

发菜功能性酸奶的研制

于海峰¹, 贾士儒²

(1. 山东轻工业学院食品与生物工程学院, 山东 济南 250353)

(2. 天津科技大学天津市工业微生物重点实验室, 天津 300457)

摘要: 以鲜乳和发菜细胞为原料生产发菜功能性酸奶。试验结果表明在鲜牛乳中添加 10% 的发菜细胞, 加入 10% 砂糖, 0.15% 的单干酯和 0.2% 的海藻酸钠 (CMC), 接入 4% 的保加利亚乳杆菌和乳酸链球菌的混合发酵剂 ($m/m=1:1$) 在 44 °C 发酵至凝乳, 就可以得到口感细腻, 色泽淡绿, 具有发菜特有的清香的发菜酸奶。

关键词: 保加利亚乳杆菌; 乳酸链球菌; 发菜; 功能性酸奶; 发酵

中图分类号: TS252.54; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2008)05-0439-03

Preparation of a Functional Yogurt with *Nostoc flagelliforme*

YU Hai-feng¹, JIA Shi-ru²

(1. College of Food and Bioengineering, Shandong Institute of Light Industry, Jinan 250353, China)

(2. Tianjin Key Lab of Industrial Microbiology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: A functional yogurt was prepared using fresh milk and *Nostoc flagelliforme* as raw materials. The results showed that the best contents of *Nostoc flagelliforme*, sucrose, stabilizer and emulsifier were 10%, 10%, 0.2% and 0.15%, respectively. And the best ratio of *Lactobacillus bulgaricus* to *Streptococcus thermophilus*, inoculum size and fermentation temperature were 1:1, 4% and 44 °C, respectively. Under those conditions, the yogurt was achieved with high quality.

Key words: *Lactobacillus bulgaricus*; *Streptococcus thermophilus*; functional yogurt; *Nostoc flagelliforme*; fermentation

发菜 (*Nostoc flagelliforme*) 是一种名贵食用陆生性经济蓝藻, 被誉为宁夏的“五宝”之一, 因其酷似妇女的秀发而得名。发菜在中国已经有上千年的食用和药用历史^[1]。它富含多糖、氨基酸和微量元素, 含有人体所必需的七种氨基酸和锰、铁、钙、铜等十几种微量元素, 蛋白质含量比鸡蛋高出 32%, 为枸杞的 4 倍, 可与凤尾菇媲美; 并因其与“发财”谐音, 长期以来作为一种名贵食品深受人们的喜爱^[2]。近年来, 发菜的药用价值日益受到重视, 从发菜中提取出一种酸性多糖 nostoflan, 经实验证实对一些具封套的病毒如 I 型单纯疱疹病毒、人巨细胞病毒和流感病毒等具有抗病毒活性, 并可杀死离体培养的肿瘤细胞^[3]。发菜细胞培养物与天然发状念珠藻具有相似的成分组成, 抗 HSV-1 病毒试验结果表明, 发状念珠藻细胞培养液和发状念珠藻细胞均具有良好的抗病毒活性^[4]。

功能性酸奶因其具有风味独特、营养丰富和特殊的保健功能是深受广大消费者欢迎的乳制品之一。发

收稿日期: 2008-01-05

基金项目: 国家自然科学基金 (20376061); 天津市科技发展计划重点基金 (043801611); 山东轻工业学院博士科研启动项目 (12042924)

作者简介: 于海峰 (1975-) 女, 博士, 研究方向: 功能性食品与生物技术

菜功能性酸奶是在牛乳中添加发菜细胞, 经混合发酵而制成, 添加发菜细胞可以强化酸奶的营养和保健作用, 为酸奶的开发提供了一条新途径。

1 材料与方法

1.1 材料

发菜细胞: 天津市工业微生物重点实验室提供。

保加利亚乳杆菌 (*Lactobacillus bulgaricus*) 和嗜热链球菌 (*Streptococcus thermophilus*): 山东轻工业学院食品科学与工程实验室提供。

鲜乳 (市售, 符合国家 GB5408 消毒牛奶标准); 白砂糖 (市售, 优质级); 分子蒸馏单干酯 (市售, 食品级, 作乳化剂); 海藻酸钠 (市售, 食品级, 作稳定剂)。

1.2 培养基

乳酸菌活化培养基: 脱脂乳培养基^[4]。

发酵培养基: 添加发菜细胞培养物的鲜牛乳。

乳酸菌计数培养基: MRS 培养基^[5]。

1.3 工艺流程

鲜牛乳→净化→标准化→预热→加糖→加入发菜细胞→均质→杀菌→接种发酵→冷藏→检验→成品

1.4 工艺操作要点

1.4.1 发酵剂的制备

母发酵剂的制备：将脱脂乳粉（12%）与水混合做成复原奶，121℃灭菌15min，冷却至42℃左右，在超净工作台无菌方式接种2%的已经活化的混合菌种。混匀后，42℃恒温发酵，待牛奶凝固后在4℃冰箱中保存。

中间发酵剂的制备：取新鲜牛奶250mL于三角瓶中，90℃灭菌30min，冷却到42℃后无菌接入2%~4%的母发酵剂，在42℃条件下培养至凝乳。

1.4.2 乳化剂稳定剂的制备

取0.15%的单干酯，0.2%的CMC与五倍质量的砂糖充分干混，用温水溶化。

1.4.3 均质

温度为55℃，压力15MPa。

1.4.4 杀菌

90℃杀菌15min。

1.4.5 冷却

将杀菌后的发菜细胞和牛乳混合液冷却至42℃。

1.4.6 接种

将制好的中间发酵剂以4%的接种量接种。

1.4.7 发酵

无菌灌入已经灭菌的容器中，置于42℃发酵至凝乳。

1.4.8 后熟

发酵后酸乳置于4℃冰箱内发酵12h即为成品。

1.5 总酸测定：见文献^[6]

1.6 感官评定方法及标准

采用加权系数法^[7]。根据酸味、甜味、香味和组织状态在产品感官中的重要程度，确定其相应的分值比例，总分值为100分。产品感官评定细则如表1。

表1 产品感官品评评分细则

Table 1 Score range of sensory evaluation of product

指标	评分细则		
酸味	适宜(12~15)	不足(9~12)	过度(<9)
甜味	适宜(12~15)	不足(9~12)	过度(<9)
香味	发菜特有香味(8~10)	香味淡(6~8)	有杂味(<6)
滋味	浓郁醇香(8~10)	香味淡(6~8)	有异味(<6)
组织状态	浅绿色，均匀一致(25~30)	色好，略分层(18~25)	有沉淀，分层严重(<18)

2 结果与分析

2.1 配方确定

在预期实验的基础上采用正交试验确定最佳配

方。选取发菜细胞的添加量、接种量、发酵温度作为试验的正交因素。因素水平选择如表2，试验结果见表3。

表2 正交因素水平表

Table 2 Design for factorial of orthogonal test of fermentation

水平	A(发菜细胞添加量/%)	B(接种量/%)	C(发酵温度/℃)
1	5	2	40
2	10	4	42
3	15	6	44

表3 发菜酸奶正交试验结果

Table 3 The result of orthogonal test for fermentation process

实验号	A	B	C	得分
1	1	1	1	76
2	1	2	2	89
3	1	3	3	82
4	2	1	2	85
5	2	2	3	96
6	2	3	1	78
7	3	1	3	79
8	3	2	1	84
9	3	3	2	81
K1	247	240	238	
K2	259	269	255	
K3	244	241	257	
k ₁	82.33	80	79.33	
k ₂	86.33	89.66	85	
k ₃	81.33	80.33	85.66	
极差	5	9.66	6.33	

由表3可知影响因素大小顺序为B>C>A，最佳配方为A₂B₂C₃，即添加20%的发菜细胞培养物，接种量为4%，发酵温度为44℃，与5号试验的条件一致。

试验结果表明，在标准化的鲜牛乳中添加10%的发菜细胞培养物，选用浓度比为1:1的保加利亚乳杆菌和乳酸链球菌的混合菌种，接种量为4%，在44℃发酵至凝乳，即可得到组织均匀，口感细腻的发菜酸奶。

产品的酸度适中，质地均匀，口感细腻，有发菜特有的清香和奶香味。

2.2 产品质量标准

2.2.1 感官指标

产品色泽：色泽均匀一致，浅绿色；

组织形态：凝块均匀，细腻，无气泡，允许有少

(下转第432页)