

# 膳食纤维保健酸奶生产工艺的优化

熊 俐, 曹新志, 杨跃寰, 赵先平, 孙 立

(四川理工学院食品与生物技术应用研究所, 四川 自贡 643000)

**摘 要:** 实验以麸皮膳食纤维和优质复原牛乳为主要原料, 经过乳酸发酵来制备一种新型保健酸奶。研究采用正交实验设计, 以产品感官质量和稳定性为评价指标, 确定麸皮膳食纤维酸奶的最佳发酵培养基配方为: 膳食纤维添加量为 2%, 糖添加量为 6%, 玉米粉添加量为 0.6%, 奶粉添加量 12%, 其中奶粉添加量的影响最显著; 最优的发酵工艺参数为: 接种量为 4%, 发酵温度为 42℃, 发酵时间为 4 小时, 其中发酵温度的影响最显著。

**关键词:** 麸皮膳食纤维; 乳酸发酵; 酸奶; 工艺; 优化

**中图分类号:** TS252

**文献标识码:** A

## 引 言

随着人们生活水平的提高, 与此相关的一些“文明病”、“富贵病”的发病率也日渐提高, 如胆结石、糖尿病、高血脂症、肥胖症、结肠癌和便秘等。膳食纤维(Dietary Fiber DF)是 1972 年由 H. C. Trowell 首先提出的, 并于 1976 年被定义为“不被人体吸收的多糖类化合物与木质素的总称”, 它包含有纤维素、半纤维素、木质素和果胶等<sup>[1]</sup>。从上世纪 70 年代以来, 科学家们陆续发现, 摄入膳食纤维含量较高的食物会降低这些“文明病”、“富贵病”的发病率, 因为膳食纤维具有促进肠道蠕动、整合胆固醇、抑制葡萄糖的吸收、吸附钠离子, 并使人产生饱腹感<sup>[2]</sup>。

小麦麸皮是面粉加工过程中的大宗副产品, 其中含有大量的膳食纤维, 是理想的膳食纤维生产原料。麸皮膳食纤维酸奶是在牛乳中添加麦麸膳食纤维, 经混合发酵而制成。本研究采用正交试验设计, 以酸奶感官质量和稳定性为评价指标, 研究了麸皮膳食纤维酸奶的发酵培养基配方和发酵工艺参数。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

脱脂奶粉(雀巢公司生产), 麦麸膳食纤维(自制), 白砂糖(广西东亚牌), 菌种: 嗜热链球菌(Streptococcus

thermophilus)与保加利亚乳杆菌(Lactobacillus bulgaricus)。

### 1.2 仪器设备

电热恒温培养箱(XMT-152 重庆永生实验仪器厂), 均质机(SRH 250-70 上海申鹿均质机公司), 酸度计(成都方舟科技), 电热恒温鼓风干燥箱(DHG-9140A, 上海一恒科技有限公司)等。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 工艺流程<sup>[3]</sup>

麦麸膳食纤维  
↓  
漂白  
↓  
奶粉 → 水调 → 混合 → 过滤 → 预热 → 均质 → 杀菌 →  
冷却 → 接种 → 分装 → 发酵 → 冷却后熟 → 冷藏 → 成品

#### 1.3.2 麦麸膳食纤维的漂白<sup>[4]</sup>

取膳食纤维粗品, 用 55℃ - 62℃ 的热水与之混合(固:液 = 1:15), 加入 5% (W/W) 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 并分别添加 0.7% 的三聚磷酸钠和的磷酸氢二钠作为螯合剂, 调 pH 至 10 于 55℃ 下漂白 2h-3h 后迅速取出、洗涤, 用盐酸中和至中性后, 用水漂洗, 抽滤三次, 置于 65℃ 下干燥 9h 即得精制膳食纤维。

#### 1.3.3 菌种

嗜热链球菌与保加利亚乳杆菌的接种比例为 2:1。

从安培瓶中取出菌种进行反复活化、扩大培养。麸皮膳食纤维酸奶应考虑用产酸能力中等, 产粘能力高, 水解蛋白质能力较弱的发酵剂。

1.3.4 复原乳的制备

选用优质奶粉, 用 40℃ 的自来水 (固:液 = 1: 8) 将其溶解复原。

1.3.5 配料

将漂白后的膳食纤维 (300目)、白砂糖、稳定剂溶液加入到高速混合器中, 并用 90℃ 热水溶解, 在 80℃ 保持 30m in 让稳定剂充分溶解并杀死其中的微生物, 然后将其打入已预热好的原料奶中。

1.3.6 预热

将膳食纤维乳混合液预热至 55℃ - 65℃。预热的目的是一是杀菌, 二是可使一部分乳清蛋白质凝固, 增强高酪蛋白的热稳定性, 并赋予成品以适当的粘度。

1.3.7 均质<sup>[3]</sup>

混合料预热至 65℃ 左右, 20M Pa 下均质, 使酸奶获得细腻滑润的口感, 并提高其稳定性。

1.3.8 杀菌、冷却、接种、发酵

95℃ 下杀菌 5m in - 10m in, 然后冷却到 42℃ 接种, 接种量为 2.5% - 4%, 发酵温度为 38℃ - 42℃, 时间为 3h - 4h<sup>[5]</sup>。发酵 3h 后, 每隔 10m in 检测一次酸度, 酸度为 75T 时终止发酵。

1.3.9 冷藏和后熟

发酵完毕的酸奶 2℃ - 7℃ 下冷藏 12h - 24h 后即可进行质量评定。

1.3.10 感官评定 (表 1)

1.3.11 微生物检验

大肠菌群及致病菌依照 GB 4789- 1994 标准检测, 乳酸菌依照 GB/T 16347- 1996 标准检测。

表 1 感官评定指标

色泽 (20分)	香味 (20分)	滋味 (30分)	组织状态 (30分)	总分
乳白色, 具有光泽 (17 ~ 20)	有纯正乳酸菌发酵香味 (17~ 20)	酸甜适口, 口感细腻, 无异味 (25~ 30)	表面光滑, 凝块均匀, 无乳清分离或破裂, 无沉淀 (25~ 30)	> 84
乳白色, 稍带黄色 (13 ~ 16)	发酵品香味稍淡 (13~ 16)	酸甜较适口, 口感细腻, 无异味 (20~ 24)	凝块均匀稳定, 稍有乳清分离和破裂, 有少量沉淀	> 72
淡黄色 (< 12)	无乳酸香味 (< 12)	偏酸或偏甜, 口感较粗糙, 略有异味 (< 20)	凝块不均匀, 有沉淀	< 72

2 结果与分析

2.1 最佳发酵培养基配方的确定

采用 L<sub>9</sub> (3<sup>4</sup>) 正交试验 (表 2), 以酸奶产品感官质量和稳定性为评价指标, 研究膳食纤维、白砂糖、玉米粉 (稳定剂) 和奶粉的添加量对酸奶品质的影响, 从而优化麸皮膳食纤维的发酵培养基配方。正交试验结果见表 3。

表 2 优化发酵培养基配方的正交试验因素水平表

水平	A 膳食纤维 (%)	B 糖 (%)	C 玉米粉 (%)	D 奶粉 (%)
1	1	6	0.4	10
2	2	7	0.6	12
3	3	8	0.8	14

由表 3 可知, 膳食纤维、白砂糖、玉米粉和奶粉的添加量对麦麸膳食纤维保健酸奶的感官质量均有不同程度的影响, 其中奶粉含量是最显著因素。由极差分析得出 R<sub>D</sub> > R<sub>A</sub> > R<sub>C</sub> > R<sub>B</sub>, 说明各因素对麦麸膳食纤维保健酸奶的品质影响主次顺序为奶粉添加量 > 膳食纤维添加量 > 玉米粉添加量 > 白砂糖添加量。麦麸膳食纤维酸奶的最佳发酵配方参数为 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>, 即膳食纤维添加

表 3 优化发酵培养基配方的正交试验结果

试验号	A	B	C	D	酸奶感官评定 (%)
1	1	1	1	1	80
2	1	2	2	2	91
3	1	3	3	3	72
4	2	1	2	3	73
5	2	2	3	1	89
6	2	3	1	2	85
7	3	1	3	2	81
8	3	2	1	3	67
9	3	3	2	1	71
k1	81.8	78.8	78.10	80.79	
k2	83.15	77.43	85.5	83.15	
k3	74.40	76.75	81.47	71.37	
R	9.3	2.2	7.5	11.3	

量为 2%, 糖添加量为 6%, 玉米粉添加量为 0.6%, 奶粉添加量为 12%。

2.2 最佳发酵工艺的确定

在最佳发酵配方 (即膳食纤维、糖、玉米粉和奶粉的添加量分别为 2%、6%、0.6% 和 12%) 的基础上, 采用 L<sub>9</sub> (3<sup>4</sup>) (表 4) 正交试验, 以酸奶产品感官质量和稳定性为评价指标, 研究发酵温度、发酵时间和接种量对酸奶品质的影响, 从而确定最佳的发酵工艺参数。正交试验结果见表 5。

表 4 发酵工艺正交试验因素水平表

水平	E 接种量 (%)	F 发酵温度 (°C)	G 发酵时间 (h)
1	3	40	3.0
2	4	42	3.5
3	5	44	4

表 5 发酵工艺正交实验结果

试验号	E	F	G	酸奶感官评定(百分制)
1	1	1	1	75
2	1	2	2	90
3	1	3	3	83
4	2	1	2	86
5	2	2	3	95
6	2	3	1	79
7	3	1	3	80
8	3	2	1	85
9	3	3	2	82
k1	83.15	80.79	80.12	
k2	87.19	90.55	85.84	
k3	82.14	81.13	86.51	
R	5.1	9.45	6.24	

由表 5 可知发酵温度、发酵时间和接种量对酸奶品质均有不同程度的影响,其中发酵温度是最显著的因子。由极差分析得出  $R_F > R_G > R_E$ ,说明各因素对麦麸膳食纤维保健酸奶的品质影响主次顺序为发酵温度 > 发酵时间 > 接种量。最佳工艺配方为  $E_2F_2G_3$ ,即接种量为 4%,发酵温度为 42°C,发酵时间为 4 小时。

### 2.3 产品的质量指标

采用最佳发酵配方和工艺参数来发酵生产麦麸膳食纤维酸奶,并检测产品的感官指标、理化指标和微生物指标。

#### 2.3.1 感官指标

产品呈现极轻微的淡黄色,质地均匀一致,表面有微量的乳清析出,口感细腻,无砂质和糊状感,酸甜适口,具有纯正的乳酸发酵香味,无其它异味。

#### 2.3.2 理化指标

酸度 85<sup>0</sup>T-90<sup>0</sup>T。

### 2.3.3 微生物指标

乳酸菌数  $11.5 \times 10^6$  个/mL,大肠菌群 63 个/100 mL,沙门菌未检出,产品质量符合国家 GB2746-1999 标准。

## 3 讨论

本研究通过  $L_9(3^4)$  正交试验确定了麦麸膳食纤维酸奶最优的发酵配方为:膳食纤维添加量为 2%,糖添加量为 6%,玉米粉(稳定剂)添加量为 0.5%,奶粉添加量为 12%,同时发现奶粉添加量是影响膳食纤维酸奶品质的主要因素。通过  $L_9(3^4)$  正交试验确定了最佳的发酵工艺参数为:接种量为 4%,发酵温度为 42°C,发酵时间为 4 小时,其中影响酸奶品质的最显著因素是发酵温度。研究还对最佳发酵配方和工艺参数进行了验证,所得产品感官指标较好,理化指标和微生物指标都符合国家 GB 2746-1999 标准。本研究生产的麦麸膳食纤维酸奶不仅具有良好的风味和外观,而且膳食纤维强化了酸奶的营养和保健作用,为酸奶的开发和麦麸的深加工利用提供了一条新途径。

## 参考文献:

- [1] 郑建仙. 功能性膳食纤维 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [2] 顾 蕊, 陈风波, 张 京. 麦麸膳食纤维的开发及在食品工业中应用 [J]. 粮食与饲料工业, 1997 (3): 43-45
- [3] 夏世仁. 搅拌型燕麦麸酸奶的研制 [J]. 乳品加工, 2008 (2): 36-38
- [4] 李书国, 李雪梅, 刘妍春, 等. 麦胚与麦麸保健食品的研制开发 [J]. 粮油食品科技, 2004 12(5): 22-23
- [5] 李 勇, 欧国兵, 董翠芳. 搅拌型菠萝汁酸奶生产工艺的优化 [J]. 中国奶牛, 2008 (4): 43-45

## Optimizing Technology of a New Yogurt with Wheat Bran Dietary Fiber

XIONG Li, CAO Xin-zhi, YANG Yue-huan, ZHAO Xian-ping, SUN Li

(Applied Institute of Food and Biotechnology, Sichuan University of Science & Engineering Zigong 643000 China)

**Abstract** A new yoghurt drink was studied and produced by lactic acid fermentation with the main materials wheat bran dietary fiber and reconstituted milk. Orthogonal test was carried out to optimize fermentation parameters. The optimized formula were following: wheat bran dietary fiber 2%, sugar 6%, corn flour 0.5%, powdered milk 12%, followed by inoculating of 4% at 42°C for 4h.

**Key words** bran dietary fiber, lactic acid fermentation, yoghurt technology, optimizing