

# 椰子酸奶发酵工艺

胡志勇, 郜佳雁, 周慧君, 蒋虎

(杭曼科技(杭州)有限公司, 浙江 杭州, 310019)

**摘要** 以椰浆和全脂奶粉为主要原料,通过原料配比、菌种、发酵温度和时间、蔗糖添加量等单因素试验和正交组合试验设计方法,确定了椰子酸奶的工艺条件:全脂奶粉和椰浆比例为1:2(即全脂奶粉添加量5%)、蔗糖添加量为8%,采用SH-470乳酸菌植物性发酵剂(按其说明接种量):嗜热链球菌和植物乳杆菌发酵,发酵温度43℃,发酵时间6h。

**关键词** 椰子酸奶;发酵;最佳工艺

椰子为多年生常绿乔木,棕榈科椰子属,是热带地区典型的木本油料作物和食品能源作物。椰肉含有大量植物蛋白以及17种人体所需的氨基酸和锌、钙、铁等微量元素<sup>[1]</sup>,是迄今为止世界上氨基酸含量最高的天然饮品。其所含的维生素E能保持女性青春活力,丰富的锌可促进少女发育,镁可改善老年人的循环系统,核黄素磷脂更是增强性功能的高级燃料。

国内市场酸奶产品虽然种类繁多,但大多以牛乳粉为原料,如果将椰浆加入到酸奶中,那么产品在营养方面就结合了植物蛋白和动物蛋白的优点,丰富了酸奶产品的品种,提高了产品的营养价值,另一方面也扩大了热带水果的加工途径<sup>[2]</sup>。目前对椰子发酵酸奶的研究较少,本研究从菌种的选择、全脂奶粉与椰浆的配比、发酵温度、发酵时间及蔗糖添加量方面探究了椰子酸奶的。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

越南椰浆(Pro. ≥2.5%,广州唯为有限公司;白砂糖(市售、食品级);全脂奶粉,新西兰乳品局;汉森CN直投式酸奶菌种(保加利亚杆菌和嗜热链球菌),淄博普安机械科技有限公司;SH-470乳酸菌植物性发酵剂(嗜热链球菌S和植物乳杆菌),生合生物有限公司。

### 1.2 主要仪器设备

AH-BASIC11均质机,上海沃迪ATS Engineering Inc.;LRH-70恒温生化培养箱,上海恒科学仪器有限公司。

公司;SAI-3高剪切乳化剂,上海索维机电设备有限公司;PHS-3C型pH计,上海理达精密仪器厂。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 椰浆加工工艺

全脂奶粉还原→加入椰浆添加蔗糖→均质→灭菌→冷却接种→发酵后熟→成品

#### 1.3.2 主要工艺要点

**原料处理:**全脂奶粉用适量50~60℃左右热水搅拌溶解15min以上,备用。椰浆用50~60℃热水稀释后备用。

**配料:**将稳定剂和部分白糖混匀后,加入到85℃热水中,搅拌溶解15min;将稳定剂、复原乳、椰浆混合均匀,过滤。

**均质、灭菌:**均质工艺参数60~70℃,35~40MPa,95℃灭菌15min。

**发酵:**将料液冷却到43℃,按照实验方案加入菌种,放入恒温培养箱,设定时间、温度(按试验方案)进行恒温发酵。

**冷藏后熟:**将恒温发酵后的产品放入0~4℃的冰箱中冷藏后熟12h。

### 1.4 方法

#### 1.4.1 总酸度的测定

按照GB 5413.34—2010中测定发酵乳酸度的方法测定。

#### 1.4.2 pH值测定

PHS-3C型pH计。

#### 1.4.3 乳酸菌的测定

按照GB 4789.35—2010方法进行。

#### 1.4.4 单因素试验

##### 1.4.4.1 菌种对椰子酸奶的影响

第一作者:学士(本文通讯作者,E-mail: hzyong2008@sina.com)。

收稿日期:2015-07-20,改回日期:2015-08-31

将市售的普通直投式酸奶菌种和乳酸菌植物性发酵剂按接种量 100 U/1 000 L、全脂奶粉与椰浆比例为 1:2、蔗糖添加量 8%、发酵温度 43 ℃ 的条件下,发酵 6 h,测定其 pH 值、酸度、凝乳时间、乳酸菌总数及感官评分。

#### 1.4.4.2 全脂奶粉所占比例对椰子酸奶的影响

将市售乳酸菌植物性发酵剂按接种量 100 U/1 000 L、蔗糖添加量 8%、发酵温度 43 ℃、发酵时间 6 h 的条件下,改变全脂奶粉与椰浆比例(1:4,1:3,1:2,1:1)测定其酸度并进行感官评分。

#### 1.4.4.3 发酵温度对椰子酸奶发酵的影响

将市售乳酸菌植物性发酵剂按接种量 100 U/1 000 L、全脂奶粉与椰浆比例为 1:2、蔗糖添加量 8%、在 30,36,43,47 ℃ 三个温度下发酵 8 h,测定其凝乳时间。

#### 1.4.4.4 发酵时间对椰子酸奶发酵的影响

将市售乳酸菌植物性发酵剂按接种量 100 U/1 000 L、全脂奶粉与椰浆比例为 1:2、蔗糖添加量 8%、发酵温度 43 ℃ 的条件下发酵 4,6,8,10 h 后,测定其酸度并进行感官评分。

#### 1.4.4.5 蔗糖添加量对椰浆发酵的影响

将市售乳酸菌植物性发酵剂按接种量 100 U/1 000 L、全脂奶粉与椰浆比例为 1:2、发酵时间 43 ℃、发酵时间 6 h 的条件下,加入不同比例的蔗糖(6%,7%,8%,9%),测定其酸度并进行感官评分。

#### 1.4.5 椰子发酵酸奶的正交优化实验

在单因素实验的基础上,以感官评分为考察指标,对影响椰子发酵酸奶口感的 4 个主要因素:A 全脂奶粉与椰浆比例、B 发酵温度、C 发酵时间、D 蔗糖添加量进行了优化组合,通过正交实验确定椰子发酵酸奶的最佳工艺参数。正交实验因素水平表见表 1。

表 1 椰子酸奶正交实验因素水平表

Table 1 Orthogonal test factors and levels

水平	A 奶粉:椰浆	B 发酵温度/℃	C 发酵时间/h	D 蔗糖添加量/%
1	1:1	30	4	6
2	1:2	36	6	7
3	1:3	43	10	8

#### 1.4.6 椰子酸奶的感官评定

采用加权评分法对椰子酸奶的感官质量进行综合评定,评定结果见表 2。检验人数为 10 人,检验结果取平均值。其中色泽 10 分,香气 20 分,口感 30 分,组织

状态 40 分<sup>[3]</sup>。

表 2 椰子酸奶感官评定指标

Table 2 The sensory evaluation criteria of coconut yogurt

项目	评分标准	评分
色泽(10)	均匀乳白,光洁度高	9~10
	色浓,光洁度略差	6~8
	色淡,光洁度略差	3~5
香气(20)	有椰子固有的香气,气味浓郁且协调,没有其他异味	15~20
	有椰子固有的香气,气味略淡,无异味	10~14
	几乎无椰子固有香气	5~9
口感(30)	具有酸奶特有的风味,椰子的清香,酸甜可口	25~30
	具有典型酸奶的风味,椰子风味弱,稍酸或甜	16~24
	风味不协调,过酸或甜,感觉不到椰子香味	10~15
组织状态(40)	组织细腻,表面无色变、龟裂、气泡等现象,质地均匀,黏稠适度,无乳清析出	36~40
	组织略不均匀,质地均匀,黏稠适度,有少量乳清析出	31~35
	组织不均匀,表面变色、龟裂、气泡等现象,乳清析出较多	25~30

## 2 结果与分析

### 2.1 发酵菌种的选择

不同的菌种在椰浆中的产酸及耐酸性差别很大,在相同工艺条件下(发酵温度 43 ℃,发酵时间 6 h),使用不同的发酵菌种,比较其 pH 值、酸度、凝乳时间、乳酸菌总数,同时结合感官评分选择适当的发酵菌种。本文选择了市售的两种发酵剂 A 组(保加利亚杆菌、嗜热链球菌)和 B 组(嗜热链球菌、植物乳杆菌),表 3 为不同菌种发酵的酸奶的各指标。

表 3 发酵菌种对椰子酸奶的影响

Table 3 The influence of fermented starter on coconut yogurt

菌种 种类	pH 值	酸度/ °T	凝乳时间/ h	乳酸菌总数/ (CFU · mL <sup>-1</sup> )	感官评分
A 组	4.48	59	4.5	$1.3 \times 10^7$	78.5
B 组	4.37	68	3.8	$1.7 \times 10^7$	80.2

由表 3 可以看出,B 组植物性发酵剂的产酸能力优于 A 组,凝乳时间也比 A 组短,同时感官评分也较高。原因可能是嗜热链球菌 *Streptococcus thermophilus* 和植物乳杆菌 *L. plantarum* 混合发酵时具有优异的植物蛋白水解能力和潜在的椰浆发酵制品优势。发酵 4 h 进入对数生长期后,植物乳杆菌 *L. plantarum* 快速繁殖产酸时发酵椰浆 pH 值不断下降,逐渐达到球蛋白的等电点,在等电点附近,球蛋白之间快速聚

集、凝结,逐渐凝乳形成凝胶<sup>[4]</sup>,椰浆体系表观黏稠度便迅速提高,这与植物乳杆菌在豆乳中的发酵特性一致<sup>[5]</sup>;不同的菌种发酵后会产生不同的挥发性风味物质,挥发性风味物质含量的多少及与其相互作用都会影响最终产品的风味,可能是 *Streptococcus thermophilus* 和 *L. plantarum* 分别发酵椰浆中产生大量的具有协同作用的香味物质,可使椰子酸奶的风味更佳;此外这两种菌种发酵产生的乳酸平均相对含量适宜赋予发酵椰子酸奶最佳的酸度。

## 2.2 全脂奶粉所占比例对椰子酸奶发酵的影响

椰浆中加入不同比例的全脂奶粉可以起到营养互补的作用<sup>[6]</sup>,而且有利于乳酸菌的增殖。实验表明椰浆比例越大,产酸的速度就越慢,奶粉的比例越大,产酸速度越快;奶粉过多,椰子的风味和营养就会随之减少,失去椰汁发酵酸奶特有的色泽和风味,当全脂奶粉与椰浆比例为 1:2 时,组织状态和口感较好。全脂奶粉所占比例对产品品质的影响见图 1。

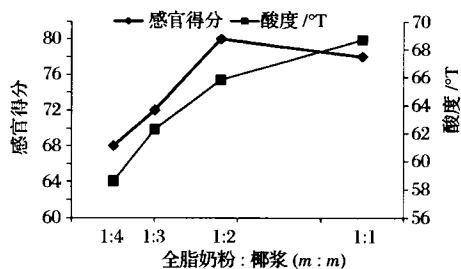


图1 椰浆中全脂奶粉与椰浆比例对产品品质的影响

Fig. 1 The effect of different ratio between coconut and whole milk on the acidity and the sensory score of coconut yogurt

## 2.3 发酵温度对椰子酸奶发酵的影响

不同菌种的最适发酵温度不同<sup>[7]</sup>,乳酸菌发酵椰浆的培养温度通常在 30~43℃,对于大多数菌种而言,发酵温度在低限时接近乳酸菌的最适生长温度,有利于乳酸菌的生长繁殖。发酵温度在高限时可使发酵椰浆在短时间内达到适宜酸度,凝结成块,从而缩短发酵时间<sup>[8]</sup>。发酵温度对产品组织状态、风味影响不大,主要对凝乳时间有较大影响,由图 2 可知,温度过低或过高,会导致凝乳缓慢或发酵不完全,从而造成凝乳时间延长。结合生产方面的因素,43℃ 为最适发酵温度,可以缩短发酵时间,加快生产速度。

## 2.4 发酵时间对椰子酸奶发酵的影响

由图 3 可知,发酵 4~6 h 酸度增加幅度较快,发酵 6 h 时酸度达到 67 °T;时间继续增长,菌种能够利用的营养成分变少,pH 降低,对乳酸菌有抑制作用,因此发酵速度变慢,发酵 8 h 酸度为 67.3 °T;发酵 8

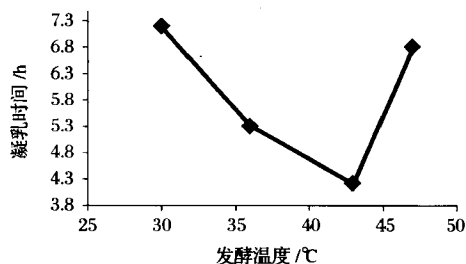


图2 发酵温度对椰子酸奶凝乳时间的影响

Fig. 2 The effect of different fermentation temperature on the coagulating time of coconut yogurt

~6 h,此时菌种几乎不再产酸,发酵可利用的营养物质降至最低。发酵 6 h 时口感较 8 h 更加细腻,因此发酵时间定为 6 h。

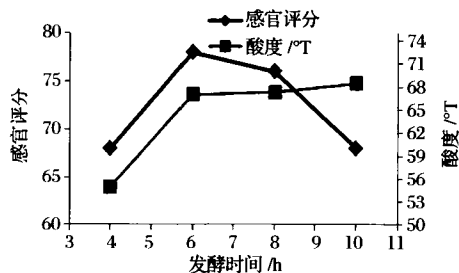


图3 发酵时间对椰子酸奶品质的影响

Fig. 3 The effect of different fermentation hours on the acidity and the sensory score of coconut yogurt

## 2.5 蔗糖添加量对椰浆发酵的影响

蔗糖的加入有利于改善产品的风味,产生出的酸奶具有合适的酸甜比,而且糖可作为乳酸菌发酵的碳源来源。但糖过多会降低原料乳中水分活度,并增加原料乳中溶质的反渗透作用,因而会影响甚至抑制酸奶特征菌的增值,延长发酵时间<sup>[9]</sup>。由图 4 可知,蔗糖添加量对椰子酸奶的感官品质影响很大,直接影响椰子酸奶的口感。

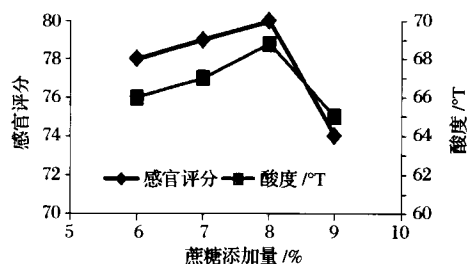


图4 蔗糖添加量对发酵椰子品质的影响

Fig. 4 The effect of different sucrose addition on the acidity and the sensory score of coconut yogurt

## 2.6 椰子酸奶发酵工艺参数的确定

结合单因素实验结果,选择全脂奶粉添加量、

发酵温度、发酵时间、蔗糖添加量 4 个因素,采用四因素 3 水平正交试验以感官评分为指标,结果如表 4 所示。

表 4 椰子酸奶发酵工艺正交实验结果

Table 4 The orthogonal test results of coconut yogurt

试验号	A	B	C	D	感官
1	1	1	1	1	69.5
2	1	2	2	2	77.6
3	1	3	3	3	76.1
4	2	1	2	3	80.7
5	2	2	3	1	75.6
6	2	3	1	2	78.2
7	3	1	3	2	70.9
8	3	2	1	3	71.8
9	3	3	2	1	75.9
a	223.2	221.1	219.5	221	
b	234.5	225	234.2	226.7	
c	218.6	230.2	228.6	228.6	
K <sub>1</sub>	74.40	73.70	73.17	73.67	
K <sub>2</sub>	78.17	75.00	78.07	75.57	
K <sub>3</sub>	72.87	76.73	76.20	76.20	
极差 R	5.30	3.03	4.90	2.53	

从表 4 可以得出,椰子酸奶发酵过程中影响其感官品质的主次顺序为  $A > C > B > D$ ,即全脂奶粉添加量 > 发酵时间 > 发酵温度 > 蔗糖添加量。最佳发酵组合为  $A_2B_3C_2D_3$ ,即优化的发酵条件为:全脂奶粉和椰浆比例为 1:2(全脂奶粉添加量 5%)、发酵温度 43℃、发酵时间 6 h、蔗糖添加量为 8%。

### 3 结论

通过单因素和正交试验得出椰子酸奶的最佳发酵工艺:全脂奶粉和椰浆比例为 1:2(全脂奶粉添加

量 5%)、蔗糖添加量为 8%,采用 SH-470 乳酸菌植物性发酵剂:嗜热链球菌、植物乳杆菌(按说明接种量),在 43℃ 发酵温度下发酵 6 h。

制得的椰子酸奶乳酸菌总数  $1.6 \times 10^7$  CFU/mL,酸度 65 °T,色泽均匀一致,呈乳白色,具有椰子固有的香气,气味柔和协调,浓郁的椰子香气与酸奶发酵气息结合酸甜可口,状态细腻,质地均匀,无乳清析出。

### 参 考 文 献

- [1] 陈中,杨晓泉,吴永辉,等. 椰果酸奶的研究[J]. 食品科学,2005,26(2):270-272.
- [2] 椰树集团. 国宴饮料,国粹精品[J]. 饮料工业,2003,6(2):14.
- [3] 段善海,缪铭. 胡萝卜酸奶的开发研究[J]. 食品工业科技,2004,25(6):93-95.
- [4] 王水泉,包艳,张延超,等. 具有潜在益生特性的发酵乳杆菌在豆乳中的发酵特性[J]. 中国乳品工业,2010,38(5):7-12.
- [5] 马成杰,杜昭平,华宝珍,等. 植物乳杆菌 ST-III 在豆乳中的发酵特性及发酵豆乳的贮藏稳定性[J]. 食品科学,2013,34(5):151-155.
- [6] 李静. 人体营养与社会营养学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1993:279-285.
- [7] 王永强,王海风,王洪军. 干酪乳杆菌发酵酸豆奶的工艺研究[J]. 食品研究与开发,2008,29(1):67-70.
- [8] 赵为,宋金春,王晓红. 乳酸菌发酵酸黑豆浆的研究[J]. 食品科学,2010,31(18):465-470.
- [9] 于敏艳,苏景辉. 酸奶加工工艺及其质量影响因素分析[J]. 中国奶牛,2012(1):34-36.

## Study on coconut yogurt's fermented processing

HU Zhi-yong, GAO Jia-yan, ZHOU Hui-jun, JIANG Hu

(Hangmai Technology(Hangzhou)Ltd., Hangzhou 310019, China)

**ABSTRACT** Using coconut and whole milk as raw materials, the optimum processing technology was determined by single factor experiment and orthogonal experiment, which were as follows: ration of whole milk and coconut 1:2 (whole milk addition 4%), sucrose addition 8%, SH-470 *Lactobacillus plantarum* starter (the inoculation was according to the instructions); *Streptococcus thermophilus* and *L. plantarum*, fermentation temperature 43℃, and fermentation time 6 h.

**Key words** coconut yogurt; fermentation; optimum technology