

番茄、胡萝卜乳酸菌发酵饮料的研制

曾献春¹, 刘金宝², 李晓华³

(1.新疆师范大学生环学院, 新疆 乌鲁木齐 830054; 2.新疆医科大学公共卫生学院, 新疆 乌鲁木齐 830053 3.新疆大学生命科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘 要: 开发研制新疆地产番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料。方法: 以优质番茄酱和胡萝卜浓缩汁为原料, 用保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌为菌种, 采用四因素三水平正交实验, 确定中间种子扩大液、发酵液及发酵饮料口感稳定性的最佳工艺配方。结果: 用保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌按 1:1 比例作为菌种; 种子扩大液的最佳配方: 番茄、胡萝卜混合汁配比 3:7, 2% 葡萄糖, 2% 脱脂乳, 3% 接种量; 发酵液最佳配方: 番茄、胡萝卜混合汁配比 3:7, 发酵温度 41℃, 发酵时间 24h, 接种量 3%; 发酵饮料调配最佳配方: 发酵原液中添加蔗糖 5%, 柠檬酸 0.02%, 耐酸羧甲基纤维素钠(CMC-Na)0.2%, 黄原胶 0.03%。

关键词: 番茄; 胡萝卜; 乳酸菌; 发酵

Developing a Lactobacillus Fermented Beverage from Tomato and Carrot

ZENG Xian-chun¹, LIU Jin-bao², LI Xiao-hua³

(1.School of Life and Environment Science, Xinjiang Normal University, Urumchi 830054, China
2.School of Public Health, Xinjiang Medical University, Urumchi 830053, China
3.School of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumchi 830046, China)

Abstract: To develop a fermented beverage from carrot and tomato. Methods: *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* were used to ferment high-quality tomato-jam and high-concentrated-carrot-juice. The fermented beverage's optimum formula and processing conditions were selected by orthogonal test method. Results: The ratio of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* is 1:1. The optimum formula of the expanded fermentation is: tomato and carrot juice 3:7, glucose 2%, NFM 4%, and vaccination 3%. The optimum formula of the fermented liquid is: tomato and carrot juice 3:7, fermentation temperature 41℃, fermentation time 24h, and the amount of vaccination 3%. The optimum formula of fermented beverage is: sucrose 5%, citric acid 0.02%, CMC 0.2% and xanthic gluc 0.03%.

Key words: tomato; carrot; *Lactobacillus*; fermentation

中图分类号 TS275.5

文献标识码 B

文章编号 1002-6630(2005)11-0137-04

果蔬是人们日常饮食生活中的主要食物,也是人体所需的许多营养成分的重要来源。胡萝卜、番茄都是具有丰富营养成分的果蔬。胡萝卜含多种营养素,其中 β -胡萝卜素的含量较高,另外含硫胺素、核黄素、尼克酸、锌、锰、钾、钠、钙、铁等微量元素。

番茄主要成份有蛋白质、糖、有机酸、钙、磷、铁及丰富维生素C、烟酸、核黄素、硫胺素,番茄红素^[1]。乳酸菌是一类对人类健康有益的益生菌,以糖为原料发酵产生乳酸的细菌,革兰氏染色呈阳性,生殖方式为裂殖。乳酸菌具有重要的生理功能,它可以维持肠道菌群的生态平衡,抑制病原菌与抗感染,改善

乳糖不耐症,促进胃肠蠕动;消除致癌因子、提高机体免疫力^[2,3]。以番茄、胡萝卜混合汁为原料研制而成的乳酸菌发酵饮料,不仅具有普通饮料的清凉和生津止渴的作用,还较好地保存了其营养素,可调节人体生理功能。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验原料 番茄酱 新疆屯河集团 浓缩胡萝卜汁 新疆啤酒花集团 乳酸菌种 新疆天润乳业公司。

收稿日期: 2004-12-28

作者简介: 曾献春(1971-),女,讲师,硕士,主要从事营养与食品卫生研究。

1.1.2 试剂 NaOH、Na₂CO₃、pH 缓冲液、脱脂奶粉、蔗糖、葡萄糖、邻苯二甲酸氢钾、黄原胶、耐酸羧甲基纤维素钠(CMC-Na)等。

1.1.3 仪器 培养箱、干燥箱、电子天平、光学显微镜、冰箱、超净工作台、灭菌锅、酸度计、血球计数板、碱式滴定管、均质机等。

1.2 方法

1.2.1 番茄、胡萝卜混汁乳酸菌发酵饮料工艺流程

胡萝卜原汁→稀释→过滤→
番茄酱→稀释→过滤→调配→
杀菌→冷却至 40℃左右加入保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌→发酵→加入已杀菌的糖、柠檬酸、稳定剂→均质→灌装→成品

1.2.2 菌种活化

用 10% 脱脂乳(NFM)为培养基活化菌种, 放置培养箱中培养, 传代 3~4 次, 置冰箱备用^[4,5]。

1.2.3 番茄、胡萝卜混合汁的调配

番茄酱以 1:9 的比例稀释为原汁, 胡萝卜浓缩汁按 1:6 比例稀释为原汁。

1.2.4 发酵种子液的筛选

活化后的乳酸菌, 需要有一个中间起过渡和放大作用的种子液^[6]。

由于影响种子液的因素较多, 因此用 L₉(3⁴) 正交试验筛选出最佳种子液配方, 检测指标是乳酸菌数。各因素水平见表 1。

表 1 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料种子液因素水平表
Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment on the expanded fermentation of tomato and carrot beverage

因素水平	混合汁(V/V)	葡萄糖(g/100ml)	脱脂乳(g/100ml)	接种量(V/V)
1	2:8	1	2	1
2	3:7	2	4	3
3	4:6	3	6	5

1.2.5 番茄、胡萝卜汁乳酸菌发酵液的筛选

选用 L₉(3⁴) 正交实验进行筛选。以产生的乳酸量为检测指标^[7]。番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵液正交实验的各因素水平见表 2。

表 2 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料发酵液因素水平表
Table 2 Factors and levels of orthogonal experiment on the fermentation of tomato and carrot beverage

因素水平	混合汁配比(V/V)	发酵温度(℃)	发酵时间(h)	种子液接种量(V/V)
1	2:8	37	12	1
2	3:7	41	24	3
3	4:6	45	36	5

1.2.6 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料口感调配及稳定性实验

选用 L₉(3⁴) 正交表, 安排正交试验。评价指标是口感稳定性打分评比, 其评价标准见表 3。番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料口感调配及稳定性试验正交因素水平见表 4。

表 3 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料口感调配及稳定性试验评分标准

Table 3 Standard on taste and steady of the fermentation of tomato and carrot beverage

项目	评分标准	满分
口感	细腻滑润、爽口、酸甜、柔和适宜	40
组织状态	紧密、均匀、无气泡、无杂质、不分层	30
香气滋味	香气浓郁、清爽宜人、有番茄和胡萝卜特有的香味、无异味	30

表 4 番茄、胡萝卜混合汁发酵饮料口感调配及稳定性试验因素水平表(g/100ml)

Table 4 Factors and levels of orthogonal experiment on the taste and steady of fermentation of tomato and carrot beverage

因素/水平	蔗糖	柠檬酸	稳定剂	误差
1	2	0.02	CMC-Na 0.1 黄原胶 0.01	—
2	5	0.04	CMC-Na 0.2 黄原胶 0.03	—
3	10	0.06	CMC-Na 0.3 黄原胶 0.05	—

1.2.7 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料稳定性观察

1.2.8 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料成品测定

1.2.8.1 饮料的色泽、感官、口感

1.2.8.2 乳酸菌数测定 血球计数板显微镜下计数

1.2.8.3 酸度测定 根据国标GB/T12456-90 用酸碱滴定法测定

1.2.8.4 pH值 用酸度计直接测定

1.2.8.5 可溶性固形物测定 用阿贝折光仪直接测定

1.3 统计方法 采用 PEMS 3.0 统计软件, 实验数据用方差分析进行处理。

2 结果与分析

2.1 通过 L₉(3⁴) 正交试验筛选最佳种子液

因为选择 L₉(3⁴) 正交试验, 将因素水平填入正交表中后, 无误差列, 因此将每次实验重复 3 次, 取均值。结果见表 5, 方差分析结果见表 6。

由表 5 可见, 6 号样在试验过程中乳酸菌数最高。其配方为 A₂B₃C₁D₂。通过方差分析可得到另一配方 A₂B₂C₁D₂。从这两种配方中选择一经济实用的最佳配方为 A₂B₂C₁D₂。因为此配方节约了葡萄糖的用量。从极差分析中可看到, 影响试验的四因素的大小顺序是 D >

表5 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料筛选最佳种子液正交表
Table 5 Results of orthogonal experiment on expanded fermentation of tomato and carrot beverage

试验号	A	B	C	D	结果评分 乳酸菌数(1×10^8)
1	1	1	1	1	10.07
2	1	2	2	2	17.93
3	1	3	3	3	13.97
4	2	1	2	3	15.53
5	2	2	3	1	18.84
6	2	3	1	2	30.67
7	3	1	3	2	15.93
8	3	2	1	3	16.84
9	3	3	2	1	9.1
K ₁	41.97	41.19	57.58	38.01	
K ₂	65.04	53.61	42.56	65.44	
K ₃	41.87	53.74	48.74	46.36	
R	23.17	12.55	15.02	27.43	

表6 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料筛选最佳种子液方差分析表
Table 6 Analysis of variance on the expanded fermentation of tomato and carrot beverage

变异来源	SS	v	M S	F	P
A	349.09	2	174.55	82.49	0.001
B	94.67	2	47.34	22.37	0.001
C	110.85	2	55.42	26.19	0.001
D	367.02	2	183.62	86.78	0.001
误差	38.09	18	2.12		
总变异	959.94	26			

$A > C > B$ 。

2.2 通过 $L_9(3^4)$ 正交试验筛选最佳发酵液

选择 $L_9(3^4)$ 正交试验, 将因素水平填入正交表中, 无误差列, 因此将每次试验重复3次, 取均值, 结果见表7, 方差分析结果见表8。

由表7可见, 5号样在试验过程中, 乳酸产量最高。其配方为 $A_2B_2C_3D_1$ 。方差分析可得到另一配方 $A_2B_2C_2D_2$ 。从这两种配方中选择一经济实用的最佳配方为 $A_2B_2C_2D_2$ 。因为此配方节约了发酵时间。从极差分析中可见, 影响试验的四因素的大小顺序是 $A > C > B > D$ 。

2.3 通过 $L_9(3^4)$ 正交试验筛选最佳发酵饮料配方 结果见表9。

由表9可见, 4, 5号样调配得分较高, 4号样的配方是 $A_2B_1C_3$, 5号样的配方是 $A_2B_2C_3$, 根据极差分析可得到另一配方(N号) $A_2B_2C_2$ 。为了得到最佳配方将这三个配方做重复试验, 结果见表10。

由表10可见, 通过重复试验, 4号样得分最高, 因此选择4号样为最佳配方。即在发酵原液中添加蔗糖5%, 柠檬酸0.02%, CMC-Na 0.2%, 黄原胶0.03%。

2.4 番茄、胡萝卜汁混合发酵饮料稳定性观察

2.4.1 杀菌型饮料的稳定性 杀菌型饮料室温放置3个

表7 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料筛选最佳发酵液正交表
Table 7 Results of orthogonal experiment on fermentation of tomato and carrot juice

试验号	A	B	C	D	结果评分 乳酸量(%)
1	1	1	1	1	0.24
2	1	2	2	2	0.45
3	1	3	3	3	0.52
4	2	1	2	3	0.56
5	2	2	3	1	0.78
6	2	3	1	2	0.42
7	3	1	3	2	0.72
8	3	2	1	3	0.71
9	3	3	2	1	0.53
K ₁	1.21	1.52	1.37	1.55	
K ₂	1.76	1.94	1.54	1.59	
K ₃	1.96	1.47	2.02	1.79	
R	0.75	0.47	0.65	0.24	

表8 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料筛选最佳发酵液方差分析表
Table 8 Analysis of variance on the fermentation of tomato and carrot juice

变异来源	SS	v	M S	F	P
A	0.300	2	0.150	793.01	0.001
B	0.140	2	0.072	378.61	0.001
C	0.250	2	0.120	647.14	0.001
D	0.029	2	0.014	75.43	0.001
误差	0.0034	18	0.0002		
总变异	0.720	26			

表9 筛选最佳番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料正交表

Table 9 Results of orthogonal experiment on fermentation of tomato and carrot beverage

试验号	A	B	C	误差	结果评分			总分
					口感 (40分)	组织状态 (30分)	香味 (30分)	
1	1	1	1	1	30	23	25	78
2	1	2	2	2	32	26	22	80
3	1	3	3	3	30	24	26	80
4	2	1	2	3	36	28	26	90
5	2	2	3	1	35	25	23	83
6	2	3	1	2	23	23	24	70
7	3	1	3	2	22	25	23	70
8	3	2	1	3	32	26	20	78
9	3	3	2	1	35	24	22	81
K ₁	238	238	225					
K ₂	244	239	251					
K ₃	227	232	233					
R	17	7	26					

表10 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料口感调配重复试验

Table 10 Results of the repeated test on taste and steady of fermentation of tomato and carrot beverage

试验号	A	B	C	口感 (40分)	组织状态 (30分)	香味 (30分)	总分
4	2	1	2	36	28	27	91
5	2	2	3	34	25	28	87
N	2	2	2	37	26	27	90

月后, 饮料性状稳定, 无分层, 无沉淀, 色泽无变化。

2.4.2 活菌型饮料的稳定性 活菌型饮料4℃放置1个月, 饮料性状较稳定, 无分层, 无沉淀, 色泽稍变深, 其活菌数是 1.28×10^6 个/ml (均值)。

2.5 番茄、胡萝卜混合汁乳酸菌发酵饮料成品测定

2.5.1 色泽、口感 橘红色, 口感酸甜, 爽口, 有番茄、胡萝卜的滋味及乳酸发酵产生的特有香味。

2.5.2 乳酸菌数测定 活菌型饮料最初乳酸菌数在 1×10^9 个/ml 以上。

2.5.3 酸度测定 饮料装瓶封口前乳酸含量是0.81%。杀菌型饮料观察3个月, 乳酸含量是0.78% (均值)。活菌型饮料观察1个月, 乳酸含量是0.84% (均值)。

2.5.4 pH值 饮料装瓶封口前pH值4.38。杀菌型饮料观察3个月, pH值是4.26 (均值)。活菌型饮料观察1个月, pH值是3.52 (均值)。

2.5.5 可溶性固形物测定 饮料装瓶封口前可溶性固形物是15.8%。杀菌型饮料观察3个月, 可溶性固形物含量是15.3% (均值)。活菌型饮料观察1个月, 可溶性固形物含量是14.1% (均值)。

3 讨论

菌种的筛选是乳酸发酵的关键之一, 菌株选择条件是: 具有生香性, 无异味, 产生的乳酸为左旋乳酸或消旋乳酸; 产酸量高, 适应性强不易变异等^[8]。常应用于食品中的乳酸菌是保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌。根据大量资料显示^[9], 在乳酸菌发酵过程中, 由于球菌和杆菌的共生作用, 使混合菌发酵明显优于单菌发酵。因此本实验选择了保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌按1:1比例混合, 对番茄、胡萝卜混合汁进行发酵。根据保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌的生理生化特点, 在番茄、胡萝卜混合汁中加碳源葡萄糖和氮源脱脂乳做为中间种子液, 使这两种菌在未安全脱离乳的情况下, 去适应混合汁的环境。本实验结果表明最佳的种子液配方是混合汁比3:7, 2%葡萄糖, 2%脱脂乳, 3%接种量。考虑到发酵技术三因素, 发酵温度, 发酵时间, 接种量。本实验以混合汁的配比, 发酵温度, 发酵时间, 种子液接种量得最佳配方为: 番茄汁、胡萝卜汁比3:7, 发

酵温度41℃, 发酵时间24h, 接种量3%。以发酵液为基料, 在其中加入蔗糖和柠檬酸来调配饮料, 使其酸甜适中, 口感较好。本实验所得产品属于浑浊型饮料, 其中含有细小果肉颗粒。这类饮料要求在保质期内不发生分层、沉淀现象。果蔬饮料通常通过均质和添加稳定剂提高饮料汁液的稳定性^[10]。本次实验饮料调配中用30MPa的压力进行均质。根据稳定剂的理化特点和饮料的特点, 在实验中选择黄原胶, 耐酸性CMC-Na为稳定剂, 通过正交试验筛选出最佳配方即蔗糖5%, 柠檬酸0.02%, CMC-Na 0.2%, 黄原胶0.03%。

本实验小试阶段最后产品有两种, 一种是活菌型饮料, 另一种是杀菌型饮料。活菌型饮料对包装和存放条件有一定的要求, 货架期较短, 在4℃冷藏条件下可以保存1个月。而杀菌型饮料, 在包装前已将乳酸菌杀死, 观察3个月, 各项指标变化不大, 因此该饮料的保质期、货架期较长, 可达到3个月以上。对活菌和杀菌这两种饮料今后的生产方向, 要根据市场需求和生产工艺来决定。

参考文献:

- [1] 李琳, 关永娴, 等. 番茄红素的研究进展[J]. 食品科学, 2000, 21(5): 8-11.
- [2] 余焕玲, 晏萍. 乳酸菌的生理功能及在食品中的应用[J]. 饮料工业, 2000, 3(4): 10-13.
- [3] 张红. 乳酸菌的发酵性质和生物学功能[J]. 生物学通报. 1999, 34(12): 18-20.
- [4] 刘会平, 李玉娥, 康连平. 活性乳酸菌饮料的研制[J]. 山西农业大学学报, 1998, 18(3): 254-258.
- [5] 郭春宝. 乳酸菌发酵草莓汁的研制[J]. 食品科学, 2001, 22(9): 52-55.
- [6] 解蕊, 王禾, 李剑虹. 乳酸菌发酵胡萝卜汁的研制[J]. 食品工业, 2002, (2): 21-23.
- [7] 高愿军, 孙用明, 冯卫华. 红薯乳酸菌发酵饮料的研制[J]. 食品科学, 1998, 19(7): 62-64.
- [8] 张翠霞, 王淑华, 张翠焕. 功能性乳酸菌系列产品的研制开发[J]. 微生物学杂志, 1997, 17(1): 33-35.
- [9] 施安辉, 周波. 乳酸菌分类、生理特性及在食品酿造中的应用[J]. 中国调味品, 2001, (11): 3-8.
- [10] 胡萍, 王雪青, 王莅. 活性乳酸菌饮料稳定性研究[J]. 食品科技, 1998, (3): 31-33.

中国期刊方阵双效期刊