

# 乳酸发酵复合蔬菜浆的工艺研究

孟宪军<sup>1</sup> 朱继英<sup>2</sup>

1( 沈阳农业大学食品学院 , 沈阳 ,110161 ) 2( 山东理工大学轻工与农业工程学院 济南 255012 )

**摘 要** 对保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌进行驯化,使其适应复合菜浆的生长环境。考察了菜浆中添加葡萄糖、鲜牛乳、 $\text{CaCO}_3$  对保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌的促生情况。确定了复合菜浆发酵的最佳工艺参数为:初始 pH6.5,菌种比 LB:St = 1:1,接菌量 3%,培养温度 41℃,菜:水 = 2:1。

**关键词** 乳酸菌,发酵,蔬菜浆

乳酸菌是一类以糖为原料发酵产生乳酸的细菌,活菌体及其代谢产物对人体具有延缓衰老,调节血脂,降低胆固醇,提高免疫力,抑制肿瘤等多方面保健作用。

胡萝卜富含胡萝卜素,  $V_{B_1}$ 、 $V_{B_2}$  和  $V_C$ , 有较高的营养价值和疗效作用,有“金笋”和“小人参”的美称。西红柿颜色鲜艳,营养丰富,具有清凉和促进食欲的作用。南瓜除了含有丰富的胡萝卜素和  $V_C$  外,还含有多种氨基酸和多糖,可以有效地防治糖尿病、高血压,被誉为“糖尿病的克星”。大豆发芽后人体必需氨基酸增加,钙、铁、锌、磷等矿物质被释放,B 族维生素、胡萝卜素等成倍增加,大大提高了大豆的营养价值。

以上各种蔬菜浆复合后,色泽鲜艳,营养丰富,经乳酸菌发酵后,又增加了其保健功能,是一种理想的保健饮品,尤其适合于老年人、婴幼儿及病人饮用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 原材料

胡萝卜、番茄、南瓜、大豆芽等,均购自沈阳农业大学农贸市场。

#### 1.1.2 辅 料

白砂糖、葡萄糖、鲜牛乳、食用柠檬酸、CMC、黄原胶。

#### 1.1.3 菌 种

保加利亚乳杆菌,中科院微生物所菌种保藏中心;嗜热链球菌,沈阳农大食品科学院微生物实验室。

#### 1.1.4 培养基

脱脂乳培养基,乳琼脂培养基。

### 1.2 仪器设备

高速组织捣碎机、胶体磨、均质机、蒸汽消毒器、pH 计、恒温培养箱、超净工作台、真空脱气机。

### 1.3 方 法

#### 1.3.1 pH 值测定

pH S-3 型 pH 计直接测定。

#### 1.3.2 活菌体浓度

平板计数法。

#### 1.3.3 蔬菜浆制备

胡萝卜浆 胡萝卜清洗后去皮,切成小块,加入与鲜样等重的水,打浆。

番茄浆 清洗后于 95℃ 水中热烫 10~20s,去皮、破碎后加入与鲜样等重的水,迅速加热到 85~90℃,保持 3~5 min,打浆。

南瓜浆 南瓜去皮、瓤,切成 3 mm 厚的片,100℃ 热烫 5~6 min 后加入与鲜样等重的水,打浆。

大豆芽浆 豆芽漂洗后于 95℃ 水中热烫 3 min,然后加入与豆芽等重的水,趁热磨浆。

### 1.4 工艺流程

各种蔬菜浆→混合→调配→胶磨→粗滤→均质→脱气→灭菌→接种→发酵  
菌种→驯化→↑

## 2 结果与讨论

### 2.1 菌种的驯化

保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌的生长繁殖对营养素要求较高,为了使其适应蔬菜浆的生长环境,需对它们进行传代驯化,过程如下:

菌种→41℃ 脱脂乳中活化 2~3 次→接种到添加 10% 复合菜浆的脱脂乳中→41℃ 培养至凝乳→接种到添加 30% 复合菜浆的脱脂乳中→41℃ 培养至凝乳,接

种到添加 10% 脱脂乳的复合菜浆中→41℃ 培养至 pH4.5 ,反复多次 ,直到产酸较快 ,生长良好

2.2 添加物对菌体细胞生长的影响

2.2.1 葡萄糖添加量对菌体生长的影响

在复合菜浆中分别添加 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0% 的葡萄糖 ,41℃ 下培养 8h ,pH 值下降到 4.3 左右时 ,测定发酵菜浆中的活菌体浓度 ,结果如图 1 所示。

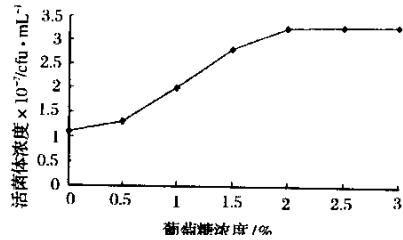


图 1 葡萄糖添加量对活菌体浓度的影响

由图 1 可以看出 ,随葡萄糖添加量的增加 ,活菌体浓度增加 ,但添加量超过 2.0% 后 ,活菌体浓度增加不再明显。

2.2.2 CaCO<sub>3</sub> 添加量对菌体细胞生长的影响

保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌产酸较快 ,发酵液 pH 值迅速下降 ,到一定程度就会对菌体生长繁殖起到抑制作用。加入适量的 CaCO<sub>3</sub> 可以中和所产的乳酸 ,缓冲 pH 变化幅度 ,有利于乳酸菌繁殖。同时 ,生成的乳酸钙是人体较易吸收的钙源 ,从而提高该产品的营养价值。图 2 和图 3 反映了不同 CaCO<sub>3</sub> 添加量对发酵情况的影响。

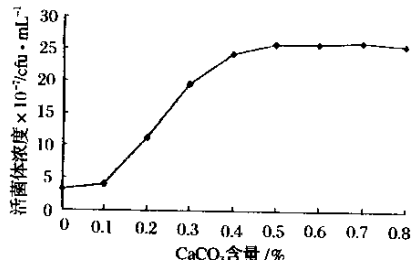


图 2 活菌体浓度随 CaCO<sub>3</sub> 添加量的变化

由图 2 可以看出 ,CaCO<sub>3</sub> 添加量低于 0.4% 时 ,活菌体浓度随 CaCO<sub>3</sub> 添加量增加而增加。添加量超过 0.4% 后 ,则差异不显著。因为菌体繁殖 ,消耗大量营养素 ,造成发酵菜浆中氮源、碳源缺乏。从图 3 可知 ,添加 0.4% CaCO<sub>3</sub> 后 ,前 5 h pH 变化非常缓慢 ,这进一步说明添加 CaCO<sub>3</sub> 可以缓冲 pH 变化 ,促进菌体生长。

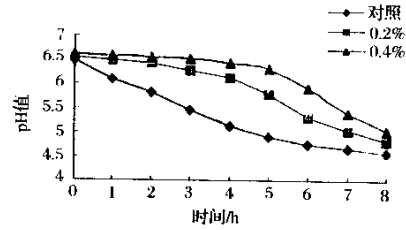


图 3 不同 CaCO<sub>3</sub> 浓度下 pH 值随时间变化

2.2.3 鲜乳添加量对发酵情况的影响

在复合菜浆中分别添加 5%、10%、15%、20% 的鲜牛乳 ,然后接菌发酵 ,结果如表 1 所示。

表 1 牛乳添加量对发酵情况的影响

鲜乳添加量 / %	色 泽	滋 味	活菌体浓度 / cfu · mL <sup>-1</sup>
0	橙红 ,鲜艳	酸甜适口 ,有酵香	3.31 × 10 <sup>7</sup>
5	橙红 ,鲜艳	酸甜适口 ,有酵香	8.96 × 10 <sup>7</sup>
10	橙红 ,鲜艳	酸甜适口 ,有明显酵香	5.78 × 10 <sup>8</sup>
15	淡橙 ,乳白	酸甜适口 ,有明显发酵乳香	7.22 × 10 <sup>8</sup>
20	淡橙 ,乳白	酸甜适口 ,有明显发酵乳香	9.43 × 10 <sup>8</sup>

由表 1 可以看出 ,添加牛乳可以明显提高活菌体浓度 ,而且发酵菜浆有明显的酵香和乳香。这是由于乳中含有乳酸菌容易利用的乳糖、酪蛋白、氨基酸和维生素等物质。保加利亚乳杆菌分解酪蛋白 ,产生氨基酸 ,对嗜热链球菌的生长繁殖有促进作用。另外 ,牛乳中乳糖、乳脂肪、乳蛋白在保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌作用下降解 ,生成乳酸、氨基酸以及乙醛、丁二酮等物质 ,能改善发酵蔬菜浆的风味。但牛乳添加量超过 15% 会严重影响产品色泽 ,所以牛乳添加量以 10% 为宜。

2.3 发酵参数的选择

影响乳酸菌发酵的工艺参数主要有发酵液最初 pH 值、发酵温度、发酵时间、杆菌与球菌比例、发酵液浓度及接种量。本试验采用了 L<sub>18</sub>( 3<sup>7</sup> ) 正交试验 ,对以上各因素进行考察。

表 2 发酵参数因素及水平表

水 平	最初 pH	杆菌:球菌	接种量 / %	培养温度 / °C	菜:水
	A	B	C	D	E
1	6.0	1:1	3	37	1:1
2	6.5	1:2	5	41	3:2
3	7.0	2:1	8	45	2:1

$F_{0.05}(2,4) = 6.94$  ,  $F_{0.01}(2,4) = 18.0$  ,  $F_A > F_{0.05}$  ,  $F_D > F_{0.05}$  ,所以最初 pH 和发酵温度 2 因素各水平间差异

显著。其他 3 因素各水平差异不显著。根据表 3 可知，各因素的最优水平组合是 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>2</sub>E<sub>3</sub>。

表 3 L<sub>18</sub>(3<sup>7</sup>) 实验结果及统计分析表

试验号	试验因素					活菌体浓度 × 10 <sup>-7</sup> /cfu·mL <sup>-1</sup>
	A	B	C	D	E	
1	1	1	1	1	1	3.0
2	1	2	2	2	2	4.2
3	1	3	3	3	3	5.4
4	2	1	1	2	2	56.0
5	2	2	2	3	3	57.0
6	2	3	3	1	1	8.9
7	3	1	2	1	3	11.0
8	3	2	3	2	1	46.0
9	3	3	1	3	2	42.0
10	1	1	3	3	2	6.0
11	1	2	1	1	3	3.2
12	1	3	2	2	1	3.9
13	2	1	2	3	1	59.0
14	2	2	3	1	2	4.3
15	2	3	1	2	3	58.0
16	3	1	3	2	3	84.0
17	3	2	1	3	1	51.0
18	3	3	2	1	2	5.6
I <sub>i</sub>	25.7	219.0	213.2	36.0	171.8	
II <sub>i</sub>	243.2	165.7	140.7	252.1	118.1	
III <sub>i</sub>	239.6	123.8	154.6	220.4	218.6	

表 4 方差分析表

变 因	SS	df	S <sup>2</sup>	F
A(最初 pH)	5170.69	2	2585.34	15.31*
B(杆菌:球菌)	758.86	2	379.43	2.25
C(接种量%)	493.52	2	246.76	1.46
D(发酵温度/℃)	4539.30		2	2269.65
E(菜水比)	843.01	2	421.50	2.50
(误差)	675.27	4	168.82	
总 和	12480.65	14		

注:\*表示差异显著。

2.4 复合菜浆的调配

发酵过程菜浆中的大部分糖被消耗,而且添加的 CaCO<sub>3</sub> 中和了所产的部分酸。发酵后的菜浆中含有大量细微的果肉颗粒、菌体细胞、色粒纤维状物质及果胶和蛋白质。这些物质容易引起产品的分层和沉淀。因此,为了获得好的口感并使产品组织状态稳定,还需进行糖酸调配和添加稳定剂。

通过调配试验,进行感官品评和稳定性观察,最后确定砂糖添加量为 6%,柠檬酸 0.3%,稳定剂组合为 0.3% CMC + 0.01% 黄原胶。

3 结 论

(1)保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌经过驯化处理,能够适应复合蔬菜浆的环境,且生长良好,繁殖较快,产酸迅速。

(2)在复合菜浆中添加葡萄糖、CaCO<sub>3</sub>、鲜牛乳均能提高菜浆中的活菌浓度。同时添加 2.0% 葡萄糖,0.4% CaCO<sub>3</sub> 和 10.0% 的鲜牛乳,可使活菌浓度达到 10<sup>9</sup>cfu/mL 左右。

(3)保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌在复合蔬菜浆中发酵的最优工艺参数组合是:初始 pH6.5,菌种比(LB:Str)1:1,接种量 3%,培养温度 41℃,菜水比 2:1。

(4)本产品色泽鲜艳,口感细腻,风味良好,营养丰富,且具有保健功能。

参 考 文 献

1 段旭昌,鲁向平等.食品科学,1996,17(3):22~25  
2 胡东良,马铁俊等.食品科学,1994(12):8~11  
3 胡志和,周绪田等.食品科学,2000,21(7):65~66  
4 李用芳,李学梅,单英芳.食品与发酵工业,1998,24(3):50~52  
5 魏 华,伏金衡等.中国畜产与食品,1998(5):204~206  
6 袁 唯.食品科技,1999(3):37~38  
7 郑元柱.食品科学,1998,19(2):52~54



2002 年我国乳产量和乳品消费量快速增长

2002 年我国乳业继续保持大幅增长的趋势,其中牧区继续保持产量优势。根据全国畜牧兽医总站监测点的监测,2002 年前三季度,牛乳累计总产量达到 889.4 万 t,比 2001 年同期增长了 32.4%,其中第三季度产量 280.8 万 t,比去年同期增长了 35.2%。

根据国家统计局的统计,2002 年上半年,全国城镇居民平均每人每月乳品消费量(包括鲜乳、酸乳和奶粉)为 1.72 kg,比 2001 年前三季度增长了 22.9%。如果按此水平推算,全年城镇居民乳类消费量将达到 20.6kg。从乳品消费结构看,人均每月消费鲜乳 1.23 kg,奶粉 0.05 kg,酸乳 0.14 kg,均比去年有所增长,其中奶粉增幅达 25%,鲜乳增长 19.4%,酸乳消费增长 7.7%。