

Preparation and Physicochemical Properties of Lactic Acid Bacteria Fermented *Lycium ruthenicum* Murr Beverage

Yuting Liu, Yu Ma, Jinglei Li*

School of Food and Biological Engineering, Hefei University of Technology, Hefei Anhui
Email: *lijinglei2010@hotmail.com

Received: Nov. 4th, 2018; accepted: Nov. 16th, 2018; published: Nov. 23rd, 2018

Abstract

Lycium ruthenicum Murr is a berry rich in nutrients such as anthocyanins and dietary fiber. In this study, dry *Lycium ruthenicum* Murr powder was used as a raw material to ferment a *Lycium ruthenicum* Murr fermented beverage (LFB) by three usual lactic acid bacteria. Firstly, the optimal combination of ingredients was selected by sensory evaluation. Secondly, the difference of the number of lactic acid bacteria before and after BWB was detected. Finally, the pH, titratable acidity and sugar content of the beverages before and after fermentation were compared. The physical and chemical indicators of the aspects are compared. Through this research, two optimized formulas were selected, namely *Lycium ruthenicum* Murr 2.5 g:sugar 10 g and *Lycium ruthenicum* Murr 2.5 g:sugar 15 g. The starter was *Lactobacillus bulgaricus*:*Bifidobacterium adolescentis*:*Streptococcus thermophilus* in the ratio of 1:1:1, and fermentation time was 15 h. After the fermentation, the number of *B. bulgaricus* and *B. adolescentis* in the two BWBs was 4.6×10^{11} cfu/mL, 3.8×10^{11} cfu/mL and 5.6×10^{11} cfu/mL, 2.8×10^{11} cfu/mL respectively, and *E. coli* was not detected. The pH is 3.95 and the titratable acidity is 20 mg/L and 19 mg/L, respectively. This study provides a theoretical basis for the development of black sorghum fermented beverage, which has certain application significance.

Keywords

Lycium ruthenicum Murr, Lactic Acid Fermentation, Beverage, Physicochemical Properties

黑枸杞乳酸菌发酵饮料的研制和理化性质研究

刘玉婷, 马 瑜, 李井雷*

*通讯作者。

合肥工业大学食品与生物工程学院, 安徽 合肥
Email: lijinglei2010@hotmail.com

收稿日期: 2018年11月4日; 录用日期: 2018年11月16日; 发布日期: 2018年11月23日

摘要

黑枸杞是一种富含花青素、膳食纤维等营养物质的浆果类食品。本实验以粉碎过的黑枸杞干为原材料, 通过三种主要的乳酸菌进行发酵制备发酵型饮料(*Lycium ruthenicum* Murr fermented beverage, LFB)。首先通过感官评价选出较优的配料组合, 其次检测BWB在灭菌前后的乳酸菌数量方面的差异, 最后对不同配料组合饮料在发酵前后的pH、可滴定酸度、以及糖度等方面的理化指标进行比较。通过研究, 筛选出2个优化配方, 分别为黑枸杞2.5 g:白砂糖10 g和黑枸杞2.5 g:白砂糖15 g, 发酵剂为保加利亚乳杆菌:青春双歧杆菌:嗜热链球菌为1:1:1的混合发酵剂, 发酵时间为15 h。发酵结束后, 两种LFB中保加利亚乳杆菌与青春双歧杆菌数为 4.6×10^{11} cfu/mL, 3.8×10^{11} cfu/mL和 5.6×10^{11} cfu/mL, 2.8×10^{11} cfu/mL, 大肠杆菌未检出, pH值为3.95, 可滴定酸度分别为20 mg/L和19 mg/L。本文为黑枸杞的深加工研制提供了理论依据, 具有一定的应用价值。

关键词

黑枸杞, 乳酸发酵, 饮料, 理化性质

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黑枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr)是枸杞属黑果枸杞的干燥果实, 主要在新疆、青海及宁夏等高海拔地区分布, 被称为沙漠中的“黑珍珠”[1]。黑枸杞中含有大量的花青素, 是至今为止发现的花青素含量最高的果实, 故此还有“花青素之王”的称号。花青素的生物活性研究表明花青素具有抗氧化、抗肿瘤、保护心血管系统及调节血脂等多种药理作用[2]。作为一种新食品原料, 黑枸杞可以直接食用, 并且含有丰富的花色苷、氨基酸及微量元素, 不仅可以保护视力、抗疲劳、保护心血管还可以延缓人体细胞的组织衰老。

目前, 消费者食用黑枸杞的主要方式还是通过泡水为主, 研究人员对于黑枸杞的研究较少, 同时以黑枸杞为原料的食品数量少, 口味差, 消费者认知程度低。这些问题限制了黑枸杞在食品领域的应用, 降低了黑枸杞的商业价值。因此, 有必要开发以黑枸杞为原料的加工食品, 提高黑枸杞的附加值。

本研究以黑枸杞, 白砂糖为原料, 通过三种乳酸菌进行发酵制备黑枸杞发酵饮料(*Lycium ruthenicum* Murr fermented beverage, LFB), 并检测其主要的生理生化指标, 为黑枸杞的深加工提供一定的理论基础。

2. 材料与方法

2.1. 原料与试剂

干制枸杞(产地: 青海柴达木盆地, 市售)、白砂糖(市售)、青春双歧杆菌、保加利亚乳杆菌、嗜热链

球菌(上海博微生物科技有限公司)。乙醇(95%、78%)、结晶紫中性红胆盐琼脂、酚酞、氢氧化钠、葡萄糖、蛋白胨、酵母浸粉、牛肉浸粉、磷酸二氢钾、柠檬酸氢二铵、乙酸钠、硫酸锰、硫酸镁、Tween80、琼脂、蒸馏水、果糖、棉籽糖、硅藻土(国药集团)。

2.2. 仪器与设备

电热恒温培养箱：上海博讯仪器股份有限公司；高压蒸汽灭菌锅：上海博讯仪器股份有限公司；粉碎机：永康市哈瑞工贸有限公司；pH计：上海仪电科学仪器股份有限公司；数显恒温水浴锅：邦西仪器科技有限公司；分光光度计：上海菁华仪器科技有限公司。

2.3. 实验方法

2.3.1. 黑枸杞发酵饮料的工艺流程和操作要点

黑枸杞发酵饮料的制备工艺流程参考相关文献，并进行一定的修改[3][4]，具体流程参照图1进行，主要的操作环节和操作要点包括：

- 1) 粉碎：将适量黑枸杞干果倒入粉碎机中，粉碎约10秒，用密封袋封装冰箱冷藏备用。
- 2) 混合：将粉碎后的黑枸杞与白砂糖按比例加入专用饮料瓶中，并加入100毫升蒸馏水。
- 3) 接种：在混合后的原料中按1:1:1分别加入适量青春双歧杆菌、嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌菌粉，菌粉量：黑枸杞控制在1:50左右。
- 4) 发酵：将接种后的原料液摇匀后放入45℃恒温培养箱中，恒温培养15小时。
- 5) 过滤：将培养后的发酵液用灭菌后的清洁纱布仔细过滤，滤除固体杂质。
- 6) 巴氏杀菌：将过滤后的发酵液密封，置于恒温水浴锅中80℃，灭菌30分钟。

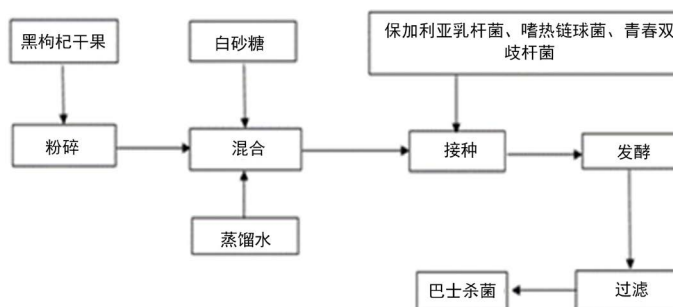


Figure 1. Preparation process of LFB

图1. 黑枸杞发酵饮料(LFB)的制备工艺流程

2.3.2. 产品配料分组

将黑枸杞与白砂糖按照表1的比例配制成产品并分组。

Table 1. Composition and grouping of LFB

表1. 黑枸杞发酵饮料的配比和分组

产品编号	黑枸杞加入量/g	白砂糖加入量/g
1	2.5	5
2	2.5	10
3	2.5	15
4	5	5
5	5	10
6	5	15

2.3.3. LFB 感官评价

对不同组的 LFB 进行感官评价并评分以筛选出较优的组合。感官评价人员为合肥工业大学食品学科与工程专业本科生和研究生，感官评价过程和指标参照之前的研究结果进行[3] [5]。

Table 2. Sensory evaluation form of LFB

表 2. 黑枸杞发酵饮料感官评价表

项目和得分	评分标准	分数
色泽(9)	颜色鲜亮, 比较喜欢	9-8
	颜色柔和, 比较喜欢	7-5
	颜色清淡, 一般喜欢	4-3
	颜色暗沉, 使人讨厌	2-1
	果香良好, 比较喜欢	9-8
风味(9)	果香较小, 但无异味	7-5
	香气不足, 不喜欢此香气, 或有异味	4-3
	香气不良, 使人讨厌	2-1
	新鲜感协调, 爽口, 酸甜适当	9-8
口感(9)	口味协调, 纯正	7-5
	略酸或较甜腻, 不浓郁	4-3
	酸、涩、苦、平淡、有异味	2-1
	酸度适中, 爽口	9-8
酸度(9)	过酸	7-5
	酸度过低	4-3
	酸味奇怪, 难以接受	2-1
甜度(9)	甜度适中, 爽口	9-8
	过甜	7-5
	甜度过低	4-3
	甜味奇怪, 难以接受	2-1
组织感(9)	无沉淀、分层现象, 粘度适中, 口感细腻	9-8
	无沉淀、分层现象, 口感淡薄	7-5
	有沉淀、分层, 口感淡薄	4-3
	有沉淀, 分层, 有絮块	2-1
	比市售类似产品优秀, 比较喜欢	9-8
整体接受度(9)	和市售类似产品相似, 喜好度一般	7-5
	不如市售类似产品, 不太喜欢	4-3
	感觉不会被大部分消费者接受	2-1

2.3.4. 理化指标的测定

通过比较感官评价结果, 筛选出得分较高的 2 种 LFB, 作为后续实验中的研究对象, 进行主要理化指标和微生物指标的检测。

1) pH 测定

方法: 用酸度计分别测定产品发酵前后的 pH, 进行比较。

步骤:

- 1) 校对酸度计。
- 2) 将玻璃探头插入到测试液中, 读数稳定后记录数据。
- 3) 不同样品分别累计测三次, 计算平均值。

2) 可滴定酸度的测定

参照相关文献[6], 使用氢氧化钠标准溶液对 LFB 进行滴定。氢氧化钠溶液, 依照国家标准 GB/T 601-200《化学试剂标准滴定溶液的制备》中进行调配并标定。

方法: 分别滴定发酵前后的产品。进行比较

步骤: 1) 取 10 毫升原液/(发酵液), 加入 20 毫升蒸馏水, 再加入 0.5 毫升 0.5% 酚酞指示剂, 充分混合后用 0.1 mol/L 的氢氧化钠标准溶液滴定至微红色, 且 30 秒内不褪色为滴定终点, 记录氢氧化钠标准溶液所消耗的体积 V。

- 2) 可滴定酸度 = $V \times 10$ 。

3) 糖度测定

用手持糖度计分别测定产品发酵前后的糖度, 进行比较, 主要步骤:

- 1) 校对糖度计
- 2) 打开盖板, 用卷纸将棱镜与盖板上的水擦干, 然后在棱镜玻璃面上滴 2 滴待测液后合上盖板, 使盖板与棱镜中充满待测液且没有气泡。读取视野中明暗交界线上的刻度为待测液的糖度。
- 3) 不同样品分别累计测三次, 计算平均值。

2.3.5. 微生物指标检测

乳酸菌数目检测以及培养基配方参照相关文献进行[7]。保加利亚乳杆菌培养基, 青春双歧杆菌培养基, 嗜热链球菌培养基的配制分别参照相关文献[8]。大肠杆菌为本研究中致病菌检测对象, 其检测方法按照参考文献进行[9]。

3. 结果与分析

3.1. 感官评价

将表 1 中列出的六种产品按照表 2 进行感官评价, 其评价结果列于表 3 中。

本研究中共有 10 名本校食品科学与工程专业本科生和研究生参加了感官评价, 所有评价人员的年龄在 20~25 岁之间, 男女性别分布均匀。从感官评价结果可以直观的看出产品 2、3 号得分最高且相差无几, 其次为产品 5、6 号, 得分相差无几。产品 1、4 号得分较低, 其主要原因是 1 号产品色泽太过清淡且香气不足, 4 号产品颜色暗沉, 酸味奇怪大多数人无法接受。同时, 我们在当地超市中购买了 2 种和黑枸杞饮料外观类似的果汁(没有发现黑枸杞果汁类饮料), 一种为 XX 蓝莓汁(对照 1), 另外一种为 XX 桑葚果汁(对照 2)。由表 3 的感官评价结果可以看出, 相比于市售产品, LFB 2 和 3 在产品色泽、口感、酸度、甜度、组织感、整体接受度以及产品总分数等项目上得分较高, 仅仅在风味上和市售产品相比较低或者相差不大, 说明 LFB 2 和 3 受消费者接受程度较高。同时, 我们选定 LFB 2 和 3 进行后续的实验研究。

3.2. 黑枸杞乳酸菌发酵饮料的理化性质结果

3.2.1. 黑枸杞乳酸发酵乳发酵前后 pH 值变化

选择第 2 组和第 3 组作为后续研究对象, 观测发酵前后 pH 值, 三组平行样取其均值, 其结果如图 2 所示。如图所示, 发酵前样品的 pH 值约为 4.7~5.0 之间, 两组之间差别不大, 第 2 组 pH 值稍高, 可能是由于第二组白砂糖添加量较少的缘故。发酵结束后, 2 组饮料的 pH 值都下降到 3.95 左右, 说明乳酸

Table 3. Sensory evaluation results of LFB
表 3. 黑枸杞乳酸发酵饮料感官评价结果

编号	色泽	风味	口感	酸度	甜度	组织感	整体接受度	产品总分
对照 1	5.42	7.57	5.71	6.86	4.86	6.57	5.43	42.42
1	6.57	5.43	5.43	4.86	4.57	6.43	5.14	38.43
2	7.71	7.14	7.57	6.88	7.71	7.71	7.57	52.29
3	7.71	7.71	7.43	7.43	7.00	8.43	7.86	53.57
4	6.57	5.14	3.71	5.14	3.43	6.14	3.71	33.84
5	6.57	7.00	6.00	6.29	6.00	7.57	6.00	45.43
6	5.86	7.00	6.71	6.86	7.14	7.71	6.00	47.28
对照 2	5.71	6.71	5.00	5.43	4.57	7.00	4.43	38.85

菌发酵产生有机酸，使饮料的 pH 值下降。由于选取的 2 组饮料样品只有糖的添加量有所区别，所以判断糖的添加量对于 pH 值的影响较少。曾献春等人报道了番茄、胡萝卜乳酸菌发酵饮料的主要理化性质，发酵之后其 pH 值在 4.2 左右，含有活菌的饮料在贮藏过程中 pH 值逐渐下降[10]。由于黑枸杞果本身含有一定量的有机酸，其发酵后 pH 值相对较低，这和之前的研究结果比较吻合[11]。

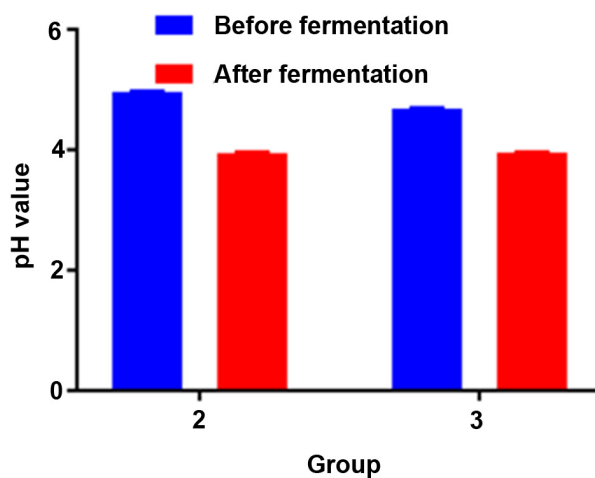


Figure 2. pH values of LFB before and after fermentation

图 2. 发酵前后黑枸杞乳酸发酵饮料 pH 值

3.2.2. 可滴定酸度值

发酵前后可滴定酸度的测定，三组平行样取其均值，其结果如图 3 所示。发酵后，LFB 的可滴定酸度显著升高，说明发酵过程中有机酸含量增加，导致可滴定酸度增加。同时，和 LFB 的 pH 值的结果相似，选定的 2 组样品可滴定之间差异不明显。发酵结束后，第 3 组 LFB 可滴定酸度略高于第 2 组，这可能是由于第 3 组含糖量较高，发酵之后产生的有机酸量较多造成的。杨炳坤等人报道了蓝莓果汁乳酸菌饮料的理化性质，通过乳酸菌发酵之后，其 pH 值下降到 4.1 作用，可滴定酸度为 100 作用，高于本实验研究结果，可能原因推测为蓝莓本身富含有机酸，导致其酸度更高[12]。燕平梅等人报道了白糖对发酵白菜的品质影响，发现白糖会降低发酵白菜的 pH 值，提高其可滴定酸度，这和本研究结果比较吻合[13]。

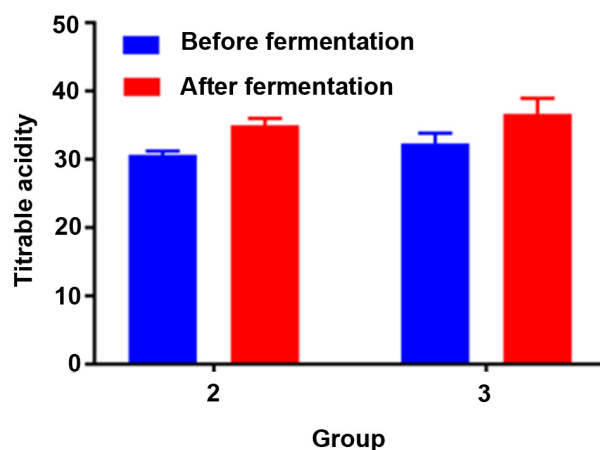


Figure 3. Titration acidity of LFB before and after fermentation
图 3. 发酵前后黑枸杞乳酸发酵饮料可滴定酸度

3.2.3. 含糖量

本研究使用糖度计检测 LFB 的含糖量,并对发酵前后其含糖量的变化进行对比,结果展示在图 4 中。由于样品 2 在发酵前添加的白糖量为 10%左右,样品 3 的添加量在 15%左右,因此发酵前两种样品的糖度和白糖的添加量比较吻合。发酵结束后, LFB 的含糖量均下降,样品 2 含糖量下降到 8%左右,样品 3 含糖量下降到 11%左右。说明经过 15 h 发酵,乳酸菌不能全部消耗完糖类,而存留的部分糖也给 LFB 提供了甜度,使最终的产品糖酸比适中,口感较好。

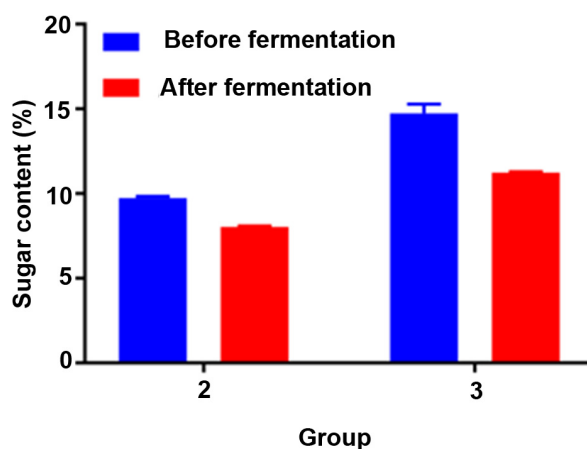


Figure 4. Sugar content of LFB before and after fermentation
图 4. 发酵前后黑枸杞乳酸发酵饮料糖度

3.3. 微生物学指标

乳酸菌被认为是一种益生菌,可以改善肠道环境,促进肠道健康,提高免疫力等多种功效,在食品中具有广泛而重要的应用前景[14]。根据本课题组前期研究结果,本研究使用混合发酵剂(青春双歧杆菌:保加利亚乳杆菌:嗜热链球菌比例为 1:1:1)对黑枸杞进行发酵处理[15][16]。发酵结束后,我们检测了 LFB 中的乳酸菌和大肠杆菌数量,结果分别整理在表 4 和表 5 中。本研究中两种乳酸发酵饮料中保加利亚乳杆菌和青春双歧杆菌的数量在 10^{11} 左右,两种样品之间的差别不大。李静等人在 2012 年对市售三种品牌酸奶乳酸菌含量进行了检测,乳酸菌总数在 $10^7 \sim 10^8$ 之间,低于本研究的计数结果[17]。但是,经过多次

检测, 在 LFB 中未检出嗜热链球菌。培养条件以及发酵液中的营养成分对于乳酸菌的生长具有重要的影响。张兰威等人报道了培养温度和 pH 值对保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合生长的影响, 结果显示较低的 pH 值(5.0~5.5)对嗜热链球菌的生长有抑制作用[18]。同时, 陈芳等人报道了嗜热链球菌的适宜培养条件, 之处其最适生长温度为 42℃ [19]。因此, 我们认为本研究由于发酵液的 pH 值较低, 同时发酵温度较高, 不适于嗜热链球菌生长, 导致在最终的 LFB 中没有检出嗜热链球菌。

表 5 列出了不同条件下 LFB 大肠杆菌数量。从表中可以看出, 巴氏灭菌可以有效消灭大肠杆菌, 在相应样品中大肠杆菌数量未检出。同时, 我们观测了不灭菌的样品中大肠杆菌数量, 可以看出样品 3 发酵前和发酵后在不灭菌的情况下都没有检出大肠杆菌, 但是在样品 2 中大肠杆菌的数量分别为 1.1×10^5 和 3.6×10^5 , 说明糖的添加量可能通过改变液体的渗透压来影响大肠杆菌数量, 较高的含糖量导致较高的渗透压, 同时降低大肠杆菌数量。李南薇的研究结果显示乳酸菌的代谢产物可以有效抑制大肠杆菌的生长, 而张文学等人的研究显示发酵过程中温度、渗透压、pH 值等诸多因素均对大肠杆菌数量有影响[20][21]。经过巴士杀菌后, LFB 中未检出大肠杆菌, 符合国家相关标准, 说明 LFB 产品质量合格。

Table 4. Lactic acid bacteria count of LFB

表 4. 黑枸杞乳酸菌发酵饮料中乳酸菌计数

样品编号	保加利亚乳杆菌数/(cfu/mL)	青春双歧杆菌数/(cfu/mL)	嗜热链球菌数/(cfu/mL)
2	4.6×10^{11}	3.8×10^{11}	未检出
3	5.6×10^{11}	2.8×10^{11}	未检出

Table 5. *E. coli* count of LFB

表 5. 黑枸杞乳酸菌发酵饮料中大肠杆菌计数

样品类型	平均大肠杆菌数(cfu/mL)
2-灭菌后	未检出
3-灭菌后	未检出
2-发酵前未灭菌	1.1×10^5
3-发酵前未灭菌	未检出
2-发酵后未灭菌	3.6×10^5
3-发酵后未灭菌	未检出

4. 结论

黑枸杞是枸杞属黑果枸杞的干燥果实, 主要在新疆、青海及宁夏等高海拔地区分布, 富含花青素, 同时含有多种维生素和微量元素, 是一种重要的食品原料, 在食品、保健品以及医药产品领域开发潜能较大[1]。但是目前对于黑枸杞的研究主要停留在黑枸杞的种植[22], 黑枸杞的营养成分分析[23]等层面, 对于黑枸杞在食品领域的应用探索较少。黑枸杞含有较多的营养成分, 因此, 使用现代食品技术开发黑枸杞饮料等食品, 不仅有利于促进相关产业发展, 还可以提高当地农民收入, 具有较强的社会和经济意义。

本研究通过乳酸菌发酵黑枸杞复配液, 制备了黑枸杞饮料。通过消费者感官评价筛选出 2 种配方, 其多数感官评分均高于 2 种市售类似产品, 说明消费者对于黑枸杞饮料具有较大的需求。同时我们检测了黑枸杞饮料的主要理化性质和微生物学指标。发酵结束后, pH 值在 4 左右, 可滴定酸度在 34~38 之间,

糖含量在 8%~11%之间,同时保加利亚乳杆菌和青春双歧杆菌数量在 10^{11} 以上,未检出嗜热链球菌,灭菌后未检出大肠杆菌,符合国家相关标准,具有一定的应用价值。

基金项目

合肥工业大学校博士专项科研资助基金(JZ2016HGBZ0747)。

参考文献

- [1] 杨斌,王向未.黑枸杞及其功能性成分在食品工业中的应用及开发进展[J].轻工科技,2014(10):22-23.
- [2] 张玲艳,王宏权.黑枸杞花青素的提取及其抗氧化活性研究[J].食品工业,2014(12):88-91.
- [3] 安百慧,郭成宇.速冻西瓜汁饮料加工工艺及稳定性的研究[J].食品科技,2013(4):92-99.
- [4] 杨玉红,王晓新,杨建,等.软枣猕猴桃果汁乳酸菌发酵饮料的研制[J].食品科技,2014(4):92-96.
- [5] 蔡小双,段李歌,李书艺,等.栀子功能性饮料制备工艺研究[J].中国食物与营养,2015,21(5):50-54.
- [6] 张海波.瓜蒌皮多糖及其饮料品质、活性与安全性评价[D]:[硕士学位论文].合肥:合肥工业大学,2013.
- [7] 韩俊华,王贵龙,韩倩.普鲁兰多糖-胡萝卜乳酸菌饮料的研究[J].食品科技,2010(7):141-144.
- [8] 张蓉.黄芪、知母酸奶研制及活性研究[D]:[硕士学位论文].合肥:合肥工业大学,2013.
- [9] 张淑红.壳低聚糖纳米粒子对大肠杆菌的抑制作用[J].安徽农业科学,2010,38(29):16129-16130.
- [10] 曾献春,刘金宝,李晓华.番茄、胡萝卜乳酸菌发酵饮料的研制[J].食品科学,2005,26(11):137-140.
- [11] 刘福林,翟胜江.番茄汁乳酸菌发酵饮料的研制[J].石河子大学学报(自然科学版),1998(1):46-50.
- [12] 杨炳坤,刘秉杰,江秋梅,等.蓝莓果汁乳酸菌饮料的工艺研究[J].科技创新与应用,2013(16):46-47.
- [13] 刘永娜,燕平梅,李锐.绵白糖对发酵白菜中微生物区系的影响[J].中国调味品,2009,34(4):63-67.
- [14] 张艳杰,徐红华.益生菌及在食品中的应用[J].中国乳品工业,2001,29(5):48-50.
- [15] Ye, M., Liu, D., Zhang, R., et al. (2012) Effect of Hawk Tea (*Litsea coreana* L.) on the Numbers of Lactic Acid Bacteria and Flavour Compounds of Yoghurt. *International Dairy Journal*, **23**, 68-71. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.014>
- [16] Su, N., Ren, L., Ye, H., et al. (2017) Antioxidant Activity and Flavor Compounds of Hickory Yogurt. *International Journal of Food Properties*, **20**, 1894-1903. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1223126>
- [17] 李静,操庆国.市场上酸奶乳酸菌含量调查分析[J].科技信息,2012(30):175.
- [18] 张兰威,申美艳.培养温度 pH 值对保加利亚杆菌和嗜热链球菌混合生长的影响[J].食品与机械,1996(5):26-27.
- [19] 王建芳,陈芳,靳亚平.嗜热链球菌适宜培养条件研究[J].西北农业学报,2008,17(2):56-58.
- [20] 李南薇,李宁.乳酸菌代谢产物对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌抑制作用的研究[J].中国酿造,2009(5):49-52.
- [21] 杨丽,吴正云,曾文雯,等.四川泡菜发酵过程中大肠杆菌消长规律的定量系统评价[J].食品安全质量检测学报,2017(12):4529-4533.
- [22] 郝玉兰,石元宁.青藏高原黑枸杞栽培技术[J].现代农业科技,2012(9):138.
- [23] 王航宇,邓峰美,刘金荣,等.黑枸杞无机元素分析[J].中药材,2002,25(4):267.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2166-613X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjfs@hanspub.org