

肉苁蓉提取物在不同香型白酒中的应用研究

魏朝丹¹, 杜培艳¹, 石莹莹¹, 管莹¹, 杨强¹, 王喆¹, 张龙², 张亚方^{1*}

(1. 劲牌有限公司, 中药保健食品质量与安全湖北省重点实验室, 湖北大冶
435100; 2. 劲牌广西天龙泉酒业有限公司, 广西河池 546400)

摘要: 为考察传统中药肉苁蓉在酒类产品中的应用情况, 特以荒漠肉苁蓉提取物为研究对象, 将其添加到清香、浓香和酱香三大主流香型白酒中, 并对其应用效果和应用稳定性进行研究和评估。调配好的试验酒样均呈现鲜亮的棕黄色, 初始颜色由深到浅依次为浓香酒样>酱香酒样>清香酒样。品评及电子舌测定结果表明, 添加肉苁蓉提取物对不同香型白酒的主体风味及口感无显著影响。动物醉酒试验结果表明, 清香型和浓香型白酒添加肉苁蓉提取物后, 小鼠的醉酒潜伏期显著延长($P<0.05$), 酱香白酒添加肉苁蓉提取物后沉醉期明显缩短($P<0.01$), 醉酒度值均 $<100\%$, 表明酒体饮后舒适度明显优于各自的空白酒样, 酒质得到改善。稳定性试验结果表明, 高温(50℃)对酒体颜色变化影响最大, 促使酒体颜色不断变红变黄, 而持续光照(3个月)可一定程度上延缓酒体颜色的变化, 甚至可使浓香酒样呈现一定褪色。酒体所含松果菊苷和毛蕊花糖苷含量随时间均呈逐渐下降趋势, 恒温避光和室内环境存放12个月, 松果菊苷降解率 $>40.00\%$, 毛蕊花糖苷降解率 $>30.00\%$ 。光照和高温环境均会加快松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量变化速率, 加速3个月, 松果菊苷降解率 $>40.00\%$, 毛蕊花糖苷降解率 $>50.00\%$ 。

关键词: 肉苁蓉提取物; 白酒; 松果菊苷; 毛蕊花糖苷; 色差; 醉酒度

中图分类号: TS 262.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-9989(2024)01-0234-09

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2024.01.025

Application of *Cistanche deserticola* Extract in Different Flavor Baijiu

WEI Chaodan¹, DU Peiyan¹, SHI Yingying¹, GUAN Ying¹, YANG Qiang¹, WANG Zhe¹,
ZHANG Long², ZHANG Yafang^{1*}

(1. Hubei Key Laboratory of Quality and Safety of Traditional Chinese Medicine Health Food,
Jing Brand Co., Ltd., Daye 435100, China; 2. Guangxi Tianlongquan Distillery Co., Ltd., Hechi
546400, China)

Abstract: In order to investigate the application of *Cistanche deserticola* in alcoholic products, the extract of *Cistanche deserticola* was selected as the research object, and it was added to three main flavor Baijiu,



namely light-flavor, strong-flavor and sauce-flavor, and its application stability and effect were studied and evaluated in detail. The prepared samples all showed bright brown and yellow color, and the initial color from dark to light was in the order of strong-flavor>sauce-flavor>light-flavor. Results of mouth taste and electronic tongue measurement showed that *Cistanche deserticola* extract had no significant effect on the main flavor and taste of different flavor Baijiu. The results of animal drunkenness test showed that the drunkenness latency of mice was significantly prolonged after the addition of *Cistanche* extract in light-flavor and strong-flavor Baijiu ($P<0.05$). The intoxication period was significantly shortened after *Cistanche* extract was added to the sauce-flavor Baijiu ($P<0.01$). The drunkenness values of three flavor Baijiu with *Cistanche* extract were <100%, it was indicating that the comfort level after drinking was obviously better than that of its blank Baijiu sample, it means the Baijiu quality was improved. The stability test results showed that high temperature (50 °C) had the greatest influence on the color change of three flavor Baijiu with *Cistanche* extract, which made the Baijiu color continuously turn red and yellow. The continuous light (3 months) can delay the change of the color of the samples to a certain extent, and even make the strong-flavor sample show a certain fade. Besides, with the extension of time, the contents of echinacoside and acteoside decreased gradually, the degradation rate of them were more than 40% and 30% when the samples were stored in dark environment with 25 °C and indoor environment for 12 months. And both light and high temperature environment can accelerate the change rate of echinoside and acteoside contents, after 3 months of acceleration, their degradation rates were more than 40.00% and 50.00%.

Key words: extract of *Cistanche deserticola*; Baijiu; echinacoside; acteoside; color difference; drunkenness

0 引言

肉苁蓉作为一味传统中药材，具有润肠通便、延缓衰老、保肝护肝、缓解体力疲劳等功效，在我国应用历史悠久。同时肉苁蓉也是滋补类食品，食用历史可追溯至南北朝时期，常与羊肉或羊肾作羹以补虚乏，被称为“沙漠人参”。在我国边疆地区，肉苁蓉也用于煲汤或酒饮，有较长食用历史^[1-2]。当前，肉苁蓉在食品领域应用广泛，2020年国家公布了对肉苁蓉等9种物质开展按照食药物质进行生产经营试点工作，以荒漠肉苁蓉为原料的保健食品和功能型食品日渐增多。其中，又以肉苁蓉酒的相关报道较多，但目前从已有研究来看，多数报道主要研究了肉苁蓉酒的生产或酿造工艺^[3-4]，而对肉苁蓉在具体产品中的应用效果和应用稳定性等鲜有报道。已有研究表明，肉苁蓉富含多种生物活性成分，如松果菊苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、木脂素类、环烯醚萜类及甜菜碱等^[5-6]，其中松果菊苷和毛蕊花糖苷是药典规定的肉苁蓉饮片的标志性成分。但有研究指出，温度、光照、pH值^[7]及不同溶液体系^[8]等对苯乙醇苷类成分的含量变化均有影响。因此，利用荒漠肉苁蓉开发保健食品或功能型食

品，对其应用效果和应用稳定性研究必不可少。基于此，为清晰阐明荒漠肉苁蓉应用到酒类产品中的感官和物质变化，同时便于试验酒样的配制，本研究以高含量的荒漠肉苁蓉提取物为研究对象，选取清香型、浓香型和酱香型3种主流白酒为其应用体系，对荒漠肉苁蓉提取物在3种不同香型白酒中的应用效果和应用稳定性进行探索，以期为更多肉苁蓉相关食品的开发提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 主要材料与试剂

荒漠肉苁蓉提取物：80%苯乙醇苷，劲牌持正堂药业有限公司；50%vol清香型白酒、50%vol浓香型白酒、50%vol酱香型白酒：实验室调配；松果菊苷标准品(纯度≥89.7%)、毛蕊花糖苷标准品(纯度≥95.2%)：中国食品药品检定研究院；甲醇：色谱纯，赛默飞世尔科技(中国)有限公司；甲酸：色谱纯，上海阿拉丁生化科技股份有限公司。

试验动物：雄性SPF级BALB/c小鼠165只，体质量18~22 g，6~8周龄，湖南斯莱克景达实验动物有限公司，生产许可证号：SCXK(湘)2019—0004。

1.2 主要仪器与设备

Ulti Mate 3000高效液相色谱仪：美国赛默飞公司；Agilent ZORBAX SB-Aq C₁₈色谱柱：5 μm, 4.6 mm×250 mm, 美国安捷伦公司；TU-1901双光束紫外可见分光光度计：北京普析通用仪器有限公司；Color Quest XE色差仪：美国Hunter Lab公司；TS-5000Z电子舌系统：日本Insent公司；电热恒温培养箱：天津市泰斯特仪器有限公司；光照培养箱：宁波莱福科技有限公司；医用恒温冰箱：德国SIGMA公司；电子天平：梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 肉苁蓉提取物适宜添加量的确定 据2020版《中国药典》中记载，干燥品肉苁蓉中松果菊苷和毛蕊花糖苷的总量不得少于0.30%，临床推荐用量为6.00~10.00 g；另《中国居民膳食指南(2016)》中推荐成人每日酒精摄入量宜控制在15.00~25.00 g/d，由此，可知成人每日饮用50%vol白酒的量需控制在50.00 mL以内。因而，从理论层面得出，若50.00 mL肉苁蓉酒中松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量达到18.00~30.00 mg(即0.36~0.60 g/L)可起到良好保健功效。而本研究所用肉苁蓉提取物中松果菊苷和毛蕊花糖苷的总量经液相检测约为36.00%，经过折算，则肉苁蓉提取物添加到50%vol白酒中的适宜添加范围在1.00~1.67 g/L，考虑到肉苁蓉酒的食品属性及研究便利原则，本研究选定肉苁蓉提取物的添加量为1.00 g/L。但调配酒样是否具有确切保健功效，需以具体功能验证试验结果为准。本文主要对肉苁蓉提取物在此添加剂量下的应用效果和应用稳定性进行探究。

1.3.2 试验酒样制备 试验酒体均选取陈酿5年优级原酒，将酒精度统一调节至50%vol。调酒用肉苁蓉提取物按1.00 g/L的添加量溶入50%vol白酒中，充分搅拌至提取物完全溶解后将酒样置于冰箱(-5 °C)静置过夜，之后进行硅藻土(粗细土体积比1:1)过滤和精滤(有机滤膜孔径为0.45 μm)。完成过滤的酒样均按照100 mL/瓶规格分装至透明玻璃瓶中备用。

1.3.3 试验酒样感官品评及电子舌测定 感官品评选择5位省级以上专业白酒评委依据GB/T 10345—2022《白酒分析方法》对添加肉苁蓉提取物的酒样及对应香型空白酒样的色、香、味等指标进行打分，最终根据综合平均分和感官评语对各酒样

的感官品质进行判定。

电子舌测定参考程文强等^[9]的操作流程进行检测。比较各香型白酒添加肉苁蓉提取物前后的酸、甜、苦、咸、鲜、涩及苦的回味(后苦味)、涩的回味(后涩味)和鲜的回味(丰富度)变化，每个样品均设置3个平行样进行测定。

1.3.4 动物醉酒试验 参考饶家权等^[10]建立的方法，略有改动。试验动物购入后，适应性喂养5 d后进行试验，根据计算，50 °酒体灌胃剂量为0.13 mL/10 g bw，试验前16 h禁喂食，自由饮水。按体质量随机分组并用中性红进行标记，各组11只，依次灌胃，并开始计时观察给药后4.5 h内动物的醉酒情况，并计算醉酒度值。醉酒度<100%说明试验酒样的醉酒度低于空白酒样；反之，说明试验酒样的醉酒度高于空白酒样。

$$X=(C_d/S_d+S_a/C_a) \times 50\%$$

式中： X 为醉酒度，%；

C_d 为空白酒样的醉酒时间，min；

S_d 为试验酒样的醉酒时间，min；

C_a 为空白酒样的醒酒时间，min；

S_a 为试验酒样的醒酒时间，min。

1.3.5 稳定性试验 为考察酒类产品在常规仓储环境、货架期陈列环境、持续光照环境和持续高温环境下的稳定性变化情况，每种香型酒样均抽取24瓶开展稳定性试验。将每种香型酒样分为4组(记为1~4组)，每组6瓶，分别放置在恒温避光(带控温系统的仓库，(25±2) °C)、室内(温度及光照随昼夜变化，无人工干涉)、恒温光照((25±2) °C，(4500±500)Lux)及避光高温(50±2) °C环境条件下，定期抽样进行设定指标的跟踪检测。每次随机抽取其中3瓶作为平行样进行取样，取样后剩余酒样放回原有环境直至完全消耗。

1.3.5.1 色差测定 参照项目组前期依据GB/T 21172—2022《感官分析 产品颜色感官评价导则》建立的检测方法^[11]，选用二级纯水作为标准比色溶液，酒样注入10 mm比色皿，测定表征酒样颜色的参数da(红绿指数：正值表示偏红，负值表示偏绿)、db(黄蓝指数：正值表示偏黄，负值表示偏蓝)及dE(色差)，并通过比较不同时间各参数的变化，以此来评价试验酒样的感官颜色是否发生变化。其中色差变化记为△E。取样检测时间参考《保健食品稳定性试验指导原则》，同时根据预试验结果，酒样放置在恒温光照和避光高温



环境下,酒样颜色变化更快更剧烈,而放置在恒温避光及室内环境下的酒样颜色变化相对较慢,因此各香型酒样的第1、2组样品在试验的第0、1、3、6、9、12个月进行取样;第3、4组在试验的第0、0.5、1、2、3个月进行取样检测。

计算公式: $\Delta E = dE_2 - dE_1$

式中: dE_1 为试验酒样进行稳定性试验第0天的检测值;

dE_2 为试验酒样进行稳定性试验一定时间后的检测值。

1.3.5.2 松果菊苷和毛蕊花糖苷含量测定 参照中华人民共和国药典2020年版(一部)记载的方法,略有改动。以甲醇(A)-0.1%甲酸(B)为流动相进行梯度洗脱,梯度洗脱条件如表1所示。检测波长为330 nm,柱温30 °C,流速为1.0 mL/min。待测酒样用50%甲醇稀释5倍后取样作为供试样品。取样检测时间与色差检测时间相同。

表1 液相检测梯度洗脱条件

时间/min	流动相A/%	流动相B/%
0~17	26.5	73.5
17~20	26.5~29.5	73.5~70.5
20~55	29.5	70.5
55~60	29.5~26.5	70.5~73.5

1.4 数据处理

所有检测数据均用Excel 2016进行汇总整理,采用软件Origin 8.6作图,采用统计分析软件SPSS 28.0进行单因素方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 酒样感官变化

表2 酒样品评得分及评语一览表

酒体 香型	组别	平均分	评语
清香 型	空白	91.00	清香纯正,略带糠味、糟油味, 入口醇甜,尾净
	试验样	91.12	清香纯正,药香舒适,略有焦香、 油味,入口醇甜,尾净
浓香 型	空白	91.80	窖香浓郁,醇甜干净,余味长
	试验样	91.34	窖香浓郁,有药香、焦香,入口较 醇甜,尾略有涩味
酱香 型	空白	92.10	酱香突出,略有焦香、醛香,入口 醇厚较丰满,余味悠长
	试验样	91.16	酱香突出,稍有橡木香,入口醇厚, 余味长

行业内白酒品评通常由经过专业训练的品评员对白酒的香气、滋味和色泽等进行综合感官评定,同时还可借助电子舌、电子鼻等现代仿生分析技术对酒体的滋味和香气进行量化分析^[12-13]。而作为一款酒类产品,口感至关重要,本试验酒样在人工品评的基础上结合电子舌分析,能够更

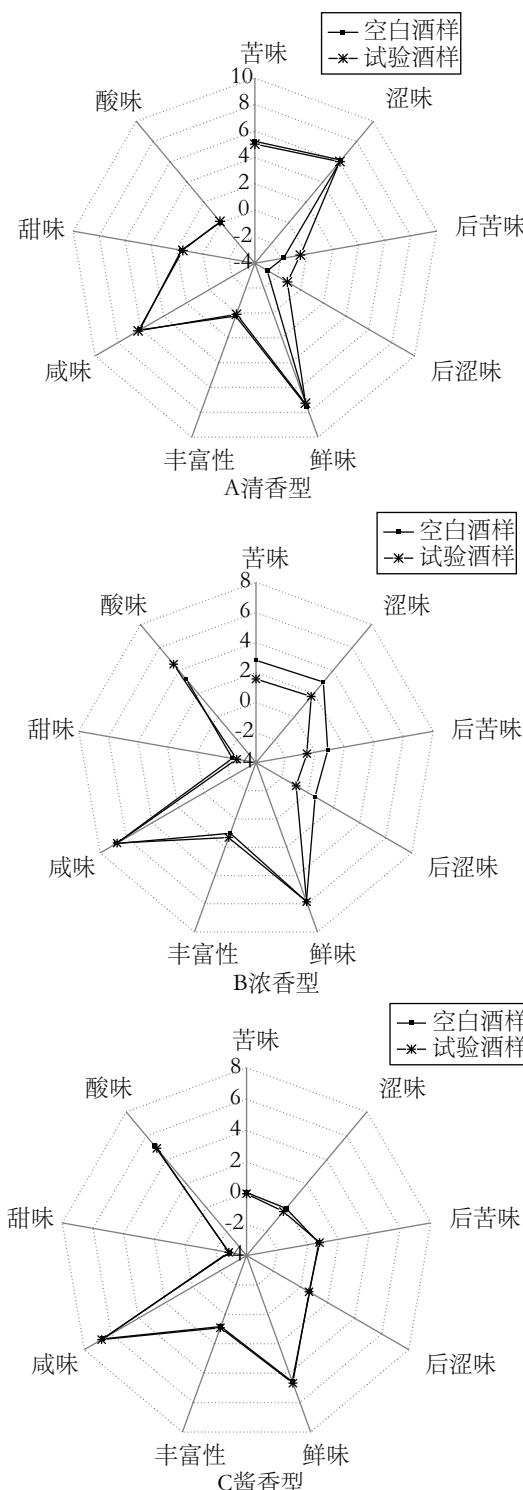


图1 清香、浓香和酱香型白酒添加肉苁蓉提取物后的滋味变化图

好地呈现酒体间的差异。人工品评结果如表2所示,从评分和综合评语来看,各香型白酒添加肉苁蓉提取物后未产生不良风味,口感也与空白酒样接近。

另从电子舌图谱(如图1A、图1B和图1C所示)可知,清香和酱香型白酒添加肉苁蓉提取物后,咸、甜、酸、苦、涩、鲜等主体滋味无明显变化;而浓香型白酒添加肉苁蓉提取物后酒样苦味、涩味、后苦味和后涩味均略有减弱,但结合品评结果可知,其变化未对品评结果造成影响,表明呈现苦味和涩味的表征物质的浓度变化未达到人工可感知的阈值^[14]。由此可见,添加肉苁蓉提取物不会对各香型白酒的典型风味特征造成较大影响。

2.2 醉酒度评价

业内普遍认为,低醉酒度是优质白酒的重要评价指标,饮后舒适度良好的优质白酒应让消费者饮后醉得慢、醒得快,酒后不口干、不上头,感觉清新舒适。白酒醉酒度评价动物模型及白酒

醉酒度评价公式最先由饶家权等^[15]建立,通过动物行为学和生化指标分析得出试验酒样的醉酒度值或醉酒指数等,以此对白酒饮后舒适度进行比较和评价的技术已较为成熟^[16]。本研究通过记录小鼠灌胃后的翻正反射消失时间、翻正和翻正反射恢复时间等参数,得到小鼠的醉酒潜伏期和沉醉期,再通过计算得到试验酒样相对于对应香型空白酒样的醉酒度值,分析结果如表3所示。测试结果表明,清香型和浓香型白酒添加肉苁蓉提取物后,小鼠的醉酒潜伏期显著延长($P<0.05$),沉醉期时长也略有缩短,醉酒度值分别为82.23%和75.24%,均<100%,表明添加肉苁蓉提取物的清香和浓香型白酒相较于空白酒样均有饮后醉得慢的特质,酒体品质得到明显改善。而酱香白酒添加肉苁蓉提取物后沉醉期明显缩短($P<0.01$),醉酒度值为82.56%,表明添加肉苁蓉提取物的酱香型白酒相较于空白酒样醉后更易恢复清醒,酒质也有显著改善。

但在观测时间内,灌胃浓香空白酒样出现1只

表3 小鼠醉酒试验参数一览表

酒体香型	组别	体质量/g	潜伏期/min	沉醉期/min	未醉率/%	未醒率/%	死亡率/%	醉酒度/%
清香型	空白	20.88±0.65	10.75±1.04	164.80±31.95	0.00	0.00	0.00	—
	试验酒样	20.93±0.71	15.90±4.75*	159.60±25.16	0.00	0.00	0.00	82.23
浓香型	空白	20.81±0.98	7.44±1.13	207.10±44.59	9.09	9.09	0.00	—
	试验酒样	20.96±0.77	13.55±7.42**	197.91±42.92	0.00	0.00	0.00	75.24
酱香型	空白	20.99±1.17	8.09±3.08	208.70±36.88	0.00	18.18	9.09	—
	试验酒样	21.05±0.69	9.80±3.74	172.33±49.25**	0.00	18.18	9.09	82.56

注: *表示与空白组比差异显著, $P<0.05$, **表示与空白组比差异极显著, $P<0.01$ 。

小鼠未醒,灌胃酱香空白酒样和试验酒样均出现2只小鼠未醒,1只死亡的情况,这可能与浓香和酱香型白酒所含风味成分及与小鼠代谢乙醇的能力存在个体差异相关。有研究表明,白酒中高级醇类物质在体内的氧化分解速度比乙醇慢,在体内停留时间更长,对生物体具有一定毒性,是引起不良醉酒反应潜在的有害物质^[17]。从张卜升等^[18]的研究中得知,清香型白酒所含风味成分相对较少,而浓香和酱香型白酒中含有更多的风味成分,其中高级醇类如正丁醇、正戊醇、正己醇及异戊醇等含量高会对饮后舒适度造成不良影响^[19]。此外,由于乙醇代谢主要取决于生物体内乙醇脱氢酶和乙醛脱氢酶的含量和活性,而乙

醇脱氢酶及乙醛脱氢酶基因存在多态性,不同等位基因表达的酶具有极大的催化差异^[20],当乙醇超过酶的代谢能力时,会导致乙醛在体内积聚,造成小鼠中毒,甚至死亡^[21]。

2.3 酒样颜色变化规律

食品颜色是判断食品品质的重要依据,对于食品的商品价值有重要影响,食品颜色变化会影响消费者的认知和选择^[22-23]。王飞等^[24]的研究指出,对于葡萄酒的颜色变化,当 $\Delta E \geq 1.00$ 时,专业品酒员可辨识出差异;当 $\Delta E \geq 1.50$ 时,一般人可分辨。另有研究得出,当 $\Delta E \geq 5.00$ 时,普通人可轻松感知出物体间的颜色差异^[25]。本研究中,不同香型白酒添加肉苁蓉提取物后,酒样均



呈现鲜亮的棕黄色，但颜色深浅存在明显差异，当 $\Delta E \geq 3.00$ 时，肉眼可轻松辨识。由图2~图5可知，试验酒样的初始色差由高到低依次为浓香型(33.62 ± 0.30)>酱香型(26.47 ± 0.04)>清香型(22.50 ± 0.26)。对各香型试验酒样的颜色参数进行定期跟踪检测，如表4数据所示，3种香型酒样的颜色参数 da 和 db 均为正值，且 $db > da$ ，表明酒样色调为偏红偏黄，且以黄色调为主。

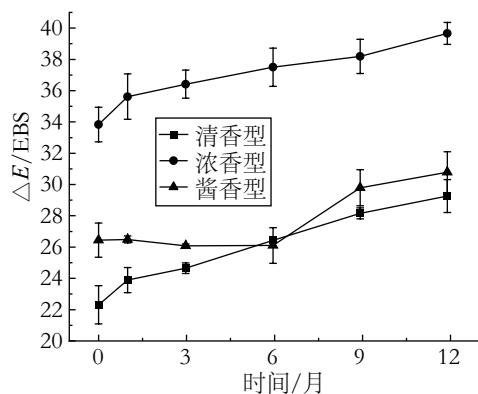


图2 恒温避光环境试验酒样色差变化趋势

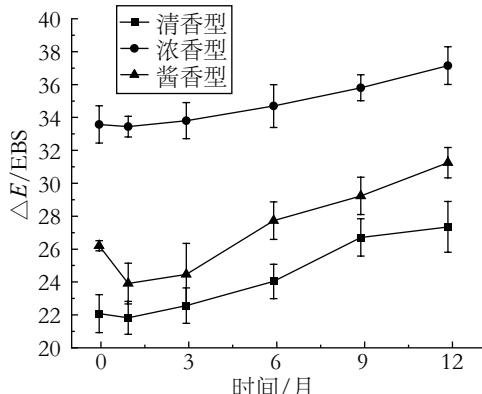


图3 室内环境试验酒样色差变化趋势

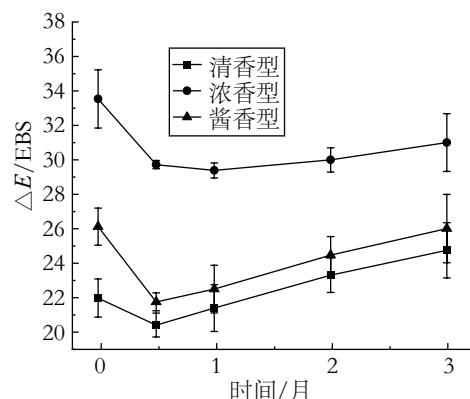


图4 恒温光照环境试验酒样色差变化趋势

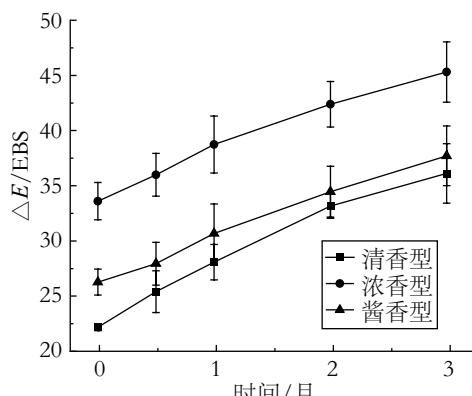


图5 避光高温环境试验酒样色差变化趋势

试验酒样置于恒温避光环境下，清香型和浓香型酒样的色差呈缓慢上升趋势，酱香型酒样色差在前6个月变化幅度较小， $\Delta E < 1.00$ ，6个月后随时间逐渐上升；放置12个月后，3种香型酒样的 da 、 db 和 dE 值与初始值相比均有显著上升($P < 0.05$)，且以 db 值上升较多，感官上酒样颜色明显加深变黄。在室内环境，清香型和浓香型酒样的色差在前3个月较稳定， $\Delta E < 1.00$ ，此后随时间

表4 不同环境下试验酒样颜色参数变化

试验条件	清香型			浓香型			酱香型		
	da	db	dE	da	db	dE	da	db	dE
初始值	$1.10 \pm 0.04^{\text{Ed}}$	$20.43 \pm 0.01^{\text{Ee}}$	$22.32 \pm 0.01^{\text{Ee}}$	$0.90 \pm 0.01^{\text{Ee}}$	$32.13 \pm 0.04^{\text{Dd}}$	$32.97 \pm 1.15^{\text{Bc}}$	$1.14 \pm 0.02^{\text{Dd}}$	$24.61 \pm 0.09^{\text{Dd}}$	$25.51 \pm 1.15^{\text{Bc}}$
恒温避光 -12个月	$2.87 \pm 0.02^{\text{Bb}}$	$26.80 \pm 0.15^{\text{Bb}}$	$28.15 \pm 1.85^{\text{Bb}}$	$4.23 \pm 0.02^{\text{Bb}}$	$36.61 \pm 0.08^{\text{Bb}}$	$38.22 \pm 1.86^{\text{AB}}$	$2.74 \pm 0.06^{\text{Bb}}$	$28.31 \pm 0.03^{\text{Bb}}$	$29.61 \pm 1.63^{\text{Bb}}$
室内-12 个月	$2.47 \pm 0.05^{\text{Cc}}$	$25.08 \pm 0.13^{\text{Cc}}$	$26.35 \pm 1.50^{\text{Cc}}$	$3.75 \pm 0.01^{\text{Cc}}$	$34.58 \pm 0.01^{\text{Cc}}$	$36.10 \pm 1.88^{\text{Bbc}}$	$2.42 \pm 0.05^{\text{Cc}}$	$27.25 \pm 0.09^{\text{Cc}}$	$28.44 \pm 1.64^{\text{Bbc}}$
恒温光照 -3个月	$1.22 \pm 0.01^{\text{Dd}}$	$23.24 \pm 0.27^{\text{Dd}}$	$24.09 \pm 0.89^{\text{Dd}}$	$1.75 \pm 0.04^{\text{Dd}}$	$29.55 \pm 0.08^{\text{Ee}}$	$30.47 \pm 1.32^{\text{Be}}$	$0.86 \pm 0.06^{\text{Ee}}$	$24.85 \pm 0.02^{\text{Dd}}$	$25.60 \pm 1.07^{\text{Bc}}$
避光高温 -3个月	$3.74 \pm 0.10^{\text{Aa}}$	$33.43 \pm 0.11^{\text{Aa}}$	$35.03 \pm 2.07^{\text{Aa}}$	$5.76 \pm 0.14^{\text{Aa}}$	$41.46 \pm 0.59^{\text{Aa}}$	$43.57 \pm 1.86^{\text{Aa}}$	$3.73 \pm 0.06^{\text{Aa}}$	$34.88 \pm 0.13^{\text{Aa}}$	$36.48 \pm 1.85^{\text{Aa}}$

注：同一列数字不同小写字母表示存在显著差异， $P < 0.05$ ；同一列数字不同大写字母表示存在极显著差异， $P < 0.01$ 。
下表同。

逐渐上升；酱香型酒样色差在第1个月有明显下降， $\Delta E < -1.50$ ，3个月后色差持续上升；放置12个月后，3种香型酒样颜色与初始值相比也有明显加深($P < 0.05$)，但加深程度不如恒温避光环境下的酒样。在恒温光照环境，3种香型酒样色差在15 d内明显下降， $\Delta E < -1.50$ ，此后各酒样色差逐渐回升；放置3个月后，与初始值比，清香酒样色差上升明显($P < 0.01$)，但浓香酒样的 db 值小于初始值($P < 0.01$)，酒样感官出现轻微褪色，但色差与初始值相比差异不显著($P > 0.05$)，而酱香酒样的 db 与 dE 值与初始值相比差异不显著($P > 0.05$)，感官上酒样颜色无明显变化；由此可知，适当给予含肉苁蓉提取物的酒体光照，有助于酒体颜色保持稳定。在避光高温环境，3种香型试验酒样色差随时间均持续快速上升，放置3个月后，与初始值相比，酒样 db 值变化幅度最大($P < 0.01$)， $\Delta E > 10.00$ ，酒样偏红变黄程度均极显著加深($P < 0.01$)，可见温度对酒体颜色稳定性的影响程度最大。

2.4 酒体活性成分含量变化

松果菊苷和毛蕊花糖苷作为肉苁蓉的主要活性成分，二者的含量变化亦可作为应用酒体质量稳定性的重要判别依据。本研究对不同香型白酒中松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量进行了定期跟踪检测，试验结果表明，在不同环境下，二者的含量均随时间延长呈逐渐下降趋势，与张超等^[8]的研究结果一致。由表5和表6数据可知，酒样在恒温避光和室内环境放置12个月，松果菊苷降解率 $> 40.00\%$ ，毛蕊花糖苷降解率 $> 30.00\%$ 。而恒温光照和避光高温环境均会加快松果菊苷和毛蕊花糖苷的降解速率，酒样在光照和高温环境仅放置3个月，松果菊苷降解率已超过40.00%，毛蕊花糖苷降解率超过50.00%。同时，毛蕊花糖苷的稳定性受光照和高温环境影响更大，清香和酱香酒样中其降解率超过60.00%。相较而言，肉苁蓉提取物在浓香白酒中，松果菊苷和毛蕊花糖苷更加稳定($P < 0.05$)。

关于松果菊苷和毛蕊花糖苷降解产物的研究，已有部分报道。颜昱等^[26]的研究得出，40 °C条件下，松果菊苷在甲醇中转化为毛蕊花糖苷和肉苁蓉苷A，同时发生轻微的顺式/反式异构化。周菲^[27]的研究结果证实，普通条件(pH6.00， ≤ 37 °C，避光)贮藏时，苯乙醇苷水溶液中毛蕊

花糖苷的酯键断裂生成咖啡酸和脱咖啡酰基毛蕊花糖苷(Verbasoside)，同时生成异毛蕊花糖苷。高温条件(≥ 50 °C)贮藏时，发生水解、异构化和氧化反应，水解产物为Verbasoside，氧化产物为 β -oxoacteoside和紫蕨新苷II(Campneoside II)，此外其异构化产物异毛蕊花糖苷还会进一步氧化为Isocampneoside II。此外，武改丽等^[28]的研究表明，毛蕊花糖苷的稳定性易受pH值的影响，pH值越高，其降解速率越快，在弱酸环境下($pH < 5.00$)，毛蕊花糖苷易转化为异毛蕊花糖苷。而本研究体系即属于弱酸环境，3种香型酒样的pH < 4.00 ，但白酒体系中微量成分众多，不同环境下，有机酸、醇类、醛类及酯类物质是否会诱导松果菊苷和毛蕊花糖苷产生差异化的降解产物，还需进一步研究。

此外，本研究得出，在不同环境下3种香型试验酒样的颜色均存在不同程度变化，而酒体颜色的变化，必然与其物质体系的变化息息相关。通过相关性分析发现，在恒温避光和室内环境，清香和浓香试验酒样中松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量变化与酒样色差变化呈显著负相关($R < -0.80$)；在避光高温环境，清香和酱香试验酒样中松果菊苷和毛蕊花糖苷的含量变化与酒样色差变化呈显著负相关($R < -0.80$)。由此证实，含肉苁蓉提取物酒体颜色的变化与松果菊苷和毛蕊花糖苷的降解存在密切关系。因此，对于肉苁蓉酒的质量控制，必须同时考虑酒体活性成分的变化和对酒体颜色的影响。

表5 不同环境下试验酒样中松果菊苷含量剩余百分比 %

酒体 香型	常温避光 -12个月	室内-12个月	光照-3个月	50 °C-3个月
清香型	52.15 \pm 2.56 ^a	46.73 \pm 2.72 ^b	43.95 \pm 0.92 ^b	50.62 \pm 0.48 ^b
浓香型	56.61 \pm 0.04 ^a	53.44 \pm 0.42 ^a	54.53 \pm 1.74 ^a	56.29 \pm 1.79 ^a
酱香型	54.29 \pm 0.95 ^a	48.56 \pm 0.13 ^b	42.49 \pm 0.69 ^b	56.13 \pm 0.30 ^a

表6 不同环境下试验酒样中毛蕊花糖苷含量剩余百分比 %

酒体 香型	常温避光 -12个月	室内-12个月	光照-3个月	50 °C-3个月
清香型	56.77 \pm 3.82 ^b	55.23 \pm 3.05 ^b	37.03 \pm 0.76 ^b	38.47 \pm 3.94 ^a
浓香型	65.08 \pm 0.10 ^a	63.66 \pm 0.32 ^a	49.30 \pm 1.09 ^a	40.13 \pm 0.92 ^a
酱香型	60.01 \pm 0.65 ^b	56.84 \pm 0.95 ^b	38.41 \pm 1.65 ^b	39.64 \pm 0.97 ^a

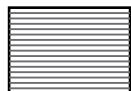


3 结论

本研究将肉苁蓉提取物添加到50% vol清香型、浓香型和酱香型白酒中，通过人工品评和电子舌测试得出添加肉苁蓉提取物对各香型白酒的主题风味和口感无显著影响；经动物醉酒试验得出，添加肉苁蓉提取物可降低不同香型白酒的醉酒度值，使其饮后舒适度得到改善；稳定性试验结果表明，含肉苁蓉提取物的不同香型白酒，其颜色稳定性主要受温度影响，高温50 °C可导致酒体颜色迅速加深，而适度光照可延缓此过程，但持续光照则会使酒体出现一定褪色。此外，光照和高温均对试验酒体所含主要活性成分松果菊苷和毛蕊花糖苷稳定性造成不利影响，使其降解速率加快。同时松果菊苷和毛蕊花糖苷的降解与酒体颜色变化存在密切关系。鉴于此，在实际产品研发过程中，可根据产品定位选取适宜香型白酒作为肉苁蓉的应用酒体；其次，为强化产品的保健属性，需根据肉苁蓉所含活性成分的变化规律及动物功能感知试验等摸索出适宜用量，并可进一步对松果菊苷和毛蕊花糖苷在不同香型白酒中的降解产物进行定性定量研究，明确二者的含量变化是否会对酒体保健功能造成影响。同时需加强酒体颜色稳定性控制，采取必要措施，弱化高温对酒体颜色的影响。

参考文献：

- [1] 王智民,刘晓谦,李春,等.荒漠肉苁蓉的药食两用历史述要[J].中国药学杂志,2017,52(7):525-529.
- [2] 屠鹏飞,姜勇.中药肉苁蓉的本草再考证[J].中国中药杂志,2022,47(20):5670-5679.
- [3] 郭小莉,高如意,许明君,等.复方肉苁蓉酒提取工艺的优化[J].中成药,2021,43(9):2469-2473.
- [4] 郭安民,李宇辉,王俊钢,等.新鲜肉苁蓉发酵酒工艺研究[J].食品研究与开发,2019,40(20):59-64.
- [5] SONG Y L, SONG Q Q, LI J, et al. An integrated strategy to quantitatively differentiate chemome between *Cistanche deserticola* and *C. tubulosa* using high performance liquid chromatography-hybrid triple quadrupole-linear ion trap mass spectrometry[J]. Journal of Chromatography A,2016,1429:238-247.
- [6] FU Z F, FAN X, WANG X Y, et al. *Cistanches herba*: an overview of its chemistry, pharmacology, and pharmacokinetics property[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2018,219:233-247.
- [7] ZHOU F, ZHAO Y J, LI M Q, et al. Degradation of phenylethanoid glycosides in *Osmanthus fragrans* lour.
- [8] 张超,华悦,廉婧,等.肉苁蓉炮制过程中苯乙醇苷类成分含量变化规律研究[J].中国中医药信息杂志,2022,29(4):92-97.
- [9] 程文强,龚榜初,吴开云,等.基于质构仪与电子舌的甜柿口感品质综合评价[J].果树学报,2022,39(7):1281-1294.
- [10] 饶家权,杜礼泉.白酒醉酒度的评价及其与白酒质量关系的探讨[J].中国酿造,2018,37(10):145-147.
- [11] 魏朝丹,张亚方,胡开群,等.天然抗氧化物改善配制酒中槲皮素稳定性研究[J].中国食品添加剂,2022,33(7):37-44.
- [12] FLISZÁR-NYÚL E, ZAUKUU J L Z, SZENTE L, et al. Impacts of β -cyclodextrin bead polymer (bbp) treatment on the quality of red and white wines: color, polyphenol content, and electronic tongue analysis[J]. LWT-Food Science and Technology,2023,176(2):114567.
- [13] CHO S, MOAZZEM M S. Recent applications of potentiometric electronic tongue and electronic nose in sensory evaluation[J]. Preventive Nutrition and Food Science, 2022,27(4):354-364.
- [14] 刘忠英,冉乾松,张拓,等.基于电子舌与人工感官的茶叶滋味属性参考物呈味强度相关性分析[J].食品与机械,2022,38(11):40-45.
- [15] 饶家权,马斌,许欣,等.低醉酒度优质浓香型白酒关键技术的研究与应用[J].酿酒,2011,38(6):23-25.
- [16] WU Z Q, TIAN X F, HE S G, et al. Evaluation of intoxicating effects of liquor products on drunken mice[J]. Medicinal Chemistry Communication,2017,8(1):122-129.
- [17] HAN Q A, SHI J L, ZHU J, et al. Enzymes extracted from apple peels have activity in reducing higher alcohols in Chinese liquors[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2014,62(39):9529-9538.
- [18] 张卜升,袁丛丛,李汶轩,等.浓香、酱香、清香型白酒挥发性风味的特征与差异研究[J].食品安全质量检测学报,2022,13(24):8058-8067.
- [19] 陈欣怡,丁子元,刘永泉,等.不同香型白酒对斑马鱼醉酒行为的影响[J].中国酿造,2022,41(6):106-111.
- [20] PYUN C W, SEO T S, KIM D J, et al. Protective effects of *Ligularia fischeri* and *Aronia melanocarpa* extracts on alcoholic liver disease (*in vitro* and *in vivo* study)[J]. Biomed Research International,2020,(2):1-11.
- [21] ERIKSSON C J P. Genetic-epidemiological evidence for the role of acetaldehyde in cancers related to alcohol drinking[J]. Advances in Experimental Medicine and Biology,2015, 815:41-58.
- [22] SUN Z G, WANG Y B. Reflections on solving the problem of food safety based on credit enhancement[J]. Asian Agricultural Research,2015,7(8):80-82,86.



- [23] FORONI F, PERGOLA G, RUMIATI R I. Food color is in the eye of the beholder: the role of human trichromatic vision in food evaluation[J]. *Scientific Reports*, 2016, 6(1):37034.
- [24] 王飞, 张昂, 刘烨, 等. CIE 1976(L^* 、 a^* 、 b^*)色空间方法在贺兰山东麓产区红葡萄酒颜色评价中的研究与应用[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2017,(6):12-17.
- [25] PRIETTO L, MIRAPALHETE T C, PINTO V Z, et al. pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 80:492-500.
- [26] 颜显, 刘同祥, 毕丹, 等. 肉苁蓉主要活性成分松果菊苷在甲醇中转化路径的阐明[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(11): 2321-2325.
- [27] 周菲. 桂花苯乙醇苷生物利用度的影响机制及其基于纳米载体的改善研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2018.
- [28] 武改丽, 霍志鹏, 王玉, 等. pH对毛蕊花糖苷稳定性影响及降解产物分析[J]. 中草药, 2022, 53(11):3295-3305.