

不同蒸馏工艺的桑葚白兰地原酒品质比较分析

田树林¹, 郑升海¹, 杨开龙², 曲都³, 杜鸿³, 徐升东³, 樊蓉¹, 陈让芳¹, 韩保林^{1*}

(1. 四川轻化工大学生物工程学院, 四川宜宾 644000) (2. 四川邛崃金六福崖谷生态酿酒有限公司, 四川成都 611530) (3. 四川省阆州圣果酒业有限公司, 四川南充 637000)

摘要: 该试验以桑葚白兰地发酵酒为原料, 采用二次蒸馏的方法对桑葚白兰地发酵酒进行蒸馏, 并分别测定两次馏出液的酒精度、甲醇和高级醇含量。在此基础上, 通过感官品评、气相色谱-质谱联用的技术重点研究第二次蒸馏的不同摘酒组合方式对桑葚白兰地原酒品质的影响, 确定桑葚白兰地的最适蒸馏工艺。结果表明, 在两次蒸馏过程中, 酒精度和甲醇、高级醇含量都随蒸馏的进行呈下降趋势。以挥发性风味物质、甲醇和高级醇含量和感官品评为评价指标, 在四个不同摘酒组合中, C3组合(馏出液的3~7段)的综合评价最高, 其酒精度为59.5%vol、甲醇质量浓度为170.94 mg/L、高级醇质量浓度为745.26 mg/L, 酒体澄清透明、香味协调、风格明显。最终确定桑葚白兰地原酒的最佳工艺为C3组合: 进行两次蒸馏, 第二次馏出液为第一次馏出液的68.75%, 摘取二次馏出液的3~7段, 该研究以期高品质桑葚白兰地的酿造奠定基础。

关键词: 桑葚白兰地; 蒸馏工艺; 品质

文章编号: 1673-9078(2023)02-290-296

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.2.0186

Comparative Analysis of the Quality of Original Mulberry Brandy

Prepared by Different Distillation Processes

TIAN Shulin¹, ZHENG Shenghai¹, YANG Kailong², QU Du³, DU Hong³, XU Shengdong³, FAN Rong¹,
CHEN Rangfang¹, HAN Baolin^{1*}

(1. School of Biological Engineering and Wuliangye Liquor, Sichuan University of Science & Engineering, Yibin 644000, China) (2. Sichuan Qionglai Jin Liufu Yagu Ecological Brewing Co. Ltd., Chengdu 611530, China)

(3. Sichuan Langzhou Shengguo Wine Co. Ltd., Nanchong 637000, China)

Abstract: In this research, mulberry brandy fermented wine was used as the raw material, which was distilled by secondary distillation. The alcoholic contents, methanol contents and high alcohol contents of the two distillates were determined separately. On this basis, the effects of different combinations of second distillation on the quality of original mulberry brandy wine were studied through sensory evaluation and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analyses, in order to determine the optimal distillation process for mulberry brandy. The results showed that the alcohol content and the contents of methanol and higher alcohols decreased gradually with the distillation time during the two distillation processes. Taking the volatile flavor substances, methanol and high alcohol contents, and sensory scoring as evaluation indices, among the four different distillate combinations, the comprehensive evaluation score of the C3 combination (3~7 segments of the distillate) was the highest. The C3 combination had 59.5%vol alcohol, 170.94 mg/L methanol and 745.26 mg/L high-alcohol content, and was clear and transparent with harmonious fragrance and distinct characteristics. The best process for the original mulberry brandy was finally determined to be the C3 combination: two distillations were performed, the second distillate was 68.75% of the first distillate, and sections 3~7 of the second distillation were extracted. The research is expected to lay a foundation for the brewing of high quality mulberry brandy.

引文格式:

田树林, 郑升海, 杨开龙, 等. 不同蒸馏工艺的桑葚白兰地原酒品质比较分析[J]. 现代食品科技, 2023, 39(2): 290-296

TIAN Shulin, ZHENG Shenghai, YANG Kailong, et al. Comparative analysis of the quality of original mulberry brandy prepared by different distillation processes [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(2): 290-296

收稿日期: 2022-02-23

基金项目: 四川省科技厅项目(2019YFN0118); 四川轻化工大学人才引进项目(20187RCL25)

作者简介: 田树林(1999-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 食品加工, E-mail: sldyx77@163.com

通讯作者: 韩保林(1986-), 男, 博士, 讲师, 研究方向: 功能食品研发, E-mail: 530819557@qq.com

Key words: mulberry brandy; distillation process; quality

桑葚味美多汁,是一种药食两用的多肉水果,也是中医里常见的保健药物,富含维生素、游离酸、氨基酸、黄酮类等多种有益物质,具有强筋健骨、治疗高血压、防治心血管疾病等众多功效^[1-6]。由于桑葚鲜果的货架期较短,桑葚常被加工为桑葚汁、桑葚果酒、露酒、白兰地等多种酒精饮料和果醋、果干等食品,有力提升产品附加值和产业经济效益。传统白兰地是以葡萄为原料,经发酵、蒸馏、陈酿而成的蒸馏酒^[7]。近年来,以猕猴桃、苹果、桑葚、山楂等水果为原料,按照传统白兰地的酿造工艺,酿造而成的水果白兰地产品,逐渐出现在市场并受到消费群众的广泛欢迎^[8-10]。

蒸馏过程是决定白兰地品质优劣的关键阶段,适宜的蒸馏工艺可有效降低甲醇、高级醇等物质的占比,提升桑葚白兰地的品质^[11-15]。陆印等^[16]采用顶空固相萃取和气相色谱-质谱联用技术对两次蒸馏得到的蓝莓白兰地香气成分进行分析,共检出醇类、酯类、酸类等近 70 种香气成分。康三江^[17]等发现在苹果白兰地的蒸馏过程中,醇类和酯类随着蒸馏的进行而不断降低。曹进军^[18]、赵志聪^[19]等都对白兰地原酒蒸馏过程的主要香气进行了研究分析,表明按适当比例对酒头、酒尾进行蒸馏摘酒有利于提升产品品质。

我国蚕桑资源丰富,全国桑树种植面积达到千万亩,每年生产大量的桑叶和桑葚等^[20,21]。随着社会的进步,经济的发展,以桑葚为原料酿造的桑葚白兰地面临较为广阔的市场空间,但是目前对桑葚白兰地蒸馏工艺报道较少。本试验是以桑葚白兰地发酵酒为研究对象,探究蒸馏过程中馏出液及不同摘酒组合的酒精度、甲醇、高级醇的含量以及挥发性风味物质的变化规律,并以这些指标和感官品评为标准,确定桑葚白兰地原酒的最佳蒸馏摘酒工艺,为桑葚白兰地的蒸馏摘酒工艺提供理论依据和实验支撑,有利于酿造高品质桑葚白兰地,助推桑葚白兰地的工业化发展,促进桑葚资源的综合利用。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

干桑果:由圣果酒业有限公司提供。

桑葚白兰地发酵酒基本加工方法:

干桑葚→分选清洗→复水(料水比 1:4 mg/L)→调酸调糖(酸度 pH 值 3.5、糖度 28.7 °Bé)→灭菌→接种(酵母接种量 0.2%)→恒温发酵 15 d(发酵温度 21.9 °C)→沉淀过滤→桑葚发酵酒(酒精度 14.56%vol、甲醇 112.7 mg/L)

酵母菌(葡萄酒、果酒专用酵母 RW 型),安琪酵母股份有限公司;焦亚硫酸钾:烟台帝伯仕酵母有限公司;无水亚硫酸钠、对二氨基苯甲醛、盐酸间苯二胺、氢氧化钠、浓硫酸、盐酸,上海阿拉丁生化股份有限公司;甲醇、异戊醇、异丁醇、乙酸正戊酯,上海安普实验科技股份有限公司。

1.2 仪器与设备

10 L 壶氏蒸馏器,烟台帝伯仕自酿机有限公司;LC-E032S 电陶炉,广东顺德忠臣电器有限公司;OHAUS-ST2100 pH 计、CP114 电子天平,奥豪斯仪器有限公司;79-2 型磁力搅拌器、HWS-28 恒温水浴锅,上海坤诚科学仪器有限公司;T6 紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;7890A-5975 型气相色谱-质谱联用仪,美国 Agilent 公司。

1.3 研究方法

1.3.1 第一次蒸馏体积的确定

量取 4 L 桑葚白兰地发酵酒,加入到壶式蒸馏器中进行蒸馏并收集馏出液,馏出液每 200 mL 收集一次并测定酒精度,直至馏出液酒精度降到 2%vol 左右停止蒸馏。第一次蒸馏主要去除桑葚酒中的各种杂质与大部分水分。

1.3.2 第二次蒸馏体积的确定

将第一次收集的馏出液混合测定其酒精度,若酒精度数过高二次蒸馏后就会产生苦味,则需要加入蒸馏水将酒精度降至 26%vol~28%vol 以下,再进行第二次蒸馏^[22]。第二次蒸馏采用文火慢蒸,馏出液每 100 mL 收集一次,直至馏出液酒精度为 2%vol 左右停止蒸馏,并根据酒精度划分各段馏分。

1.4 分析方法

1.4.1 理化测定

酒精度采用密度瓶法^[23];高级醇采用^[24]对二甲氨基苯甲醛比色法进行总量的测定。

甲醇采用气相色谱法^[25]:色谱条件:高纯氦气(载气),1 mL/min(载气流量),升温条件:40 °C(初始柱温、保持 1 min),升温至 130 °C(升温速度 4 °C/min),再升至 230 °C(升温速度 20 °C/min,保持 5 min)。

1.4.2 挥发性风味物质测定

本研究采用气相色谱-质谱联用的方法^[26-28]分析挥发性风味物质。

色谱条件:DB-WAX 毛细管色谱柱(60.00 m×

0.25 mm, 0.25 μm); 高纯氦气(载气), 6 mL/min (吹扫流速), 升温条件: 37 °C (初始柱温、保持 2 min), 升温至 190 °C (升温速度 5 °C/min、保持 1 min), 再升温至 230 °C (升温速度 10 °C/min, 保持 10 min)。

质谱条件: 电子离子源; 电子能量: 70 eV; 采集模式: 全扫描, 质量扫描范围 20~550 u, 溶剂延迟 2.5 min; 离子源温度: 230 °C; 四极杆温度: 150 °C, 接口温度: 230 °C。

物质鉴定: 利用 NIST05a.L 标准谱库(美国 Agilent 公司提供) 进行对得到的质谱图比对, 选择匹配度大于或等于 80% (最大值为 100%) 的物质进行定性分析, 结合保留时间和相关质谱资料等确认正确性。以 60%乙醇配制浓度为 2 mL/100 mL 的乙酸正戊酯为标准物, 根据内标峰面积于检测物质峰面积之比半定量香气成分。

1.5 感官评定

感官评定参照《GB/T 11856-2008 白兰地》^[29]的感官部分制定。由 10 名专业的品评员, 对桑葚白兰地原酒的外观、香气、口感、典型风格进行打分, 总分为 100 分。感官评定表如表 1 所示。

表 1 桑葚白兰地原酒感官评分标准

Table 1 Sensory scoring standard of dried mulberry brandy

original wine		
项目	评定标准	评分/分
外观 20 分	澄清透明、无沉淀、无悬浮物	15~20
	澄清、悬浮物不明显、色泽不明亮	10~15
	微浑浊、有悬浮物	0~10
香气 30 分	酒香醇和、浓郁优雅协调	22~30
	酒香良好、协调	15~22
	酒香微淡、有杂味	0~15
口感 40 分	口感甘冽协调、丰满回味绵长	28~40
	口感绵柔、舒适、浓郁欠佳	15~28
	口感平淡、微涩有杂味	0~15
典型性 10 分	典型明显、独具风格	8~10
	具有典型性、风格不够明显	5~8
	不具典型性	0~5

1.6 数据处理

所有试验重复三次平行, 结果以平均值±标准差表示, 使用 SPSS 软件进行分析和 Microsoft Excel 进行制图。

2 结果与讨论

2.1 桑葚白兰地发酵酒第一次蒸馏

2.1.1 馏出液酒精度变化

采用二次蒸馏法对桑葚白兰地发酵酒进行第一次蒸馏, 每 200 mL 馏出液收集一次。由图 1 可知, 随着蒸馏的进行, 馏出液的酒精度在不断降低。第 1 段馏出液的酒精度为 64%vol, 当收集到第 8 段时馏出液酒精度已降低至 2%vol。第一次蒸馏的主要目的是去除桑葚白兰地发酵酒中的各种杂质与大部分水分, 第八段之后的馏出液酒精度太低已没有收集意义, 因此停止第一次蒸馏。第一次蒸馏收集到 8 段馏出液, 总体积为 1 600 mL, 约为桑葚白兰地发酵酒的 40%, 第一次馏出液混合后的酒精度为 35%vol。

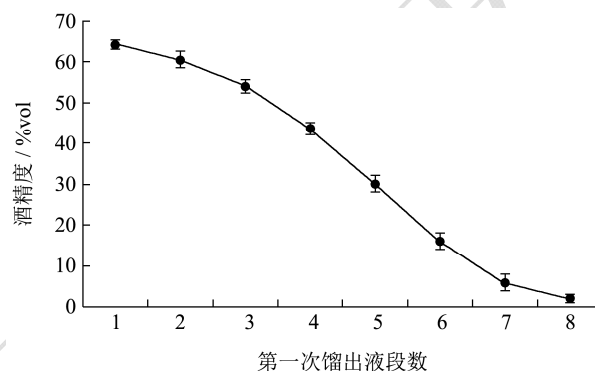


图 1 第一次馏出液的酒精度变化

Fig.1 The variation in alcoholic strength of the first distillate

2.1.2 馏出液甲醇和高级醇含量的变化

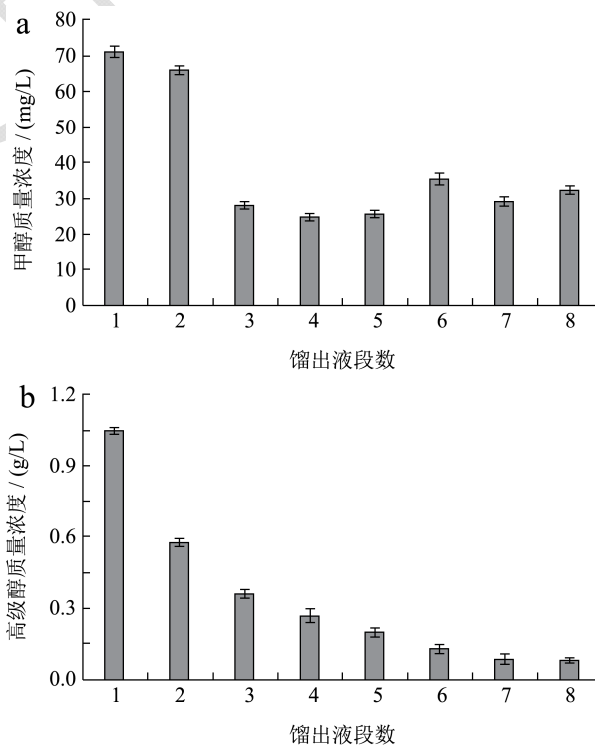


图 2 第一次馏出液中甲醇和高级醇的质量浓度变化

Fig.2 The changes in the content of methanol and higher alcohols in the first distillate

桑葚白兰地第一次馏出液甲醇、高级醇质量浓度的变化规律如图 2 所示。馏出液甲醇和高级醇的质量

浓度同样随着蒸馏的进行都有不断降低的趋势。在蒸馏过程中, 甲醇比乙醇的沸点低, 在高酒精度易于蒸发, 所以集中于前端馏出液; 且随着蒸馏的进行酒精度逐渐下降, 甲醇分子之间的氢键作用力逐渐变强, 使甲醇难于蒸发, 所以多集中于后端馏出液。甲醇多集中于前、后段馏出液也符合之前的报道^[30]。而高级醇相较于乙醇不易于水分子的氢键结合, 因此在蒸馏刚开始进行时, 高级醇受到的阻力小, 在1、2段快速被蒸出, 随后降速减缓, 质量浓度由1.05 g/L 下降到0.08 g/L。

2.2 桑葚白兰地发酵酒第二次蒸馏

2.2.1 馏出液酒精度变化

将第一次收集的馏出液混合后进行第二次蒸馏, 每100 mL 馏出液收集一次。由图3可知, 馏出液酒精度同样随着蒸馏的进行而不断下降, 第1段至第5段馏出液酒精度下降速度较小, 从第6段开始馏出液酒精度下降速度较大, 当收集到第11段馏出液时, 酒精度已经下降到2%vol, 此时停止蒸馏。通过第二次蒸馏, 共收集到11段馏出液, 根据白兰地酒精度的要求将第二次馏出液分为三部分, 其中将酒精度大于70%vol 的1、2段划分为头馏分, 酒精度在50%vol~70%vol 之间的3、4、5、6划为中馏分, 酒精度小于50%vol 的7、8、9、10、11段划为尾馏分。

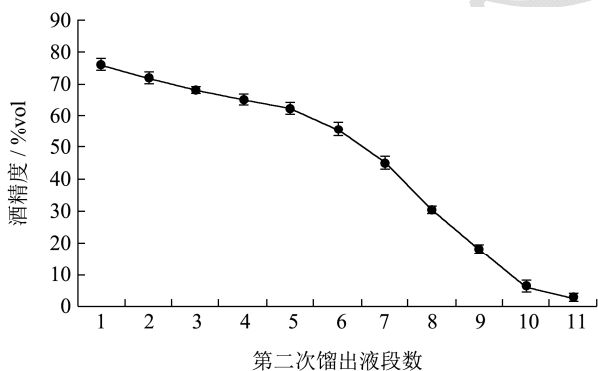


图3 第二次馏出液的酒精度的变化

Fig.3 The variation in alcoholic strength of the second distillate

2.2.2 馏出液甲醇和高级醇质量浓度变化

由图4可知, 随着馏出液段数的增加, 第二次馏出液甲醇主要集中在酒头和酒尾中, 高级醇的质量浓度呈逐渐下降的趋势。第1段馏出液的甲醇质量浓度为71.16 mg/L, 高级醇质量浓度为0.95 g/L, 当收集到第11段馏出液时, 甲醇和高级醇的质量浓度分别降低至32.64 mg/L 和0.06 g/L。第二次蒸馏是桑葚白兰地甲醇、高级醇质量浓度主要控制阶段, 甲醇质量浓度过高会损害人神经, 高级醇虽具有独特香味提升酒体协调, 但质量浓度太大也对人体有损害, 而经过二次蒸馏后, 它们的质量浓度就会降低, 使桑葚白兰地的酒质提升。

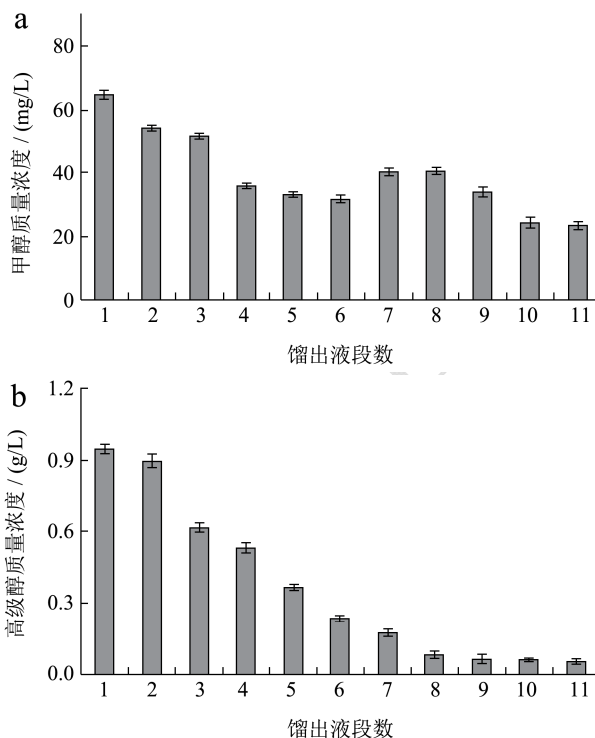


图4 第二次馏出液中甲醇和高级醇的质量浓度变化

Fig.4 The changes in the content of methanol and higher alcohols in the first distillate

2.3 桑葚白兰地原酒不同组合的品质比较

2.3.1 酒精度和甲醇、高级醇质量浓度的比较

对第二次馏出液的头馏分、中馏分、尾馏分按照不同比例设置四个组合, 其中C1为馏出液的1~8段(25%头馏分+50%中馏分+25%尾馏分)、C2为馏出液的2~7段(17%头馏分+64%中馏分+17%尾馏分)、C3为馏出液的3~7段(80%中馏分+20%尾馏分)、C4为馏出液的4~6段(100%中馏分)。如图5所示, 四个组合的酒精度相差不多, 都在60%vol左右, 但C3舍去了头馏分和大部分尾馏分, 使甲醇、高级醇的质量浓度达到最小, 结果如图5所示。

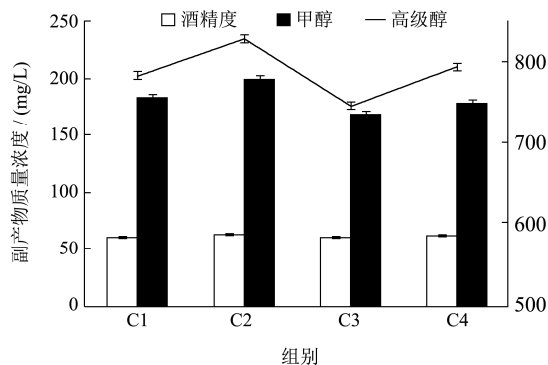


图5 四个摘酒组合的酒精度、甲醇和高级醇质量浓度

Fig.5 The alcohol, methanol and higher alcohol content of the four pick combinations

2.3.2 感官品评分析

表2 四个摘酒组合的感官得分

Table 2 The sensory scores for the four wine picking combinations

项目	combinations			
	C1	C2	C3	C4
	1~8 段组合	2~7 段组合	3~7 段组合	4~6 段组合
外观 (20分)	18	17	19	18
香气 (30分)	26	26	29	27
口感 (40分)	22	30	35	32
典型性 (10分)	6	7	9	7
评分总和	72	80	92	84

由10名专业的品评员,对桑甚白兰地原酒的外观、香气、口感、典型风格进行打分。由表2可知,C3组合的外观、香气、口感和典型性均高于其他三个组

表3 四个摘酒组合挥发性风味物质种类及质量浓度

Table 3 The types and contents of volatile flavor substances in four wine picking combinations

类别	编号	化合物 (CAS号)	不同摘酒组/(mg/L)				香气描述
			C1	C2	C3	C4	
酯类	1	乙酸乙酯 (141-78-6)	0.22±0.006 ^c	0.13±0.006 ^d	0.35±0.012 ^a	0.24±0.008 ^b	水果味
	2	辛酸乙酯 (106-32-1)	0.01±0.002 ^a	0.01±0.003 ^a	-	-	水果味、白兰地
	3	癸酸乙酯 (110-38-3)	0.11±0.005 ^b	0.15±0.009 ^a	0.10±0.004 ^b	-	苹果、葡萄、白兰地
	4	丁二酸二乙酯 (123-25-1)	0.48±0.013 ^d	0.58±0.009 ^c	0.91±0.011 ^a	0.61±0.005 ^b	果香、甜香
	5	月桂酸乙酯 (106-33-2)	0.28±0.005 ^b	0.37±0.011 ^a	-	-	花香
	6	肉豆蔻酸乙酯 (124-06-1)	0.39±0.006 ^d	0.48±0.004 ^a	0.44±0.007 ^c	0.46±0.013 ^b	甜橙、葡萄
	7	十六酸乙酯 (628-97-7)	3.21±0.009 ^b	3.21±0.015 ^b	2.98±0.033 ^c	4.82±0.028 ^a	奶油香气
	8	十八酸乙酯 (111-61-5)	0.04±0.003 ^c	0.06±0.005 ^b	0.1±0.004 ^a	0.11±0.008 ^a	
	9	十八烯酸乙酯 (111-62-6)	0.62±0.013 ^b	0.76±0.009 ^a	0.56±0.02 ^c	0.44±0.008 ^d	油味
	10	亚油酸乙酯 (7619-08-1)	3.32±0.032 ^b	3.23±0.017 ^c	3.82±0.01 ^a	2.37±0.03 ^d	油脂味
	11	亚麻酸乙酯 (1191-41-9)	0.17±0.004 ^a	0.10±0.008 ^b	-	-	
	12	9-溴壬酸乙酯 (28598-81-4)	-	-	-	0.05±0.006	果香
	13	9-十六碳烯酸乙酯 (54546-22-4)	0.09±0.007 ^b	0.09±0.007 ^b	0.16±0.015 ^a	0.07±0.012 ^c	
	14	威士忌内酯 (39212-23-2)	0.02±0.008	-	-	-	威士忌
	合计	8.97 ^c	9.2 ^b	9.65 ^a	9.2 ^b		
醇类	15	丙醇 (71-23-8)	0.77±0.009 ^c	0.83±0.042 ^b	0.68±0.008 ^d	0.86±0.007 ^a	乙醇香
	16	异丁醇 (78-83-1)	2.74±0.056 ^a	2.62±0.017 ^b	2.44±0.008 ^a	2.46±0.008 ^c	麦芽
	17	正丁醇 (71-36-3)	-	0.21±0.043 ^b	0.22±0.007 ^a	0.19±0.004 ^a	威士忌
	18	2-甲基-1-丁醇 (1565-80-6)	3.00±0.009	-	-	-	特殊气味
	19	2,3-丁二醇 (24347-58-8)	0.79±0.026 ^a	0.20±0.03 ^b	-	0.12±0.008 ^c	
	20	异戊醇 (123-51-3)	10.88±0.044 ^d	26.46±0.015 ^b	21.46±0.024 ^c	26.86±0.022 ^a	苦杏仁味道
	21	苯甲醇 (100-51-6)	0.04±0.005	-	-	-	芳香味
	22	苯乙醇 (60-12-8)	2.62±0.008 ^a	1.07±0.02 ^d	1.83±0.008 ^b	1.12±0.052 ^c	花香、玫瑰
	23	二乙二醇 (111-46-6)	-	0.08±0.005	-	-	辛辣气味
	24	2-乙烯氧基乙醇 (764-48-7)	-	-	0.05±0.008	-	
	合计	29.81 ^c	31.47 ^b	26.69 ^d	31.61 ^a		

合,感官品评得分最高为92分,酒质澄清透明、口感和谐、风格独特,其后依次是C4组合(84分)、C2组合(80分)、C1组合(72分)。由于C3组合含有的甲醇、高级醇含量最低,受到其带来的涩味、刺激味的影响最小,因此更受欢迎。而第四组的感官次于第三组,是因为头、尾馏分的摘取过多,说明头、尾馏分的摘取需要控制。

2.3.3 挥发性风味物质的比较

通过气相色谱-质谱联用技术对四个组别中挥发性风味物质进行检测分析,结果由图表3可知。发现各组合都具有多种白兰地香气成分如乙酸乙酯、辛酸乙酯、十六酸乙酯、糠醛等。其中异戊醇的含量占比较大,而异戊醇具有可香香味,属于蒸馏酒中一类具有清淡气味的化合物^[31]。

续表 3

类别	编号	化合物 (CAS 号)	不同摘酒组/(mg/L)				香气描述
			C1	C2	C3	C4	
酸类	25	乙酸 (64-19-7)	3.91±0.007 ^a	1.63±0.033 ^d	2.64±0.042 ^b	1.66±0.008 ^c	尖锐气味
	26	异丁酸 (79-31-2)	0.05±0.006 ^d	0.14±0.006 ^b	0.17±0.019 ^a	0.10±0.01 ^c	刺激性气味
	27	丁酸 (107-92-6)	-	0.09±0.007 ^b	0.13±0.006 ^a	0.08±0.027 ^b	刺激性气味
	28	己酸 (142-62-1)	0.32±0.006 ^a	-	0.20±0.007 ^b	0.13±0.005 ^c	汗香
		合计	4.28 ^a	1.86 ^d	3.14 ^b	1.97 ^c	
其它	29	糠醛 (98-01-1)	2.82±0.036 ^a	0.24±0.028 ^a	0.38±0.036 ^b	0.26±0.007 ^c	甜香、烘烤
	30	乙醛 (75-07-0)	10.91±0.049 ^b	9.50±0.015 ^c	11.68±0.052 ^a	6.63±0.073 ^d	水果味
	31	3-羟基-2-丁酮 (513-86-0)	0.25±0.007	-	-	-	黄油、奶油
	32	苯甲醛 (100-52-7)	0.03±0.006 ^a	0.02±0.005 ^b	-	0.02±0.021 ^b	坚果香
	33	香草醛 (121-33-5)	0.04±0.007	-	-	-	奶香
	34	丁香酚 (97-53-0)	0.03±0.008	-	-	-	花香
		合计	14.8 ^a	9.82 ^c	12.06 ^b	6.91 ^d	

注: 同列数据不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

另外各组合中的风味物质也存在差异, 其中 C1 组合含有的挥发性风味物质种类最多, 酸类物质和其它类物质含量也大于其他组, 这是因为第一组含有更高比例的头、尾馏分, 而大多风味物质易挥发常集中在头馏分, 而某些酸具有高沸点也只在尾馏分蒸出, 但酸类物质和其他类物质太多会使桑葚白兰地观感和滋味不佳, 所以可尽量减少头馏分和尾馏分的摘取。C3 组合检测出 21 种主要挥发性风味物质, 其中酯类 9 种、醇类 6 种、酸类 4 种、其他种类 2 种。酯类物质是蒸馏酒主要的风味物质, 具有芳香气味, 让香气更加协调, 而 C3 组合检测出的酯类含量最高, 也正好对应了第三组的感官评分最高的结果。

3 结论

对桑葚白兰地发酵酒用壶氏蒸馏器进行二次蒸馏, 第一次蒸馏收集到 8 段馏出液, 总体积 1 600 mL; 第二次蒸馏收集到 11 段馏出液, 总体积为 1 100 mL。在两次蒸馏中, 馏出液的酒精度、甲醇和高级醇质量浓度都随蒸馏段数的增加而不断下降。将第二次蒸馏收集到的 11 段馏出液按照掐头去尾工艺进行分段组合, 得到最佳的组合为 C3 组合的白兰地原酒, 酒精度为 59.5%vol, 甲醇和高级醇质量浓度最低, 分别为 170.94 mg/L 和 745.26 mg/L, 感官评分达到 92 分, 酒体澄清透明、香味协调、风格明显。采用气相色谱-质谱联用技术对不同摘酒组别进行检测, 检出了多种白兰地主要香气成分, 其中 C3 组合共检测出 21 种主要挥发性风味物质, 其中酯类 9 种、醇类 6 种、酸类 4 种、醛类等其他种类 2 种。在 C3 组合中, 酯类物质的含量在四个组合中最高, 其中具有果香的乙酸乙酯、

丁二酸二乙酯明显多于其它组别。醇类物质以异丁醇、异戊醇为主, 且具有威士忌气味的正丁醇也多于其它组别; 其他类以糠醛和乙醛占主要部分。研究结果为不同摘酒方式对桑葚白兰地的品质有不同影响, 并找出了最佳工艺, 也为桑葚白兰地的蒸馏摘酒提供更全面的理论依据。

参考文献

- [1] 陈娟. 发酵型蜂蜜桑椹酒的酿造技术及品质特征研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009
- [2] 肖更生, 徐玉娟, 刘学铭, 等. 桑椹的营养、保健功能及其加工利用[J]. 中药材, 2001, 24(1): 70-72
- [3] Yang X L, Yang L, Zheng H Y. Hypolipidemic and antioxidant effects of mulberry (*Morus alba* L.) fruit in hyperlipidaemia rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2010, 48(8-9): 2374-2379
- [4] Wen P, Hu T G, Linhardt R J, et al. Mulberry: A review of bioactive compounds and advanced processing technology [J]. Trends Food Sci Tech, 2019, 83: 138-158
- [5] Wang Y L, Zheng M Z, Jiang Q H, et al. Chemical components of the fruits of *Morus nigra* Linn.: Methyl caffeate as a potential anticancer agent by targeting 3-phosphoglycerate dehydrogenase [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(42): 12433-12444
- [6] Abouzed T K, Sadek K M, Ghazy E W, et al. Black mulberry fruit extract alleviates streptozotocin-induced diabetic nephropathy in rats: targeting TNF-alpha inflammatory pathway [J]. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2020,

- 72(11): 1615-1628
- [7] 李华,王华.葡萄酒工艺学[M].北京:北京科学出版社,2007
- [8] 黄洁.苹果、大枣白兰地的生产工艺研究[D].西安:西北大学,2001
- [9] 周广麒,尹丽杰,闫辞,等.山楂白兰地的酿造及检测[J].中国酿造,2011,8:150-153
- [10] 宋兴兴.猕猴桃白兰地的发酵工艺研究[D].重庆:重庆大学,2014
- [11] 蔡婷,张广峰,卢倩文,等.基于 HS-SPME/GC-MS 对苹果白兰地不同馏分中香气物质的分析[J].食品工业科技,2016,37(22):62-67
- [12] 夏亚男,王颀.红枣白兰地蒸馏过程不同馏分中风味物质的变化规律[J].食品科技,2014,39(10):116-120
- [13] 王丹青,张军翔.白兰地品质及其影响因素研究进展[J].中国酿造,2019,38(10):21-25
- [14] Awad P, Athes V, Decloux M E, et al. Evolution of volatile compounds during the distillation of cognac spirit [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2017, 65(35): 7736-7748
- [15] Hui Zhang, Edward E Woodams, Yong D Hang. Factors affecting the methanol content and yield of plum brandy [J]. Journal of Food Science, 2012, 77(4): T79-T82
- [16] 陆印,陈亮,胡仙妹,等.不同蒸馏次数对蓝莓白兰地香气成分影响[J].食品研究与开发,2016,37(1):95-99
- [17] 康三江,展宗冰,曾朝珍,等.苹果白兰地蒸馏过程控制及香气物质变化研究[J].酿酒科技,2018,6:47-51
- [18] 曹进军,李记明,姜忠军.白兰地蒸馏工艺中香气成分的变化[J].中外葡萄与葡萄酒,2009,5:60-62,65
- [19] 赵志聪,白启正,连琛,等.苹果白兰地原酒蒸馏过程中挥发性香气成分的变化[J].现代食品,2021,15:80-85
- [20] 曾小峰,曾顺德,曾志红,等.桑葚资源开发利用研究进展[J].南方农业,2019,13(31):60-63
- [21] 王少伯,陈永波.四川省桑树种质资源保存与应用[J].四川蚕业,2020,48(4):48-50
- [22] 王恭堂.白兰地工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,2002
- [23] GB 5009.225-2016,食品安全国家标准酒中乙醇浓度的测定[S]
- [24] GB 5009.266-2016,食品安全国家标准食品中甲醇含量的测定[S]
- [25] GB/T 5009.48-2003,蒸馏酒与配制酒卫生标准的分析方法[S]
- [26] 姜忠军.白兰地酿造工艺及质量评价指标研究[D].无锡:江南大学,2006
- [27] Eva Campo, Juan Cacho, Vicente Ferreira. Solid phase extraction multidimensional gas chromatography mass spectrometry determination of four novel aroma powerful ethyl esters: Assessment of their occurrence and importance in wine and other alcoholic beverages [J]. Journal of Chromatography A, 2006, 1140(1): 180-188
- [28] 谢爱华,熊含鸿,孙文佳.白兰地成分检测方法的研究进展[J].食品安全质量检测学报,2018,9(12):2894-2900
- [29] GB/T 11856-2008,白兰地感官要求[S]
- [30] 乔俊花,赵玉平,黎乃维,等.白兰地二次蒸馏过程中主要挥发性成分含量变化的分析[J].农产品加工(学刊),2010,1:60-63
- [31] 王鑫,李华,王华.白兰地香气成分的研究进展[J].食品科学,2018,39(19):287-295