度与时间、冷却速度、贮存温度等关键控制点对产品品质的影响。经过试验得知当原料乳的全脂乳质量含量为 12%, 加糖量为 8%, 70 °C、20 MPa 压力下均质, 90~95 °C 杀菌 5~10 min, 保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合菌(比例 1:1, 发酵活力 > 0.7) 接种量为 3%, 43 °C 发酵 4.5 h, 发酵后迅速冷却就能有效控制酸奶的品质。

**关键词:** 发酵酸奶; 关键控制点; 产品品质

中图分类号: TS252.54; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2008)04-0360-04

## Optimization Technology of the Production of Yoghourt

LI Hong-liang, LIU Hui

(College of Life Science and Engineering, Shanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** Effects of the critical control points on the quality of the yoghurt, including the checking and standardization of raw milk, sterilization conditions, homogenization conditions, adding amount of sugar, incubation size, fermentation temperature and time, cooling rate, storage temperature, etc., were analyzed in this paper. Results showed that the yoghurt with the best quality was obtained under the following conditions: solid content of the whole milk of 12%, sugar content of 8%, homogenization temperature of 70 °C, homogenization pressure of 20 MPa, sterilization temperature of 90~95 °C, sterilization time of 5 min~10 min, incubation size of the mixed bacteria (lactobacillus bugaricus and streptococcus thermophilus, 1:1, activity > 0.7) of 3%, fermentation temperature of 43 °C and fermentation time of 4.5 h.

**Key words:** yoghurt; critical control points; quality

发酵酸奶是以牛乳为原料经乳酸菌(保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌)发酵而成的产品,它起源于保加利亚,而我国晋朝就有了关于酸奶的记载。酸奶除保留牛奶的全部营养外,与鲜奶最显著的差异就在于它还含有大量的乳酸及益于人体健康的活性乳酸菌:乳酸不仅使酸奶富有醇香,清爽的酸香味,而且还使乳蛋白质更加细腻润滑,有利于人体消化吸收利用;活性乳酸菌对人体具有很多的好处,随着相关科学研究的不断深入,活性乳酸菌对于人体健康的益处被越来越多地揭示出来,如促进机体对营养成分的吸收利用、维持肠道菌群的微生态平衡、增强机体免疫功能等,同时它们可以在消化道中吸收胆固醇,有降低胆固醇的作用,对防止老年人的动脉粥样硬化、心脑血管堵塞、高血压等疾病有较好的辅助治疗效果。随着酸奶的有益保健作用被人们所了解,酸奶越来越受到消费者的青睐,但是要生产出口味和品质俱佳的酸奶,就必须严格控制 and 把握好酸奶生产过程中的关键控制

收稿日期: 2007-12-20

作者简介: 李宏梁(1967-),男,副教授,研究方向为食品添加剂应用研究及食品生物技术的开发应用

点。所以,本文分析了陕西省咸阳市因特来有限公司酸奶生产过程中各种关键控制点对发酵酸奶产品品质的影响。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

鲜牛奶(无抗生素残留),脱脂奶粉(新西兰进口),白砂糖(一等品),保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合菌(陕西科技大学微生物实验室提供)。

#### 1.2 方法

对生产过程中将影响产品质量的因素进行危害分析,从而确定①原料乳的验收和标准化;②杀菌条件;③均质条件;④加糖量;⑤发酵剂质量和活力;⑥接种量;⑦发酵温度与时间;⑧冷却速度;⑨贮存温度为酸奶生产的关键控制点,从而分析其与酸奶产品质量的关系,确定最佳工艺参数。

##### 1.2.1 原料乳的验收和标准化

生产发酵酸奶用的原料乳的品质比一般乳制品加工用的原料乳的要求都要高:①总乳固体不低于 11.5%,其中非脂乳固体不低于 8.5%,否则将会影响

发酵时蛋白质的凝胶作用,直接决定酸奶的凝固状态;  
②不得使用含有抗生素或残留有等效杀菌剂的奶。一般乳牛注射抗生素后 4 d 内所产的乳不能使用,因为常用的发酵剂菌种对于抗生素非常敏感,它们将直接影响到发酵剂的活力,致使奶液不凝固或酸度低,也就越不易凝结。因此,用于生产酸奶的原料乳要经过严格的抗生素试验和酸奶小样的发酵试验,从而保证不合格的原料乳不进入生产流程。

根据原料乳标准化方法,确定全脂乳固体含量为 10%, 11.5%, 12%, 12.5% 四组对照,通过测定其凝固时间、酸度,确定最佳配比。

### 1.2.2 杀菌条件的确定

对原料乳分别在 85 °C、90 °C、95 °C 水浴条件下进行杀菌处理,然后对杀菌后的菌落总数进行测定,确定最佳杀菌条件。

### 1.2.3 均质条件的确定

分别在 10 MPa、15 MPa、20 MPa 压力下对杀菌过的原料乳进行均质处理,看其发酵后的组织形态和口感,确定最佳均质条件。

### 1.2.4 加糖量的确定

在原料乳中分别添加 6%、7%、8%、9% 的白砂糖,对比发酵后的口感,确定最佳加糖量。

### 1.2.5 发酵剂质量和活力的测定

检查发酵剂的组织状态、色泽及乳清分离等,其次检查凝块的硬度,然后品尝酸味、风味、有无苦味及异味等。

测定发酵剂的酸度:称取 5 g 待测发酵剂,加中性蒸馏水 20 mL 于三角瓶中,加 1% 酚酞指示剂 5 滴,摇匀,以 0.1 mol/L NaOH 标准溶液滴定至终点。计算出所用 NaOH 毫升数 V,再乘以 2 乘以 0.96 (换算系数),即得发酵剂酸度 ( $^{\circ}\text{T}$ )。

发酵剂活力的测定:用 900 mL 蒸馏水加 100 g 脱脂奶粉,经复原后放入三角瓶中(每瓶 100 mL),蒸煮 15 min,然后冷却至接种温度,加入待测的发酵剂 1%,混合后取 5 g 用 0.1 mol/L NaOH 滴定至酚酞终点,此滴定值为原料乳加发酵剂后的起始酸度;然后在待测菌种的最适温度下进行发酵培养,在 2 h、4 h、6 h 进行滴定,从而测出所用菌种的产酸率,作为判断菌种活力的依据。

乳酸 (%) = (所耗标准 NaOH 体积 mL / 原料乳重量 g) × 0.9

### 1.2.6 发酵剂接种量的确定

确定全脂乳固体含量后,分别以 2%、3%、4% 的量进行接种,观察发酵凝固情况从而确定最佳发酵剂

接种量。

### 1.2.7 发酵温度与时间的确定

分别在 42 °C、43 °C、44 °C 温度条件下发酵 3.5 h、4 h、4.5 h、5 h,观察发酵凝固情况从而确定最佳发酵温度与时间。

### 1.2.8 发酵后冷却速度的确定

用 5000 mL 三角瓶配制 5 kg 复原乳,95 °C 15 min 杀菌后冷却,加入 3% 发酵剂,4 h 后凝固,立即用冷水冷却,约 10 min 手摸外表不烫后,放入 0~4 °C 冰箱冷藏,取酸乳样品 1。再用可盛 5 kg 复原乳的钢筋锅重复试验,得到酸乳产品后取样品 2,对照两组酸乳产品的滴定酸度及凝乳状况,从而确定发酵后冷却速度。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同全脂乳固体含量对酸奶质量的影响

由下表 1 可知,全脂乳固体含量为 10% 时,酸奶凝乳时间最长,而且酸奶质量明显不好;全脂乳固体含量为 12.5% 时,酸奶凝乳时间最短;全脂乳固体含量为 12% 时,酸奶质量最好。

表 1 不同全脂乳固体含量对酸奶质量的影响

Table 1 Effects of whole milk solids content on the quality of yoghurt

全脂乳固 体含量/%	凝乳时 间/h	滴定酸 度/ $^{\circ}\text{T}$	冷藏后酸奶状态
10	3.5	89	凝乳质地软,乳清析出较多
11.5	3	75	凝乳质地稍软,部分乳清析出
12	2.5	72	凝乳质地良好,无乳清析出
12.5	2	73	凝乳质地较硬,无乳清析出

### 2.2 原料乳杀菌后菌落总数的测定

由图 1 可知,经过 90 °C~95 °C 杀菌 10 min,得到的原料奶的细菌总数已经控制到很低的范围内 200 cfu/mL 左右,达到了国家标准;而经过 85 °C 杀菌的原料奶的细菌总数还是比较高,不宜进行酸奶的生产。

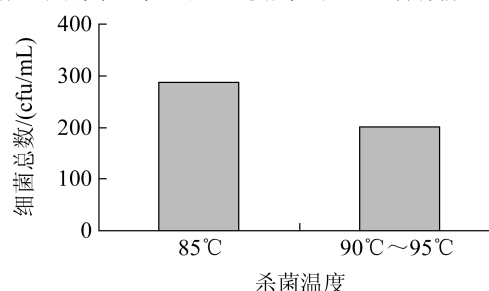


图 1 原料奶杀菌后细菌总数的测定结果

Fig.1 Results of total bacterial count of sterilization raw milk

### 2.3 发酵剂活力的测定以及发酵剂的选择

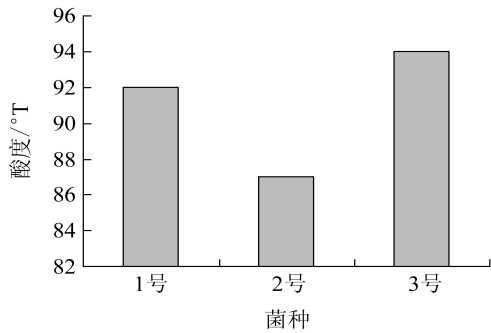


图2 不同发酵剂的酸度

Fig.2 Acidity of different starters

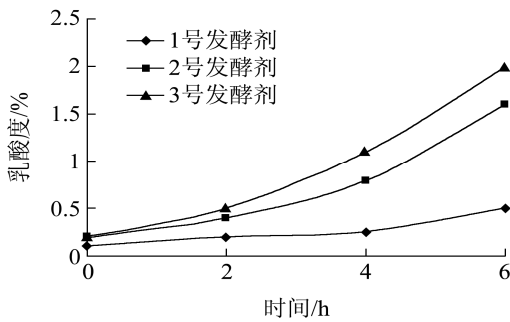


图3 不同发酵剂的产酸能力及活力测定结果

Fig.3 Activity and acid producing ability of different starters

分别把保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合菌的比例 1: 2, 1: 1, 2: 1 定位 1 号, 2 号, 3 号发酵剂。然后分别做酸度滴定和活力测定, 由图 2 可知, 2 号发酵剂的酸度介于 1 号和 3 号发酵剂之间; 由图 3 可知, 2 号发酵剂的产酸能力也是介于 1 号和 3 号发酵剂之间, 1 号发酵剂产酸能力较差, 产酸不够, 容易造成酸奶的特有风味不足, 3 号发酵剂的产酸能力太强, 容易导致酸奶 pH 过低, 酸味太重, 所以我们选择 2 号发酵剂, 也就是当保加利亚乳杆菌与嗜热链球菌混合菌的比例为 1:1 时, 发酵剂的活力达到最佳效果。

2.4 不同接种量对酸奶质量的影响

表 2 不同接种量对酸奶质量的影响

Table 2 Effects of different inoculum size on quality of yoghurt

接种量%	凝乳时间/h	滴定酸度/°T	冷藏后酸奶状态
2	4	70	凝乳质地软, 乳清析出较多
3	3.5	72	凝乳质地良好, 无乳清析出
4	2	82	凝乳质地硬, 无乳清析出

由表 2 可知, 2%的接种量酸乳凝固时间最长, 滴定酸度最低。而且酸奶质量不好; 4%的接种量酸乳凝固时间最短, 但是滴定酸度最高, 酸奶的酸味过重, 口味不好, 而且酸奶有点硬, 质量不好; 3%的接种量酸奶质量最好。

2.5 发酵温度和时间对酸奶质量的影响

表 3 不同发酵温度对酸奶质量的影响

Table 3 Effects of different fermentation temperature on quality of yoghurt

发酵温度/°C	凝乳时间/h	滴定酸度/°T	冷藏后酸奶状态
42	3.6	71	凝乳质地稍软, 少量乳清析出
43	3.5	72	凝乳质地好, 无乳清析出
45	3.7	75	凝乳质地稍软, 少量乳清析出

由表 3 可知, 在 42 °C, 43 °C, 45 °C 条件下, 发酵酸奶的凝乳时间、滴定酸度、酸奶质量变化不大, 但分析可知 43 °C 为最佳发酵温度。

表 4 不同发酵时间对酸奶质量的影响

Table 4 Effects of different fermentation time on quality of yoghurt

发酵时间/h	滴定酸度/°T	冷藏后酸奶状态
3.5	68	凝乳不成行, 较软, 有乳清析出
4	71	凝乳质地稍软, 少量乳清析出
4.5	72	凝乳质地好, 无乳清析出
5	80	凝乳质地稍硬, 酸味大

由表 4 可知, 发酵 3.5 h 酸奶的滴定酸度不够, 酸味和风味物质没有形成; 发酵 5 h 酸奶滴定酸度过大, 酸味太重; 发酵 4.5 h 为最佳发酵时间, 酸奶的质量达到最佳。

2.6 发酵后冷却速度对酸奶质量的影响

表 5 不同冷却速度对酸奶质量的影响

Table 5 Effects of different cooling rate on quality of yoghurt

样品	滴定酸度/°T	后熟滴定酸度/°T	冷藏后酸奶状态
1	76	106	凝乳质地软, 有乳清析出
2	72	82	凝乳质地良好, 几乎无乳清析出

由表 5 可知, 样品 1 是在小口的三角烧瓶中冷却, 所以散热慢、冷却速度慢, 造成乳清析出; 而样品 2 是在大口的钢筋锅中冷却, 所以散热快、冷却速度也快, 酸奶质地凝固坚实, 无乳清析出。

3 结果与讨论

3.1 全脂乳固体是原料乳具有胶体特性的生物化学液体的重要组成部分, 全脂乳固体含量的高低直接决定了酸奶的质量。试验表明, 当全脂乳固体的含量为 12% 时, 不单原料乳的标准化配比经济实惠, 而且凝乳效果好, 酸奶品质优良, 质量稳定。

(下转第 365 页)