

文章编号 :1009-038X(2003)04-0087-04

# 玉米乳酸饮料的研制

岳 春<sup>1</sup>, 初 峰<sup>2</sup>, 陈传阳<sup>1</sup>, 黄振华<sup>1</sup>

(1. 南阳理工学院 生物化学系, 河南 南阳 473004; 2. 中州大学 工程技术学院, 郑州 450000)

**摘 要 :**利用玉米生产乳酸饮料工艺为,先将玉米用质量分数 0.2% 的乳酸在 50 ℃ 的水中浸泡 48 h,然后用质量分数 0.5% 的  $\alpha$ -淀粉酶液化、0.6% 的糖化酶糖化.将糖化液与鲜牛奶以体积分数 14:6 的比例混合进行乳酸发酵,可制出优质保健玉米乳酸饮料.

**关键词 :**玉米; 牛奶; 乳酸饮料; 发酵

**中图分类号 :**TS 252.4

**文献标识码 :**A

## Development of Corn Beverage Containing Lactic Acid

YUE Chun<sup>1</sup>, CHU Feng<sup>2</sup>, CHEN Chuan-yang<sup>1</sup>, HUANG Zhen-hua<sup>1</sup>

(1. Department of biochemistry, Nanyang Institute of Science and Technology, Nanyang 473004, China; 2. Engineering Technology Institute of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China)

**Abstract :** The corn beverage containing lactic acid was produced in the following ways :Firstly, the corn was marinated with 0.2 percent lactic acid at the temperature of 50 ℃, then the corn was liguidized by 0.5 percent  $\alpha$ -amylase and saccharificated by 0.6 percent carbohydrases. The syrup liquid produced were mixed with fresh milk by 14:6, and then the mixed liquid was fermented by lactic acid bacteria. As a result, a good and healthy fermented lactic acid beverage was produced.

**Key words :** corn; fresh milk; lactic acid beverage; fermentation

玉米又名玉蜀黍、珍珠米,它是我国主要的粮食作物之一.玉米有较高的营养价值,含有人体必需的不饱和脂肪酸和谷氨酸,有很好的健脑和增强记忆力的功效.玉米含有谷固醇,具有防止高血压、冠心病和防止细胞衰老的作用;它还含有公认的抗癌因子——谷胱甘肽,具有良好的抗癌作用;所含大量的植物纤维素,刺激胃肠增加蠕动,防止便秘及结肠癌.

玉米虽然具有上述优点,但其蛋白质中的氨基酸配比不平衡,限制了它的营养价值.为了克服这一缺点,又发挥其营养保健功能,作者以玉米为原

料,配以营养价值全面的牛奶,经过乳酸菌发酵研制出风味和口感具佳的保健型饮料,提高了玉米的经济价值.

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料和设备

**1.1.1 材料** 黄玉米、牛奶:市售优质;保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌:南阳理工学院康利酸奶厂提供;中温枯草杆菌 7658 型  $\alpha$ -淀粉酶,活力为 2 000 U;糖化酶:无锡酶制剂厂生产,活力 50 000 U;  $\text{CaCl}_2$ 、乳酸、碘、碘化钾均为分析纯;耐酸 CMC、淀

收稿日期 2002-07-16; 修回日期 2003-03-21.

作者简介:岳春(1964-),女,河南方城人,副教授.

万方数据

粉磷酸酯、高效亲水蔗糖酯均为食品级添加剂。

1.1.2 主要设备 高压均质机,胶体磨,磨浆机,灌装机,高压灭菌锅,PC 酸度计,手持糖量计,恒温箱,超净工作台,凯氏定氮装置,索氏提取装置及其它常用仪器。

1.2 分析方法 还原糖:斐林氏滴定法;氨基酸态氮:常量凯氏定氮法;粗脂肪:索氏提取法;总酸:酸碱滴定法。

### 1.3 工艺流程

玉米→预处理→浸泡→清洗→磨浆→糊化→液化→糖化→过滤→浓缩→调配→均质→灭菌→冷却→接种→发酵→检验→成品  
↑  
检验←鲜牛奶

### 1.4 操作要点

1.4.1 玉米预处理 挑选无霉变玉米粒,去除砂子、玉米须、尘土等杂质,去除虫蛀玉米粒。

1.4.2 浸泡 将淘洗干净的玉米加其 3 倍水和质量分数 0.2% 的乳酸于 50℃ 左右水中浸泡 48 h,至有小气泡开始产生时为宜。浸泡的目的是为了改变玉米胚乳的结构与物化性质,削弱玉米淀粉的联结键,以及抑制某些有害微生物的活动,去除种皮中鞣酸引起的苦涩味。

1.4.3 磨浆过滤 将浸泡好的玉米清洗干净,加入水量为玉米 5 倍的水,在常温下磨浆,然后过 80 目的筛。

1.4.4 糊化 通过糊化可使淀粉颗粒膨胀,物料粘度增高<sup>[1]</sup>,防止玉米中的直链淀粉发生沉淀<sup>[2]</sup>。采用 100℃,10 min 的糊化条件,可达到预期的效果。

1.4.5 液化 加入质量分数为 0.5% 的  $\alpha$ -淀粉酶。采用三段液化法,即调节玉米淀粉乳的质量分数为 30%,pH 值为 6.5,加入  $\alpha$ -淀粉酶(为酶总量的 1/3),再加入 0.2 g/dL 的  $\text{CaCl}_2$ ,70℃ 保持 30 min,加热到 140℃,保持 5~8 min 降温到 70℃,再加  $\alpha$ -淀粉酶(为酶总量的 2/3)保持 30 min,用碘液检验溶液以确定是否达到标准。

1.4.6 糖化 将液化液降温至 60℃,用柠檬酸或乳酸调 pH 值 4.5~4.7,加入质量分数 0.6% 的糖化酶于 60℃ 糖化 3 h,用手持糖量计测其固形物质量分数为 12.5%,加热浓缩到 15% 以备用。

1.4.7 牛奶检验 牛奶经密度测定、酒精试验和残留抗生素检验,要求鲜奶的密度在 1.028~1.034 之间<sup>[3]</sup>,酒精试验无沉淀析出,以保证其新鲜度和正常的酸度。由于抗生素对乳酸的生长起抑制作用,因此所选用乳中不得有抗生素检出。

1.4.8 调配均质 将玉米浆和牛奶以体积比 14:6

混和,然后加入乳化稳定剂到混和液中,将混和液升温到 60℃,在 30 MPa 下均质。

1.4.9 灭菌冷却 将混和料通过超高温瞬时灭菌法(UHT)杀菌,条件为 135℃ 5~10 s,通过喷淋冷却到 45℃ 接种。

1.4.10 菌种驯化及发酵剂的制备 分别取不同比例的玉米和牛奶的混和液置于试管中,121℃ 30 min 灭菌,冷却到 42℃ 接种保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌(其量比为 1:1)作为出发菌株,42℃ 培养 4 h,然后进行菌种驯化(见表 1)。驯化菌种扩大培养制得发酵剂<sup>[4]</sup>,备用。

1.4.11 接种 将灭菌后冷却到 45℃ 的玉米牛奶混和液接入驯化过的发酵剂,发酵剂质量分数为 3%。

1.4.12 发酵 接种后,装于灭菌牛奶瓶或其它容器中,封口,置培养箱或发酵室于 40~43℃ 发酵 4~6 h,取出于 2~5℃ 条件下后熟 10 h,然后检验成品指标。

## 2 结果与讨论

### 2.1 液化工艺条件的确定

由于玉米难以液化,比较以下方法。

1) 中温液化法:在 70℃ 下加入质量分数 0.5% 的淀粉酶,且一直保持在这一温度<sup>[5]</sup>,共需 2 h。

2) 三段液化法:先加入酶总量 1/3 的  $\alpha$ -淀粉酶,70℃ 保持 30 min,加热到 140℃,保持 5~8 min 降温到 70℃,再加入酶总量 2/3 的  $\alpha$ -淀粉酶,保持 30 min,共需 1 h。

3) 五段液化法:先加入总量 1/5 的酶 70℃ 保持 5 min,然后升温到 135℃ 保持 5 min,再降到 70℃ 加入酶总量的 2/5,保持 5 min,然后升温到 100℃,保持 5 min,再降温到 70℃ 加酶量为总量的 2/5,保持 30 min 即可达到液化完全,共需 50 min。

从比较可以看出,常规方法耗时,五段液化法虽然时间短,但繁琐且条件不好掌握,所以以三段液化法较好,既缩短了液化时间,又提高了液化效果。

### 2.2 关于菌种的驯化过程

将保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌以量比 1:1 混合作为出发菌株,接入到不同比例的玉米浆和牛奶的混和液中进行驯化(见表 1)。

由表 1 可以看出,当驯化进行到牛奶和玉米浆体积比为 4:16 时,发现有死菌,且产酸也低,所以选择牛奶和玉米浆体积比为 6:14 接种发酵剂,进行乳酸发酵。

表 1 菌种的驯化过程

| Tab.1 The domestication process of lactic acid microbes |                            |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|
| V(牛奶):<br>V(玉米浆)                                        | 4 h 后乳酸菌的镜检情况              |
| 14:6                                                    | 生长旺盛,没有异常情况,发酵液的 pH 值为 4.4 |
| 12:8                                                    | 生长旺盛,没有异常情况,发酵液的 pH 值为 4.4 |
| 10:10                                                   | 生长良好,发酵液的 pH 值为 4.5        |
| 8:12                                                    | 生长良好,发酵液的 pH 值为 4.8        |
| 6:14                                                    | 生长良好,发酵液的 pH 值为 5.0        |
| 4:16                                                    | 发现有死菌,发酵液的 pH 值为 5.2       |
| 2:18                                                    | 生长不好,发现大量死菌,发酵液的 pH 值为 6.5 |

注:各组实验均以上一组的发酵液作为种子,接种量均为 1 mL.

2.3 稳定性试验

为了提高产品的稳定性,进行了两步稳定措施.第一步采用高压均质机,使脂肪球细化,防止颗粒大而产生沉淀;第二步加入乳化稳定剂,提高玉米饮料的悬浮稳定性<sup>[6]</sup>.L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验见表 2.

从表 2 可以看出,影响试验的主次因素为 A→C→B,最优水平组合为 A<sub>2</sub>C<sub>2</sub>B<sub>1</sub>,即当耐酸 CMC 的用量质量分数为 0.05%、蔗糖酯为 0.04%、淀粉磷酸酯为 0.04% 时,玉米乳酸饮料的组织状态较好,没有乳清分离,口感也较好.

表 2 稳定性试验因素-水平表

| Tab.2 The stability experiment of factors and levels |                  |                 |               |          |
|------------------------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|----------|
| 水平                                                   | 耐酸 CMC<br>质量分数/% | 淀粉磷酸酯<br>质量分数/% | 蔗糖酯<br>质量分数/% | 感观<br>评分 |
|                                                      | A                | B               | C             |          |
| 1                                                    | 0.03             | 0.04            | 0.02          | 73       |
| 2                                                    | 0.03             | 0.06            | 0.04          | 85       |
| 3                                                    | 0.03             | 0.08            | 0.06          | 79       |
| 4                                                    | 0.05             | 0.04            | 0.04          | 90       |
| 5                                                    | 0.05             | 0.06            | 0.06          | 80       |
| 6                                                    | 0.05             | 0.08            | 0.02          | 88       |
| 7                                                    | 0.07             | 0.04            | 0.06          | 83       |
| 8                                                    | 0.07             | 0.06            | 0.02          | 79       |
| 9                                                    | 0.07             | 0.08            | 0.04          | 78       |
| K <sub>1</sub>                                       | 79.00            | 82.00           | 80.00         |          |
| K <sub>2</sub>                                       | 86.00            | 81.30           | 84.30         |          |
| K <sub>3</sub>                                       | 80.00            | 81.70           | 80.70         |          |
| R                                                    | 7.00             | 0.70            | 4.30          |          |

表 3.

表 3 评分标准

| Tab.3 The grade standard |                                   |                  |                         |                           |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 项目                       | 组织状态<br>(30 分)                    | 乳清析出<br>状况(20 分) | 口感<br>(30 分)            | 风味<br>(20 分)              |
| 一级                       | 27 ~ 30 分,乳白色或微黄的凝块乳,质地均匀,无气泡,无分层 | 18 ~ 20 分,无乳清析出  | 27 ~ 30 分,口感细腻,酸度适中     | 18 ~ 20 分,有玉米清香和奶香味,无不良风味 |
| 二级                       | 24 ~ 26 分,浅黄色的凝乳,有少量气泡            | 15 ~ 17 分,乳清析出较少 | 24 ~ 26 分,酸度过量或不足,口感较好  | 15 ~ 17 分,香味稍淡,无异味        |
| 三级                       | 18 ~ 23 分,色泽不均,且较深                | 10 ~ 14 分,乳清析出较多 | 18 ~ 23 分,酸度较小,无酸奶特有的风味 | 10 ~ 14 分,无玉米香味或奶香味       |
| 四级                       | 18 分以下,无凝块,成糊状,颜色灰暗               | 9 分以下,浑浊分层       | 18 分以下,无酸味,口感粗糙         | 9 分以下,有异味                 |

2.4 发酵剂接种量的确定

乳酸菌不同接种量对产酸的影响见图 1.

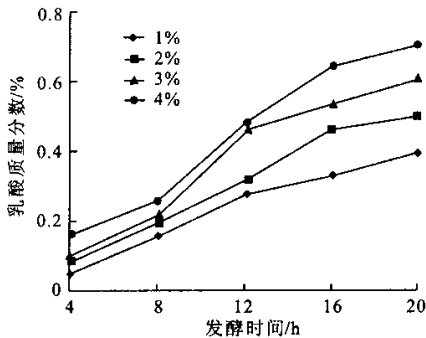


图 1 不同接种量对产酸的影响

Fig. 1 The effect of different inoculum on acid production

由图 1 看出,接种量体积分数在 1% 时,达产酸要求所需的时间长,而接种量体积分数大到 4% 时,玉米乳接种后 pH 值降低较快,蛋白质凝固析出,破坏了成品与稳定性,所以乳酸菌接种量体积分数 2% ~ 3% 时最佳.

2.5 质量标准

2.5.1 感官指标 玉米乳酸饮料具有玉米特有的风味,同时又具有奶香味,产品呈乳黄色,酸甜可口,组织状态均一,呈乳浊状,没有乳清分离现象.

2.5.2 理化指标 可溶性固形物质量分数:≥13%;总酸度:70 ~ 100°T;脂肪质量分数:≥3%.

下方数据

为了便于评定所研制的饮料,制定评分标准见

2.5.3 微生物指标 细菌总数 : $\leq 100$  个/mL ,大肠菌群 :100 mL $\leq 6$  个 ,致病菌未检出.

3 结 论

- 1) 玉米乳酸饮料产品的适口性与糖酸比和 pH 值有直接关系. pH 值以 3.8~4.2 为宜 ,含糖质量分数以 10% 为最佳.
- 2) 玉米较难液化 ,本试验采用三段液化法 ,取

- 得了较好的效果.
- 3) 玉米乳酸饮料加入一定量的稳定剂 ,可提高饮料的粘度 ,防止出现分层现象 ;通过加入质量分数 0.05% 的耐酸 CMC、0.04% 的淀粉磷酸酯和 0.04% 的蔗糖酯效果最佳.
- 4) 由于难以适应玉米浆的生长环境 ,逐步驯化实验中当玉米浆和牛奶的比例为体积比 14:6 时 ,乳酸菌正常生长 ,低于这个比例则无法正常生长.

参考文献 :

[ 1 ] Marion Bennion. The Science of Food[ M ]. San Francisco :Harpaer&publichers ,1980. 280.  
[ 2 ] 陈兴才. 玉米乳的加工工艺优化设计[ J ]. 福州大学学报( 自然科学版 ) ,1997 ( 4 ) :115 - 117.  
[ 3 ] 郭本恒. 乳制品[ M ]. 北京 :化学工业出版社 ,2001.  
[ 4 ] 庞钦. 以酒糟为基质的乳酸生产菌的选育及发酵的研究[ J ]. 酿酒 ,2001 ( 1 ) :62 - 64.  
[ 5 ] 张力田. 淀粉糖[ M ]. 北京 :轻工业出版社 ,1988. 157 - 164.  
[ 6 ] 杨洋. 玉米饮料加工流程主要控制工艺条件探讨[ J ]. 食品科学 ,1998 ( 3 ) :32 - 33.

( 责任编辑 杨 勇 )

( 上接第 86 页 )

阐明相应代谢物的三维空间结构 ,寻找其结构最为相近的结构类似物 ,是选育高产菌的一个极为重要的步骤. 应用 ACD labs 的 chemsketch 软件绘制出代谢物及其结构类似物的化学结构式 ,并运用

3D 程序进行最优设计 ,立体构象的键角、键长等许多结构参数都可以通过 3D 程序计算得到. 由此 ,代谢物及其结构类似物的立体结构都清晰明了.

参考文献 :

[ 1 ] 张星元. 赖氨酸菌种选育机理的研究[ D ]. 无锡 :无锡轻工业学院 ,1981.  
[ 2 ] 潘军华. 北京棒杆菌过量合成 L-组氨酸的代谢设计与流量分析[ D ]. 无锡 :江南大学 ,2002.  
[ 3 ] 熊筱晶. L-精氨酸高产菌的诱变育种及其摇瓶产酸条件[ J ]. 无锡轻工大学学报 ,2003 ,22( 2 ) :10 - 13.  
[ 4 ] 张星元 ,王琴. 阿舒假囊酵母过量合成核黄素性能的改良[ J ]. 无锡轻工大学学报 ,1997 ,16( 3 ) :14 - 19.  
[ 5 ] 范铭琦 ,张星元. 庆大霉素 Cla 高产菌株推理育种的研究[ J ]. 中国抗生素杂志 ,1998 ,23( 6 ) :410 - 414.  
[ 6 ] Sugiura M , Kisumi M. Stabilization of a histidine-producing strain of serratia marcescens[ J ]. Appl Environ Microbiol , 1984 ( 48 ) :43 - 49.  
[ 7 ] Araki K. Studies on histidine fermentation part I. L-Histidine production by histidine analog-resistant mutants from several bacteria[ J ]. Agric Biol Chem , 1971 ( 35 ) :2081 - 2086.

( 责任编辑 朱 明 )