

麦芽汁乳酸发酵工艺研究

李世燕¹,王 赢¹,牛广财¹,朱 丹²,陈 岩¹,布扬帆¹

(1. 黑龙江八一农垦大学 食品学院,黑龙江 大庆 163319;2. 黑龙江八一农垦大学 生命科学技术学院,黑龙江 大庆 163319)

摘要:为了研制出一种全新麦芽汁乳酸发酵产品,利用保加利亚乳杆菌发酵麦芽汁,以感官评分为评价指标,通过单因素试验和正交试验研究其发酵工艺。结果表明:麦芽汁乳酸菌发酵的最优工艺参数为:接种量 6%、发酵时间 48 h、发酵温度 40 ℃。在此条件下制得的麦芽汁乳酸发酵饮料呈金黄色,澄清透明,具有天然的麦芽香气。

关键词:麦芽汁;乳酸菌;发酵

中图分类号:TS201.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)09-0104-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.09.0104

乳酸菌是一类能利用碳水化合物(主要指葡萄糖)发酵产生乳酸的有益细菌。研究表明,乳酸菌及其代谢产物具有延缓衰老、调节血脂、降低胆固醇、提高免疫力、抑制肿瘤和改善胃肠道菌群环境等多方面的保健作用^[1-2]。由于乳类乳酸菌发酵产品中含有大量的过敏原、较高的胆固醇及乳糖,限制了乳糖不耐症者、过敏体质者等一类人的消费^[3],所以乳酸菌发酵产品的研发不断深入,除了果蔬乳酸产品,以大米、小麦、大麦等传统谷物开发的乳酸健康饮料也逐渐成为热点。

由大麦经发芽、糖化制得的麦芽汁营养丰富,含有丰富的糖类物质、氨基酸、核酸、微量元素和维生素等,具有开胃、健脾、消滞、改善肠胃功能等功效,所以是生产功能性饮料的一种理想原材料。可是麦芽汁发酵前带有生味和不清新的味道,所以不可以直接引用^[4-5]。

利用乳酸菌将麦芽汁发酵制成麦芽汁乳酸发酵产品,不仅除去了麦芽汁的异味,还有大麦芽独有的清香,具有良好的营养保健作用^[6]。随着人们生活水平的提高,开发麦芽汁乳酸发酵产品具有广阔的发展前景。本试验以全麦芽汁为主要原料,利用保加利亚乳杆菌为发酵剂,探讨麦芽汁乳酸发酵的最佳生产工艺,为其后期开发利用提供基础依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为大麦芽(北大荒龙垦麦芽集团提

供)、鲜牛乳(黑龙江省大庆市乳品收购站)、保加利亚乳杆菌(黑龙江八一农垦大学食品微生物实验室保藏)、MRS 肉汤培养基(青岛海博生物技术有限公司提供);氢氧化钠(分析纯)(天津市大茂化学试剂厂提供)。

仪器与设备有 HR7633 型打浆机(珠海经济特区飞利浦家庭电器有限公司生产)、EX324 电子分析天平(奥豪斯仪器(上海)有限公司生产)、LDZX-75KBS 型立式压力蒸汽灭菌器(上海申安医疗器械厂生产)、DK-S12 型电热恒温水浴锅(上海森信实验仪器有限公司生产)、WS113 手持糖度仪(上海测维光电技术有限责任公司生产)、HH-S 型恒温培养箱(金坛市恒丰仪器厂生产)、PHS-3C 型精密 pH 计(上海雷诺仪器厂生产)、湘仪 L420 台式低速自动平衡离心机(长沙湘仪离心机仪器有限公司生产)。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程^[4]

菌种活化→发酵剂



大麦芽粉→糖化→杀菌→冷却→接种→发酵→杀菌→冷却→成品

1.2.2 操作要点 (1)麦芽汁的制备:以 1:4 的料水比加水,在 60℃下恒温糖化直至糖化液与碘液反应不呈现蓝色为止,过滤,灭菌待用^[4]。(2)菌种的驯化及发酵剂制备:为使乳酸菌更适合在麦芽汁中发酵,对乳酸菌进行驯化。将 1%(v/v)乳酸菌逐步转接入鲜奶和麦芽汁比例分别为 1:4、2:3、3:2、4:1、6:1、9:1 的不同培养基中,在 42℃条件下培养至 pH 为 4.5 时结束培养^[4]。最后将其接种于纯麦芽汁中培养,得到发酵剂,备用。

1.2.3 乳酸发酵单因素试验 ①乳酸菌接种量

收稿日期:2015-12-15
基金项目:黑龙江省大庆市指导性科技计划项目(szdfy-2015-32)
第一作者简介:李世燕(1989-),女,山东省日照市人,在读硕士,从事园产品加工研究。E-mail: 1009084518@qq.com。
通讯作者:牛广财(1971-),男,吉林长岭县人,博士,教授,从事食品贮藏与加工研究。E-mail:geniu@126.com。

对麦芽汁乳酸发酵饮料的影响:按 3%、4%、5%、6%和 8%的接种量将乳酸菌分别接种到已灭菌的糖化好的麦芽汁中,在 42℃下发酵 48 h,测定发酵液的 pH 并对其进行感官评价,确定出最佳接种量。② 发酵时间对麦芽汁乳酸发酵饮料的影响:将糖化好的麦芽汁杀菌冷却后,接入 6%乳酸菌,在 42℃的条件下,分别发酵 0、12、24、36 h 和 48 h,测定发酵液总酸度并对其进行感官评价,确定出最佳发酵时间。③ 发酵温度对麦芽汁乳酸发酵饮料的影响:将糖化好的麦芽汁杀菌冷却后,接入 6%乳酸菌,分别在 30、34、38、40 和 42℃下发酵 48 h,测定发酵液总酸度并对其进行感官评价,确定最佳发酵温度。

1.2.4 正交试验 以感官评分为评价指标,选取乳酸菌接种量(A)、发酵时间(B)、发酵温度(C)三项指标,设计三因素三水平 $L_9(3^3)$ 正交试验,确定麦芽汁乳酸发酵的最佳工艺参数。麦芽汁乳酸发酵正交试验因素水平表见表 1。

表 1 麦芽汁乳酸发酵饮料的正交试验因素水平
Table 1 Levels and factors of orthogonal experiment of malt lactic acid beverage

水平 Level	A 接种量/% Inoculation amount	B 发酵时间/h Fermentation time	C 发酵温度/℃ Fermentation temperature
1	5	24	38
2	6	36	40
3	8	48	42

1.2.5 测定项目及方法 ①感官评分方法:请 10 名具有品评经验的专业人员按照表 2 的评分标准分别对麦芽汁乳酸发酵产品样品进行品尝,分别鉴评其色泽、香气、组织状态、口感后给出得分,总分为 100 分,取其平均值作为最终得分。② 主要指标测定方法:可溶性固形物采用手持糖量计测定;pH 采用 pH 计测定;总酸度(以乳酸计)采用酸碱滴定法^[7]测定。

2 结果与分析

2.1 乳酸菌接种量对麦芽汁乳酸发酵饮料的影响

由表 3 可知,接种量的多少对发酵速度和产品品质都有一定影响。接种量较低时,发酵速度较慢,香气不足,口味淡薄。接种量过大,乳酸菌生长速度过快,耗糖量大,且细胞易衰老自溶,而造成发酵液风味不良。从产品品质看,接种量为 3%~4%时,发酵液有麦芽的生味且发酵乳香气很淡;接种量为 5%~6%时,产品香气明显,酸味适中,但接种量为 6%的发酵液整体风味更纯正;接种量为 8%的产品有刺激性气味。所以确定最佳接种量为 6%。

表 2 麦芽汁乳酸发酵产品的感官评分
Table 2 Standard of sensory evaluation of malt lactic acid beverage

项目 Items	评分标准 Evaluation standard	分值 Score
色泽	具有产品正常的金黄色或橙黄色	20~25
25	乳黄色或橙黄色较浅或较深	15~20
	乳白色或橙红色	<15
香气味	发酵乳香气及麦芽香气浓郁,无杂味	20~25
25	发酵乳香气及麦芽香气较淡,无杂味	15~20
	香气不足,有杂味	<15
组织	质地均匀稳定,无气泡,无沉淀,不分层	20~25
状态	轻微分层或有少许沉淀,无气泡	15~20
25	质地不均匀,分层明显,有气泡,沉淀较多	<15
口感	柔和细腻,爽口滑润,酸甜适宜	20~25
25	较细腻滑润,酸甜较适宜	15~20
	缺乏细腻滑润,酸甜失衡	<15

表 3 不同接种量对产品的 pH 及品质的影响
Table 3 The effect of different inoculation amount on the pH and quality

接种量/% Inoculation amount	pH	产品品质 Quality	评分 Score
3	4.50	淡黄色,麦芽汁味重, 口味淡薄,无香味	77.90
4	4.20	浅黄色,麦芽汁味浓, 微酸,香味不足	82.80
5	4.00	亮黄色,香味适中,酸味较好	85.40
6	3.60	金黄色,香味明显且纯正, 酸味适中	86.70
8	3.50	淡褐色,酸味较重	80.20

2.2 发酵时间对麦芽汁乳酸发酵饮料的影响

由表 4 可知,在其它条件一定的情况下,总酸度随着发酵时间的延长而增多;发酵时间越短,则酸味不足。所以,发酵 48 h 时的发酵液酸度适中,感官评分最高,因此,乳酸菌最佳发酵时间为 48 h。

表 4 不同发酵时间对产品总酸度及品质的影响

Table 4 The effect of different time of fermentation on the total acidity and quality

发酵时间/h Fermentation time	总酸度/(g·(100 mL) ⁻¹) total acidity	评分 Score
0	0.16	78.10
12	0.35	80.50
24	0.62	82.30
36	0.84	84.90
48	0.92	87.30

2.3 发酵温度对麦芽汁乳酸发酵饮料的影响

由表 5 可知,发酵温度过高,菌种的发酵速度太快,产酸多,而香味物质少,产品风味差;温度过低,发酵速度缓慢而且发酵时间太长,发酵温度控制在 40℃时,发酵速度适宜且产品的风味较佳。

表 5 不同发酵温度对发酵液总酸度及品质的影响
Table 5 Theeffect of different temperature of fermentation on the total acidity and quality

发酵温度/℃ Fermentation temperature	总酸度/(g·(100 mL) ⁻¹) Total acidity	评分 Score
30	0.78	76.50
34	0.81	77.90
38	0.84	80.40
40	0.92	82.30
42	0.97	80.90

2.4 正交试验优化结果

根据单因素试验结果,按照表 1 的正交试验因素水平表并根据表 2 感官评分标准,得到正交试验结果(见表 6)。

表 6 正交试验 L₉(3³)结果及分析

Table 6 Results and analysis of the orthogonal experiment L₉(3³)

序号 No.	A 接种量/% Inoculation amount	B 发酵时间/h Fermentation time	C 发酵温度/℃ Fermentation temperature	感官评分 Score
1	1	1	1	72.11
2	1	2	2	78.90
3	1	3	3	79.32
4	2	1	2	78.64
5	2	2	3	82.90
6	2	3	1	84.32
7	3	1	3	70.70
8	3	2	1	72.43
9	3	3	2	79.61
K ₁	230.51	221.62	229.50	
K ₂	245.80	234.23	237.11	
K ₃	222.80	243.20	232.93	
k ₁	76.84	73.87	76.50	
k ₂	81.93	78.07	79.03	
k ₃	74.27	81.06	77.64	
R	7.89	7.43	2.51	

由表 6 中极差分析可以看出,影响麦芽汁乳酸发酵因素的主次顺序为:接种量(A)>发酵时间(B)>发酵温度(C)。由 k 值确定各因素的最优组合为 A₂B₃C₂,即乳酸菌接种量 6%、发酵时间 48 h、发酵温度 40 ℃。由于试验得到的最佳工艺条件组合 A₂B₃C₂并未在正交试验中出现,因此对正交试验分析结果的最佳理论方案进行 3 次验证试验,其结果是感官评分为 84.7 分。

3 结论

麦芽汁乳酸发酵的最佳工艺参数为:乳酸菌接种量 6%、发酵时间 48 h、发酵温度 40 ℃。在此条件下制得的麦芽汁乳酸发酵产品感官评分为 84.7 分,呈金黄色,澄清透明,具有天然的麦芽香气。

参考文献:

[1] 刘春燕,夏姣,徐林,等.红皮萝卜泡菜自然发酵过程中乳酸菌的动态变化[J].食品工业科技,2015,36(18):176-181.
[2] Hosoda M H, Hashimoto H, He F, et al. Effect of administration of milk fermented with Lactobacillus acidophilus LA-2 on fecal mutagenicity and microflora in the human intestine[J]. Journal of Dairy Science, 1996, 79(5): 745-749.
[3] Gupta S, Abu-Ghannam N. Probiotic Fermentation of plant based products: possibilities and opportunities[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2012, 52(2): 183-199.
[4] 肖连冬,刘翠苹,陈艳洁,等.全麦芽汁乳酸发酵饮料的研制[J].江西食品工业,2010,29(3):20-21.
[5] 刘仁禄,陶兴无,徐晓梅,等.乳酸菌与酵母菌混合发酵麦芽汁饮料工艺研究[J].湖北农业科学,2016,55(4):988-991,992.
[6] 张珍,李波清.乳酸菌主要代谢产物及其作用研究进展[J].滨州医学院学报,2012,35(4):274-276.
[7] 彭业锦.凉薯乳酸发酵饮料的研制[D].长沙:湖南农业大学,2009.

Study on the Fermentation Technology of Malt Juice by Lactic Acid Bacteria

LI Shi-yan¹, WANG Ying¹, NIU Guang-cai¹, ZHU Dan², CHEN Yan¹, BU Yang-fan¹

(1. College of Food Science, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. College of Life Science and technology, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: The malt juice was fermented by the lacobacillus bulgaricus in order to make a new type of malt beverage. taking the sensory score as the index, the fermentation process was researched by the single-factor experiment and orthogonal experiment. The results showed that the optimal malt juice fermentation conditions were as follows: inoculation amount was 6%, fermentation temperature was 40 ℃ and fermentation time was 48 h. And in these condition, the beverage was golden yellow and clear, which had natural malt smell.

Keywords: malt juice; lactobacillus; fermentation