

薏米与番石榴复合乳酸发酵饮料的研制

汪琢, 梁鑫, 王虹玲
(沈阳工学院, 辽宁 抚顺 113122)

摘要: **目的** 结合薏米与番石榴的功能优势及感官优势, 利用乳酸菌发酵研制出新型薏米与番石榴复合乳酸发酵饮料, 并对其风味进行分析, 以期为薏米和番石榴资源的利用及其乳酸饮料的研发提供理论和实践依据。**方法** 以乳酸发酵饮料中的感官评分为考察指标, 选取番石榴与薏米的质量比、发酵时间、发酵温度、乳酸菌添加量、蜂蜜添加量作为考察指标, 在单因素试验的基础上, 采用正交试验设计对薏米番石榴乳酸发酵饮料的制作工艺进行优化。**结果** 得到了各因素对薏米番石榴乳酸发酵饮料感官评分影响的顺序, 发酵温度>乳酸菌添加量>发酵时间>番石榴与薏米的质量比; 得到了最佳工艺条件, 发酵温度为 38 °C, 乳酸菌的质量分数为 0.6%, 发酵时间为 28 h, 番石榴与薏米的质量比为 6 : 4, 在此条件下, 很好地保留了发酵饮料的活性成分, 口感酸甜适宜, 营养丰富, 状态均一、稳定, 无分层现象, 感官评分为 96.6, 总酸含量为 7.62 g/L。**结论** 通过实验分析, 确定了薏米番石榴乳酸发酵饮料的最佳工艺条件。

关键词: 薏米; 番石榴; 乳酸发酵饮料; 正交试验

中图分类号: F307.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)03-0012-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.03.002

Preparation of Barley and Guava Compound Lactic Acid Fermented Beverage

WANG Zhuo, LIANG Xin, WANG Hong-ling
(Shenyang Institute of Technology, Fushun 113122, China)

ABSTRACT: The work aims to develop a new compound lactic acid fermented beverage of barley and guava through lactic acid bacteria fermentation combined with the functional and sensory advantages of barley and guava and analyze the flavor of the compound beverage in order to provide theoretical and practical basis for the utilization of barley and guava resources and the research and development of lactic acid beverage. In addition to taking the sensory score of lactic acid fermented beverage as the evaluation index, the mass ratio of guava-barley, fermentation time, fermentation temperature, addition amount of lactic acid bacteria and honey were also selected as the evaluation indexes. On the basis of single-factor experiment, the processing technology of lactic acid fermented beverage of barley and guava was optimized by orthogonal design. The order of the effects of various factors on the sensory score of lactic acid fermented beverage of barley and guava was as follows: fermentation temperature>addition amount of lactic acid bacteria> fermentation time>mass ratio of guava-barley. The optimum process conditions were as follows: the fermentation temperature was 38 °C, the addition amount of lactic acid bacteria was 0.6%, the fermentation time was 28 h, and the mass ratio of guava-barley was 6 : 4. Under these conditions, the active components of the fermented beverage were very well preserved,

收稿日期: 2020-04-24

基金项目: 国家级大学生创新创业训练项目(201813201210); 辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(2018)

作者简介: 汪琢(1984—), 女, 在读博士, 沈阳工学院讲师, 主要研究方向为生物工程。

通信作者: 王虹玲(1986—), 女, 博士, 沈阳工学院副教授, 主要研究方向为天然产物提取与活性分析。

the taste was sour and sweet, the nutrition was rich, the state was uniform and stable, and there was no stratification. The sensory score was 96.6 points and the total acid content was 7.62 g/L. The optimum technological conditions of barley and guava lactic acid fermented beverage are determined by experimental analysis.

KEY WORDS: barley; guava; lactic acid fermented beverage; orthogonal test

随着我国经济的发展和人民生活水平的提高,保健和绿色已成为我国食品消费的主流。近年来,国内外果蔬汁饮料形成了由单一果汁型向复合果汁型、澄清型向浑浊型、解渴型向营养保健型转变的消费潮流,复合饮料成为市场的一个焦点。不同的水果、蔬菜和杂粮等原料具有不同的营养价值,多种果蔬(杂粮)原料混合食用可以使营养更加均衡,口味更加丰富^[1]。在部分复合果蔬饮品中加入维生素、矿物质和蛋白质等物质,使其更受消费者欢迎。尽管如此,目前复合果蔬饮料多以鲜榨现食的形式为主,而利用水果和杂粮混合制成的发酵型复合饮料是当今饮料市场的新方向,其更突出了绿色健康的主题。薏米的种子、根、茎和叶可供人类使用,其营养和药用价值在植物界占主导地位。薏米富含淀粉和各类营养物质,可以用作主食或菜肴的配料,具有广泛的药用价值^[2-7]。番石榴的果皮薄,营养丰富,富含维生素 A、维生素 C 以及磷、钾、钙和镁等微量元素,其果实也含有丰富的蛋白质和脂肪。以番石榴与薏米为原料开发复合功能性饮料,能够最大限度地保持其营养成分不受损失,应充分挖掘薏米和番石榴的药用和营养成分,探索高效利用植物资源的新途径^[8-11]。

文中实验以番石榴和薏米为主要原料,经过预处理工艺,再经乳酸菌发酵,辅以科学的调配,研制开发营养型乳酸菌发酵复合饮料,具有广阔的市场前景和发展空间^[12]。实验通过单因素及正交试验,以番石榴与薏米的质量比、发酵时间、发酵温度、乳酸菌添加量、蜂蜜添加量为考察因素,以感官评价为评价指标,筛选出最优发酵条件,探索该乳酸发酵饮料的发酵工艺。

1 实验

1.1 材料与试剂

主要实验材料:薏米、番石榴、蜂蜜、纯牛奶等,购于沈阳市兴隆大家庭超市;乳酸菌,购于潍坊瑞辰生物科技有限公司。

主要实验试剂:NaOH, HCl, ZnCl₂, CaCl₂ 等(国产分析纯),天津市基准化工试剂厂。

1.2 仪器与设备

主要仪器与设备:SW-CJ-2FD 超净工作台,博讯试验有限公司医疗设备厂;YXQ-LS-50S11 高压蒸汽灭菌锅,上海博讯实业有限公司医疗设备厂;

FA2004B 电子天平,上海方瑞有限公司;MM720KG1-PW 恒温培养箱,上海谷宁仪器有限公司;FW100 高速万能粉碎机,天津市泰斯特仪器有限公司;KYC1112 恒温振荡器,上海福玛试验设备有限公司;PB-10 酸度计,赛多利斯科学仪器有限公司;GFL-70 鼓风干燥机,天津市莱玻特瑞仪器设备有限公司;FB-110X 高压均质机,上海励途机械设备工程有限公司;MM720KG1-PW 微波炉,广东美的厨房电器制造有限公司;SKG1323 榨汁机,艾诗凯奇电器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 原料液预处理

将实验需要的玻璃容器和蒸煮过程中需要的工具置于鼓风干燥箱中经过 180 °C 的高温干燥 1.5 h。

1) 薏米粉的制作工艺流程:薏米→清洗→除杂→软煮→打碎→过筛。操作要点:选取 500 g 薏米(市售),原料要求无霉烂,洗净后蒸煮,加水使固液比(mL/g)为 35:1,20 min 后出锅,然后置于烘箱中,在 90 °C 下烘 2.5 h 后拿出,粉碎过 200 目筛,去杂,得到薏米粉^[13]。

2) 番石榴汁制备。选取市售绿皮番石榴 350 g,清洗外皮,表面无污垢。从中间用刀切开,不要伤害果肉,防止果肉变色。然后将番石榴放入 70~80 °C 的水中 4 min,可软化组织,促进打浆,增加出汁率。热烫时,向水中加入质量分数为 0.4% 的氯化钙和质量分数为 0.2% 的氯化锌以保护颜色(维生素 C 是热敏性物质,性质不稳定,易氧化),得到果肉约 270 g,为加速取汁,加入 2 倍质量的蒸馏水后混合打浆,然后手工脱气,经高压均质机处理后,置于恒温水浴锅中,在 55 °C 下保持 120 min。将处理后的番石榴果浆取出,冷却至常温,过 100 目滤网,除去废渣,添加质量分数为 3% 的蜂蜜,得到番石榴果浆^[14]。

1.3.2 发酵液的制取

取一支试管,放入 8 mL 脱脂牛奶和一定量的乳酸菌,在超净工作台上操作,将装好后的试管置于 45 °C 的恒温培养箱中恒温培养观察 10 h,待凝固后,取少量接种于 200 mL 脱脂牛奶中,以便扩大培养,静置一段时间后立即放入 4 °C 冰箱内,留存备用^[15]。

1.3.3 复合乳酸发酵饮料的感官评价

随机选择 30 名同学,做感官评价实验。将制备好的复合乳酸发酵饮料,随机分配给 30 名学生,以

百分制计算。打分标准分别以颜色(20%)、气味(20%)、口感(30%)、稳定性(30%)等进行感官综合评价,取3次结果的平均值,得到复合物料的最终得分,评分标准见表1^[16]。

1.3.4 复合乳酸发酵饮料制作工艺的优化

1.3.4.1 单因素试验

1) 薏米与番石榴的质量比。在乳酸菌的质量分数为0.6%,蜂蜜的质量分数为5%,发酵温度为38℃,发酵时间为28 h的条件下,将变量确定为番石榴与薏米的质量比,在质量比分别为9:1,7:3,6:4,3:7,1:9下开展实验,以薏米番石榴复合乳酸发酵饮料的综合感官评价值来确定薏米与番石榴的最佳质量比。

2) 乳酸菌添加量。在番石榴与薏米的质量比为6:4,蜂蜜的质量分数为5%,发酵温度为38℃,发酵时间为28 h的条件下,将变量确定为乳酸菌添加量,在其质量分数为0.2%,0.4%,0.6%,0.8%,1.0%下开展试验,以薏米番石榴复合乳酸发酵饮料的综合感官评价值来确定乳酸菌的最佳添加量。

3) 发酵时间。在番石榴与薏米的质量比为6:4,乳酸菌的质量分数为0.6%,蜂蜜的质量分数为5%,

发酵温度为38℃的条件下,将变量确定为发酵时间,在16,20,24,28,32 h下开展试验,以薏米番石榴复合乳酸发酵饮料的综合感官评价值来确定最佳发酵时间。

4) 发酵温度。在番石榴与薏米的质量比为6:4,乳酸菌的质量分数为0.6%,蜂蜜的质量分数为5%,发酵时间为28 h的条件下,将变量确定为发酵温度,在36,38,40,42,44℃下开展试验,以薏米番石榴复合乳酸发酵饮料的综合感官评价值来确定最佳发酵温度。

1.3.4.2 正交试验

采用 $L_9(3^4)$ 的正交试验,选取每组单因素中最优水平及最优水平的前一水平、后一水平数值进行正交试验,考察发酵温度、番石榴与薏米的质量比、乳酸菌添加量对薏米番石榴复合乳酸发酵饮料感官评分的影响,最终得到薏米番石榴复合乳酸发酵饮料的最佳制作条件。

1.3.5 实验成品的指标检测

1.3.5.1 理化指标检测

1) 实验成品中总酸含量。准确量取样品1.0 mL,置于25 mL容量瓶中,加水至刻度,混匀后吸取

表1 感官评价评定标准
Tab.1 Standards of sensory evaluation

项目	评价	得分
颜色(20%)	颜色固定均一,呈乳白色	17~20
	颜色比较固定均一,呈乳白色	13~16
	颜色不均一,呈亮白色	9~12
	颜色不均一,呈浅灰色	5~8
	颜色灰暗浑浊,呈现其他颜色	1~4
气味(20%)	有浓郁薏米番石榴香,纯正酸奶味	17~20
	有微微薏米番石榴香,纯正酸奶味	13~16
	具有浓郁奶香,香气平淡	9~12
	无明显奶香味,香气不足	5~8
	几乎没有奶香味,有异香	1~4
口感(30%)	酸甜可口,无气泡	25~30
	酸甜适中,无气泡	19~24
	稍酸或稍甜,有少量气泡,不明显	13~18
	过酸或过甜,明显有气泡	7~12
	滋味奇怪,有大量气泡	1~6
稳定性(30%)	稳定细腻,表面光滑,无乳清溢出	25~30
	稳定均匀细腻,有少量乳清析出	19~24
	不稳定不均匀,少量裂纹,少量乳清析出	13~18
	不稳定不均匀,大量裂纹,乳清析出量大	7~12
	组织粗糙,有大量裂纹,有大量气泡	1~6

25.0 mL, 置于 200 mL 烧杯中, 加 75 mL 水, 开动磁力搅拌器, 用 NaOH 标准滴定液 ($C(\text{NaOH})=0.05 \text{ mol/L}$) 进行滴定至 pH 为 8.2, 记下消耗的 NaOH 标准溶液的体积, 以乳酸计算总酸含量 (g/mL)。

$$\text{总酸含量} = C \times F \times M \times (V_1 - V_2) / V_0 \quad (1)$$

式中: C 为 NaOH 标准滴定液浓度 (mol/L); V_0 为样品体积 (mL); M 为乳酸相对分子质量; F 为样品稀释倍数; V_1 为滴定样品时消耗的氢氧化钠标准滴定液体积 (mL); V_2 为空白实验消耗的氢氧化钠标准滴定液体积 (mL)。

2) 实验成品中蛋白质含量。实验采用凯氏定氮法来测定成品中蛋白质的含量。取 1 mL 的样品加入凯氏烧瓶内, 依次加入硫酸钾-硫酸铜接触剂 0.3 g, 浓硫酸 2.0 mL, 过氧化氢 1.0 mL。将烧瓶放置于消化架上, 接好抽气装置进行消化。样品中分解的氨与硫酸结合成硫酸铵, 然后碱化蒸馏使氨游离, 用硼酸吸收后再以盐酸标准溶液进行滴定, 待颜色变为灰暗色, 摇晃后不变色则达到滴定终点, 然后根据酸的消耗量乘以系数, 即为蛋白质含量 (%), 通过式 (2) 计算。

$$\text{蛋白质含量} = (V_1 - V_2) \times 0.014 \times 6.25 \times 100\% / V \quad (2)$$

式中: V_0 为滴定时消耗盐酸 (mL); V_1 为空白试验所消耗的盐酸 (mL); V 为取样量 (mL)。

1.3.5.2 微生物指标检测

按 GB 4789.28—2013 规定进行大肠杆菌以及其它致病菌 (金色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、沙门菌、耐胆盐革兰氏阳性菌) 的检测, 成品中的微生物采用倾注平皿法和平板菌落计数法测量菌落总数^[17]。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 番石榴与番薏米的质量比

由图 1 可知, 番石榴与薏米的质量比为 6 : 4 时, 饮料色泽均一, 有浓郁奶香味, 酸甜适中, 感官评价分值最高; 番石榴与薏米的质量比为 9 : 1, 7 : 3, 6 : 4 时呈上升状态。这是由于番石榴具有浓郁果香, 随着薏米质量的比例逐渐升高, 二者混合后既有番石榴的果香也有薏米带来的浓郁奶香, 且二者混合均匀, 此时的感官评分最高。继续增加薏米的质量占比时, 水果香气逐渐下降, 饮料的味道变淡, 薏米的香气彻底掩盖了番石榴的果香, 影响饮料的口感, 同时, 随着薏米含量的上升, 出现 2 种原材料混合不均的现象, 感官评分呈逐渐下降趋势。由此, 实验选定番石榴与番薏米的质量比为 7 : 3, 6 : 4, 3 : 7 作为正交试验的优化值。

2.1.2 乳酸菌添加量

由图 2 可知, 乳酸菌的质量分数为 0.6% 时, 饮

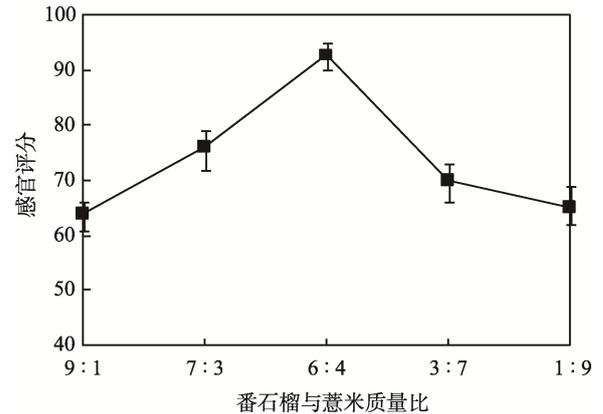


图 1 番石榴与薏米的质量比对薏米番石榴复合乳酸发酵饮料感官评测的影响

Fig.1 Effects of the mass ratio of guava to barley on the sensory evaluation of barley and guava compound lactic acid fermented beverage

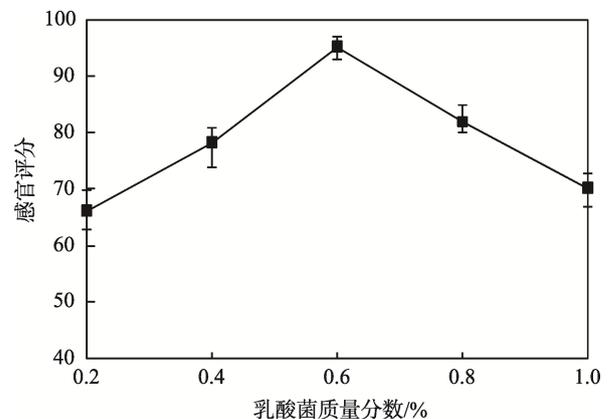


图 2 乳酸菌添加量对薏米番石榴复合乳酸发酵饮料感官评测的影响

Fig.2 Effects of lactic acid bacteria content on sensory evaluation of barley and guava compound lactic acid fermented beverage

料色泽均一, 有浓郁奶香味, 酸甜适中, 感官评价分值最高; 乳酸菌的质量分数为 0.2%~0.6% 时均呈上升状态, 在较低添加量范围内, 乳酸菌饮料的感官评分随着乳酸菌添加量的升高而逐渐升高, 相对较多的菌种能够充分诱导番石榴及薏米的发酵, 使复合饮料口感适中; 当乳酸菌的质量分数为 0.8%~1.0% 时, 饮料的感官评分呈逐渐下降趋势, 这是由于当乳酸菌初始接种量较高时, 过多的乳酸菌大量繁殖, 超过环境所承载的菌种数量, 导致一定数量的菌种死亡, 影响发酵效率, 使发酵饮料的口感欠佳。由此, 实验选定乳酸菌的质量分数为 0.4%, 0.6%, 0.8% 作为正交试验的优化值。

2.1.3 发酵时间

发酵时间是决定发酵饮料感官评价的重要因素。由图 3 可知, 当发酵时间为 24 h 时, 饮料色泽均一, 呈乳白色, 有浓郁奶香味, 酸甜适中, 感官评价分值

最高;发酵时间为16~24 h时,感官评分呈增加趋势。发酵时间过长会使饮料中的乳酸菌生长迅速,乳酸含量增加从而进入饮料中,使饮料酸涩,影响饮料口感和组织状态,因此,当发酵时间为24~32 h时,感官评分呈下降趋势。实验选定发酵时间为20, 24, 28 h作为正交试验的优化值。

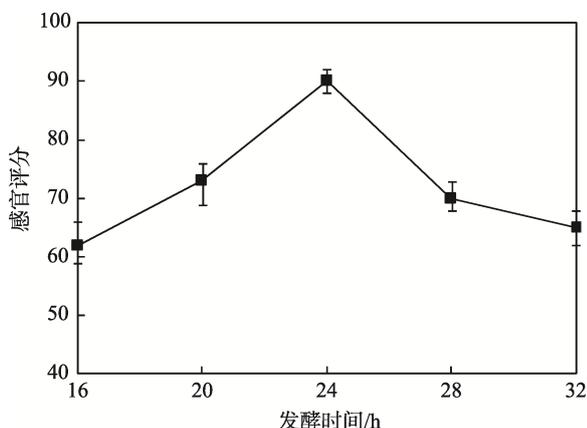


图3 发酵时间对薏米番石榴复合乳酸发酵饮料感官评测的影响

Fig.3 Effects of fermentation time on sensory evaluation of barley and guava compound lactic acid fermented beverage

2.1.4 发酵温度

由图4可知,发酵温度为40℃时,饮料色泽均一,呈乳白色,有浓郁奶香味,酸甜适中,感官评价分值最高;发酵温度为36~40℃时,感官评分均呈上升状态,当发酵温度到达乳酸菌的最适生长温度,感官评分达到最高值。同时感官评分会受到环境、季节的影响,因此在40℃时,复合发酵饮料的感官评分达到最高值。同时发酵温度过高会抑制饮料中乳酸菌的生长,破坏复合饮料中的活性成分,导致多酚、脂类、蛋白质等活性组分氧化,使饮料中的酸度和乳酸含量均降低,影响饮料的口感、气味和组织状态,因此在发酵温度为40~44℃时,感官评分呈下降趋势。实验选定发酵温度38, 40, 42℃作为正交试验的优化值。

2.2 正交试验

2.2.1 正交试验设计

将每组单因素中的3个水平用 $L_9(3^4)$ 的水平因素表进行正交试验(见表2),从而确定复合乳酸发酵饮料的最优组合。

2.2.2 正交试验结果分析

由表3可知,发酵温度(C)的极差值最大,乳酸菌添加量(A)次之,发酵时间(B)较小,番石榴与薏米的配比(D)最小,由此可知薏米番石榴复合乳酸发酵饮料的因素主次为: $C > A > B > D$ 。薏米

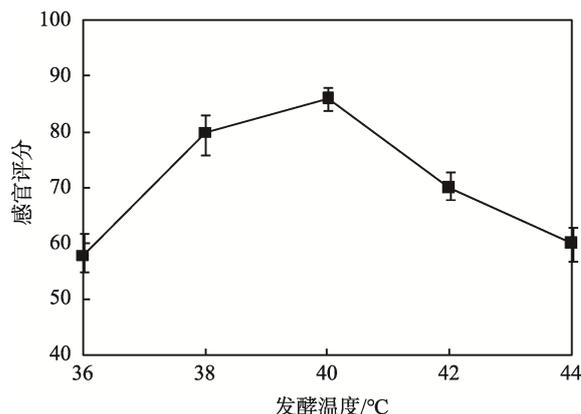


图4 发酵温度对薏米番石榴复合乳酸发酵饮料感官评测的影响

Fig.4 Effects of fermentation temperature on sensory evaluation of barley and guava compound lactic acid fermented beverage

表2 正交试验因素与水平
Tab.2 Orthogonal text factor and level

水平	因素			
	A(乳酸菌/ %)	B(时间/ h)	C(温度/ ℃)	D(番石榴与薏 米质量比)
1	0.4	20	38	7 : 3
2	0.6	24	40	6 : 4
3	0.8	28	42	3 : 7

番石榴复合乳酸发酵饮料的优化组合为 $A_2B_3C_1D_2$,即乳酸菌的质量分数为0.6%,发酵时间为28 h,发酵温度为38℃,番石榴与薏米的配比为6:4。根据上述优化组合条件做出的成品颜色均匀一致,呈乳白色,有浓郁的薏米番石榴香味和纯正的酸奶味,酸甜可口,无气泡。薏米番石榴复合酸奶的组织状态均匀细腻,表面光滑,无乳清溢出,薏米和番石榴散发出淡淡的香气,加入的蜂蜜使乳酸发酵饮料口感变得更加细腻柔滑。在此条件下,对乳酸饮料进行3次发酵,其感官评价的平均值为96.6,与实验数值相近,所以此乳酸发酵试验条件在实践中可行。

2.3 指标检测

2.3.1 理化指标检测

1) 实验成品中总酸含量。配制NaOH标准溶液的浓度为0.05 mol/L,每次取样量为10 mL,取3次,得到3个NaOH的消耗值。将3个值相加求平均值,滴定量为1.69 mL。根据式(1)算出成品的总酸含量为7.62 g/L。

2) 实验成品中蛋白质的含量。根据式(2)可以计算出成品中蛋白质的含量,由实验取样量 m 为1 mL,盐酸标准溶液的浓度为0.1 mol/mL, $(V_0 - V_1)$ 的值为2.84 mL,得出成品中蛋白质的质量分数为

表 3 正交试验结果与分析
Tab.3 Orthogonal test results and analysis

试验号	A 乳酸菌添加量/%	B 发酵时间/h	C 发酵温度/°C	D 番石榴与薏米质量比	感官评价
1	1(0.4)	1(20)	1(38)	1(7 : 3)	87.6
2	1(0.4)	2(24)	2(40)	2(6 : 4)	93.2
3	1(0.4)	3(28)	3(42)	3(3 : 7)	90.8
4	2(0.6)	1(20)	2(40)	3(3 : 7)	90.6
5	2(0.6)	2(24)	3(42)	1(7 : 3)	82
6	2(0.6)	3(28)	1(38)	2(6 : 4)	96.6
7	3(0.8)	1(20)	3(42)	2(6 : 4)	81.2
8	3(0.8)	2(24)	1(38)	1(7 : 3)	87.2
9	3(0.8)	3(28)	2(40)	3(3 : 7)	86.6
K_1	271.6	259.4	271.4	256.8	
K_2	269.2	262.4	270.4	271	
K_3	255	274	254	268	
k_1	90.53	86.47	90.47	85.60	
k_2	89.73	87.47	90.13	90.33	
k_3	85	91.33	84.67	89.33	
R	5.53	4.86	5.8	4.73	

2.49%。根据产品检测指标和国家标准对照表(国家标准为 $\geq 2.45\%$)可知,得出的成品符合国家蛋白质含量标准。

2.3.2 微生物指标检测

经实验条件优化后研制出饮料,经测定其中细菌总数每 100 mL 小于 120 个,大肠菌群每 100 mL 小于等于 12 个,其它致病菌未检出。上述各项指标符合 GB 4789.28—2013。

3 结语

实验采用番石榴与薏米的质量比、乳酸菌的添加量、发酵时间、发酵温度等 4 个因素进行实验,通过单因素试验和四因素三水平的正交试验得到了最佳工艺条件:发酵温度为 38 °C,乳酸菌的质量分数为 0.6%,发酵时间为 28 h,番石榴薏米的质量比为 6 : 4,在此条件下,发酵饮料中乳酸菌的活性得到了较好的保留,口感酸甜适宜,营养丰富,状态均一、稳定,无分层现象,感官评分为 96.6 分,验证实验的最佳结果为 $A_2B_3C_1D_2$,感官评分为 94.3,总酸含量为 7.62 g/L。根据发酵条件优化后研制出饮料,经测定其中细菌总数每 100 mL 小于 120 个,大肠菌群数每 100 mL 小于等于 12 个,其它致病菌未检出。产品呈乳粉色,口感柔和细腻,具有独特的薏米和番石榴

香气,无杂质,安全卫生,原料易开发,生产方法不复杂,适合扩大生产,具有优越的经济价值和社会地位,市场前景广阔。该实验充分利用资源,开发新产品是进一步提高产品利用率的一条有效途径和方法。

参考文献:

- [1] 李红涛,袁书林. 山药产品的功能价值及开发利用探讨[J]. 中国食物与营养, 2017(10): 15—18.
LI Hong-tao, YUAN Shu-lin. Discussion on the Functional Value and Development and Utilization of Yam Products[J]. Chinese Food and Nutrition, 2017(10): 15—18.
- [2] 李发耀,石明,秦礼康. 薏仁米产业蓝皮书: 中国薏仁米产业发展报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2017: 7—82.
LI Fa-yao, SHI Ming, QIN Li-kang. Blue Book of Semen Coicis Industry: Development Report of Semen Coicis Industry in China[M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2017: 7—82.
- [3] 李祥栋,潘虹,陆秀娟,等. 薏苡种质的主要价值[J]. 中国农业科学. 2018, 51(5): 835—842.
LI Xiang-dong, PAN Hong, LU Xiu-juan, et al. The Main Value of Coix Seed Germplasm[J]. Chinese Agricultural Science, 2018, 51(5): 835—842.
- [4] FERNÁNDEZ-ORTUÑO D, CHEN F, SCHNABEL G.

- Resistance Topyraclostrobin and Boscalid in Botrytis Cinerea Isolates from Strawberry Fields in the Carolinas[J]. *Plant Dis*, 2012, 96(8): 1198—1203.
- [5] WISE K A, BRADLEY C A, PASCHE J S, et al. Resistance to QoI Fungicides in *Ascochyta Rabiei* from Chickpea in the Northern Great Plains[J]. *Plant Dis*, 2009, 93(5): 528—536.
- [6] Lee S, Rhee C. Processing Suitability of A Rice and Pine Nut (*Pinus Koraiensis*) Beverage[J]. *Food Hydrocolloids*, 2003, 17(3): 379—385.
- [7] FUQUAY J W. *Encyclopedia of Dairy Sciences*[M]. Pittsburgh: Academic Press, 2011: 363—371.
- [8] SOUZA T S, FERREIRA M F S, MENINI L, et al. Chemotype Diversity of *Psidium Guajava* L[J]. *Phytochemistry*, 2018, 153: 129—137.
- [9] LIMA R S, FERREIRA S R S, VITALI L, et al. May the Superfruit Red Guava and Its Processing Waste Be a Potential Ingredient in Functional Foods?[J]. *Food Res Int*, 2019, 115: 451—459.
- [10] COOK-RUSSELL K P M, NAIR M G, FACEY P C, et al. Nutritional and Nutraceutical Comparison of Jamaican *Psidium Cattleianum* (Strawberry Guava) and *Psidium Guajava* (Common Guava) Fruits[J]. *Food Chem*, 2012, 134(12): 1069—1073.
- [11] SANTOS T M, FILHO M M S, SILVA E O, et al. Enhancing Storage Stability of Guava with Tannic Acid-crosslinked Zein Coatings[J]. *Food Chem*, 2018, 257(15): 252—258.
- [12] MALDONADO R R, ARAUJO L C, DARIVA L C S, et al. Potential Application of Four Types of Tropical Fruits in Lactic Fermentation[J]. *LWT-Food Science Technology*, 2017, 86: 254—260.
- [13] ARIMA H, DANNO G I. Isolation of Antimicrobial Compounds from Guava and Their Structural Elucidation[J]. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 2002, 66(8): 1727—1730.
- [14] 肖洪, 丁晓雯, 梁菡峪. 发酵食品中的生物胺及其控制研究进展[J]. *食品工业科技*, 2012, 34(20): 346—350.
- XIAO Hong, DING Xiao-wen, LIANG Han-yu. Advances in Research on Biogenic Amines in Fermented Foods and Their Control[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2012, 34(20): 346—350.
- [15] 毛健, 马海乐. 灵芝菌体液态深层发酵条件的优化[J]. *食品科学*, 2009, 30(23): 377—382.
- MAO Jian, MA Hai-le. Optimization of Liquid Fermentation Conditions of *Ganoderma Lucidum*[J]. *Food Science*, 2009, 30(23): 377—382.
- [16] SHRIVASTAVA C, CHAKRABORTY S. Bread from Wheat Flour Partially Replaced by Fermented Chickpea Flour: Optimizing the Formulation and Fuzzy Analysis of Sensory Data[J]. *LWT-food Science Technology*, 2018, 90: 215—223.
- [17] GB/T 5009.199—2003, 蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测[S].
- GB/T 5009.199—2003, Rapid Determination of Organophosphorus and Carbamate Pesticide Residues in Vegetables[S].