

# 不同品种桃果酒品质特性与酿酒适宜性评价

张晓晴, 吕真真, 刘 慧, 杨文博, 焦中高, 刘杰超\*

(中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

**摘要:**【目的】比较不同品种桃果酒的品质特性,明确不同品种桃果酒的优缺点,筛选适宜酿制果酒的桃品种。【方法】以不同肉色的13个品种桃果实为原料发酵制酒,分析桃果酒的感官、理化品质、酚类物质含量、抗氧化能力及甲醇和高级醇含量,对不同品种桃果实的酿酒适宜性进行评价。【结果】原料桃品种对桃果酒品质具有显著影响。不同品种桃果酒的色泽因果肉颜色不同而差异很大,白肉桃果酒褐变明显;酒精度( $\rho$ )、总酸、干浸出物含量( $\rho$ ,后同)分别为9.43%~11.93%、4.22~6.79 g·L<sup>-1</sup>和20.60~37.46 g·L<sup>-1</sup>,均符合果酒产品质量标准要求;总酚、总黄酮、花色苷含量( $w$ ,后同)和抗氧化活性分别为183.02~437.22 mg·L<sup>-1</sup>、40.03~212.07 mg·L<sup>-1</sup>、0~843.29 μg·L<sup>-1</sup>和237.51~661.61 μmol·L<sup>-1</sup>,均以万州酸桃果酒为最高,黄肉桃果酒的多酚、类黄酮含量和抗氧化活性均较低;甲醇含量为0.22~0.55 g·L<sup>-1</sup>,以万州酸桃果酒为最高,仓方早生桃果酒最低;高级醇含量为277.63~752.71 mg·L<sup>-1</sup>,以大久保桃果酒为最高,武汉2号桃果酒最低;感官评定结果以万州酸桃、NJC 83、白凤、仓方早生、中农金辉和中桃绯玉表现较优。【结论】不同肉色桃果酒的品质特性存在较大差异,红肉桃品种万州酸桃、中桃绯玉,白肉桃品种白凤、仓方早生,黄肉桃品种NJC 83、中农金辉,比较适宜酿制不同特色的桃果酒。

**关键词:** 桃; 品种; 果酒; 品质特性; 酿酒适宜性

中图分类号: S662.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2021)08-1368-13

## Characteristics of peach wines made from different cultivars and evaluation on their suitability for wine brewing

ZHANG Xiaoping, LÜ Zhenzhen, LIU Hui, YANG Wenbo, JIAO Zhonggao, LIU Jiechao\*

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, Henan, China)

**Abstract:** 【Objective】 Peach (*Prunus persica* L.) is a nutritive fruit rich in carbohydrates, vitamins, minerals, organic acids, dietary fiber, and phenolic compounds. However, the peach is also a highly perishable fruit that is difficult to preserve owing to its physiological characteristics, leading to a short shelf life and serious postharvest losses. So it is necessary to develop peach processing products to alleviate the postharvest losses. Among the various peach processing products, peach wine seems to be more promising and popular with consumers due to its delicate flavor and nutritive value. However, the information about the brewing of peach wine is limited, and little data about the effect of peach and nectarine cultivars on the wine quality and suitability for wine brewing could be found up to now. This research aims to characterize the quality of peach wines made from different cultivars and evaluate their suitability for wine brewing. 【Methods】 Fruits of 13 peach and nectarine cultivars, including 6 white-fleshed cultivars (Okubo, Zhong Pan Tao 10, Chun Mi, Hakuho, Kurakato Wase, Xia Cui), 3 yellow-fleshed cultivars (Shu Guang, Zhong Nong Jin Hui, NJC 83), and 4 red-fleshed cultivars (Wanzhou Susan Tao, Zhong Tao Fei Yu, Wuhan 2, Da Hong Pao), were harvested at maturity, washed, pulped and then fermented at temperature of (20±1) °C with inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* and addition of 60 mg·kg<sup>-1</sup> of SO<sub>2</sub>. The wine was separated by filtering the pomace when the residual sugar remained

收稿日期: 2021-01-07 接受日期: 2021-05-12

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程专项项目 (CAAS-ASTIP-2017-ZFRI)

作者简介: 张晓晴, 女, 硕士, 研究方向为果品加工与安全。E-mail: 82101185205@caas.cn

\*通信作者 Author for correspondence. Tel: 0371-65330950, E-mail: liujiechao@caas.cn

no change and stored at  $(20\pm 1)$  °C for additional 30 d. After that time, the wine was centrifuged at  $11\ 328\times g$  for 15 min and the resulting supernatant was used for determination of sensory property, clarity, color, pH, and contents of titratable acidity, sugar-free extract, ethanol, methanol, higher alcohols, total phenolics, flavonoids, anthocyanins as well as 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity. **【Results】** There were great differences among the wines made from fruits of different peach and nectarine cultivars. The color of the wines differed according to the flesh color. The wines made from fruits of Wanzhou Suan Tao and Zhong Tao Fei Yu showed an appealing red color, while those of Zhong Nong Jin Hui and NJC 83 showed a desirable yellow color. However, the wines made from fruits of white-fleshed peach and nectarine cultivars showed a yellowish brown color due to the browning reaction during fermentation and storage. The pH, titratable acidity, sugar-free extract and alcoholic content of each peach wine was between 3.46-4.02, 4.22-6.79  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , 20.60-37.46  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  and 9.43%-11.93% vol, respectively, which was generally satisfactory for fruit wine. The contents of total phenolics, flavonoids, anthocyanins, and DPPH radical scavenging activity for each peach wine were between 183.02-437.22  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 40.03-212.07  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 0-843.29  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , and 237.51-661.61  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectively. Among the tested cultivars, the wine made from Wanzhou Suan Tao fruits showed the highest contents of total phenolics, flavonoids, anthocyanins, and DPPH radical scavenging activity, indicating that Wanzhou Suan Tao was a desirable cultivar for producing fruit wine with good health benefits. However, the wine made from Wanzhou Suan Tao fruits showed a higher methanol content due to the high pectin content in fruit, and the content of higher alcohols was also higher than most of other cultivars. This indicated that some procedure should be performed to reduce the production of these compounds during fermentation and storage. The wine made from Zhong Tao Fei Yu fruits also showed higher contents of total phenolics, flavonoids, anthocyanins, and DPPH radical scavenging activity, while the contents of methanol and higher alcohols were much lower, so it might be another desirable red-fleshed cultivar for peach wine brewing. Hakuho, a white-fleshed peach cultivar, yielded relatively higher contents of total phenolics, flavonoids, anthocyanins, and the DPPH radical scavenging activity was second only to that of Wanzhou Suan Tao. Furthermore, the contents of methanol and higher alcohols in Hakuho peach wine were relatively lower. Thus, Hakuho was suggested as the most suitable white-fleshed peach cultivar for producing fruit wine with good health benefits and safety. The wine made from Kurakato Wase fruits had the lowest contents of methanol and higher alcohols among the white-fleshed peach and nectarine cultivars, indicating a higher safety for drink. Despite the lower content of phenolics and antioxidant capacity, the wines made from fruits of NJC 83 and Zhong Nong Jin Hui showed a desirable yellow color and typical flavor of peach, and the methanol content was relatively lower, suggesting that they were the promising cultivars for producing peach wine of yellow color. **【Conclusion】** The wines made from fruits of different fleshed color of peach and nectarine cultivars showed different quality characteristics. The red-fleshed cultivars of Wanzhou Suan Tao and Zhong Tao Fei Yu, white-fleshed cultivars of Hakuho and Kurakato Wase, yellow-fleshed cultivars of NJC 83 and Zhong Nong Jin Hui seemed to be more suitable for producing peach wines with different characteristics.

**Key words:** Peach; Cultivar; Wine; Quality characteristic; Suitability for wine brewing

桃原产我国,由于其果实外观艳丽、口感细腻、风味独特而且富含糖类、有机酸、维生素以及多酚、类胡萝卜素等营养与功能性成分而深受人们喜爱,在世界范围内得到广泛栽培<sup>[1-3]</sup>。根据联合国粮农组织(FAO)2018年统计数据,世界桃种植面积为171.24万hm<sup>2</sup>,总产量为2445.34万t,其中中国拥有桃种植面积82.43万hm<sup>2</sup>,总产量1151.95万t,均居世界第一位。然而,桃属于呼吸跃变型果实,而且成熟期集中在高温的夏季,采收后易发生生理性劣变和微生物浸染而导致腐烂变质,给桃的长期贮藏和销售带来极大困难<sup>[4]</sup>。发展桃深加工,不仅可提高桃果实的采后增值率,而且可以缓解桃集中上市带来的供需矛盾,避免贮藏不当造成的腐烂损失。目前桃加工产品主要以罐头和果汁(浆)为主<sup>[5]</sup>,但这些产品加工条件剧烈,营养和风味损失严重<sup>[6-9]</sup>,而果酒加工条件相对比较温和,营养损失少,而且通过微生物发酵还可产生独特的风味<sup>[10]</sup>,因此愈来愈受到重视。Davidovic等<sup>[11]</sup>利用红港(Redhaven)桃果实酿制果酒,对其理化、感官和功能特性进行分析,并与不同品种的白葡萄酒进行比较,发现桃果酒中总酚、总黄酮含量和抗氧化活性均显著高于白葡萄酒,感官评定结果则显示,桃果酒较白葡萄酒更易于被消费者接受,表现出良好的市场前景。刘沁源等<sup>[12]</sup>以玉露水蜜桃为原料,从其自然发酵醪中分离筛选出优质高效的水蜜桃酒专用酿酒酵母,并对水蜜桃酒发酵条件进行优化,最终制得了风味纯正、口感醇厚、典型性的半干型水蜜桃发酵酒。蒋锡龙等<sup>[13]</sup>从桃栽培园区中成熟桃表面分离筛选出产酒能力强、产香好的酿酒酵母菌株,并对其发酵工艺进行优化。于海燕等<sup>[10]</sup>以锦绣黄桃为原料,酿制黄桃酒,感官评价结果表明,所制备的黄桃酒保留了桃果实的清香,同时又有酒的醇香和酯香,在发酵过程中酯类和醇类物质增加,赋予黄桃酒浓郁的酒香。Liu等<sup>[14]</sup>研究了不同成熟度水蜜桃酿制果酒的品质特性,发现成熟度增加可提高桃果酒中酯类物质含量和口感与风味的平衡度,但总酚、总黄酮含量和透光率均随成熟度的增加而降低,酿制水蜜桃酒的水蜜桃成熟度以九到十成熟为宜。其他研究者对桃果酒的澄清、乙酸控制以及蟠桃酒的发酵工艺等也进行了研究<sup>[15-17]</sup>。这些研究主要集中于桃酒发酵专用酵母筛选以及工艺等方面,较少涉及不同品种桃果实的酿酒适宜性以及桃酒品质的影响。

大量研究表明,水果原料是决定果酒品质的主要因素,不同品种果实原料由于所含成分差异较大,对于果酒的理化及感官品质具有显著影响<sup>[18-22]</sup>。因此,探究不同品种果实原料对于果酒品质的影响,筛选优质酿酒品种,对于果酒生产尤为重要。桃品种多样,目前在我国规模化栽培的品种就有40多个<sup>[23]</sup>,而且不同品种桃果实质构以及所含成分的差异很大,可对桃加工产品的品质产生较大影响<sup>[24-25]</sup>。对不同品种桃果汁品质差异的比较分析也证实了品种选择对桃加工产品的重要性<sup>[26-28]</sup>。笔者以13个品种桃果实为原料发酵制酒,分析桃果酒的感官、理化品质、酚类物质含量、抗氧化能力及甲醇和高级醇含量,对不同品种桃果实的酿酒适宜性进行评价,筛选适宜加工桃果酒的桃品种,以期为高品质桃果酒生产和桃种植品种的选择提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

试验选择白肉桃品种6个、黄肉桃品种3个、红肉桃品种4个,共计13个品种,于成熟期2019年6月上旬至7月下旬采摘于中国农业科学院郑州果树研究所国家果树种质郑州桃圃,采收量为5kg。各品种基本信息见表1。酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)菌株二号来源于中国农业科学院郑州果树研究所果品贮藏与加工实验室。

### 1.2 仪器与设备

雷磁pHS-3C型pH计(上海仪电科学仪器股份有限公司);SP62-162色差计(美国爱色丽公司);WFJ 7200型可见分光光度计[尤尼柯(上海)仪器有限公司];GC2010Plus气相色谱仪(日本岛津公司)。

### 1.3 方法

1.3.1 桃果酒制备 选择无病虫害、无机械损伤的桃果实,去核后打浆,测定桃浆可溶性固形物含量并加白砂糖调整可溶性固形物含量( $w$ ,后同)至22%,然后按5%接种量接入酵母活化液(酵母活菌数 $1 \times 10^6$  cfu·mL<sup>-1</sup>)并加入60 mg·kg<sup>-1</sup>的SO<sub>2</sub>,在(20±1)℃条件下发酵至残糖基本无变化,过滤并加入60 mg·kg<sup>-1</sup>的SO<sub>2</sub>密封放置30 d自然澄清。各品种均进行3次重复制备,每个重复桃浆质量为1 kg。取500 mL酒样经11328×g离心15 min后取上清液测定相关指标,指标测定均进行3次重复性试验。

表1 试验用桃品种

Table 1 Peach and nectarine cultivars for the experiment

果肉颜色 Flesh color	桃品种 Peach cultivar	类型 Type	肉质 Flesh texture	采收时间 Harvest date	采收时果面颜色 Peel color at harvest	采收时果肉颜色 Flesh color at harvest	
白 White	大久保 Okubo	普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	7月15日 Jul.15	85%着红色 85% red	白色,近皮、核处红色 White, red under skin and around stone	
	中蟠桃10号 Zhong Pan Tao 10	蟠桃 Flat peach	硬溶质 Hard-melting	7月5日 Jul.5	100%着粉红色 100% pink	白色 White	
	春蜜 Chun Mi	普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	6月15日 Jun.15	100%着粉红色 100% pink	白色 White	
	白凤 Hakuho	普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	7月10日 Jul.10	40%着粉红色 40% pink	白色 White	
	仓方早生 Kurakato Wase	普通桃 Peach	软溶质 Soft-melting	7月5日 Jul.5	100%着粉红色 100% pink	白色,50%近皮处浅红色 White, 50% red under skin	
	霞脆 Xia Cui	普通桃 Peach	硬质 Stonyhard	7月15日 Jul.15	85%着红色 85% red	白色,近皮、核处红色 White, red under skin and around stone	
	黄 Yellow	曙光 Shu Guang	油桃 Nectarine	硬溶质 Hard-melting	6月5日 Jun.5	85%着红色 85% red	黄色 Yellow
		中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	油桃 Nectarine	硬溶质 Hard-melting	6月15日 Jun.15	85%着红色 85% red	黄色 Yellow
NJC 83		普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	7月20日 Jul.20	黄色 Yellow	黄色 Yellow	
红 Red		万州酸桃 Wanzhou Suan Tao	普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	7月5日 Jul.5	95%着深红色 95% deep red	紫红色 Purple
	中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	6月20日 Jun.20	100%着紫红色 100% purple	85%紫红色 85% purple	
	武汉2号 Wuhan 2	普通桃 Peach	硬溶质 Hard-melting	6月25日 Jun.25	85%着淡紫红色 85% light purple	粉红色,近皮处紫红色 Pink, purple under skin	
	大红袍 Da Hong Pao	普通桃 Peach	不溶质 Non-melting	6月25日 Jun.25	85%着淡紫红色 85% light purple	紫红色 Purple	

1.3.2 桃果实可溶性固形物、可滴定酸和果胶含量测定 可溶性固形物含量用折射仪法测定;可滴定酸含量(以柠檬酸计)参照曹建康等<sup>[29]</sup>的方法进行提取测定;果胶含量参照曹建康等<sup>[29]</sup>的方法测定;分步提取可溶性果胶和原果胶,与含四硼酸钠的硫酸溶液在高温下水解后用间羟基联苯比色法测定生成的半乳糖醛酸含量,结果以水解生成的半乳糖醛酸含量表示<sup>[30]</sup>。

1.3.3 桃果酒基本理化指标测定 pH值:pH计法;酒精度、总酸含量(以酒石酸计)、总浸出物、干浸出物:参照GB/T 15038—2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》;透光率:以蒸馏水调零,测定波长680 nm。

1.3.4 桃果酒色泽测定 参照刘慧等<sup>[18]</sup>的方法,用色差计测定经0.45 μm膜过滤后的桃果酒样品的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值,计算样品的饱和度 $C^*$ 和色调角 $h$ 。色度参照Liu等<sup>[11]</sup>的方法,以蒸馏水为空白,用分光光度计测定在420、520、620 nm波长处的吸光值,以三者之和( $A_{420} + A_{520} + A_{620}$ )代表色度值。

1.3.5 桃果酒总酚、总黄酮、总花色苷含量和抗氧化活性的测定 总酚含量采用福林酚法<sup>[32]</sup>测定,以没食子酸当量表示;总黄酮含量采用硝酸铝比色法<sup>[33]</sup>测定,以芦丁当量表示;总花色苷含量采用pH示差法<sup>[34]</sup>测定,以矢车菊素-3-*O*-葡萄糖苷(Cyanidin-3-*O*-glucoside)当量表示;抗氧化活性采用DPPH自由基清除法<sup>[35]</sup>测定,结果用TEAC(即用Trolox当量表示的抗氧化能力)值表示,单位为 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

1.3.6 桃果酒甲醇和高级醇含量测定 参照GB/T 5009.48—2003《蒸馏酒与配制酒卫生标准的分析方法》中的气相色谱法。

1.3.7 桃果酒感官评定 采用定量描述分析对桃果酒进行感官评定。评价小组由10名经过专业感官培训的人员组成,要求品评者对所有样品的色泽、香气、滋味和澄清度逐项进行描述分析,然后进行排名,得出总体评价。

1.3.8 数据分析 使用SPSS 25.0统计分析软件进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种桃果实中可溶性固形物、可滴定酸和果胶含量

可溶性固形物和可滴定酸含量是桃果实最重

要的2个品质指标,与果实的风味密切相关<sup>[36]</sup>,同时也可对桃发酵酒的品质与风味产生重要影响。不同品种桃果实中可溶性固形物和可滴定酸含量见表2。

桃果实中可溶性固形物主要是可溶性糖,果酒

表2 不同品种桃果实可溶性固形物、可滴定酸和果胶含量

Table 2 Contents of soluble solids, titratable acids, and pectin of peach fruit of different cultivar

果肉颜色 Flesh color	桃品种 Peach cultivar	w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	w(可滴定酸) Titratable acids content/%	w(果胶) Pectin content/(mg·g <sup>-1</sup> )		
				可溶性果胶 Soluble pectin	原果胶 Protopectin	总果胶 Total pectin
白 White	大久保 Okubo	9.83±0.06 c	0.26±0.01 d	2.43±1.04 bcde	1.66±0.25 d	4.10±1.12 cde
	中蟠桃 10号 Zhong Pan Tao 10	10.73±0.12 a	0.20±0.01 f	2.32±0.29 cde	2.45±0.24 abc	4.77±0.10 abcd
	春蜜 Chun Mi	9.00±0.10 f	0.24±0.01 e	1.37±0.07 e	1.63±0.17 e	3.00±0.18 e
	白凤 Hakuho	9.37±0.06 de	0.19±0.01 f	1.98±0.08 de	2.02±0.45 bcd	3.99±0.42 de
	仓方早生 Kurakato Wase	10.03±0.15 b	0.20±0.01 f	2.32±1.39 cde	2.58±0.47 ab	4.91±0.97 abcd
	霞脆 Xia Cui	9.97±0.12 bc	0.18±0.01 g	1.40±0.45 e	2.46±0.48 abc	3.86±0.89 de
黄 Yellow	曙光 Shu Guang	7.50±0.10 h	0.24±0.01 e	1.81±0.14 e	2.77±0.23 ab	4.58±0.37 bcd
	中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	9.50±0.10 d	0.27±0.00 d	0.72±0.30 f	2.20±0.18 abcd	2.92±0.41 e
	NJC 83	9.37±0.06 de	0.50±0.00 a	1.62±0.21 e	2.57±0.47 ab	4.19±0.54 cde
红 Red	万州酸桃 Wanzhou Suan Tao	9.27±0.06 e	0.45±0.01 b	3.03±1.17 bcd	2.81±0.67 a	5.85±1.84 ab
	中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	10.07±0.12 b	0.30±0.00 c	2.43±0.09 bcde	1.75±0.18 cd	4.18±0.23 cde
	武汉2号 Wuhan 2	8.77±0.06 g	0.27±0.01 d	3.50±0.21 ab	2.78±0.39 ab	6.28±0.19 a
	大红袍 Da Hong Pao	10.13±0.15 b	0.17±0.01 g	3.19±0.36 bc	2.44±0.12 abcd	5.63±0.25 abc
均值 Average		9.50	0.27	2.16	2.32	4.51
中位数 Medium		9.50	0.24	2.32	2.45	4.38
变异系数 Coefficient of variation/%		8.44	37.82	36.65	18.38	23.37

注:同列不同小写字母表示在  $p < 0.05$  差异显著。下同。

Note: The different small letters in the same column indicate significant difference at  $p < 0.05$ . The same below.

发酵主要依赖果实中的糖转化为酒精,因此果实中的可溶性固形物含量决定了不同品种桃果汁(浆)在不添加外源糖的情况下直接发酵所能转化的酒精度。表2结果显示,供试13个品种桃果实中,中蟠桃10号、仓方早生、大红袍和中桃绯玉的可溶性固形物含量较高,为10%~11%,其他品种桃果实可溶性固形物含量在10%以下,其中尤以早熟油桃曙光为最低,为7.50%。在果酒发酵中,通常需要1.7%~1.8%的糖才能转化1% vol的酒精度<sup>[37]</sup>。据此估算,供测试的13个品种桃果汁(浆)直接发酵所能得到的酒精度最高6.3% vol,要获得更高的酒精度,必须在桃果汁(浆)中添加外源糖,但不同品种桃果实间可溶性固形物(糖)含量差异较大,应根据各品种桃果实中可溶性固形物(糖)含量的差异及不同桃果酒产品对酒精度的要求合理确定加糖量。

有机酸是水果及其加工产品中重要的风味物质,除直接影响果酒的协调性、口感、典型性外,还可

参与发酵和陈酿过程中酯类香气物质的合成<sup>[38-39]</sup>。

如表2所示,供试13个品种桃果实中,以NJC 83可滴定酸含量最高,达0.50%,其次为万州酸桃,可滴定酸含量0.45%,其他品种桃果实可滴定酸含量均在0.30%以下,最低的大红袍桃果实可滴定酸含量仅为0.17%,较NJC 83桃果实可滴定酸含量低66%。

果胶是桃果实细胞壁的重要组分,溶入果汁或果酒中除影响产品的澄清度外,还可由于内源或外源果胶酶的作用产生甲醇,对果酒的安全性产生影响<sup>[40-41]</sup>。如表2所示,供试13个桃品种中,武汉2号、万州酸桃和大红袍的总果胶含量较高,分别为6.28、5.85和5.63 mg·g<sup>-1</sup>,其他品种桃果实中总果胶含量均在5.00 mg·g<sup>-1</sup>以下。除总果胶含量外,不同品种桃果实中果胶的组成也存在较大差异。如:中农金辉桃果实中可溶性果胶含量仅为0.72 mg·g<sup>-1</sup>,而原果胶含量却达2.20 mg·g<sup>-1</sup>,约为可溶性果胶含量的3倍;霞脆、曙光、NJC 83、春蜜品种桃果实中可溶性果

胶含量也明显低于原果胶,而大久保、中桃绯玉、武汉2号、大红袍品种桃果实中可溶性果胶含量则明显高于原果胶,中蟠桃10号、白凤、仓方早生、万州蜜桃4个品种桃果实中可溶性果胶与原果胶含量基

本相当。

## 2.2 不同品种桃酒的色泽指标

色泽是果酒最重要的感官评价指标之一,不同品种桃果酒的色泽指标测定结果见表3。

表3 不同品种桃果酒色泽指标

Table 3 Color characteristics of peach wines obtained from different cultivar

果肉颜色 Flesh color	桃品种 Peach cultivar	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$h$	$C^*$	色度 Color density
白 White	大久保 Okubo	18.69±0.54 b	-0.63±0.11 g	4.13±0.54 b	81.33±0.31 f	4.18±0.55 cd	0.24±0.05 f
	中蟠桃10号 Zhong Pan Tao 10	16.74±0.09 fg	-0.36±0.15 ef	3.66±0.86 fg	84.35±1.94 de	3.68±0.87 def	0.74±0.32 de
	春蜜 Chun Mi	16.96±0.68 f	-0.26±0.08 de	3.80±0.26 f	86.13±0.92 bc	3.81±0.27 cde	0.59±0.16 bc
	白凤 Hakuho	17.26±0.05 e	-0.51±0.01 f	4.28±0.01 e	83.22±0.06 def	4.31±0.01 cd	0.38±0.07 def
	仓方早生 Kurakato Wase	18.20±1.03 c	-0.53±0.26 f	4.05±0.29 c	82.57±3.49 ef	4.09±0.30 cde	0.36±0.14 ef
	霞脆 Xia Cui	18.08±0.19 d	-0.38±0.13 ef	2.97±0.01 d	82.73±2.41 ef	3.00±0.02 f	0.48±0.07 ef
黄 Yellow	曙光 Shu Guang	14.69±0.16 j	-0.04±0.02 c	3.85±0.11 j	89.35±0.28 a	3.85±0.11 cde	1.09±0.14 a
	中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	19.49±0.43 a	-0.31±0.19 ef	3.30±0.96 a	84.37±2.65 de	3.32±0.96 ef	1.38±0.38 de
	NJC 83	18.34±0.02 c	-0.43±0.05 ef	5.11±0.04 c	85.18±0.47 cde	5.13±0.04 b	0.54±0.11 cde
红 Red	万州蜜桃 Wanzhou Suan Tao	15.55±0.15 i	2.61±0.04 a	5.28±0.01 i	63.70±0.34 h	5.89±0.01 a	0.47±0.06 h
	中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	15.65±0.29 h	1.44±0.16 b	3.92±0.08 h	69.88±1.92 g	4.18±0.12 cd	1.02±0.08 g
	武汉2号 Wuhan 2	18.56±0.54 c	-0.06±0.03 c	2.06±0.09 c	88.47±0.73 ab	2.06±0.09 g	1.09±0.14 ab
	大红袍 Da Hong Pao	16.75±0.04 f	-0.12±0.02 cd	1.57±0.07 f	85.49±0.69 cd	1.58±0.07 g	1.23±0.08 cd
均值 Average		17.30	0.03	3.69	82.06	3.78	0.74
中位数 Medium		17.26	-0.31	3.85	84.35	3.85	0.59
变异系数 Coefficient of variation/%		8.20	2888.74	28.34	8.84	30.21	50.92

$L^*$ 值反映酒的亮度, $L^*$ 值越大,亮度越高, $L^*$ 值越小,表示色泽越暗。如表3所示,供试的13个品种桃酒中黄肉的中农金辉桃酒亮度最高, $L^*$ 值为19.49;其次为大久保、武汉2号、NJC 83、仓方早生、霞脆, $L^*$ 值均为18~19;中蟠桃10号、春蜜、曙光、万州蜜桃、中桃绯玉、大红袍桃酒的 $L^*$ 值均低于17,说明亮度较低。其中,白肉桃酒中以大久保、仓方早生和霞脆桃酒亮度较高,说明褐变较轻,而中蟠桃10号、春蜜桃酒亮度较低,说明褐变较为严重。黄肉桃酒中中农金辉、NJC 83桃酒亮度较高,曙光桃酒亮度最低。红肉桃酒中只有武汉2号 $L^*$ 值在18以上,其他均在17以下。

$a^*$ 值反映果酒色泽的红绿偏向,其正向大小与酒的红色程度相关。对于红肉桃酒而言, $a^*$ 值越大,代表酒越偏红,外观品质越好。但对于白肉和黄肉桃酒来说, $a^*$ 值越大,表明桃酒的褐变程度越严重。如表3所示,供试13个品种桃酒中仅有万州蜜桃和中桃绯玉 $a^*$ 值 $>0$ ,说明这2种桃酒颜色偏红,万州蜜桃和中桃绯玉属于红肉桃,本身含有红色素, $a^*$ 值大说明酒红色较重。其他品种桃酒 $a^*$ 值均为负值,

说明桃酒仍带有果肉的绿色。其中,白肉桃中大久保桃酒 $a^*$ 值负向偏离最大,说明绿色保持最好,而中蟠桃10号、春蜜、霞脆 $a^*$ 值负向偏离较小,说明绿色素含量较低或者褐变较严重。黄肉桃中曙光桃酒 $a^*$ 值负向偏离最小,说明绿色素含量少或者褐变严重,这与亮度的测定结果也基本相符。红肉桃中武汉2号、大红袍桃酒 $a^*$ 值 $<0$ ,说明这2个品种桃酒中红色素含量较少,加工过程中红色素降解导致红色消失。

$b^*$ 值反映果酒颜色的黄蓝偏向, $b^*$ 值 $>0$ ,表示酒呈黄色色调。如表3所示,供试13个品种桃酒 $b^*$ 值均为正值,说明桃酒颜色均呈黄色色调。其中,NJC 83、万州蜜桃 $b^*$ 值 $>5$ ,说明黄色较重。霞脆、武汉2号、大红袍 $b^*$ 值在3以下,说明黄色较轻。其他品种 $b^*$ 值范围均在3~5。

色调角 $h$ 能够比较确切地反映某种颜色色调。 $h$ 越接近0度表示颜色越靠近红色, $h=90^\circ$ 时为黄色。如表3所示,供试13个品种桃酒只有万州蜜桃和中桃绯玉2个红肉桃果酒的 $h$ 值低于 $70^\circ$ ,说明颜色偏红;其他品种桃果酒 $h$ 值均高于 $80^\circ$ ,说明不同

品种桃果酒整体上还是以黄色基调为主。这也与 $a^*$ 值、 $b^*$ 值的测定结果相符。

饱和度 $C^*$ 是体现果酒颜色鲜艳程度的值, $C^*$ 值越大说明果酒颜色越鲜艳,反之则越暗淡。如表3所示,供试13个品种桃酒中以红肉的万州酸桃 $C^*$ 值最高,其次为黄肉的NJC 83, $C^*$ 值均在5以上,说明这2种桃酒颜色较鲜艳。霞脆、武汉2号、大红袍 $C^*$ 值均在3以下,说明颜色较暗淡。

色度值反映果酒中色素的含量,色度值越大,颜色越深。如表3所示,供试13个品种桃酒中曙光、中农金辉、中桃绯玉、武汉2号、大红袍色度值均大于1,说明这5种桃酒颜色较深,可能与其自身色素含量及褐变程度均有关系。

### 2.3 不同品种桃酒的基本理化指标

不同品种果酒的pH、透光率、酒精体积分数和总酸、总浸出物、干浸出物含量等基本理化指标见表4。供试13个品种桃酒的酒精体积分数为9.43%~11.93%,均符合《NY/T 1508—2017 绿色食品 果酒》的要求,不同品种桃酒之间变异较小。总酸含量为4.22~6.79  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,均符合《NY/T 1508—2017 绿色食品 果酒》的要求,不同品种桃酒间变异系数为15.93%,说明不同品种桃酒的总酸含量差异较大。干浸出物含量均在20  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上,高于《NY/T 1508—2017 绿色食品 果酒》要求,不同品种桃酒间变异系数为19.47%,说明品种间差异较大。离心后的桃酒以万州酸桃、大久保、仓方早生、NJC 83、白凤桃酒透光率较高,均超过90%,说明这5个品种的桃酒易于澄清。其次为中蟠桃10号、春蜜、霞脆、中桃绯玉桃

表4 不同品种桃酒基本理化指标

Table 4 General physicochemical properties of peach wines obtained from different cultivar

果肉颜色 Flesh color	桃品种 Peach cultivar	pH	$\varphi$ (酒精) Alcoholic content/%	$\rho$ (总酸) Titratable acidity/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho$ (总浸出物) Total extract/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho$ (干浸出物) Sugar-free extract/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	透光率 Transmit- tance/%
白 White	大久保 Okubo	3.85±0.03 ab	11.57±0.26 ab	4.35±0.27 de	26.07±1.17 cd	20.60±0.86 d	97.3±0.72 a
	中蟠桃10号 Zhong Pan Tao 10	3.87±0.04 de	10.30±0.70 de	5.75±1.25 abcd	33.40±6.12 bc	27.58±4.63 bc	87.6±5.22 bc
	春蜜 Chun Mi	3.90±0.10 abc	11.47±0.02 abc	5.35±0.50 bcde	27.53±0.75 cd	24.39±0.95 cd	85.1±4.88 c
	白凤 Hakuho	3.71±0.08 bcd	10.87±0.40 bcd	6.79±1.16 a	28.30±2.44 cd	24.56±2.55 cd	91.6±4.58 ab
	仓方早生 Kurakato Wase	3.83±0.10 bcd	10.73±0.41 bcd	6.12±0.85 abc	32.27±5.13 bcd	28.63±4.25 bcd	95.2±3.18 ab
	霞脆 Xia Cui	3.89±0.03 a	11.83±0.02 a	4.22±0.10 e	29.80±3.40 cd	25.35±3.45 cd	87.8±4.87 bc
黄 Yellow	曙光 Shu Guang	3.96±0.03 cd	10.70±0.17 cd	4.27±0.57 e	27.10±1.51 cd	24.30±1.12 cd	73.5±2.35 d
	中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	3.76±0.17 f	9.43±0.31 f	6.47±1.99 ab	39.40±9.61 ab	33.25±7.82 ab	69.2±7.81 d
	NJC 83	3.81±0.01 abc	11.47±0.13 abc	5.36±0.21 bcde	28.50±1.35 cd	22.93±1.38 cd	94.5±2.65 ab
红 Red	万州酸桃 Wanzhou Suan Tao	3.46±0.01 a	11.93±0.25 a	5.91±0.03 abc	25.10±0.82 d	20.64±0.91 d	98.5±0.69 a
	中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	4.02±0.02 de	10.57±0.42 de	5.42±0.33 abcde	38.60±2.10 b	32.59±1.86 b	85.3±2.04 c
	武汉2号 Wuhan 2	3.85±0.10 ef	9.73±0.10 ef	6.47±0.99 ab	46.23±7.04 a	37.46±7.42 a	75.1±3.25 d
	大红袍 Da Hong Pao	3.81±0.02 de	10.40±0.17 de	4.79±0.6 cde	39.23±6.13 ab	33.17±5.52 ab	73.6±5.24 d
均值 Average		3.83	10.85	4.90	32.43	27.34	85.74
中位数 Medium		3.85	10.73	4.85	29.80	25.35	87.60
变异系数 Coefficient of variation/%		3.52	7.19	15.93	20.11	19.47	11.59

酒,透光率为80%~90%。而曙光、中农金辉、武汉2号、大红袍4个品种桃酒的透光率均在80%以下,说明较难澄清,须借助其他澄清技术才能达到要求。不同品种桃酒的pH差异不大,变异系数仅为3.52%。

### 2.4 不同品种桃酒的总酚、总黄酮、总花色苷含量与抗氧化能力

酚类物质是桃果实及其加工制品中最重要的一类生物活性物质,具有抗氧化、抑制蛋白质非酶糖化、保护神经细胞等功能<sup>[42-43]</sup>。如表5所示,不同品种桃酒中总酚、总黄酮、总花色苷含量以及抗氧化活

性存在着较大差异。供试13个品种桃酒中以万州酸桃、大久保总酚含量较高,均超过400  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,而且这2个品种桃酒之间没有显著差异( $p > 0.05$ )。其次为仓方早生、白凤、中农金辉、武汉2号,总酚含量为317.42~354.95  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,这4个品种桃酒之间也没有显著差异( $p > 0.05$ ),但与大久保、万州酸桃之间差异显著( $p < 0.05$ )。中蟠桃10号、春蜜、霞脆、曙光、NJC 83、中桃绯玉、大红袍等7个品种桃酒总酚含量较低,均在300  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,其中春蜜和曙光2个品种的桃酒分别为196.87和183.02  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,显

著低于其他品种桃酒( $p < 0.05$ )。总黄酮含量以万州酸桃和白凤2个品种的桃酒较高,分别为212.07和205.74  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,显著高于其他品种( $p < 0.05$ )。其次为大红袍,总黄酮含量为112.46  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,其他品种桃酒总黄酮含量均低于100  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,显著低于以上3个品种。不同品种桃酒总黄酮含量变异系数为64.46%,说明品种间差异很大。花色苷主要在红肉桃中存在,供试4个红肉桃品种的桃酒中均检测到花色苷,其中尤以万州酸桃酒中花色苷含量为最高,为843.29  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,其次为大红袍和中桃绯玉,分别为

188.88和136.56  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,武汉2号桃酒中花色苷含量较低,仅为63.08  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。白肉桃中中蟠桃10号、白凤、仓方早生、霞脆和黄肉桃中农金辉桃酒中也检测到花色苷,但含量较低。其他5个品种没有检测到花色苷。抗氧化能力以万州酸桃酒为最高,达661.61  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,显著高于其他品种。其次为白凤、中桃绯玉、大红袍,抗氧化活性在400  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上。武汉2号和大久保桃酒抗氧化活性分别为387.93和348.61  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。其他品种桃酒抗氧化活性较弱,均在300  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下。

表5 不同品种桃酒总酚、总黄酮、总花色苷含量与抗氧化活性

Table 5 Contents of total phenols, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity of peach wine obtained from different cultivar

果肉颜色 Flesh color	桃品种 Peach cultivar	$\rho$ (总酚) Total phenolics content/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho$ (总黄酮) Total flavonoids content/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho$ (总花色苷) Total anthocyanins content/( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	抗氧化活性 Antioxidant activity/ ( $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )
白 White	大久保 Okubo	417.48±17.31 a	73.06±13.53 cd	ND	348.61±16.16 ef
	中蟠桃10号 Zhong Pan Tao 10	254.63±6.21 d	58.76±23.95 cd	102.79±133.45 bc	261.49±86.00 g
	春蜜 Chun Mi	196.87±18.30 e	55.69±6.50 cd	ND	262.68±29.59 g
	白凤 Hakuho	326.69±34.15 bc	205.74±45.42 a	17.44±24.65 c	566.09±86.42 b
	仓方早生 Kurakato Wase	354.95±36.62 b	57.69±37.21 cd	14.66±25.39 c	274.72±68.81 fg
黄 Yellow	霞脆 Xia Cui	262.34±13.35 d	42.01±9.29 d	38.22±39.77 bc	245.26±27.69 g
	曙光 Shu Guang	183.02±12.71 e	59.99±22.2 cd	ND	237.51±29.36 g
	中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	317.42±30.78 bc	71.43±29.14 cd	71.99±72.15 bc	297.77±29.13 fg
	NJC 83	289.41±14.87 cd	40.03±2.77 d	ND	234.67±8.65 g
红 Red	万州酸桃 Wanzhou Suan Tao	437.22±30.98 a	212.07±23.67 a	843.29±181.28 a	661.61±7.30 a
	中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	268.55±15.18 d	81.41±3.14 bc	136.56±97.14 bc	487.06±31.40 bc
	武汉2号 Wuhan 2	350.14±28.25 b	73.74±9.93 cd	63.08±68.11 bc	387.93±93.81 de
	大红袍 Da Hong Pao	261.31±22.27 d	112.46±10.52 b	188.88±31.47 b	432.82±14.2 cd
均值 Average		301.54	88.01	113.61	361.40
中位数 Medium		289.41	71.43	38.22	297.77
变异系数 Coefficient of variation/%		25.25	64.46	199.97	38.30

注:ND为未测出。

Note: ND indicates not detected.

从总体上来看,万州酸桃酒的总酚、总黄酮、花色苷含量最高,抗氧化活性最强,是一种较好的功能性桃酒。白凤和中桃绯玉2个品种的桃酒也具有较高的总酚、总黄酮、花色苷含量和较强的抗氧化活性,对人类营养与健康也具有重要价值。中蟠桃10号、春蜜、中农金辉、NJC 83、霞脆、曙光等品种桃酒的酚类物质含量和抗氧化活性较低,对人体的保健作用可能较差。

## 2.5 不同品种桃酒的甲醇和高级醇含量

甲醇是果酒酿造过程中极易生成的副产物之一,摄入人体后可麻醉中枢神经系统、引起机体代谢

性酸中毒、造成视神经损害等,因此是果酒酿造过程中必须严格控制的有害成分之一<sup>[40]</sup>。由表6可见,不同品种桃果酒中甲醇含量变异系数达27.44%,说明品种间差异较大。甲醇含量最高的是万州酸桃果酒,其次是中蟠桃10号,分别为0.55和0.48  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,均超出了《GB/T 15037—2006 葡萄酒》中对红葡萄酒中甲醇的限量标准,因此在酿酒过程中须结合其他手段控制甲醇含量。其他品种桃酒中甲醇含量均低于0.4  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,符合《GB/T 15037—2006 葡萄酒》中对红葡萄酒中甲醇的限量标准。其中,大久保、白凤、仓方早生、曙光、中农金辉5个品种桃酒甲醇含量在



0.3 g·L<sup>-1</sup>以下,安全性较好。相关性分析表明,桃果酒甲醇含量与桃果实中可溶性果胶含量和原果胶含量呈显著正相关,与总果胶含量呈极显著正相关,因此在原料品种筛选中应选择低果胶含量的桃品种。

高级醇也是果酒酿造过程中生成的副产物,含量较低时(低于300 mg·L<sup>-1</sup>)有助于提高果酒香气的复杂程度,但含量过高(超过400 mg·L<sup>-1</sup>)会使酒产

生异味<sup>[44]</sup>。如表6所示,在13个品种的桃酒中均检测到正丙醇、异丁醇和异戊醇,没有检测到仲丁醇和正丁醇。各品种桃酒中以大久保桃酒高级醇含量为最高,正丙醇、异丁醇和异戊醇含量分别为283.28、210.15、259.28 mg·L<sup>-1</sup>,总含量达752.71 mg·L<sup>-1</sup>;其次为万州酸桃、NJC 83、曙光、霞脆、白凤和春蜜桃酒,高级醇总量分别为623.19、547.87、526.61、478.44、

表6 不同品种桃酒甲醇和高级醇含量

Table 6 Contents of methanol and higher alcohols in peach wine obtained from different cultivar

果肉颜色 Flesh color	桃品种 Peach cultivar	$\rho$ (甲醇) Methanol content/ (g·L <sup>-1</sup> )	$\rho$ (高级醇) Higher alcohols content/(mg·L <sup>-1</sup> )			
			正丙醇 1-Propanol	异丁醇 Isobutanol	异戊醇 Isoamyl alcohol	总量 Total
白 White	大久保 Okubo	0.29±0.027 cde	283.28±19.47 a	210.15±19.55 a	259.28±21.95 a	752.71±60.37 a
	中蟠桃 10号 Zhong Pan Tao 10	0.48±0.084 b	53.87±8.22 de	130.89±17.46 def	188.51±29.39 bc	373.27±54.57 efgh
	春蜜 Chun Mi	0.31±0.047 cde	80.94±1.27 cd	155.65±32.90 bcde	182.19±14.19 bcd	422.26±32.40 defg
	白凤 Hakuho	0.30±0.073 cde	60.59±4.18 de	187.66±12.50 abc	224.74±11.70 ab	472.99±27.73 cdef
	仓方早生 Kurakato Wase	0.22±0.064 f	46.88±21.29 de	137.81±58.32 cdef	167.40±72.38 cde	352.09±150.21 fgh
黄 Yellow	霞脆 Xia Cui	0.31±0.011 cde	248.06±27.58 a	77.30±5.33 g	153.08±3.50 cde	478.44±35.57 cde
	曙光 Shu Guang	0.26±0.092 de	163.58±12.40 b	177.40±64.74 abcd	185.63±33.72 bcd	526.61±95.32 bcd
	中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	0.24±0.025 e	100.2±68.57 c	99.80±32.46 fg	134.47±45.18 de	334.47±139.70 gh
	NJC 83	0.37±0.033 c	102.72±1.12 c	194.85±2.67 ab	250.30±5.01 a	547.87±5.98 bc
红 Red	万州酸桃 Wanzhou Suan Tao	0.55±0.007 ab	145.96±4.64 b	211.42±9.12 a	265.81±20.33 a	623.19±30.98 b
	中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	0.34±0.003 cd	67.36±4.51 cde	99.48±37.24 fg	144.54±23.51 cde	311.38±65.08 gh
	武汉2号 Wuhan 2	0.34±0.013 cd	43.06±0.95 e	109.21±9.31 efg	125.36±10.34 e	277.63±20.23 h
	大红袍 Da Hong Pao	0.31±0.075 cde	48.46±14.14 de	126.33±43.86 defg	141.48±47.01 cde	316.26±104.84 gh
均值 Average		0.33	111.15	147.53	186.37	445.32
中位数 Medium		0.31	80.94	137.81	182.19	422.26
变异系数 Coefficient of variation/%		27.44	70.60	30.70	26.31	31.39

472.99、422.26 mg·L<sup>-1</sup>;其他品种桃酒中高级醇总量均低于400 mg·L<sup>-1</sup>。

## 2.6 不同品种桃果酒的感官评定

不同品种桃果酒的感官评定结果见表7。在色泽方面,以红肉的万州酸桃、中桃绯玉,黄肉的NJC 83、中农金辉桃果酒表现较优,分别呈桃红色和亮黄色;白肉桃果酒褐变表现比较严重,基本呈浅黄褐色或暗黄褐色。香气方面以中蟠桃10号和白凤桃酒较优,白凤桃酒具有和谐优雅的果香与酒香,中蟠桃10号桃酒果香浓郁持久。口感方面白凤、中农金辉、NJC 83、万州酸桃、中桃绯玉均较好,酒体醇厚,风味突出,而大久保、春蜜、霞脆、曙光、大红袍等则比较寡淡。澄清度方面以仓方早生、大久保、白凤、NJC 83、万州酸桃所酿桃酒澄清度较高,而武汉2号、中农金辉所酿桃果酒较混浊。综合考虑色泽、香气、滋味以及澄清度等感官评定结果,供试13个品

种桃果酒中以红肉的万州酸桃和黄肉的NJC 83表现最优,其次为白凤、仓方早生、中农金辉和中桃绯玉,曙光桃酒褐变严重,口感寡淡,澄清度较差,因此感官评价最差。

## 3 讨 论

近年来,随着水果产业的发展和人民消费水平的提高,果酒逐渐受到关注并成为水果深加工的一个重要方向,除葡萄外,许多种常见水果,如苹果、柑橘、蓝莓、樱桃、桃、桑葚、树莓、猕猴桃、石榴、香蕉、荔枝、芒果、菠萝等,也被加工成多种多样的果酒,既延伸了水果产业链,减少了水果采后损失,增加了水果附加值,又提升了水果产品的营养价值,丰富了水果产品品类,满足消费者多元化需求<sup>[45]</sup>。但与葡萄酒相比,关于其他果酒的研究仍很有限,缺乏专用酿酒品种和适宜该类型果酒的专用酿酒酵母和工艺,

表7 不同品种桃果酒的感官评定

Table 7 Sensory evaluation of peach wine obtained from different cultivar

桃品种 Peach cultivar	色泽 Color	香气、滋味 Aroma and taste	澄清度 Clarity	总体评价 Overall evaluation
大久保 Okubo	浅黄褐色 Shallow yellowish brown	清新果香,柔顺,口感较淡 Fresh and fruity aroma, soft and light taste	澄清透明 Clear and transparent	良 Good
中蟠桃10号 Zhong Pan Tao 10	暗黄褐色 Dark yellowish brown	香气浓郁,柔顺、爽口 Dense aroma, soft and refreshing taste	稍有浑浊 A little cloudy	良 Good
春蜜 Chun Mi	浅黄褐色 Shallow yellowish brown	香气较浓郁,口感较淡 Strong aroma with light taste	稍有浑浊 A little cloudy	一般 Average
白凤 Hakuho	浅黄褐色 Shallow yellowish brown	香气浓郁,酒体醇厚,风味突出 Dense aroma, mellow, strong flavor	澄清透明 Clear and transparent	较优 Very good
仓方早生 Kurakato Wase	浅黄褐色 Shallow yellowish brown	香气较浓郁,酒体丰满,爽口 Strong aroma, full bodied, refreshing taste	澄清透明 Clear and transparent	较优 Very good
霞脆 Xia Cui	浅黄褐色 Shallow yellowish brown	香气较浓郁,柔顺,口感平淡 Strong aroma, soft and flat taste	稍有浑浊 A little cloudy	一般 Average
曙光 Shu Guang	暗黄褐色 Dark brownish yellow	香气较浓郁,柔顺,口感寡淡 Strong aroma, soft and bland taste	稍有浑浊 A little cloudy	较差 Poor
中农金辉 Zhong Nong Jin Hui	浅亮黄色 Shallow bright yellow	香气浓郁,酒体醇厚,风味突出 Dense aroma, mellow, strong flavor	较浑浊 Cloudy	较优 Very good
NJC 83	亮黄色 Bright yellow	香气较浓郁,酒体醇厚,风味突出 Strong aroma, mellow, strong flavor	澄清透明 Clear and transparent	优 Excellent
万州酸桃 Wanzhou Suan Tao	桃红色 Peach	香气较浓郁,酒体醇厚,风味突出 Strong aroma, mellow, strong flavor	澄清透明 Clear and transparent	优 Excellent
中桃绯玉 Zhong Tao Fei Yu	桃红色 Peach	香气较浓郁,酒体醇厚,风味突出 Strong aroma, mellow, strong flavor	稍有浑浊 A little cloudy	较优 Very good
武汉2号 Wuhan 2	转黄的暗红色 Dark red turning yellow	香气较浓郁,酒体丰满,爽口 Strong aroma, full bodied, refreshing taste	较浑浊 Cloudy	一般 Average
大红袍 Da Hong Pao	转黄的棕红色 Brownish red turning yellow	香气浓郁,酒质柔顺,口感较淡 Dense aroma, soft and light taste	稍有浑浊 A little cloudy	一般 Average

不同种类果酒的特性以及品质形成的机制尚不清楚,严重制约着其他果酒品质提升和产业发展。

现代研究认为,原料是决定葡萄酒及果酒品质的首要因素。其中,品种的选择尤为关键。刘慧等<sup>[18]</sup>对早大果、红灯、萨米脱、布鲁克斯、艳阳等11个品种樱桃酒的感官、理化和营养品质进行综合分析评价,结合主成分分析得出早大果是加工樱桃酒的适宜品种。Towantakavanit等<sup>[46]</sup>以8个品种的猕猴桃果实为原料酿制果酒,研究了不同品种猕猴桃原料的发酵特性以及对果酒品质的影响,发现猕猴桃品种对产酒速率和果酒的色泽、多酚含量、抗氧化活性以及感官评分均有显著影响。笔者对13个品种桃果酒的品质分析结果也表明,品种对桃果酒的各项品质指标存在显著影响。红肉桃中万州酸桃酒液澄清透明,呈桃红色,含有丰富的多酚、类黄酮和花色苷,抗氧化性显著高于其他品种,是一种理想的功能果酒。但由于其果实中果胶含量较高,导致发酵后果酒中甲醇和高级醇含量均较高,需考虑改进原料前处理和发酵工艺以减少甲醇和高级醇含量。

中桃绯玉桃酒中多酚、类黄酮和花色苷含量及抗氧化活性也较高,而甲醇和高级醇含量均较低,因此也是一种较优的酿酒原料。但中桃绯玉桃酒较难澄清,需借助其他技术手段提高其澄清度。白肉桃中的白凤桃酒中多酚和类黄酮含量均较高,抗氧化活性仅次于万州酸桃,而且甲醇和高级醇含量相对较低,酒液澄清透明,综合品质较优。仓方早生桃果酒的甲醇和高级醇含量在白肉桃中最低,而且具有较高的多酚含量,酒体丰满,爽口,因此也是较优的白肉桃酿酒原料。大久保桃果酒虽然具有较高的多酚含量和抗氧化活性,酒液亮度值也较高,但高级醇含量显著高于其他品种,酸度低,苦味重,口感较差。黄肉桃中NJC 83桃酒液澄清透明,颜色亮丽,呈亮黄色,而且果香浓郁,甲醇含量较低,属于黄肉桃中的优良酿酒原料。中农金辉桃酒亮度最高,甲醇和高级醇含量均较低,多酚和类黄酮含量以及抗氧化活性均高于NJC 83,因此也是黄肉桃中的优良酿酒原料。但总体上来看,黄肉桃果酒的多酚、类黄酮含量和抗氧化活性均较低。Cantín等<sup>[47]</sup>通过对176个

黄肉桃品种和42个白肉桃品种果实中多酚含量的分析,发现黄肉桃果实的总酚、总黄酮、花色苷含量及抗氧化活性显著低于白肉桃。Serra等<sup>[48]</sup>对不同肉色桃品种果肉中多酚含量的分析结果也表明,红肉桃果肉中多酚含量显著高于白肉桃和黄肉桃,其中尤以黄肉桃果肉中多酚含量为最低。这都与本研究结果相一致,同时也说明原料选择对桃果酒品质的重要性。

酿酒原料品种的筛选不仅要重视果酒的营养价值,还要综合考虑果酒的色泽、风味、安全性等指标。笔者在本研究中以桃果酒的感官品质和营养特性为基础,综合考虑甲醇、高级醇含量以及澄清难易度等,针对不同肉色桃果酒的特性初步筛选出适宜酿酒的白肉、黄肉、红肉桃品种,明确了不同品种桃果酒的优缺点。但由于桃品种多样,不同类型桃之间的差异也很大,对不同肉色的桃品种很难建立统一的评价标准。因此在未来的研究中需进一步加大试验品种数量,针对白肉、黄肉、红肉桃的加工特性建立相应的评价指标体系。

## 4 结 论

通过对不同品种桃果酒感官、理化和营养以及安全品质的比较分析,明确了不同品种桃果酒的优缺点,针对不同肉色桃果酒的特性筛选出适宜酿制桃果酒的红肉桃品种万州酸桃、中桃绯玉,白肉桃品种白凤、仓方早生,黄肉桃品种NJC 83、中农金辉。本研究结果可为酿酒用桃品种的选择和优良加工专用桃品种的选育提供参考。

### 参考文献 References:

- [1] FAUST M, TIMON B. Origin and dissemination of peach[J]. Horticultural Reviews, 1995, 17: 331-379.
- [2] REIG G, IGLESIAS I, GATIUS F, ALEGRE S. Antioxidant capacity, quality, and anthocyanin and nutrient contents of several peach cultivars [*Prunus persica* (L.) Batsch] grown in Spain[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(26): 6344-6357.
- [3] GIL M I, TOMÁS-BARBERÁN F A, HESS-PIERCE B, KADDER A A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50 (17): 4976-4682.
- [4] 周慧娟, 苏明申, 叶正文, 杜纪红, 卢昆, 张夏南, 李雄伟. 桃果实采后生理生化及冷害研究进展[J]. 果树学报, 2017, 34(9): 1204-1212.
- [5] ZHOU Huijuan, SU Mingshen, YE Zhengwen, DU Jihong, LU Kun, ZHANG Xianan, LI Xiongwei. Advances in the research into physiological and biochemical characteristics and chilling injury of peach fruits after harvest[J]. Journal of Fruit Science, 2017, 34(9): 1204-1212.
- [5] 毕金峰, 吕健, 刘璇, 金鑫, 周沫, 李旋. 国内外桃加工科技与产业现状及展望[J]. 食品科学技术学报, 2019, 37(5): 7-15. BI Jinfeng, LÜ Jian, LIU Xuan, JIN Xin, ZHOU Mo, LI Xuan. Research on techniques and industry situation and prospect for peach processing in domestic and abroad[J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 37 (5): 7-15.
- [6] WANG P, TIAN H L, TAN F L, LIU Y F, YU B, ZHAN P. Impact of commercial processing on volatile compounds and sensory profiles of flat peach juices by PLSR and BP network[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2020, 44(8): 14575.
- [7] HONG Y J, BARRETT D M, MITCHELL A E. Liquid chromatography/mass spectrometry investigation of the impact of thermal processing and storage on peach procyanidins[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(8): 2366-2371.
- [8] 徐增慧, 贾建会, 吕晓莲, 彭义交, 田旭, 郭宏. 高静压和热杀菌对桃汁香气成分的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(5): 25-28. XU Zenghui, JIA Jianhui, LÜ Xiaolian, PENG Yijiao, TIAN Xu, GUO Hong. Effect of high hydrostatic pressure and heat sterilization on volatile components in peach juice[J]. Food Science, 2012, 33(5): 25-28.
- [9] 张甫生, 赵君, 陈芳, 廖小军, 汪政富, 吴继红, 胡小松. 高静压加工对黄桃罐头品质的影响(英文)[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 337-343. ZHANG Fusheng, ZHAO Jun, CHEN Fang, LIAO Xiaojun, WANG Zhengfu, WU Jihong, HU Xiaosong. Effects of high hydrostatic pressure processing on quality of yellow peaches in pouch[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(6): 337-343.
- [10] 于海燕, 钱新华, 陈臣, 田怀香. 黄桃酒发酵过程中风味物质的变化[J]. 食品工业科技, 2018, 39(14): 87-93. YU Haiyan, QIAN Xinhua, CHEN Chen, TIAN Huaixiang. Changes of flavor compounds of yellow peach wine during the fermentation process[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(14): 87-93.
- [11] DAVIDOVIC S M, VELJOVIC M S, PANTELIC M M, BAOSIC R M, NATIC M M, DABIC D C, PECIC S P, VUKOSAVLJEVIC P V. Physicochemical, antioxidant and sensory properties of peach wine made from Redhaven cultivar[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(6): 1357-1363.
- [12] 刘沁源, 吴祖芳, 翁佩芳. 水蜜桃酒速酿酵母菌的筛选、鉴定及发酵条件优化[J]. 核农学报, 2020, 34(7): 1480-1490. LIU Qinyuan, WU Zufang, WENG Peifang. Screening, identification and optimization of fermentation conditions of yeast strains for rapid brewing of honey peach wines[J]. Journal of

- Nuclear Agricultural Sciences, 2020, 34(7): 1480-1490.
- [13] 蒋锡龙,魏彦锋,孙玉霞,史红梅,董兴全,李彦奎. 桃果酒酿酒酵母选育及酿造条件研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(19): 156-160.
- JIANG Xilong, WEI Yanfeng, SUN Yuxia, SHI Hongmei, DONG Xingquan, LI Yankui. Screening and breeding of *S. cerevisiae* for peach fruit wine and study on fermentation conditions[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(19): 156-160.
- [14] LIU Q Y, WENG P F, WU Z F. Quality and aroma characteristics of honey peach wines as influenced by different maturity[J]. International Journal of Food Properties, 2020, 23(1): 445-458.
- [15] 刘明,郭意如,张世杰,荆红彭,陈晓明. 黄桃酒澄清工艺研究[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(5): 94-99.
- LIU Ming, GUO Yiru, ZHANG Shijie, JING Hongpeng, CHEN Xiaoming. Studies on clarification technology of yellow peach wine[J]. Storage and Process, 2020, 20(5): 94-99.
- [16] 朱胜男,曹嘉闽. 叶华,李松林,陈晓明,季方,张丹丹,袁小转,胡佳佳,刘梦夏,张旺,许光斗. 水蜜桃酒控制乙酸发酵工艺优化[J]. 中国酿造, 2020, 39(6): 133-137.
- ZHU Shengnan, CAO Jiamin, YE Hua, LI Songlin, CHEN Xiaoming, JI Fang, ZHANG Dandan, YUAN Xiaozhuan, HU Jiajia, LIU Mengxia, ZHANG Wang, XU Guangdou. Optimization of fermentation technology of peach wine for control of acetic acid[J]. China Brewing, 2020, 39(6): 133-137.
- [17] 贺琼娇,童军茂,单春会,史学伟,吕志琴,王坚. 发酵蟠桃酒的工艺研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(4): 841-844.
- HE Qiongjiao, TONG Junmao, SHAN Chunhui, SHI Xuewei, LÜ Zhiqin, WANG Jian. Process optimization for the fermentation of flat peach wine[J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(4): 841-844.
- [18] 刘慧,刘杰超,李佳秀,张春岭,陈大磊,焦中高. 不同品种樱桃酒品质分析与综合评价[J]. 果树学报, 2017, 34(7): 895-904.
- LIU Hui, LIU Jiechao, LI Jiaxiu, ZHANG Chunling, CHEN Dalei, JIAO Zhonggao. Quality analysis and comprehensive evaluation of cherry wine fermented from different cultivars[J]. Journal of Fruit Science, 2017, 34(7): 895-904.
- [19] 于爱梅,徐岩,王栋,王立平,刘扬岷,费新伟. 发酵原料对苹果酒挥发性香气物质影响的分析[J]. 中国农业科学, 2006, 39(4): 786-791.
- YU Aimei, XU Yan, WANG Dong, WANG Liping, LIU Yangmin, FEI Xinwei. Analysis of influence on different raw materials on volatile aroma compounds of ciders[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39(4): 786-791.
- [20] 王舒,董庆苓,胡潇,李杰,张沁芳,陈泽选,杜林晓,孙舒扬,赵玉平. 樱桃品种对樱桃酒品质及生物胺含量的影响[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(8): 81-85.
- WANG Shu, DONG Qingling, HU Xiao, LI Jie, ZHANG Qinfang, CHEN Zexuan, DU Linxiao, SUN Shuyang, ZHAO Yuping. The effect of cherry variety on the quality and biogenic amine levels of cherry wines[J]. Food and Fermentation Industries, 2017, 43(8): 81-85.
- [21] HERAS-ROGER J, DÍAZ-ROMERO C, DARIAS-MARTÍN J. A comprehensive study of red wine properties according to variety[J]. Food Chemistry, 2016, 196: 1224-1231.
- [22] KUMAR Y S, VARAKUMAR S, REDDY O V S. Evaluation of antioxidant and sensory properties of mango (*Mangifera indica* L.) wine[J]. CyTA-Journal of Food, 2012, 10(1): 12-20.
- [23] LI Y, WANG L. Genetic resources, breeding programs in China, and gene mining of peach: A review[J]. Horticultural Plant Journal, 2020, 6(40): 205-215.
- [24] NOWICKA P, WOJDYLO A, LASKOWSKI P. Principal component analysis (PCA) of physicochemical compounds' content in different cultivars of peach fruits, including qualification and quantification of sugars and organic acids by HPLC[J]. European Food Research and Technology, 2019, 245(4): 929-938.
- [25] LAMUREANU G, ALEXE C, CAPLAN I. Quality evaluation of processed products of some peach varieties[J]. Bulletin of University of Agricultural Sciences and veterinary Medicine Cluj-Napoca- food Science and Technology, 2015, 72(2): 162-168.
- [26] 张春岭,刘慧,刘杰超,吕真真,杨文博,王力荣,焦中高. 基于主成分分析与聚类分析的中、早熟桃品种制汁品质评价[J]. 食品科学, 2019, 40(17): 141-149.
- ZHANG Chuanling, LIU Hui, LIU Jiechao, LÜ Zhenzhen, YANG Wenbo, WANG Lirong, JIAO Zhonggao. Evaluation of juice quality of mid-early ripening peach varieties based on principal component analysis and cluster analysis[J]. Food Science, 2019, 40(17): 141-149.
- [27] 焦艺,刘璇,毕金峰,吴昕焯,周沫,曾目成. 不同品种白桃 (*Prunus persica* L. Batsch)果汁的品质评价[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(8): 114-119.
- JIAO Yi, LIU Xuan, BI Jinfeng, WU Xinye, ZHOU Mo, ZENG Mucheng. Quality evaluation of white-flesh peach juices from different cultivars[J]. Food and Fermentation Industries, 2014, 40(8): 114-119.
- [28] 焦艺,刘璇,毕金峰,吴昕焯,周沫,曾目成. 蟠桃品种用于加工鲜榨汁的适宜性评价[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 41-45.
- JIAO Yi, LIU Xuan, BI Jinfeng, WU Xinye, ZHOU Mo, ZENG Mucheng. Suitability evaluation of flat peach cultivars for fresh juice processing[J]. Food Science, 2015, 36(1): 41-45.
- [29] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2007.
- CAO Jiankang, JIANG Weibo, ZHAO Yumei. Postharvest physiological and biochemical laboratory guidance for fruits and vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.
- [30] 王蓉蓉,李高阳,单杨,丁胜华. 不同品种枣果中果胶含量、中性单糖组成及分子质量分布[J]. 中国食品学报, 2018, 18(6): 297-306.
- WANG Rongrong, LI Gaoyang, SHAN Yang, DING Shenghua.

- Effect of various varieties jujube on the content, neutral mono-saccharide composition and molecular weight distribution of pectin[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(6): 297-306.
- [31] LIU S W, ZHANG X, YOU L, GUO Z Y, CHANG X D. Changes in anthocyanin profile, color, and antioxidant capacity of hawthorn wine (*Crataegus pinnatifida*) during storage by pretreatments[J]. LWT- food Science and Technology, 2018, 95: 179-186.
- [32] 李静, 聂继云, 李海飞, 徐国峰, 王孝娣, 毋永龙, 王贞旭. Folin-酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J]. 果树学报, 2008, 25(1): 126-131.
- LI Jing, NIE Jiyun, LI Haifei, XU Guofeng, WANG Xiaodi, WU Yonglong, WANG Zhenxu. On determination conditions for total polyphenols in fruits and its derived products by Folin-phenol methods[J]. Journal of Fruit Science, 2008, 25(1): 126-131.
- [33] 张春岭, 刘慧, 陈大磊, 刘杰超, 黄纪念, 焦中高. 响应面试验优化冻融软化-酶法制备山楂汁工艺[J]. 食品科学, 2015, 36(22): 63-68.
- ZHANG Chunling, LIU Hui, CHEN Dalei, LIU Jiechao, HUANG Jinian, JIAO Zhonggao. Optimization of freeze-thawing softening-enzymatic preparation of flavonoids-rich hawthorn fruit juice by response surface methodology[J]. Food Science, 2015, 36(22): 63-68.
- [34] LIU J C, JIAO Z G, ZHANG C L, YANG W B, LIU H, LÜ Z Z. Effects of different drying methods on phenolic contents, antioxidant, and tyrosinase inhibitory activity of peach blossoms[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2018, 12(4): 2339-2348.
- [35] 焦中高, 刘杰超, 刘慧, 张春岭, 王思新, 杨公明. 短波紫外线辐照处理对采后甜樱桃果实营养品质和抗氧化活性的影响[J]. 中国食品学报, 2017, 17(1): 170-178.
- JIAO Zhonggao, LIU Jiechao, LIU Hui, ZHANG Chunling, WANG Sixin, YANG Gongming. Effect of postharvest UV-Cirradiation on nutrition properties and antioxidant activity of sweet cherry during storage[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(1): 170-178.
- [36] 宋火茂. 桃果实糖酸含量与风味品质的关系[J]. 山西农业科学, 1992(5): 25-26.
- SONG Huomao. Correlation between flavor property and sugar and acid content of peach fruit[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 1992(5): 25-26.
- [37] 张军翔, 龙江, 黄钦, 何晓群. 红葡萄酒带皮发酵过程中的加糖量小议[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 1999(1): 48-51.
- ZHANG Junxiang, LONG Jiang, HUANG Qin, HE Xiaqun. Discussion on the addition of sugar during fermentation of red wine with grape peel[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 1999(1): 48, 51.
- [38] 张方艳, 蒲彪, 陈安均. 果酒降酸方法的研究现状[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 390-393.
- ZHANG Fangyan, PU Biao, CHEN Anjun. The research status of deacidification methods of fruit wine[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(1): 390-393.
- [39] STYGER G, PRIOR B, BAUER F F. Wine flavor and aroma[J]. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 2011, 38(9): 1145-1159.
- [40] 张香, 秦丹, 曾璐, 陈长松. 发酵型果酒中甲醇和杂醇油的研究进展[J]. 中国酿造, 2020, 39(8): 17-21.
- ZHANG Xiang, QIN Dan, ZENG Lu, CHEN Changsong. Research progress on methanol and fusel oil in fermented fruit wine[J]. China Brewing, 2020, 39(8): 17-21.
- [41] 刘文, 孙玉霞, 赵新节. 两个品种桃蒸馏酒中甲醇含量差异性研究[J]. 中国酿造, 2018, 37(10): 124-129.
- LIU Wen, SUN Yuxia, ZHAO Xinjie. Differences of methanol contents in distilled liquors from two varieties of peach[J]. China Brewing, 2018, 37(10): 124-129.
- [42] LIAO X X, BROCK A A, JACKSON B T, GREENSPAN P, PEGG R B. The cellular antioxidant and anti-glycation capacities of phenolics from Georgia peaches[J]. Food Chemistry, 2020, 316: 126234.
- [43] MOKRANI A, KRISA S, CLUZET S, DA COSTA, G, TEMSAMANI H, RENOUF E, MERILLON J M, MADANI K, MESNIL M, MONVOISIN A, RICHARD T. Phenolic contents and bioactive potential of peach fruit extracts[J]. Food Chemistry, 2016, 202: 212-220.
- [44] CAMELEYRE M, LYTRA G, TEMPERE S, BARBE J C. Olfactory impact of higher alcohols on red wine fruity ester aroma expression in model solution[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63(44): 9777-9788.
- [45] JAGTAP U B, BAPAT V A. Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus[J]. Food Bioscience, 2015, 9: 80-96.
- [46] TOWANTAKAVANIT K, PARK Y S, GORINSTEIN S. Quality properties of wine from Korean kiwifruit new cultivars[J]. Food Research International, 2011, 44(5): 1364-1372.
- [47] CANTÍN C M, MORENO M A, GOGORCENA Y. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(11): 4586-4592.
- [48] SERRA S, ANTHONY B, MASIA A, GIOVANNINI D, MUSACCHI S. Determination of biochemical composition in peach (*Prunus persica* L. Batsch) accessions characterized by different flesh color and textural typologies[J]. Foods, 2020, 9(10): 1452.