

绣球菌 - 枸杞复合饮料的研制

宁文豪, 贾 丰

商洛学院生物医药与食品工程学院, 陕西 商洛

收稿日期: 2023年11月25日; 录用日期: 2023年12月21日; 发布日期: 2023年12月27日

摘 要

绣球菌与枸杞都是药食同源性食物, 二者都具有丰富的营养功效。本研究以绣球菌和枸杞为主要原料, 辅以蜂蜜、柠檬酸等, 根据复合饮料的一系列加工工艺, 对绣球菌 - 枸杞复合饮料的配方工艺进行了优化, 目的在于结合两者的诸多营养价值和功效, 研制出一款营养价值高、口感好的复合饮料。研究方法主要采用单因素和正交试验, 以感官评价为考察指标, 进行复合饮料的配方优化。研究结果显示, 通过测定总糖含量和沉淀率分别得到了绣球菌的制汁工艺为浸提温度60℃, 浸提时间90 min。枸杞汁的澄清条件为: 果胶酶0.1%、澄清温度50℃、时间3 h。绣球菌 - 枸杞复合饮料的最佳配方为: 绣球菌汁与枸杞汁的体积比(V/V)为3:1、蜂蜜添加量为8%、柠檬酸添加量为0.06%。在此条件下得出的复合饮料, 通过感官评定评分标准得出感官评分为86, 同时具有绣球菌特有的鲜味和枸杞的香味。成功结合了两者的营养功效, 滋味酸甜爽口, 口感细腻爽滑。

关键词

绣球菌, 枸杞, 复合饮料, 工艺优化

Preparation of Complex Beverage of *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller

Wenhao Ning, Feng Jia

School of Biomedicine and Food Engineering, Shangluo University, Shangluo Shaanxi

Received: Nov. 25th, 2023; accepted: Dec. 21st, 2023; published: Dec. 27th, 2023

Abstract

Both *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller are homologous foods of medicine and food, both of which are rich in nutrition. In this paper, based on a series of processing technologies of the complex beverage, the formulation and process of the complex beverage of *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller were optimized with the main raw materials of the *Sparassis crispa* and *Lycium*

chinense Miller, supplemented by honey and citric acid and so on. The purpose was to combine many nutritional values and effects of the *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller to develop a complex beverage with high nutritional value and good taste. The main methods of the study were single factor and orthogonal tests, and sensory evaluation was used to optimize the formula of the complex beverage. The results showed that the extraction temperature of 60°C and the extraction time of 90 min were obtained by measuring the total sugar content and dedimentation rate respectively. The clarification conditions of *Lycium chinense* Miller juice were as follows: the addition of pectinase was 0.1%, and the clarification temperature and time were 50°C and 3 h. The best process recipe for the complex beverage of *Lycium chinense* Miller and *Sparassis crispa* is: volume ratio (V/V) of *Sparassis crispa* juice to *Lycium chinense* Miller juice of 3:1, honey addition of 8% and citric acid addition of 0.06%. Under these conditions, the complex beverage was obtained with a sensory score of 86 through the sensory evaluation score standard. At the same time, it had the unique umami taste of *Sparassis crispa* and the aroma of *Lycium chinense* Miller. It successfully combines the nutritional benefits of both, with a sweet and sour taste and a delicate and smooth texture.

Keywords

Sparassis crispa, *Lycium chinense* Miller, Complex Beverage, Process Optimization

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

近年来, 以药食同源食材为主的功能性营养品受到人们的广泛关注。随着科技的发展和时代的不断进步, 人们的生活方式相较之前有了很大的变化, 以前人们对于饮食只需解决最基本的温饱问题, 而现代人更加注重食物的营养、健康、功能化。饮料作为人们日常生活中不可或缺的一部分, 还需朝着天然、健康、保健功能方向发展。

功能性复合保健饮料选材很关键, 原材料自身的营养价值必须达标。在这种条件下, 营养丰富的食用菌和水果成为首选。食用菌不仅味道鲜美, 而且具有十分丰富的营养价值, 食用菌中包含了人体所必须的各种氨基酸, 对于提高人体免疫力和抗肿瘤都十分有效[1]; 食用菌中富含的多糖物质对改善与糖尿病、过敏、免疫力低下以及与肥胖相关的多种疾病都有良好的功效[2]。水果中含有丰富的维生素、膳食纤维、多糖等营养物质[3]。结合两类食材研制营养丰富的复合饮料产品, 能充分地利用其价值, 将营养功效互补, 进而提升相关农产品的价值, 意义重大。因此, 食用菌和水果的复合饮料的研究成为了饮料开发领域的新方向[4]。

绣球菌, 又名绣球蕈、干巴菌等, 拉丁学名为 *Sparassis crispa*, 是非褶孔菌目、绣球菌科、绣球菌属[5]。因其具有超高的激活免疫能力, 在日本有“梦幻神奇菇”之称[6]。绣球菌能够有效地提高人体免疫力, 延缓肌体衰老, 被大众称为“纯天然的美容品”, 同时绣球菌含有的麦角固醇对于预防老年人骨质疏松的问题也有很大的作用[7]。另外, 绣球菌中的多糖, 具有抗氧化、抗肿瘤、抗病毒、抑菌等功效[8]。根据张迪等人的研究表明, 绣球菌水溶性多糖具有促进大鼠淋巴细胞增殖的活性, 还发现绣球菌是一种制备抗肿瘤葡聚糖的优质原料[9]。禹国龙等人的研究表明, 绣球菌多糖对羟自由基具有较好的清除率, 在绣球菌多糖浓度达到 0.06 mg/mL 时达到最大值[10], 这表明绣球菌多糖可能在抗衰老方面具有一定的功效。此外, 研究发现, 绣球菌多糖还具有较强的亚硝酸盐清除能力, 是潜在的抗癌活性成分[11]。还有

研究发现, 绣球菌多糖对细菌及少数真菌具有一定的抑制作用, 所以绣球菌多糖可以起到抑制人体内肠道中有害菌生长的作用[12]。从绣球菌的多种保健功效来看, 将其制备成饮料, 符合人们对功能性保健饮料的要求, 所以绣球菌是具有保健功能的天然复合饮料的理想原料, 且当前并未发现关于绣球菌饮品开发的相关研究。

枸杞, 又名枸杞子、红耳坠, 是茄科植物枸杞的成熟果实, 其味甘、性平、归肝、肾经, 具有益精明目、养阴润肺、补虚益精等功效[13]。医学认为, 枸杞是养生佳品, 尤其是枸杞提取物具有良好的生理活性, 可以增强记忆力、降血脂、抗疲劳、抗衰老、调节免疫、抗辐射等作用[14]。酚类物质、多糖和类胡萝卜素是枸杞中重要的三类活性物质。其中, 枸杞多糖作为最重要的成分, 由葡萄糖、半乳糖、甘露糖、阿拉伯糖等 6 种单糖组成[15]。乔西凤等人的研究表明[14], 枸杞多糖主要通过抑制乳腺上皮细胞过度增殖及抑制巨噬细胞的炎症作用, 而发挥抗乳腺细胞增殖及抗炎症活性。此外, 枸杞多糖有着增强机体抗病毒的功能, 并且还能够提高机体免疫功能[16] [17]。用枸杞作保健饮料的原料, 既能让枸杞的食用和药用效果得到充分发挥, 又能提高人民的健康水平。

因此, 选择绣球菌和枸杞为原材料制备功能性复合饮料, 符合人们对健康饮食的要求, 为绣球菌和枸杞的产品深加工提供了参考。基于快速发展的功能性饮料行业, 为了让绣球菌和枸杞的诸多功效得到充分发挥, 迎合大众对于功能性营养品的需求, 保留绣球菌和枸杞丰富的营养价值, 开发一种营养价值高、酸甜可口的绣球菌 - 枸杞复合饮料, 既能丰富饮料市场, 又具有广阔的市场前景。

2. 材料与方法

2.1. 材料与设备

2.1.1. 材料与试剂

新鲜绣球菌(商洛润科农业投资开发有限公司)、枸杞(宁夏干枸杞)、蜂蜜(荆花蜂蜜)、柠檬酸(河南中辰生物科技有限公司)、果胶酶(佳禾旭日有限公司), 以上试剂均为食品级; 浓硫酸、苯酚等皆为分析纯。

2.1.2. 仪器与设备

电子天平(力辰科技, 型号: FA)、电磁炉、榨汁机(九阳, 型号: JYL-C012E)、数显恒温水浴锅(上海力辰邦仪器科技有限公司制造, 型号: LC-WB-4 14L)、TDL-6 低速冷冻离心机(四川蜀科仪器有限公司, 型号: DZ47-60 D16)、低温保藏柜。

2.2. 实验方法

2.2.1. 绣球菌 - 枸杞复合饮料的工艺流程及操作要点

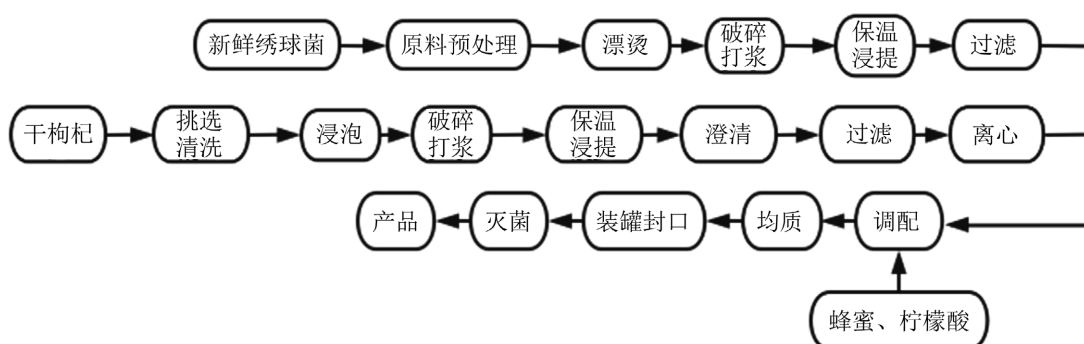


Figure 1. Process flow chart of complex beverage of *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller
图 1. 绣球菌 - 枸杞复合饮料的工艺流程图

1) 工艺流程

绣球菌-枸杞复合饮料的加工工艺如图1所示, 新鲜绣球菌经过原料预处理之后, 进行漂烫操作去除滋气味, 随后再进行保温浸提并过滤得到绣球菌汁。干枸杞进行挑选清洗过后, 用一定温度的水浸泡一段时间再进行破碎打浆, 打浆后的汁液进行保温浸提、澄清、过滤和离心等操作得到枸杞汁。随后将二者混合调配, 加入蜂蜜、柠檬酸等。最后再进行饮料的均质、装罐封口和灭菌等, 得到产品。

2) 操作要点

① 绣球菌汁的制备: 选取干净无腐烂的新鲜绣球菌, 进行清洗、除蒂等操作, 然后称取 10 g 绣球菌, 放入沸腾的水中进行漂烫, 达到去除滋气味的目的。首先以料液比 1:20 进行榨汁[8], 其次将汁液转移到烧杯中, 将汁液控制在 200 mL 左右, 用去离子水对榨汁机内进行清洗, 将清洗液转移到烧杯中, 在 50℃左右的恒温水浴锅中浸提 90 min。最后将汁液用 300 目滤布进行过滤, 将过滤后的汁液熬制 5~10 min, 得到绣球菌汁。

② 枸杞汁的制备: 挑选品质较好的干枸杞, 除去有霉变、褐变等不良现象的原料。称取 10 g 挑选好的干枸杞进行浸泡操作。将干枸杞以 1:5 的比例在 60℃左右的温水中浸泡 15 min, 同时需要对枸杞汁进行护色处理, 加入 0.1%的柠檬酸和抗坏血酸进行后续为破碎浸提做准备的护色处理[12]。首先将枸杞进行榨汁, 再将榨汁后的原液分离出枸杞渣, 分离后的枸杞渣进行二次浸提, 在渣中加入适量的二倍水在 70℃左右水中浸提 30 min, 同时做渣汁分离操作, 如此重复操作两次。其次将压榨汁和浸提汁进行混合处理, 采用酶解处理的方法进行澄清处理, 具体操作: 加入 0.1%的果胶酶到混合汁中, 在 40℃恒温水浴 3 h, 酶解处理后再将澄清汁加热至 80℃、30 min, 然后降温至 10℃以下, 静置 24 h, 再精滤分离。精滤操作, 取上清液放入离心机进行离心分离, 离心速度为 4000 r/min [13], 离心时间 5 min, 得到枸杞汁。

③ 调配: 确定一定的比例, 将绣球菌汁与枸杞汁进行混合, 同时为了保证绣球菌-枸杞复合饮料的质量、口感、风味, 需要加入一定比例用量的甜味剂、酸味剂, 来确定最佳的配方。

④ 均质: 将调配好的饮料使用均质机在 25~35 MPa 条件下均质, 使饮料中各物料组分能更均匀的相互混合。

⑤ 脱气: 将复合饮料在真空脱气机中以 92 kPa 条件下进行脱气处理。

⑥ 灭菌: 将调配好的饮料灌装封口, 并在 110℃条件下灭菌 15~20 min。

2.2.2. 绣球菌汁的制备工艺优化

1) 浸提时间优化

将新鲜绣球菌进行榨汁操作, 然后在 50℃的恒温水浴锅中分别浸提 30 min、60 min、90 min、120 min、150 min, 将绣球菌汁进行过滤操作, 测定总糖含量。本研究以总糖含量作为绣球菌汁提取的指标, 总糖含量越高, 提取效果越好。

2) 浸提温度优化

将新鲜绣球菌进行榨汁操作, 然后分别在 30℃、40℃、50℃、60℃、70℃的恒温水浴锅中浸提 90 min, 然后将绣球菌汁进行过滤操作, 测定总糖含量[11]。本研究以总糖含量作为绣球菌汁提取的指标, 总糖含量越高, 提取效果越好。

2.2.3. 总糖的测定

采用苯酚-硫酸法[17]进行总糖的测定。苯酚-硫酸法测定的原理: 可溶性的糖在浓硫酸作用下脱水生成的糖醛或羟甲基糠醛能与苯酚缩合呈一种橙红色化合物, 在 10~100 mg 范围内其颜色深浅与糖的含

量呈正比, 其在 485 nm 波长下有最大吸收峰, 所以能用比色法在此波长下测定。总糖测定方法: 在 485 nm 波长下测定绣球菌中的总糖含量。以标准葡萄糖质量浓度 C (mg/mL) 为横坐标, 吸光度 A 为纵坐标, 绘制标准曲线, 重复测定 3 次, 取平均值, 在所测定的浓度范围内线性关系良好, 根据公式计算出提取物中总糖含量(以葡萄糖当量计)。

2.2.4. 枸杞汁的制备工艺优化

1) 枸杞汁的澄清温度优化

向混合好的枸杞汁中加入果胶酶后, 分别在 20℃、30℃、40℃、50℃、60℃ 的恒温水浴锅中水浴 3 h, 酶解处理后再将澄清汁加热至 80℃, 30 min, 然后降温至 10℃ 以下, 静置 24 h。随后利用离心沉淀法, 测量沉淀率[14], 研究出澄清时不同温度对枸杞汁的澄清效果的影响。

2) 枸杞汁的澄清时间优化

向混合好的枸杞汁中加入果胶酶后, 在 40℃ 的恒温水浴锅中分别水浴 2 h、2.5 h、3 h、3.5 h、4 h, 酶解处理后再将澄清汁加热至 80℃, 30 min, 然后降温至 10℃ 以下, 静置 24 h。随后用离心沉淀法[15], 测量沉淀率。研究出澄清时不同时间对枸杞汁的澄清效果的影响。

2.2.5. 枸杞汁的沉淀率测定

精确称取一定量的枸杞汁放置于 50 mL 离心管中, 在 4000 r/min、10℃ 的条件下离心 10 min, 等待离心完毕后静置 5 min, 然后在将上清液去除, 将离心管中沉淀的物质干燥至恒质量, 计算枸杞复合饮料的沉淀率[16], 并按照以下公式进行计算:

$$\text{沉淀率} = (\text{沉淀物质量} / \text{样品质量}) \times 100\%$$

2.2.6. 绣球菌 - 枸杞复合饮料配比的单因素实验

1) 绣球菌汁与枸杞汁复合比例的确定

在添加蜂蜜量(8%)和添加柠檬酸量(0.06%)的条件下, 选取 5 种不同的比例, 绣球菌汁与枸杞汁的比例分别为 65:35、70:30、75:25、80:20、85:15, 在此条件下对绣球菌汁和枸杞汁的复合饮料进行单因素实验, 对饮料的口感进行评价, 从而确定出原料比例对复合饮料口感及风味的影响, 得到最佳的绣球菌汁和枸杞汁比例。

2) 蜂蜜添加量的确定

量取绣球菌汁 75 mL, 枸杞汁 25 mL, 添加柠檬酸量为(0.06%), 蜂蜜的添加量分别为 4.0%、6.0%、8.0%、10.0%、12.0%, 在此条件下进行蜂蜜添加量的单因素实验, 并对其口感进行评价, 确定蜂蜜的最佳添加量。

3) 柠檬酸添加量的确定

量取绣球菌汁 75 mL, 枸杞汁为 25 mL, 蜂蜜的添加量为(8.0%), 添加柠檬酸量分别为 0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.1%, 在此条件下进行柠檬酸添加量的单因素试验, 并对其口感进行评价, 确定柠檬酸的最佳添加量。

2.2.7. 绣球菌 - 枸杞复合饮料配比的正交实验

由单因素实验的结果通过正交实验来确定复合饮料的最佳配方。根据单因素实验结果发现, 绣球菌汁和枸杞汁的比例、蜂蜜的添加量以及柠檬酸的添加量对其的感官品质影响较大。由上述的实验中取得最佳的单因素水平, 以绣球菌汁、枸杞汁以及蜂蜜、柠檬酸添加量为主要因素, 选用 $L_{(9)}3^4$ 正交试验, 每个因素取三个水平(详见表 1), 以绣球菌 - 枸杞复合饮料的感官评定综合评分为考察指标, 以此来确定复合饮料的最佳参数。

Table 1. Level table of optimization factors of formula of complex beverage of *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller
表 1. 绣球菌 - 枸杞复合饮料配方优化因素水平表

水平	因素			
	A	B	C	D
	绣球菌汁体积(mL)	枸杞汁体积(mL)	蜂蜜添加量(%)	柠檬酸添加量(%)
1	70	30	6.0	0.04
2	75	25	8.0	0.06
3	80	20	10.0	0.08

2.2.8. 本产品的感官评价评分标准

根据参照的有关文献[18]中食用菌水果复合饮料产品感官评价评分标准的方法制定出绣球菌 - 枸杞复合饮料感官评定评分表(见表 2)。

Table 2. Sensory evaluation score table of complex beverage of *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller
表 2. 绣球菌 - 枸杞复合饮料感官评定评分表

项目	感官评分标准	分值
色泽(20 分)	橙黄色, 色泽均匀、透亮性好	16~20
	淡黄色或橙红色, 色泽较透明	10~15
	颜色过深或过浅, 不透明	0~9
气味(30 分)	有绣球菌和枸杞特有的风味	25~30
	只有绣球菌或枸杞某一种的风味, 另外一种不明显	20~24
	绣球菌和枸杞的风味都没有, 气味奇怪	0~19
口感(30 分)	酸甜适口, 口感细腻	25~30
	较酸或较甜, 口感一般	20~24
	过酸或过甜, 口感差	0~19
组织状态(20 分)	组织均匀细腻、无沉淀或分层	16~20
	组织均匀, 有部分沉淀或分层	10~15
	组织微浑浊, 少量沉淀或分层	0~9

2.2.9. 绣球菌 - 枸杞复合饮料的理化指标分析

可溶性固形物含量测定方法依据 GB/T 12143-2008《饮料通用分析方法》; 菌落总数测定方法依据 GB 4789.2-2016《食品微生物学检验菌落总数测定》; 大肠菌群计数方法依据 GB 4789.3-2016《食品微生物学检验大肠菌群计数》。

3. 结果与分析

3.1. 绣球菌汁浸提条件优化结果

3.1.1. 绣球菌汁最佳浸提时间

浸提时间影响着绣球菌多糖的提取, 总糖含量越多, 表明浸提的工艺优化较好。总糖含量随浸提时间变化如图 2 所示, 总糖含量的变化随浸提时间的增长而升高, 此变化在 90 min 的时候变化最为显著,

此后上升趋势减缓。因此, 在绣球菌汁浸提过程中, 选择浸提时间为 90 min 为宜。

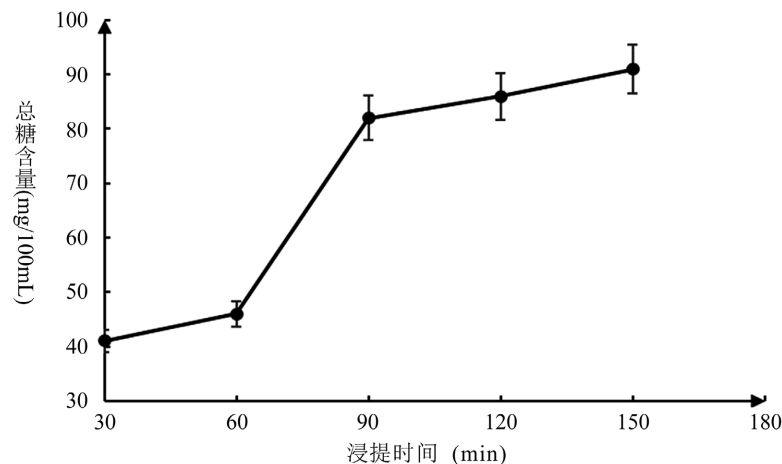


Figure 2. Effect of extraction time of *Sparassis crispa* on the content of total sugar of beverage

图 2. 绣球菌浸提时间对总糖含量变化的影响

3.1.2. 绣球菌汁最佳浸提温度

浸提温度影响着绣球菌多糖的提取, 总糖含量越多表明浸提的工艺优化较好。总糖含量随温度变化如图 3 所示, 总糖含量的变化由浸提温度的上升而升高, 此次变化在 50℃ 尤为明显, 60℃ 趋于缓慢, 而温度高于 60℃ 时发生此种变化的原因可能是因为: 温度升高浸提体系中的溶剂水蒸发快从而使得游离水减少, 影响了总糖的含量。因此, 在绣球菌汁浸提过程中, 浸提温度选择 60℃ 为宜。

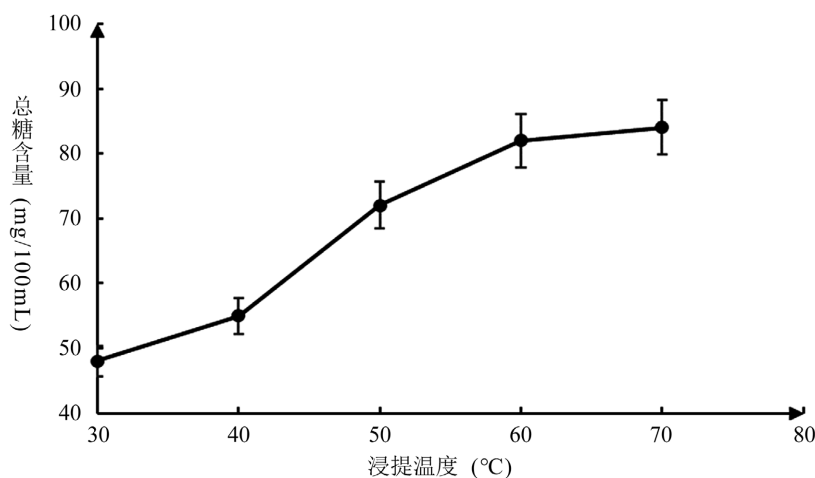


Figure 3. Effect of extraction temperature of *Sparassis crispa* on the content of total sugar of beverage

图 3. 绣球菌浸提温度对总糖含量变化的影响

3.2. 枸杞汁浸提条件优化结果

3.2.1. 枸杞汁最佳浸提温度

庄雅香等人的研究表明[19], 澄清效果对饮料的感官质量影响较大, 而沉淀率越低, 表明饮料的澄清效果越好。沉淀率的变化随枸杞汁浸提温度的变化如图 4 所示, 沉淀率随着浸提温度的增加而增加, 在

50℃左右达到最大, 枸杞汁在进行酶解处理澄清操作时, 沉淀率越大, 表明澄清效果越好。因此, 枸杞汁在制备过程中浸提温度选择 50℃为宜。

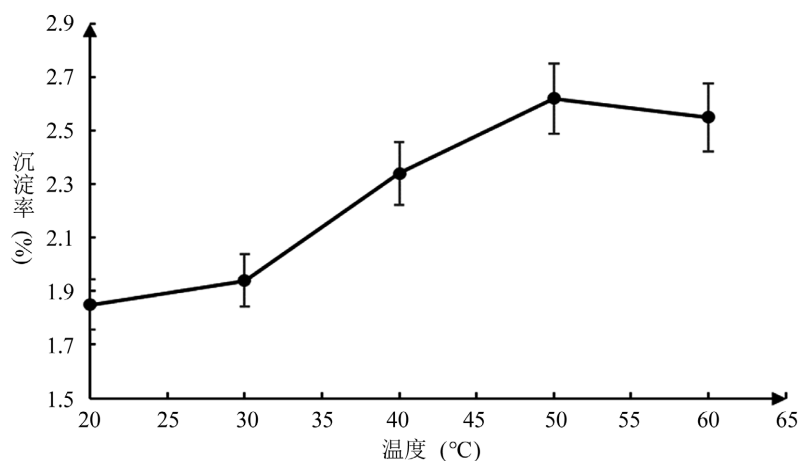


Figure 4. Effect of extraction temperature of *Lycium chinense* Miller juice on the dedimentation rate of beverage

图 4. 枸杞汁浸提温度对沉淀率变化的影响

3.2.2. 枸杞汁最佳浸提时间

根据实验结果, 澄清效果对饮料的感官质量影响较大, 而沉淀率越低, 表明饮料的澄清效果越好。沉淀率的变化随枸杞汁浸提时间的变化如图 5 所示, 沉淀率随着浸提时间的增长而增长, 在浸提时间 3 h 的时候增长幅度最大, 此后增长趋势趋于平缓。枸杞汁在进行酶解处理澄清操作时, 沉淀率越大, 表明了澄清效果越好。因此, 枸杞汁在制备过程中浸提时间选择 3 h 为宜。

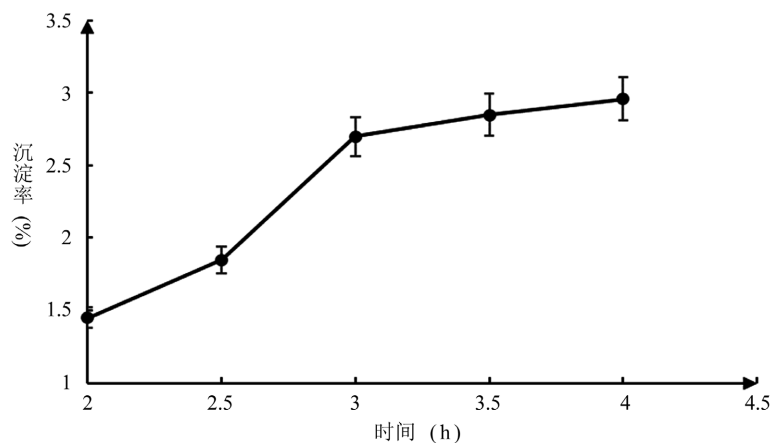


Figure 5. Effect of extraction time of *Lycium chinense* Miller juice on the dedimentation rate of beverage

图 5. 枸杞汁浸提时间对沉淀率变化的影响

3.3. 绣球菌 - 枸杞复合饮料配方优化的单因素实验结果

3.3.1. 绣球菌汁与枸杞汁复合比例

为了确定复合饮料中绣球菌汁与枸杞汁的复配比例, 进行单因素实验, 对饮料的口感进行评价, 从

而确定出原料比例对复合饮料口感及风味的影响, 评价标准见附表 1。对不同比例的绣球菌汁和枸杞汁对复合饮料的口感进行感官评价, 结果见表 3, 可以得出感官评分为 86 分。因此, 当取绣球菌汁 75 mL、枸杞汁 25 mL 时所配制的饮料口感以及风味上面良好, 所以选择绣球菌汁与枸杞汁的最佳配比为 75:25, 也就是体积比 3:1。

Table 3. Effect of different additives of *Sparassis crispa* juice and *Lycium chinense* Miller juice on the taste of complex beverage

表 3. 不同比例的绣球菌汁与枸杞汁对复合饮料口感的影响

绣球菌汁:枸杞汁(V:V)	感官品质	感官评分
65:30	绣球菌的风味及香味不足, 枸杞味偏重, 口感差	71
70:30	绣球菌的风味较轻, 枸杞味较重, 口感一般	83
75:25	绣球菌的香味枸杞味搭配合理, 口感好	86
80:20	有绣球菌的风味, 枸杞味较淡, 口感一般	82
85:15	绣球菌的香味及风味较重, 枸杞味不足, 口感差	74

3.3.2. 蜂蜜添加量

为了确定复合饮料中蜂蜜的添加量, 进行单因素实验, 结果见表 4。通过附表 2 的感官评定评分表对不同添加量的蜂蜜对饮料口感的影响进行感官评价, 得出感官评分为 86 分, 因此当蜂蜜添加量为 8.0% 时所配制的复合饮料的口感较好, 酸甜适口, 因此选择饮料的蜂蜜添加量为 8.0%。

Table 4. Effect of different additives of honey on the taste of complex beverage

表 4. 不同添加量的蜂蜜对复合饮料口感的影响

蜂蜜添加量(%)	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0
感官品质	甜味不足, 偏酸	有甜味, 酸味稍多	酸甜适口, 口感好	甜味稍多, 有酸味	甜味偏重, 酸味不足
感官评分	73	82	86	81	77

3.3.3. 柠檬酸添加量

Table 5. Effect of different additives of citric acid on the taste of complex beverage

表 5. 不同添加量的柠檬酸对复合饮料口感的影响

柠檬酸添加量(%)	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1
感官品质	酸味不足, 偏甜味	微酸偏甜	酸甜适中	偏酸微甜	酸味偏重, 甜味不足
感官评分	75	82	85	83	70

为了确定复合饮料中柠檬酸的添加量, 进行单因素试验, 并对其口感进行评价, 确定柠檬酸的最佳添加量, 结果见表 5。通过附表 2 的感官评定评分表对不同添加量的柠檬酸对饮料口感的影响进行感官评价, 得出感官评分 85 分, 因此当柠檬酸添加量为 0.06% 时所配制的复合饮料口感较好, 酸甜适口, 因此选择饮料的柠檬酸添加量为 0.06%。

3.3.4. 绣球菌 - 枸杞复合饮料配方优化的正交实验结果

根据绣球菌 - 枸杞复合饮料的单因素实验结果表明, 绣球菌汁与枸杞汁的比例、蜂蜜的添加量、柠

柠檬酸的添加量对此复合饮料的感官品质均有影响, 因此通过上述单因素实验筛选出最佳的单因素水平, 然后再进行正交实验。正交实验采用 $L_9(3^4)$ 正交设计, 并且另 10 位食品专业相关人员, 采用感官评定法来进行打分, 在标准状况下, 分别对复合饮料的色泽(20 分)、气味(30 分)、口感(30 分)、组织状态(20 分)等方面来进行综合评分, 具体实验结果表 6 所示。

通过上述正交实验结果可知, 从影响绣球菌 - 枸杞复合饮料的各因素水平中, 影响复合饮料感官品质的先后顺序分别是(D)柠檬酸、(C)蜂蜜、(B)枸杞汁、(A)绣球菌汁, 也就是复合饮料中柠檬酸的影响最大, 其次是蜂蜜, 然后是枸杞汁, 最后是绣球菌汁。因此, 根据各因素最优水平项得到绣球菌 - 枸杞复合饮料配方各因素的最优组合为 $D_2C_2B_2A_2$ 或者 $D_2C_2B_2A_3$, 也就是绣球菌汁是 75 mL 或者 80 mL, 枸杞汁是 25 mL, 蜂蜜是 8.0%, 柠檬酸是 0.06%。

Table 6. Orthogonal test results of complex beverage of *Sparassis crispa* and *Lycium chinense* Miller

表 6. 绣球菌 - 枸杞复合饮料正交试验结果

试验号	因素				感官评分
	A	B	C	D	
	绣球菌汁(mL)	枸杞汁(mL)	蜂蜜(%)	柠檬酸(%)	
1	1	1	1	1	66
2	1	2	2	2	86
3	1	3	3	3	68
4	2	1	2	3	72
5	2	2	3	1	82
6	2	3	1	2	76
7	3	1	3	2	78
8	3	2	1	3	69
9	3	3	2	1	83
K_1	220	216	211	231	
K_2	230	237	241	240	
K_3	230	227	228	209	
R	10	21	30	31	
优水平	$A_2、A_3$	B_2	C_2	D_2	

3.4. 绣球菌 - 枸杞复合饮料的产品质量结果

3.4.1. 绣球菌 - 枸杞复合饮料的感官评价结果

根据感官评分标准得出本产品的感官评分为 86 分, 由此得到的绣球菌 - 枸杞复合饮料口味纯正, 兼具绣球菌和枸杞的特有风味。按照本工艺调配出来的绣球菌 - 枸杞复合饮料, 不含添加剂、防腐剂, 属于天然产品。选择食品班的十位同学对饮料进行品尝并根据感官评定标准表来对饮料的感官品质进行评分, 根据评分结果可知, 该饮料不仅口感细腻可口, 而且风味独特, 比较容易为大众所接受。

3.4.2. 绣球菌 - 枸杞复合饮料理化分析结果

饮料中可溶性固形物含量的检测[20]: 15%~18%; 成品饮料 pH 值大概范围在 4.0~4.5 之间。

3.4.3. 微生物指标检测

依据《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》(GB 4789.2-2016) [21], 根据检测得出该产品中细菌总数 < 100 CFU/mL, 大肠菌群未检出。

4. 结论

本次研究系统探究了绣球菌-枸杞复合饮料的研制方法, 并且通过总糖含量变化得出了绣球菌的最佳浸提条件为浸提时间 90 min, 浸提温度 60℃, 在此条件下绣球菌多糖的提取量较多。枸杞汁澄清效果对饮料感官品质影响较大, 根据沉淀率得到枸杞的最佳澄清条件为澄清时间 3 h、果胶酶 0.1%、澄清温度 50℃。根据单因素和正交实验得到复合饮料的最优配方为绣球菌汁 75 mL 或 80 mL、枸杞汁 25 mL、蜂蜜 8.0%、柠檬酸 0.06%。根据感官评分标准, 得出感官评分为 86 分, 选用此配方而制得的绣球菌-枸杞复合饮料口感细腻, 酸甜可口。通过对本产品质量指标的检测, 本产品的各方面指标较好, 不仅营养价值高, 而且也丰富了饮料市场, 具有广阔的市场前景。食用菌水果复合饮料的研究成果近年来虽有逐渐增多的趋势, 但关于绣球菌的研究仍未出现, 值得进行更加广泛和深入的研究。下一步研究可在绣球菌饮品多样化和营养化方面进行深入研究。

致 谢

本研究感谢基金项目的经费支持: 陕西省重点产业创新链(群)-农业领域项目(2023-ZDLNY-16); 陕西省科技厅自然科学基金青年项目(2023-JC-QN-0270); 陕西省教育厅自然科学一般专项项目(22JK0361); 商洛学院重点培育项目(22KYPY08)、博士启动基金项目(22SKY101)、自然科学企业合作项目(22HKY248, 22HKY249, 23HKY051, 23HKY055)。

参考文献

- [1] 侯金鑫. 三种食用菌保健饮料工艺优化、成分分析及功效的研究[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北师范大学, 2014.
- [2] 黎轶. 食用菌功能性饮料消除运动员疲劳感作用研究[J]. 中国食用菌, 2020, 39(2): 226-227, 230.
- [3] 司景梅, 刘静. 西瓜汁作为一种潜在功能性饮料在缓解运动员肌肉酸痛中的作用[J]. 河北体育学院学报, 2017, 31(1): 60-66.
- [4] 黄競, 孔宇, 杨郑州, 等. 食用菌的保健功效及食用菌水果复合饮料研究进展[J]. 农产品加工(上半月), 2021(9): 74-77, 83.
- [5] 何丽霞, 毕书瑜, 程艳芬, 等. 广叶绣球菌多糖-铁螯合物制备、表征及生物活性[J]. 食用菌学报, 2022, 29(3): 58-66.
- [6] 郝正祺, 王荣荣, 冯翠萍, 等. 绣球菌多糖及其功能研究[J]. 中国食用菌, 2017, 36(1): 48-51.
- [7] Kwon, A.H., Qiu, Z., Hashimoto, M., et al. (2009) Effects of Medicinal Mushroom (*Sparassis crispa*) on Wound Healing in Streptozotocin-Induced Diabetes Rats. *The American Journal of Surgery*, **197**, 503-509. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2007.11.021>
- [8] 亢爽, 刘娜, 张丽霞. 绣球菌水溶多糖的提取及其抑菌效果[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(22): 1-2, 25.
- [9] 张迪, 王宏雨, 肖冬来, 等. 绣球菌多糖及其体外免疫活性研究[J]. 福建农业学报, 2019, 34(9): 1093-1099.
- [10] 禹国龙, 叶琳, 苑世婷, 等. 绣球菌多糖的提取与抗氧化活性研究[J]. 天津农业科学, 2013, 19(4): 11-14.
- [11] Zhang, X.R., Qi, C.H., Cheng, J.P., et al. (2014) *Lycium barbarum* Polysaccharide LBP4-OL May Be a New Toll-Like Receptor 4/MD2-MAPK Signaling Pathway Activator and Inducer. *International Immunopharmacology*, **19**, 132-141. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2014.01.010>
- [12] Nan, Y., Wang, R., Yuan, L., et al. (2012) Effects of *Lycium barbarum* Polysaccharides (LBP) on Immune Function of Mice. *African Journal of Microbiology Research*, **6**, 4757-4760. <https://doi.org/10.5897/AJMR12.363>
- [13] Kulczyński, B. and Anna, G.M. (2016) Goji Berry (*Lycium barbarum*): Composition and Health Effects—A Review. *Polish Journal Food and Nutrition Sciences*, **66**, 67-76. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0040>

- [14] 乔西凤, 马丛伟, 张颖, 等. 枸杞多糖的分离纯化及其体外抗增殖和抗炎活性分析[J]. 现代食品科技, 2023, 39(2): 125-134.
- [15] 朱斗锡, 何荣华. 珍稀绣球菌的经济价值及开发前景[J]. 农村新技术, 2009(2): 19-20.
- [16] Aleksandra, S., Milena, P., Danka, M., *et al.* (2018) Novel Kombucha Beverage from Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum*, with Antibacterial and Antioxidant Effects. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **20**, 243-258. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2018025833>
- [17] 国家药典委员会. 中国药典(一部) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2015: 249.
- [18] 王德娜. 绣球菌保鲜技术及其饮料制备[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2020: 46-47.
- [19] 庄雅香, 贺永朝, 宋洪波, 等. 杨梅复合饮料澄清工艺研究[J]. 农产品加工(下半月), 2015(1): 32-35.
- [20] Chatterjee, B. and Patel, T. (2016) Edible Mushroom—A Nutritious Food Improving Human Health. *International Journal of Clinical and Biomedical Research*, **2**, 34-37.
- [21] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 4789.2-2016 食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

附 录

Table S1. Sensory evaluation standard for single factor experiment with *Sparassis crispa* juice and *Lycium chi-nense* Miller juice

表 S1. 绣球菌汁、枸杞汁单因素实验感官评定标准

感官评分标准	分值(满分 100)
有绣球菌、枸杞味, 酸甜可口, 口感好	90~100 分
有绣球菌或枸杞滋味, 酸甜适度, 口感较好	80~89 分
有明显绣球菌或枸杞滋味, 微酸或微甜, 口感较差	60~79 分
有明显绣球菌、枸杞滋味, 甜味过重或酸味过重, 口感差	60 分以下

Table S2. Sensory evaluation score table for the effect of different additives of honey or citric acid on complex beverage

表 S2. 不同添加量的蜂蜜或柠檬酸对复合饮料的影响的感官评定评分表

感官评分标准	分值(满分 100)
酸甜爽口, 口感好	90~100 分
微酸或微甜, 口感一般	80~89 分
甜味过重或酸味过重, 口感差	70~79 分