

酱香天麻健康酒制备工艺

朱思洁¹, 刘良禹^{1,2}, 田多³, 王先桂³, 王禹澄¹, 刘旭东^{1*}

(1. 茅台学院 食品科学与工程系, 贵州 仁怀 564507; 2. 中国海洋大学 食品科学与工程学院, 山东 青岛 266071; 3. 茅台学院 实习实训中心, 贵州 仁怀 564507)

摘要: 为丰富酱香酒产品结构, 加大黔地天麻药材的开发利用, 该试验选取遵义道真、铜仁德江、六盘水、黔西南、毕节大方 5 个产地的天麻样品, 筛选天麻多糖和天麻素含量高的天麻, 采用超声辅助浸泡方法制备酱香天麻健康酒。以天麻素、天麻多糖含量为指标, 通过单因素试验探究超声时间、超声温度、酱香酒体积分数 3 个因素对酱香天麻健康酒品质的影响, 得到酱香天麻健康酒最优制备工艺为超声时间 45 min、超声温度 45℃、酱香酒体积分数 65%, 该条件下所得产品色泽微黄, 清澈透明, 具有淡淡的天麻药香味, 酱香突出, 无异味, 天麻素含量 47.14 ng/μL, 天麻多糖含量 3.58 mg/mL。

关键词: 天麻; 酱香酒; 超声辅助浸提; 天麻素; 多糖

Production of Maotai-Flavor *Gastrodia elata* Healthcare Chinese Baijiu

ZHU Sijie¹, LIU Liangyu^{1,2}, TIAN Duo³, WANG Xiangui³, WANG Yucheng¹, LIU Xudong^{1*}

(1. Department of Food Science and Engineering, Maotai Institute, Renhuai 564507, Guizhou, China;
2. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266071, Shandong, China;
3. Department of Practice and Training, Maotai Institute, Renhuai 564507, Guizhou, China)

Abstract: With the aim of enriching the products of Maotai-flavor Chinese baijiu and fully utilizing the *Gastrodia elata* resources in Guizhou, *G. elata* samples were collected from Daozhen (Zunyi), Dejiang (Tongren), Liupanshui, Qianxinan, Dafang (Bijie) for the production of Chinese baijiu. The *G. elata* samples with high content of polysaccharides and gastrodin were selected, and ultrasound-assisted immersion was employed to prepare Maotai-flavor *G. elata* healthcare baijiu. With the content of gastrodin and polysaccharide as the indicators, the effects of ultrasonic time, ultrasonic temperature, and alcohol concentration on the product quality were investigated by single factor experiments. The production conditions were optimized by orthogonal experiments as follows: ultrasonic treatment at 45℃ for 45 min with the alcohol concentration of 65%. The product obtained under these conditions was clear, slightly yellow, and had a slight aroma of *G. elata*, a strong Maotai flavor, and no off-flavor, with the gastrodin content of 47.14 ng/μL and polysaccharide content of 3.58 mg/mL.

Key words: *Gastrodia elata*; Maotai-flavor Chinese baijiu; ultrasound-assisted immersion; gastrodin; polysaccharide

引文格式:

朱思洁, 刘良禹, 田多, 等. 酱香天麻健康酒制备工艺[J]. 食品研究与开发, 2024, 45(5): 171-177.

ZHU Sijie, LIU Liangyu, TIAN Duo, et al. Production of Maotai-Flavor *Gastrodia elata* Healthcare Chinese Baijiu [J]. Food Research and Development, 2024, 45(5): 171-177.

天麻(*Gastrodia elata*)又名赤箭、独摇芝、离母、合是兰科天麻属多年生草本植物, 主产于四川、云南、贵州等地, 是一味常用而较名贵的中药, 味甘、平, 无毒, 离草、神草、鬼督邮、木浦、明天麻、定风草、白龙皮等,

基金项目: 贵州省普通高等学校青年科技人才成长项目(黔教合 KY 字[2018]454 号); 贵州省基础研究(自然科学)计划项目(黔科合基础-ZK [2022]一般 541); 遵义市科学技术局、茅台学院市校联合科技研发资金项目(遵市科合 HZ 字[2021]330 号、遵市科合 HZ 字[2022]169 号); 茅台学院高层次人才科研启动经费项目(mygccrc[2022]010、mygccrc[2022]085)

作者简介: 朱思洁(1991—), 女(苗), 副教授, 硕士研究生, 研究方向: 食品生物技术。

*通信作者: 刘旭东(1989—), 男(汉), 教授, 博士研究生, 研究方向: 营养与食品毒理。

润而不燥^[1]。天麻中的化学成分主要有天麻素、酚类、多糖类、甾醇类以及多种氨基酸、有机酸、微量元素等,具有镇静、抗癫痫、安眠、提高机体的免疫功能、抗肿瘤、抗衰老、降血脂、降血糖、神经保护作用等功能活性^[2-3]。由于天麻的药用价值、保健作用日益受到人们的重视,天麻已被作为原材料用以生产茶、酒、食品及化妆品,在临床上已被加工成的产品有胶囊、口服液、丸剂、片剂、注射液以及天麻与其他中药组方的复方产品。

近年来,随着酒业的迅速发展,酒与中药材相结合的饮品也有了较大发展,对这类产品的研究也成为热点。健康酒是指具有保健作用的酒,通常以药食同源的中药材为原料,采用传统白酒或黄酒为基酒,添加适量具有保健功能的成分,如枸杞、人参、当归等,经过浸泡、过滤、灌装等工艺制成。目前市场上的健康酒种类繁多,包括植物型健康酒、动物型健康酒、菌类健康酒等。其中,植物型健康酒比较常见,如枸杞酒、人参酒、天麻酒等,天麻酒通常是以天麻和其他中药材为原料通过发酵或浸泡渗漉等方式加工制得的健康养生酒^[4-5]。研究证明适当剂量的天麻灵芝酒能延长果蝇的寿命,降低老年小鼠肝脏和血清中过氧化脂质(lipid peroxide, LPO)的含量,提高老年小鼠血清中超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)的含量^[6]。此外,将天麻泡酒之后还具有祛风通络、治疗腰肌损伤、关节炎、头痛等功效^[7]。但这样的复合药酒中的成分复杂,主要功能活性成分也不明确。因此,在人们越来越注重养生的今天,研制对人体健康有益的新型天麻健康酒具有很大的市场前景。

酱香型白酒亦称茅香型白酒,以茅台为代表,属大曲酒类。酱香突出、幽雅细腻,空杯留香幽雅持久,入口柔绵醇厚,回味悠长^[8]。酱香型白酒因其特殊的加工工艺使其易挥发物质少,对人体刺激小,酸度高,有利于健康,此外因其含有SOD,具有清除人体内多余的自由基、抗肿瘤、抗疲劳、抗病毒、抗衰老的作用^[9-11]。

本研究拟选取遵义道真、铜仁德江、六盘水、黔西南、毕节大方5个产地天麻样品,筛选品质最佳的天麻为原材料,运用超声浸提方法,将天麻浸泡在酱香酒中制得酱香天麻健康酒。试验运用单因素正交试验设计,以天麻素、天麻多糖含量为指标,探究超声时间、超声温度、酱香酒体积分数3个因素对酱香天麻健康酒品质的影响,以期获得品质佳、风味独特的酱香天麻酒,为酱香酒的产品多元化创造条件,同时也为黔地天麻原材料的开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

红天麻(干制品):毕节大方地区天麻、六盘水地区

天麻、铜仁德江地区天麻、遵义道真地区天麻、黔西南地区天麻;天麻素(纯度 $\geq 98\%$):北京索莱宝科技有限公司;乙腈(色谱纯):天津医药化学技术有限公司;磷酸、葡萄糖(纯度 $\geq 98\%$):上海试剂总厂;浓硫酸:天津市科密欧化学试剂有限公司;酱香酒基酒(55% vol):茅台集团保健酒公司;苯酚:成都金山化学试剂有限公司。除特殊标记外,其他化学试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

高速万能粉碎机(DFY-200C):北京科伟永兴有限公司;超声波清洗器(SB-800DT):宁波新芝生物科技有限公司;数显鼓风干燥箱(GZX-9070):天津市泰斯特仪器有限公司;紫外分光光度计(UV-5100):上海元析仪器有限公司;高效液相色谱仪(1260-VWD)、气相色谱质谱联用仪[7890B; VF-WAXms(60 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μ m)]:安捷伦科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 天麻品种筛选

选取遵义道真、铜仁德江、六盘水、黔西南、毕节大方5个产地天麻样品。分别将5组天麻样品经粉碎后加入85%的乙醇进行超声处理后,测定样品中天麻素、天麻多糖含量,取品质最佳的样品为天麻健康酒的加工原材料。

1.3.2 酱香天麻健康酒制作工艺

1.3.2.1 工艺流程

天麻(55℃烘干)→粉碎过筛→超声浸泡处理→粗滤→澄清处理→精滤→调味→装瓶→成品→检测。

1.3.2.2 工艺操作要点

1)原料选择:选取果实饱满、大小均一、无霉变、无虫眼的天麻样品。

2)原料清洗烘干:将干制天麻(含水量为7%)原料放入超声清洗仪器中清洗15 min后取出置于55℃烘箱,热风干燥30 min后取出备用。

3)原料粉碎过筛:将洗净烘干后的原料用粉碎机对天麻粉碎后通过80目筛进行筛选。

4)原料超声浸泡处理:选用体积分数为70%的酱香酒(70 mL酱香基酒,30 mL水)加入5 g天麻样品进行浸泡24 h后的样品进行45℃超声处理45 min。

5)澄清过滤:用8层纱布进行简单过滤,选用明胶澄清剂澄清处理,再用低温高速离心机以4℃、4 000 r/min离心处理取澄清液。

6)调味:以白砂糖、柠檬酸、少量基酒勾调。

7)成品装罐:取澄清液置于灭菌后的玻璃瓶中,封盖保存。

1.3.2.3 单因素试验

以产品的天麻素和天麻多糖含量为指标,分别考察超声时间、超声温度、酱香酒体积分数对酱香天麻健康酒产品品质的影响。单因素试验因素水平见表1。

表1 单因素试验因素与水平
Table 1 Factors and levels of single factor experiments

水平	超声时间/min	超声温度/℃	酱香酒体积分数/%
1	15	15	65
2	30	25	70
3	45	35	75
4	60	45	80
5	75	55	85
6	90	65	90

1.3.2.4 正交试验

在单因素试验的基础上,进行正交试验设计。设计超声温度、超声时间、酱香酒体积分数三因素三水平的正交试验,试验结果以天麻素和天麻多糖含量为指标确定出酱香天麻健康酒的最佳工艺条件,正交试验因素与水平见表2。

表2 正交试验因素与水平
Table 2 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	A 超声温度/℃	B 超声时间/min	C 酱香酒体积分数/%
1	45	30	65
2	55	45	70
3	65	60	75

1.4 理化指标测定方法

1.4.1 酒精度、总酸、总酯含量测定

酒精度测定参照GB 5009.225—2016《食品安全国家标准 酒中乙醇浓度的测定》^[12]的方法。总酸、总酯含量参照胡韶武等^[13]的方法测定。

1.4.2 天麻素含量测定

参考文献[14]的方法测定天麻含量。

色谱柱:UF-C18(4.6 mm×250 mm,5 μm);流动相为A:0.1%磷酸水,流动相B:乙腈。梯度洗脱条件:0~35 min,B:3%~30%乙腈;35~45 min,B:30%~70%乙腈。流速:1 mL/min,柱温30℃,检测波长221 nm。

天麻素标准曲线的绘制:精确称取5.0 mg天麻素标品,用蒸馏水定容至50 mL,配成浓度为0.10 mg/mL天麻素标品溶液,按照所需浓度分别配制标准品溶液,过0.45 μm膜后送入高效液相色谱仪检测,进样量分别为0、2、5、10、15、20 μL。以天麻素含量(ng/μL)为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制天麻素标准曲线。

天麻中天麻素含量测定:准确称量2 g天麻样品,加50 mL体积分数75%乙醇中,摇匀,60℃超声辅助浸提30 min,抽滤去除残渣,重复上述过程两次,取滤液减压蒸去乙醇,过滤,加入体积比为3:97的乙腈溶液25 mL,得到天麻提取液。取天麻提取液1 mL,过

0.45 μm膜后送入高效液相色谱仪检测。根据标准曲线计算天麻提取液中天麻素的含量。

酱香天麻健康酒样液天麻素含量测定:取天麻酒样品1 mL溶液,过0.45 μm膜后送入高效液相色谱仪检测。根据标准曲线计算酱香天麻健康酒样液中天麻素的含量。

1.4.3 多糖含量测定

天麻中多糖含量测定:参考文献[15]的方法,采用苯酚硫酸法对天麻中多糖含量测定,用电子天平准确称量5种天麻各5 g,加入100 mL 75%乙醇,摇匀,超声温度为60℃,提取时间为30 min,抽滤,把滤液接入旋转蒸发仪,减压蒸去乙醇,再加50 mL的蒸馏水重溶后过滤,得到天麻多糖提取液,取天麻多糖提取液1 mL定容至100 mL容量瓶内作为供试样品溶液,在490 nm波长下测定式样品溶液的吸光值。根据标准曲线计算天麻样品中多糖的含量。

酱香天麻健康酒样液多糖含量的测定:采用苯酚硫酸法对酱香天麻健康酒样液多糖含量测定,取天麻酒样品1 mL定容至100 mL容量瓶内作为供试样品溶液,在490 nm波长下测定式样品溶液的吸光值。根据标准曲线计算酱香天麻健康酒样品中多糖的含量。

1.5 酱香天麻健康酒风味物质气相色谱分析

参考文献[16]的方法进行测定。

1.5.1 样品准备

量取各类酒样10 mL,置于20 mL固相微萃取仪采样瓶中,插入装有固相微萃取(使用DVB/PDMS/PDMS)萃取头的手动进样器,在50℃条件下顶空萃取30 min后,移出萃取头并立即插入气相色谱仪进样口中,热解析2 min进样。

1.5.2 气相色谱-质谱联用(gas chromatography mass spectrometry,GC-MS)分析条件

气相参数:进样口温度240℃,分流进样,分流比为5:1;载气(高纯氦气)流速:1.5 mL/min、恒流模式;柱温箱控温程序:起始温度40℃、保持2 min,以6℃/min升至110℃,保持10 min,再以10℃/min升至240℃保持10 min。

质谱参数:离子源温度230℃,四极杆温度150℃,接口温度250℃,扫描范围m/z 40~400,电离能量70 eV,溶剂延迟9 min。

1.6 数据处理与分析

试验数据采用SPSS 19.0进行处理,采用Origin 8.5进行作图。

2 结果与分析

2.1 天麻品种筛选结果

天麻的主要有效成分为天麻素、天麻多糖、对羟基苯甲醛、对羟基苯甲醇和巴利森苷,其中天麻素、天麻

多糖含量最高^[17]。不同地区天麻样品天麻素和天麻多糖含量结果如图1所示。

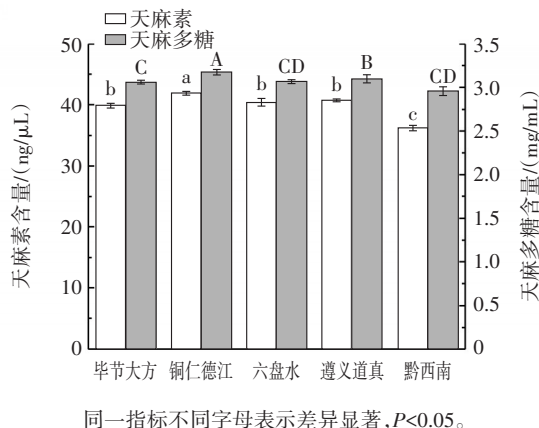


图1 贵州5个地区天麻样品天麻素和天麻多糖的含量

Fig.1 Content of gastrodin and polysaccharide in *Gastrodia elata* samples from five regions in Guizhou

由图1可知,铜仁德江天麻所含天麻素、天麻多糖含量均高于其他4组,分别可达到 (41.83 ± 0.20) ng/μL、 (3.17 ± 0.03) mg/mL。浸泡型天麻酒的主要药用成分为天麻素和天麻多糖^[18],其具有丰富的生物活性,故作为天麻品质评价的主要指标。由结果分析可知铜仁德江天麻可作为研究酱香天麻健康酒的原料。

2.2 单因素试验结果

2.2.1 超声时间对酱香天麻健康酒中天麻素以及天麻多糖含量的影响

超声时间对天麻素和天麻多糖含量的影响如图2所示。

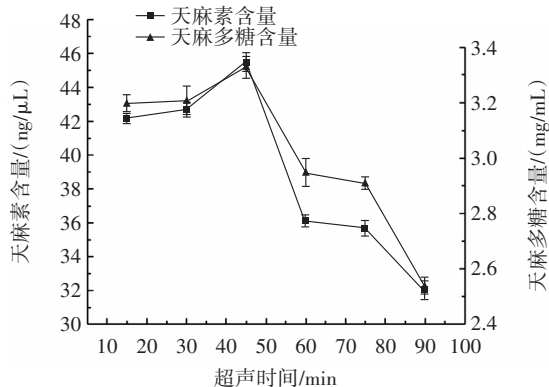


图2 超声时间对天麻素和天麻多糖含量的影响

Fig.2 Effects of ultrasonic time on the content of gastrodin and polysaccharide

由图2可知,随着超声时间的延长,酒中天麻素、天麻多糖含量先增加后减少,45 min 时天麻素和天麻多糖含量均达到最大,分别为 (45.52 ± 0.54) ng/μL、 (3.33 ± 0.04) mg/mL,45 min 后天麻素、天麻多糖含量均逐渐减少。袁志鹰等^[19]研究结果显示,天麻素、对羟基苯甲醛、对羟基苯甲醇等有效成分在浸泡溶剂中达到

平衡后随着浸泡时间的延长,由于降解或其他原因其浓度呈现降低趋势,浓度最高时为最大溶出。故超声浸泡天麻酒工艺时选择超声时间 40、45、50 min 进行后续正交试验。

2.2.2 超声温度对酱香天麻健康酒中天麻素以及天麻多糖含量的影响

超声温度对天麻素和天麻多糖含量的影响如图3所示。

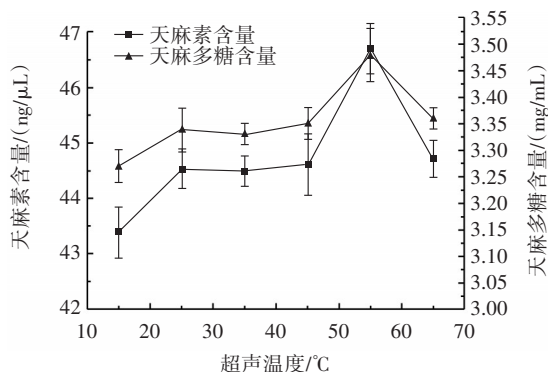


图3 超声温度对天麻素和天麻多糖含量的影响

Fig.3 Effects of ultrasonic temperature on the content of gastrodin and polysaccharide

由图3可知,随着超声温度的升高,酒中天麻素、天麻多糖含量逐渐增加,25 °C时天麻素、天麻多糖含量开始逐渐减少,45 °C时天麻素、天麻多糖含量又开始逐渐增加,直到 55 °C天麻素和天麻多糖含量达到最大,分别为 (46.71 ± 0.45) ng/μL、 (3.48 ± 0.05) mg/mL。55 °C后天麻素、天麻多糖含量均逐渐减少。超声提取中草药的最佳温度在 40~46 °C,对遇热不稳定、易水解的或氧化的药材中的有效成分具有保护作用,同时节约能耗^[20],故选择超声温度 50、55、60 °C进行后续正交试验。

2.2.3 酱香酒体积分数变化对酱香天麻健康酒中天麻素以及天麻多糖含量的影响

不同体积分数的酱香酒对天麻素和天麻多糖含量如图4所示。

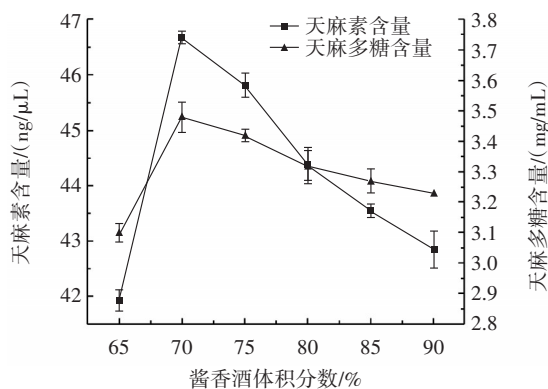


图4 酱香酒体积分数对天麻素和天麻多糖含量的影响

Fig.4 Effects of alcohol concentration on the content of gastrodin and polysaccharide

由图 4 可知,随着超声时间的延长,酒中天麻素、天麻多糖含量先增加后减少,当酱香酒体积分数达到 70% 时天麻素和天麻多糖含量达到最大,分别为 (46.68 ± 0.22) ng/ μ L、 (3.48 ± 0.02) mg/mL。酱香酒体积分数在 70% 后天麻素、天麻多糖含量均逐渐减少。白酒中的主要成分为乙醇,天麻有效成分在乙醇中的溶解度随酱香酒体积分数变化而变化,张素萍^[21]研究结果显示,乙醇浸提中草药最佳浓度为 72.5%,随着乙醇浓度增加活性成分含量降低,故选择酱香酒体积分数 65%、75%、70% 进行后续正交试验。

2.3 正交试验结果

2.3.1 以天麻素为指标正交试验结果

在单因素试验的基础上,以超声时间、超声温度、酱香酒体积分数设计三因素三水平的正交试验,对酱香天麻健康酒的工艺进行优化,以天麻素含量为指标的正交试验结果见表 3。

表 3 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 3 Results of orthogonal experiment with gastrodin as the indicator

试验号	A 超声温度	B 超声时间	C 酱香酒体积分数	天麻素含量/(ng/ μ L)
1	1	1	1	46.62
2	1	2	2	33.13
3	1	3	3	33.11
4	2	1	2	31.92
5	2	2	3	33.27
6	2	3	1	20.44
7	3	1	3	16.02
8	3	2	1	42.37
9	3	3	2	39.37
K ₁	112.86	94.56	109.43	
K ₂	85.63	108.77	104.42	
K ₃	97.76	92.92	82.4	
R	27.23	15.85	27.03	

由表 3 可知,最佳工艺条件组合为 $A_1B_2C_1$,即酒超声温度为 45℃、超声时间 45 min、酱香酒体积分数为 65%。由极差 R 可知,对成品品质的影响大小顺序为 $A>C>B$,即对产品天麻素含量影响最大的因素是超声温度,影响因素最小的是超声时间。

2.3.2 以多糖含量为指标正交试验结果

在单因素试验的基础上,以超声时间、超声温度、酱香酒体积分数设计三因素三水平的正交试验,对酱香天麻健康酒的工艺进行优化,以天麻多糖为指标正交试验结果见表 4。

由表 4 可知,最佳工艺条件组合为 $A_1B_2C_1$,即酒超声温度为 45℃、超声时间 45 min、酱香酒体积分数为 65%。由极差 R 可知,对成品品质的影响大小顺序为

表 4 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 4 Results of orthogonal experiment with polysaccharide as the indicator

试验号	A 超声温度	B 超声时间	C 酱香酒体积分数	天麻多糖含量/(mg/mL)
1	1	1	1	3.44
2	1	2	2	2.59
3	1	3	3	2.54
4	2	1	2	2.53
5	2	2	3	2.61
6	2	3	1	1.78
7	3	1	3	1.52
8	3	2	1	3.20
9	3	3	2	3.05
K ₁	8.57	7.49	8.42	
K ₂	6.92	8.40	8.17	
K ₃	7.77	7.37	6.67	
R	1.65	1.03	1.75	

$C>A>B$,即对产品天麻多糖含量影响最大的因素为酱香酒体积分数,影响因素最小的是超声时间。

通过试验结果进行综合分析确定其最佳工艺条件为酒超声温度 45℃、超声时间 45 min、酱香酒体积分数为 65%。验证试验测定此条件下结天麻素含量 47.14 ng/ μ L,天麻多糖含量 3.58 mg/mL。

2.4 理化指标测定结果

取用铜仁德江干天麻,粉碎过筛后,加入体积分数 65% 酱香酒中,经 45℃ 超声处理 45 min,配制成天麻健康酒,在感官上呈色泽微黄、清澈透明,具有淡淡的天麻药香味,酱香突出,无明显沉淀和其他异味。酒精度为 32% vol,总酸为 2.17 g/L,总酯为 3.27 g/L,符合 GB/T 26760—2011《酱香型白酒》优级白酒理化指标标准。

2.5 天麻健康酒风味物质气相色谱分析结果

采用气质联用技术对天麻健康酒及其对照品酒样进行分析,总流离子色谱图如图 5、图 6 所示,分析二者风味物质如表 5 所示。

表 5 中列出了天麻健康酒和其对对照品酒样中的挥发性成分,对照品中共检测出 19 种挥发性物质,其中酯类 9 种,醛类 5 种,醇类 4 种,醚类 1 种,含氮化合物 1 种;天麻健康酒中共检测出挥发性物质 26 种,其中酯类 9 种,醛类 4 种,醇类 4 种,醚类 1 种,其他化合物类 8 种,其中己酸乙酯、环丁醇、壬醛、环氧乙烷、羟甲基环丙烷、二甲胺、酸草醯脲、羟基脲、DL-丙氨酸、二甲乙胺等是对照品里未发现物质;在乳酸乙酯、庚酸乙酯比例相对减少的同时,己酸乙酯、棕榈酸乙酯相继出现。其中,己酸乙酯起到增加物体香的作用,会使白酒具有窖香浓郁、余味悠长等特点^[22]。乳酸乙酯是各个香型白酒风味物质的主要成分,但其含量对酒体也至

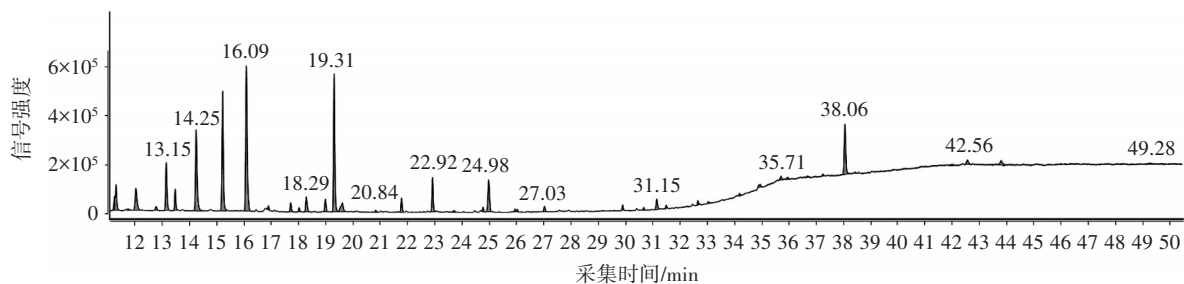


图5 对照品 GC-MS 总离子流色谱图

Fig.5 GC-MS total ion chromatogram of reference substance

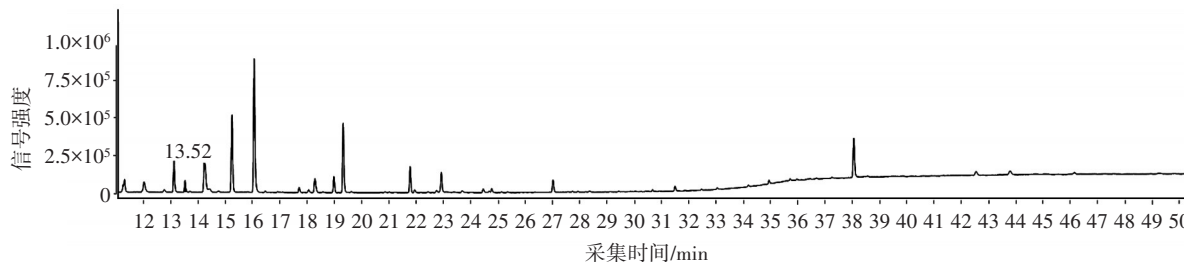


图6 成品酒 GC-MS 总离子流色谱图

Fig.6 GC-MS total ion chromatogram of finished product

表5 天麻健康酒中 GC-MS 风味物质分析结果

Table 5 Content of flavor compounds in *Gastrodia elata* health-care Chinese baijiu

编号	化合物名称	相对百分含量/%	
		对照品	成品酒
1	戊酸乙酯	9.00	6.00
2	庚酸乙酯	32.30	3.00
3	乳酸乙酯	25.00	13.00
4	辛酸乙酯	2.00	0.40
5	壬酸乙酯	1.00	1.00
6	癸酸乙酯	7.00	2.00
7	月桂酸乙酯	2.00	1.00
8	己酸乙酯	ND	25.50
9	棕榈酸乙酯	ND	9.00
10	花生四基酸甲酯	0.30	ND
11	十六酸乙酯	1.00	ND
12	异丁醇	5.00	3.00
13	正丁醇	0.20	2.00
14	异戊醇	1.00	13.00
15	环丁醇	ND	1.00
16	壬醛	ND	1.00
17	二异丁基甲醛	3.00	ND
18	苯甲醛	0.30	0.40
19	糠醛	6.00	4.00
20	正辛醛	0.20	ND
21	二糠基醚	2.00	1.00
22	3-羟基丁醛	1.00	1.00
23	1,1-二乙氧基-3-甲基丁烷	2.00	2.00
24	环氧乙烷	ND	0.30
25	羟甲基环丙烷	ND	0.40
26	二甲胺	ND	0.40
27	酸草酰脲	ND	0.30
28	DL-丙氨酸	ND	3.00
39	羟基脲	ND	0.40
30	二甲乙胺	ND	3.00

注:ND 表示未检测到该物质。

关重要。乳酸乙酯比例过高后,会抑制酒的主体香同时使白酒生出原本不属于酒的涩味,因而影响甚至改变酒的风格^[23]。若乳酸乙酯比例适当,则会增加酒体的醇厚感。在酱香天麻健康酒中,乳酸乙酯比例相对降低,同时与己酸乙酯互相结合后发生的协同作用,使酒体更加丰满醇厚。棕榈酸乙酯的出现,给酒带来了不一样的坚果香^[24];羟基脲增强了天麻健康保健酒的保健作用,在医学上,羟基脲又称为硫酸羟基脲,用于治疗恶性黑色素瘤、肠癌、胃癌、恶性淋巴瘤等肿瘤疾病^[25]。此外,在成品酒中检测出的 DL-丙氨酸在人体内可被氧化为丙氨酸,而丙氨酸是人体内合成维生素 B₆ 的原料,且 DL-丙氨酸还具有合成蛋白质、调节血糖等生物活性。综上所述,天麻原料添加入酱香酒后可以看出酯类、醇类、醛类种类增多,其中酯类物质具有水果甜香或花香气味,醇类赋予酒体鲜香醇厚的特征香气,醛类能协调各香气组分,促进其释放,这些物质都是天麻健康酒的主要挥发性物质,此类物质的增加提高了酱香酒的风味。同时,在酱香天麻健康酒中棕榈酸乙酯、羟基脲、DL-丙氨酸的增加也提高了酱香酒的生物活性,该研究结果为开发以酱香酒为原料的功能性食品提供理论依据,为实现贵州天麻农产品资源的深度开发开辟有效途径。

3 结论

本研究以天麻、酱香酒为原料开发研制一款健康且符合大众口味的酱香天麻健康酒,经单因素和正交试验探讨了其最佳工艺条件。研究结果显示:在超声浸提处理过程中天麻酒中的主要成分天麻素、天麻多

糖,其含量受超声温度影响最大,而受超声时间影响较小,最佳工艺条件为超声温度 45 ℃、超声时间 45 min、酱香酒体积分数 65%。此条件下获得的产品天麻素和天麻多糖含量最高且风味最佳,其品质符合国家优质白酒标准。此工艺操作改善了传统天麻酒炮制时间过长的问题,操作简单,为酱香白酒的多元化生产提供理论基础。

参考文献:

- [1] 刁飞燕,李俊婕,李启艳,等.不同产地天麻药材的指纹图谱建立及分析[J].中国药师,2020,23(10):1920-1925.
DIAO Feiyan, LI Junjie, LI Qiyang, et al. Establishment and analysis of the fingerprint of *Gastrodia elata* from different areas[J]. China Pharmacist, 2020, 23(10): 1920-1925.
- [2] 于涵,张俊,陈碧清,等.天麻化学成分分类及其药理作用研究进展[J].中草药,2022,53(17):5553-5564.
YU Han, ZHANG Jun, CHEN Biqing, et al. Research progress on classification of chemical constituents from *Gastrodia elata* and their pharmacological effects[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2022, 53(17): 5553-5564.
- [3] SHAO S, XU C B, CHEN C J, et al. Divanillyl sulfone suppresses NLRP3 inflammasome activation via inducing mitophagy to ameliorate chronic neuropathic pain in mice[J]. Journal of Neuroinflammation, 2021, 18(1): 142.
- [4] 李刚凤,传均强,舒丹旭,等.天麻茶酒发酵工艺优化[J].食品工业,2020,41(11):136-140.
LI Gangfeng, CHUAN Junqiang, SHU Danxu, et al. Optimization of *Gastrodia elata* tea wine fermentation process[J]. The Food Industry, 2020, 41(11): 136-140.
- [5] 郭佳欣,谢佳,蒋丽施,等.天麻保健食品开发现状分析[J].中草药,2022,53(7):2247-2254.
GUO Jiaxin, XIE Jia, JIANG Lishi, et al. Analysis of development status of *Gastrodia elata* health food[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2022, 53(7): 2247-2254.
- [6] 李幼娟,李立郎,陈发菊,等.天麻酒渗漉工艺优化及其对小鼠肝组织的影响[J].中国酿造,2022,41(7):116-121.
LI Youjuan, LI Lilang, CHEN Faju, et al. Optimization of percolation process of *Gastrodia elata* wine and its effect on mouse liver tissue[J]. China Brewing, 2022, 41(7): 116-121.
- [7] LUO Q, YAN X L, BOBROVSKAYA L, et al. Anti-neuroinflammatory effects of grossamide from hemp seed via suppression of TLR-4-mediated NF- κ B signaling pathways in lipopolysaccharide-stimulated BV2 microglia cells[J]. Molecular and Cellular Biochemistry, 2017, 428(1): 129-137.
- [8] SUN Q R, XIANG P, SHEN B H, et al. Identification of Kweichow Moutai liquor by gas chromatography-mass spectrometry fingerprint[J]. Chinese journal of chromatography, 2010, 28(9): 833-839.
- [9] 曹会,刘杰,刘志刚.酱香型白酒中非乙醇类物质抗炎活性研究[J].食品研究与开发,2020(3):13-18.
CAO Hui, LIU Jie, LIU Zhigang. Anti-inflammatory activity of non-alcoholic compounds in Maotai-flavor liquor[J]. Food Research and Development, 2020, 41(3): 13-18.
- [10] LI Y, WANG Z, WU Q, et al. Effects of Baijiu consumption on antioxidant capacity and apoptosis in liver of mice[J]. Journal of the American College of Nutrition, 2021, 40(3): 266-273.
- [11] 罗强,刘杰,刘志刚.酱香型白酒中吡嗪类物质体外抗炎作用研究[J].中国酿造,2019,38(7):156-160.
LUO Qiang, LIU Jie, LIU Zhigang. *In vitro* anti-inflammatory effect of pyrazines in sauce-flavor Baijiu[J]. China Brewing, 2019, 38(7): 156-160.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 酒中乙醇浓度的测定:GB 5009.225—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National Food Safety Standard Determination of ethanol concentration: GB 5009.225—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [13] 胡韶武,张国杰.白酒分析方法(2007版)解读[J].酿酒,2007,34(5):91-92.
HU Shaowu, ZHANG Guojie. Reading liquor analysis methods (2007 version)[J]. Liquor Making, 2007, 34(5): 91-92.
- [14] XU C B, GUO Q L, WANG Y N, et al. Gastrodin derivatives from *Gastrodia elata*[J]. Natural Products and Bioprospecting, 2019, 9(6): 393-404.
- [15] WANG J, WANG Y H, YANG X Q, et al. Purification, structural characterization, and PCSK9 secretion inhibitory effect of the novel alkali-extracted polysaccharide from *Cordyceps militaris*[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2021, 179: 407-417.
- [16] LI J, LI X, WANG X F, et al. Characterization of volatile and sulfur-containing compounds in Chinese liquor by comprehensive two-dimensional gas chromatography with mass spectrometry[J]. Journal of Chromatography A, 2019, 1564: 68-79.
- [17] 雷有成.基于化学成分特征的天麻真伪鉴别及质量评价研究[D].成都:成都中医药大学,2015.
LEI Youcheng. Authenticity identification and quality assessment of *Gastrodia tuber* (Tianma) based on chemical characteristics[D]. Chengdu: Chengdu University of TCM, 2015.
- [18] 丁诚实.天麻药酒的浸泡工艺及其抗凝作用[J].食品工程,2009(2):29-31.
DING Chengshi. Techniques of steeping of *Gastrodia elata* blume medicinal wine and its effects of anticoagulation[J]. Food Engineering, 2009(2): 29-31.
- [19] 袁志鹰,李亚林,张朋,等.不同泡制时间天麻酒药效成分动态溶出规律研究[J].时珍国医国药,2020,31(3):609-611.
YUAN Zhiying, LI Yalin, ZHANG Peng, et al. Study on dynamic dissolution law of effective components in *Gastrodia elata* wine with different brewing time[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2020, 31(3): 609-611.
- [20] SUN J L, SUN J H, ZHANG Z C, et al. Ultrasonic-assisted extraction of active ingredients from traditional Chinese medicine: principles, progress, and prospects[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2020, 57(1): 157-173.
- [21] 张素萍.超声作用时间和温度对中药材活性成分提取效果的影响[J].医药界,2018,17:56-57.
ZHANG Suping. Effects of ultrasonic treatment time and temperature on the extraction efficiency of active ingredients from traditional Chinese medicinal herbs[J]. Pharmaceutical Frontiers, 2018, 17: 56-57.
- [22] 马加军.泸型曲酒“增己降乙”方法的探讨[J].酿酒科技,2002(4):51-52.
MA Jiajun. Discussion on the methods of 'ethyl caproate-increasing and ethyl acetate-decreasing' in Luzhou-flavour liquor[J]. Liquor-making Science & Technology, 2002(4): 51-52.
- [23] 高洪涛,张立新,刘阳.凤香型白酒“增乙降乳”的生产实践[J].酿酒,2017,44(2):97-98.
GAO Hongtao, ZHANG Lixin, LIU Yang. Processing practice that increasing the content of ethyl acetate and reducing the ethyl lactate of Xifeng liquor[J]. Liquor Making, 2017, 44(2): 97-98.
- [24] 周海洋,王士敏,于金侠,等.一种快速测量白酒中棕榈酸乙酯的方法[J].酿酒科技,2014(10):120-122.
ZHOU Haiyang, WANG Shimin, YU Jinxia, et al. A method for rapid determination of ethyl palmitate in baijiu(liquor)[J]. Liquor-Making Science & Technology, 2014(10): 120-122.
- [25] PFEIFFER R, MAVER P, CUNNINGHAM J, et al. Oral hydroxyurea for the treatment of metastatic melanoma with BRAF mutations: a phase II clinical trial[J]. Journal of clinical oncology, 2018, 36(15): 4005-4012.

加工编辑:王雪

收稿日期:2023-10-31