

文章编号: 1003-8701(2015)06-0104-04

甜荞乳酸菌发酵功能性饮料的研制

李凤林¹, 宋建¹, 于汇²

(1. 吉林农业科技学院食品工程学院/吉林省酿造技术科技创新中心, 吉林 吉林 132101;

2. 吉林市汇丰科技开发有限责任公司, 吉林 吉林 132000)

摘要: 本研究以甜荞为主要原料, 经酶解、乳酸发酵后生产出一种风味独特、稳定性良好的谷类发酵饮料。通过复合稳定剂配比试验, 确定出甜荞乳酸菌发酵饮料复合稳定剂配比为: CMC-Na 添加量 0.2%、海藻酸钠添加量 0.2%、黄原胶添加量 0.2%; 通过饮料发酵工艺试验, 确定出甜荞乳酸菌发酵饮料发酵工艺为: 混合乳酸菌添加量 4%、发酵温度 42℃、发酵时间 4 h。活菌饮料保质期为 7 d, 杀菌饮料保质期为 60 d。

关键词: 甜荞; 稳定剂; 发酵; 乳酸菌; 保质期

中图分类号: TS275.4

文献标识码: A

Development of Functional *Fagopyrum esculentum* Beverage Fermented by *Lactobacillus*

LI Feng-lin¹, SONG Jian¹, YU Hui²

(1. Department of Food Technology, Jilin Agricultural Science and Technology College/Brewing Technology Innovation Center of Jilin Province, Jilin 132101; 2. Jilin Huifeng Technology Development Co., Ltd., Jilin 132000, China)

Abstract: In this study, *Fagopyrum esculentum* grains were used as the main raw material to develop the fermented beverage, which has unique flavor and good stability, by enzymatic activity and lactic acid fermentation. Through composite stabilizer ratio test, the composite stabilizer ratio of *Fagopyrum esculentum* beverage fermented by *Lactobacillus* was as follows: 0.2% of CMC-Na, 0.2% of sodium alginate, and 0.2% of xanthan gum. Through beverage fermentation test, the fermentation technology of *Fagopyrum esculentum* beverage fermented by *Lactobacillus* was determined as follows: 4% of mixed lactic acid bacteria, fermentation temperature being 42℃ and fermentation time being 4h. Quality guarantee period of live bacteria beverage was 7d, while that of sterilization beverage was 60d.

Key words: *Fagopyrum esculentum*; Stabilizer; Fermentation; *Lactobacillus*; Quality guarantee period

性食品研究。

荞麦属蓼科荞麦属作物, 为一年生草本双子叶植物。荞麦在我国属于小宗杂粮作物, 分布较广, 栽培主要品种有普通荞麦 (*Fagopyrum esculentum*) 和鞑靼荞麦 (*Fagopyrum tataricum*) 两种, 前者称甜荞, 后者称苦荞。华北、西北、东北地区以种植甜荞为主, 西南地区的云南、四川、贵州等省以种植苦荞为主^[1-2]。荞麦营养丰富, 含有丰富的蛋白质、碳水化合物、不饱和脂肪酸及维生素等。

荞麦蛋白质含量高于其他粮食作物, 其氨基酸组成合理, 含有 20 种, 且 8 种必需氨基酸含量丰富; 不饱和脂肪酸约占总脂肪酸的 80% 左右, 以油酸与亚油酸含量最多^[3-4]。此外, 荞麦还富含芦丁、山奈酚、槲皮素、异牡荆碱等黄酮类化合物, 具有降血压、降糖、抗高胆固醇, 抗氧化, 抗肿瘤及神经保护等多种食疗功效^[5-7]。但目前我国的荞麦产品一直处于小规模粗加工状态, 初级产品多, 目前主要产品是荞麦粉、荞麦粥、荞麦米、荞麦方便面、荞麦挂面、荞麦饼干、荞麦茶等初加工产品^[8], 技术含量较低, 良好的资源还未能发挥其优势。为此, 本研究以甜荞为主要原料, 经酶解、乳酸发酵后生产出一种风味独特、稳定性良好的谷

收稿日期: 2015-06-26

基金项目: 吉林农业科技学院微生物学重点学科培育项目(吉农院合字[2013]X002); 吉林农业科技学院食品科学重点学科项目(吉农院合字[2015]032)

作者简介: 李凤林(1973-), 男, 教授, 博士, 从事天然产物及功能

类发酵饮料,充分发挥了乳酸菌发酵所产生的功能性以及甜荞原料自身的营养价值。该产品将提高甜荞原料的附加值,丰富谷类发酵饮料产品种类,同时也会提高相关企业的经济效益及我国甜荞加工的技术水平。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

荞麦子粒(市售甜荞)、蔗糖、中温 α -淀粉酶(α -Amylase)、葡萄糖淀粉酶(Glucoamylase)、德氏乳杆菌保加利亚亚种(*Lactobacillus bulgaricus*)、嗜热乳酸链球菌(*Streptococcus thermophilus*)、双歧杆菌(*Bifidobacterium lactis*)、CMC-Na、海藻酸钠、黄原胶等,均来自于吉林农业科技学院畜产品加工实验室。

1.2 仪器与设备

超净工作台(ZHJH-C1214C,杭州汇尔仪器设备有限公司)、恒温培养箱(DHP-9052,南京卓鼎干燥设备厂)、实验型均质机(APV2000,上海顺仪实验设备有限公司)、实验型粉碎机(RT-34,北京开创同和公司)、胶体磨(JTM-LB80,温州昊星机械设备制造有限公司)等,均来自于吉林农业科技学院畜产品加工实验室。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

蔗糖+稳定剂(海藻酸钠+黄原胶+CMC-Na)

↓

甜荞→粉碎→浸泡→糊化→酶解→过滤→调配→均质→灭菌→冷却→接种→发酵→冷却→灌装→不杀菌/杀菌→成品(活菌型/杀菌型)

1.3.2 操作要点

①粉碎:将甜荞清理除杂后用粉碎机粉碎,过30~50目筛获甜荞粉。

②浸泡、糊化:将甜荞粉以1:20的料水比浸泡20~30 min,升温至100℃糊化20 min。

③酶解、过滤、调配、均质^[9]:将糊化后甜荞乳调pH值6.2,加10单位/g中温 α -淀粉酶液化,85℃下保温20 min,沸腾灭酶,然后冷却至65℃,调pH值4.2,加500单位/g单葡萄糖淀粉酶,60℃下保温35 min,沸腾灭酶,冷却至30℃,60目筛过滤后添加5%蔗糖和适量稳定剂进行调配,然后升温至55~65℃,20~26Mpa下均质。

④灭菌、冷却:将均质后的甜荞液采用121℃、15 min灭菌,然后冷却至40℃。

⑤接种、发酵:将调制好的混合乳酸菌发酵剂

(嗜热链球菌+保加利亚乳杆菌+双歧杆菌按1:1:1比例)按一定添加量、选择适合发酵温度、发酵时间进行发酵。

⑥冷却、灌装、成品:将发酵后的产品冷却至20℃、尽可能在无菌条件下灌装,获得成品,4℃保存,测定活菌饮料保质期。也可灌装后采用100℃、10 min的热处理,常温下保存,测定杀菌饮料保质期。

1.4 试验设计

1.4.1 复合稳定剂配比研究

选择CMC-Na添加量、海藻酸钠添加量、黄原胶添加量等试验因素,以饮料成品离心分层率为指标,通过正交试验确定复合稳定剂配比组成。

表1 复合稳定剂配比正交试验设计因素及水平 %

水平	A CMC-Na 添加量	B 海藻酸钠 添加量	C 黄原胶 添加量
1	0.2	0.1	0.1
2	0.3	0.2	0.2
3	0.4	0.3	0.3

正交试验设计见表1。

1.4.2 饮料发酵工艺研究

选择混合乳酸菌(嗜热链球菌:保加利亚乳杆菌:双歧杆菌=1:1:1)添加量、发酵温度、发酵时间等试验因素,以饮料成品感官评分为指标,通过正交

表2 饮料发酵正交试验设计因素及水平

水平	A 混合乳酸菌 添加量(%)	B 发酵温度 (℃)	C 发酵时间 (h)
1	3	40	3
2	4	42	4
3	5	44	5

试验确定发酵工艺条件。正交试验设计见表2。

1.5 分析测定方法

1.5.1 离心分层率测定

在10 mL离心管,加入5 mL饮料进行离心(4000 r/min, 15 min),弃去上部溶液,取沉淀物进行称重,每个样品进行3次,取平均值^[10],按下式计算离心分层率。

$$C = \frac{m}{M} \times 100\%$$

式中:m-沉淀质量;M-饮料质量。

1.5.2 感官评定标准

选择10名有经验人员进行感官评定,以百分计,取平均值,感官评分标准见表3。

1.5.3 饮料卫生学检验

饮料卫生学检验按照 GB16321 进行,其中菌落总数测定按 GB/T4789.2 进行,大肠菌群测定按

表3 甜养乳酸菌发酵饮料感官评分标准

评分项目	评分标准	分值
色泽 (25分)	带微黄乳白色,有光泽	20~25
	有杂色,有光泽	10~20
	明显异色,无光泽	0~10
风味 (25分)	有淡淡养麦味,乳酸风味可口,无异味	20~25
	无养麦味,发酵香味较重,无异味	10~20
	无养麦味,有其他异味或蒸煮味	0~10
滋味及口感 (25分)	酸甜可口,口感细腻	20~25
	偏酸或偏甜,口感细腻	10~20
	过酸或过甜,口感粗糙	0~10
组织状态 (25分)	没有沉淀或分层	20~25
	有轻微分层	10~20
	有沉淀或明显分层	0~10

GB/T4789.3 进行,霉菌与酵母测定按 GB/T4789.15 进行,乳酸菌测定按 GB/T16347 进行。

2 结果与分析

2.1 复合稳定剂配比确定

在参考已有文献[11-12]及 GB2760 要求基础上,确定使用 CMC-Na、海藻酸钠、黄原胶组成复合稳定剂,选择 CMC-Na、海藻酸钠、黄原胶添加量等 3 因素,在混合乳酸菌(嗜热链球菌:保加利亚乳杆菌:双歧杆菌=1:1:1)添加量 4%、发酵温度 42℃、发酵时间 4 h 的条件下,以饮料成品离心

表4 复合稳定剂配比正交试验结果 %

实验号	A CMC-Na 添加量	B 海藻酸 钠添加量	C 黄原胶 添加量	离心分层 率
1	1	1	1	2.84
2	1	2	2	2.13
3	1	3	3	2.59
4	2	1	2	2.78
5	2	2	3	2.96
6	2	3	1	3.11
7	3	1	3	3.49
8	3	2	1	3.76
9	3	3	2	3.36
X1	2.520	3.037	3.237	
X2	2.950	2.950	2.757	
X3	3.537	3.020	3.013	
R	1.017	0.087	0.480	

分层率为指标,通过正交试验确定复合稳定剂配

比组成。试验结果见表 4。

由表 4 可以看出,影响饮料成品离心分层率因素依次为 CMC-Na 添加量>黄原胶添加量>海藻酸钠添加量;复合稳定剂最佳组合为 A₁B₂C₂,即 CMC-Na 添加量 0.2%,海藻酸钠添加量 0.2%,黄原胶添加量 0.2%,此时离心分层率最低,为 2.13%,说明复合稳定剂在此配比条件下稳定性最好,故采用此组合为复合稳定剂最佳配比。

2.2 饮料发酵工艺条件确定

在参考已有文献[13]基础上,选择混合乳酸菌添加量、发酵温度、发酵时间等 3 因素,固定复合稳定剂配比为 CMC-Na 添加量 0.2%、海藻酸钠添加量 0.2%、黄原胶添加量 0.2% 条件下,以饮料成

表5 饮料发酵工艺正交试验结果

实验号	A 混合乳酸菌 添加量(%)	B 发酵温 度(℃)	C 发酵时 间(h)	感官评分 (100分)
1	1	1	1	68
2	1	2	2	76
3	1	3	3	72
4	2	1	2	84
5	2	2	3	91
6	2	3	1	87
7	3	1	3	81
8	3	2	1	84
9	3	3	2	86
X1	72.000	77.667	79.667	
X2	87.333	83.667	82.000	
X3	83.667	81.667	81.333	
R	15.333	6.000	2.333	

品感官评分为指标,通过正交试验确定甜养乳酸菌饮料发酵工艺条件。试验设计及结果见表 5。

由表 5 可以看出,影响饮料成品感官评分因素依次为混合乳酸菌添加量>发酵温度>发酵时间;发酵工艺的最佳组合为 A₂B₂C₂,即混合乳酸菌添加量 4%、发酵温度 42℃、发酵时间 4 h,但正交表中没有此项组合,故按此进行验证试验,获得感官评分 93 分,高于正交表中最高值,所以采用此组合为饮料发酵工艺最佳条件。

2.3 饮料保质期试验

将活菌饮料在 4℃ 保存,检测其卫生指标,结果发现 7 d 内饮料大肠菌群数为 1MPN/100 mL,霉菌数为 16 cfu/mL,酵母菌数为 21 cfu/mL,乳酸菌数为 1.13×10⁶ cfu/mL,所以可确定活菌饮料保质期为 7 d。

将杀菌饮料在常温下保存,检测其卫生指标,

结果发现 60 d 内饮料菌落总数为 82 cfu/mL, 大肠菌群未检出, 霉菌数为 26 cfu/mL, 酵母菌数为 38 cfu/mL, 所以可确定杀菌饮料保质期为 60 d。

3 结 论

通过复合稳定剂配比试验, 确定出甜荞乳酸菌发酵饮料复合稳定剂配比为 CMC-Na 添加量 0.2%、海藻酸钠添加量 0.2%、黄原胶添加量 0.2%; 通过饮料发酵工艺试验, 确定出甜荞乳酸菌发酵饮料发酵工艺为混合乳酸菌添加量 4%、发酵温度 42℃、发酵时间 4 h。该产品色泽微黄、酸甜可口、没有沉淀或分层, 具有淡淡荞麦风味; 活菌饮料保质期为 7 d, 杀菌饮料保质期为 60 d。

参考文献:

- [1] Gong F Y, Li F L, Zhang W M, et al. Effects of crude flavonoids from tatar buckwheat on alloxan-induced oxidative stress in mice[J]. *Bangladesh J Pharmacol*, 2012(7): 124-130.
- [2] 顾 娟, 洪 雁, 顾正彪. 荞麦淀粉理化性质的研究[J]. *食品与发酵工业*, 2008, 34(4): 36-37.
- [3] 高冬丽, 高金锋, 党根友, 等. 荞麦子粒蛋白质组分特性研究[J]. *华北农学报*, 2008, 23(2): 68-71.
- [4] 张 璟, 欧仕益. 荞麦的营养价值和保健作用[J]. *粮食与饲料工业*, 2000(11): 44-45.
- [5] 王红育, 李 颖. 荞麦的研究现状及应用前景[J]. *食品科学*, 2004, 25(10): 390-394.
- [6] 张 娜, 彭海兵, 王建行, 等. 荞麦黄酮对 2 型糖尿病胰岛素抵抗大鼠炎症因子的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2004, 19(23): 193-195.
- [7] 韩淑英, 吕 华, 朱丽莎, 等. 荞种子总黄酮降血脂、血糖及抗脂质过氧化作用的研究[J]. *中国药理学通报*, 2001, 17(6): 694-696.
- [8] 惠丽娟. 荞麦及荞麦食品研究进展[J]. *粮食加工*, 2008, 33(3): 78-79.
- [9] 张国权, 史一一, 魏益民, 等. 荞麦淀粉酶水解工艺条件研究[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2006, 34(9): 86-90.
- [10] 樊振江, 詹现璞, 栗亚琼, 等. 复合稳定剂对豇豆饮料稳定性的影响[J]. *食品与机械*, 2013, 30(1): 232-234.
- [11] 石志红. 黑玉米饮料的工艺与配方研究[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(10): 4637-4638.
- [12] 李凤林, 吕艳荣, 康 瑶, 等. 澄清型玉米发酵饮料工艺技术研究[J]. *食品工业*, 2013, 34(11): 105-107.
- [13] 骆超超, 卢志勇, 于 微, 等. 几种益生菌发酵谷物饮料制作工艺研究[J]. *东北农业大学学报*, 2011, 42(5): 127-129.
- (责任编辑: 范杰英)
-
- (上接第 103 页)
- [14] 魏 鑫, 魏永祥, 刘 成, 等. 蓝莓抗寒性研究进展及越冬防寒措施[J]. *上海农业学报*, 2015, 31(3): 147-151.
- [15] 魏永祥, 杨玉春, 王兴东, 等. 2008 年辽宁庄河蓝莓抽条危害调查[J]. *北方园艺*, 2010(1): 98-99.
- [16] 黄国辉, 姚 平, 赵凤军, 等. 越橘越冬伤害机理的初步研究[J]. *东北农业大学学报*, 2012, 43(10): 45-49.
- [17] 周书娟, 王 飞, 田治国, 等. 新疆“树上干”杏耐寒株系的鉴定与筛选[J]. *园艺学报*, 2011, 38(10): 1976-1982.
- [18] 魏 鑫, 刘 成, 王兴东, 等. 6 个高丛蓝莓品种低温半致死温度的测定[J]. *果树学报*, 2013, 30(5): 681-687.
- [19] Chinnysamy V, Schumaker K, Zhu J K. Molecular genetic perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signaling in plants[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2004, 55(395): 225-236.
- [20] Gusta LV, Wisniewski M, Nesbitt N T, et al. Factors to Consider in Artificial Freeze Tests[J]. *Acta Hort*, 2003(618): 493-507.
- [21] Takahashi D, Li B, Nakayama T, et al. Plant plasma membrane proteomics for improving cold tolerance[J]. *Front. Plant Science*, 2013(4): 1-4.
- [22] Trotel-Aziz P, Niegret M F, Deleu C, et al. The control of proline consumption by abscisic acid during osmotic stress recovery of canola leaf discs[J]. *Physiol. Plantarum*, 2003, 117(2): 213-221.
- [23] 颜延兰, 彦延芹. 高寒地区大地蓝莓越冬防寒技术[J]. *农林与科技*, 2012(11): 170.
- [24] 程祖强. 果树抽条发生原因及预防措施[J]. *北方园艺*, 1994(4): 11-12.
- [25] 夏 雷. 不同覆盖材料对蓝莓防寒效果的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012.
- [26] 裴嘉博, 康立敏, 李亚东, 等. 蓝莓的冻害调查[J]. *落叶果树*, 2013, 45(3): 8-11.
- [27] 张 丽, 马 菊, 史小金, 等. 皖南气象灾害对蓝莓的影响及其防御措施[J]. *现代农业科技*, 2013(2): 245-247.
- [28] 陈宏毅. 我国北方耐寒蓝莓品种选择的研究[J]. *北京农业*, 2011(30): 57-59.
- [29] 邓贵义, 马维广, 姜红甲, 等. 北方蓝莓露地栽培技术[J]. *中国园艺文摘*, 2011(21): 170.
- [30] 黄 杏, 陈明辉, 杨丽涛, 等. 低温胁迫下外源 ABA 对甘蔗幼苗抗寒性及内源激素的影响[J]. *华中农业大学学报*, 2013, 32(4): 6-11.
- [31] 李 瑶, 王 雷, 王东凯, 等. 蓝莓安全越冬研究进展[J]. *黑龙江科学*, 2013, 4(9): 55-57.
- [32] 申 健, 杨国亭, 刘德江. 木醋喷施对蓝莓植株抗寒性的影响[J]. *湖南农业大学学报*, 2013, 39(3): 270-273, 303.
- [33] 王跃兵, 杨德勇, 郑绍煜. 果树越冬常用防寒方法及冻后补救措施[J]. *山西果树*, 2011(1): 9-11.
- (责任编辑: 范杰英)