

## 我国猕猴桃果酒酿造工艺及其品质评价研究进展

张琛, 郝笃隽\*, 刘辉, 黄康康, 裴嘉博, 骆慧枫

(杭州市农业科学研究院 园艺研究所 浙江 杭州 310024)

**摘要** 随着我国果酒行业的发展,市面销售的果酒种类逐渐增多,消费者对其的认可度也逐渐提升,其中猕猴桃果酒作为特色果酒,其品质的提升与酿制工艺的优化密不可分。该文基于近年来我国对猕猴桃果酒酿造工艺的研究,结合当前研究热点和实际生产需要,对相关研究结果进行整理,从酿造工艺流程及其品质评价两大部分进行论述,并对当前研究中存在的问题进行了讨论和展望,以期对猕猴桃酒酿造产业的规模化发展提供理论参考依据,进一步促进猕猴桃深加工副产业的拓展和延伸。

**关键词** 猕猴桃果酒; 酿造; 工艺; 品质; 评价

中图分类号: TS262.1

文章编号: 0254-5071(2020)10-0026-04

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2020.10.006

引文格式: 张琛, 郝笃隽, 刘辉, 等. 我国猕猴桃果酒酿造工艺及其品质评价研究进展[J]. 中国酿造, 2020, 39(10): 26-29.

### Research progress of the brewing technology and its quality evaluation of kiwifruit wine in China

ZHANG Chen, XI Dujun\*, LIU Hui, HUANG Kangkang, PEI Jiabo, LUO Huifeng

(Institute of Horticulture, Hangzhou Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310024, China)

**Abstract** With the development of China's fruit wine industry, the types of commercial fruit wine are gradually increasing, and consumers' recognition of wine was also gradually improved. As a characteristic fruit wine, the quality improvement of kiwifruit wine was closely related to the optimization of brewing technology. Based on the results of recent domestic researches, and combined with the current research hot spot and the actual production needs, the brewing process and the quality evaluation were summarized. The problems existing in the current research were discussed and prospected, in order to provide a theoretical basis for the large-scale development of kiwifruit wine brewing industry and further promote the kiwifruit deep processing of the sub-industry expansion and extension.

**Key words** kiwifruit wine; brewing; technology; quality; evaluation

猕猴桃果实营养价值丰富,富含维生素C(vitamin C, VC)、VE、VB以及谷氨酸、精氨酸等多种维生素和氨基酸,还有多种酶类和钙(Ca)(26~61 mg/100 g)、钾(K)(185~576 mg/100 g)等多种矿质元素,具有抗肿瘤、降血脂及提高免疫力等多种有利于人体的功效<sup>[1]</sup>。中国猕猴桃种质资源丰富,分布广泛,具有世界上种质资源最丰富的基因库,据统计,目前中国猕猴桃栽培面积14.5万hm<sup>2</sup>,产量超180万t<sup>[1]</sup>。猕猴桃常见的加工品有果汁、果脯、果酒等多种形式,其中果酒在市场认可度和附加值更高。猕猴桃果酒的酿造流程较多,工艺复杂,对使用原料品种的不同部分工艺环节也有所不同。目前国内外对于猕猴桃果酒酿造工艺的研究大多集中于酵母的选择、成分改进等方面,并没有形成较为成熟的商业化生产体系。本文基于近年来国内对猕猴桃果酒酿造工艺的研究,结合其研究热点和实际生产需要,对相关研究结果进行整理,以期对猕猴桃酒酿造产业的规模化发展提供理论参考依据,促进未来猕猴桃全产业链的发展。

### 1 猕猴桃果酒酿造工艺流程

各地猕猴桃果酒酿造工艺在部分环节上有所差异,但其加工工艺流程可分为榨汁和酿造两大部分。榨汁工艺流程具体包括:猕猴桃分选→清洗→压榨打浆→低温灭菌→酶解→过滤→清汁,酿造工艺流程具体包括:清汁→接种酵母→前发酵→固液分离→后发酵→澄清→降酸→陈酿→过滤→灌装→杀菌→成品。

#### 1.1 榨汁工艺

在猕猴桃酒榨汁工艺阶段中,提高出汁率是本阶段的重点。大部分研究重点集中在几个因素包括榨汁方式、果胶酶添加量、酶解温度、酶解时间对出汁率的影响。

##### 1.1.1 榨汁方式

在红葡萄酒酿造工艺中,为将果皮、籽中的营养物质最大化转移到酒中,绝大部分采用带皮发酵。陈红梅等<sup>[2]</sup>以野生猕猴桃为试材,研究了清汁、混汁和带皮发酵3种原料发酵处理对酿造酒品质的影响,结果表明,带皮发酵处理后,酒中酸类物质质量浓度较低、乙醇体积百分比也较

收稿日期 2020-05-26

修回日期 2020-07-06

基金项目 杭州市农业科学研究院科技创新与示范推广基金项目(2019HNCT-20)

作者简介 张琛(1987-),女,农艺师,硕士,研究方向为猕猴桃品质生理及采后加工。

\*通讯作者 郝笃隽(1982-),男,农艺师,本科,研究方向为猕猴桃育种及品质生理。

低,但其VC含量较高、香气丰富、可产生更为优越的口感。目前,猕猴桃带皮发酵的适用性较小,其配套酿造工艺的最佳条件也需研究,因此在猕猴桃酒酿造中,大部分酿造工艺采用去皮压榨,少数采用带皮压榨<sup>[3-4]</sup>。

### 1.1.2 酶解

猕猴桃中含有大量纤维素和果胶成分,在压榨过程中往往存在出汁率不高的问题,需添加一定量的果胶酶。根据使用猕猴桃品种的不同,其果胶含量不同,尤其是以野生猕猴桃为原料的酿造中,果胶含量更高。研究者通常先采用单因素分析法研究几个工艺参数对出汁率的影响,再通过响应面设计或正交设计法来确定几大参数不同水平的最佳组合,从而选出最优出汁工艺。王东伟等<sup>[4]</sup>以黄心猕猴桃为原料制备果酒时,使用0.08%果胶酶,在50℃水浴摇床中以120 r/min速度酶解150 min,以提高出汁率。姜文文等<sup>[5]</sup>以软枣猕猴桃为原料时,果胶酶添加量为12 mg/100 g,45℃下酶解4 h,可得到较高的出汁率。孙旻等<sup>[6]</sup>用0.1%的果胶酶,在42℃下处理110 min(pH 4.0),得到出汁率为78.54%。孙强等<sup>[7]</sup>以红心猕猴桃为原料时,47℃,自然pH环境下,使用0.06%果胶酶酶解170 min,出汁率可达82.36%,比未添加果胶酶提高了32.06%。张晓萍等<sup>[8]</sup>以“华优”猕猴桃为原料,使用HC果胶酶,添加量0.16 g/kg,在36.8℃下酶解8 h效果最佳。唐雪等<sup>[9]</sup>以“贵长”猕猴桃为原料,使用0.2%果胶酶,45~55℃下酶解4.5~5.5 h效果最佳。

### 1.1.3 成分调整

在基料准备过程中,打浆后要在果汁中添加一定量的SO<sub>2</sub>,以起到杀菌、抗氧化以及澄清果汁等作用。通常添加一定量的焦亚硫酸钾(K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、亚硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)、使果汁中SO<sub>2</sub>质量浓度在60~80 mg/L。这主要是利用SO<sub>2</sub>的还原性来抑制果酒中多种氧化酶活性从而抑制酶促氧化,另有研究表明SO<sub>2</sub>能破坏浆果细胞,加快酿造过程中色素、单宁、芳香物质及其他固形物的溶解<sup>[10]</sup>,从而在一定程度上起到澄清果汁和改善果酒口感的作用。鉴于SO<sub>2</sub>可能破坏人体酶活,影响人体的新陈代谢对肝脏造成一定程度的伤害,茶多酚是绿茶浸出液中的一种成分,其抗氧化性能卓越,可在一定程度上替代SO<sub>2</sub>而达到相同效果<sup>[11]</sup>。除SO<sub>2</sub>添加量外,通常还需要调整初始糖度、pH(酶对酸碱度敏感,调节最适pH值发挥最大酶活)。初始糖度与酒精度密切相关,过高或过低浓度的糖对发酵菌的生长会产生一定的抑制作用,糖的利用率降低,酒精产量下降。陈林等<sup>[12]</sup>使用红心猕猴桃为原料,通过正交试验设计研究初始糖度、pH对酿造影响时,认为pH对发酵的影响最大,pH 3.2,初始糖度23%是最佳工艺参数。徐清萍等<sup>[13]</sup>研究认为,野生猕猴桃原汁酿酒其果汁自然pH 3.4~4.0为最佳。虽然各研究采用的猕猴桃品种及采收时期不同,破碎后果浆含糖量差异较大,但大部分酿造工艺研究结果表明初始糖度在20%~24%

之间效果较佳,pH值则差异较大<sup>[9,14-15]</sup>。

## 1.2 酿造工艺

### 1.2.1 酵母选择

目前在猕猴桃酒发酵中并没有专门匹配的优良酵母菌种,较常使用的是酿酒酵母、果酒活性干酵母<sup>[7]</sup>,也有使用香槟酵母<sup>[8]</sup>。此类酵母大多是针对葡萄酒生产工艺特点筛选应用,对于其他果酒发酵生产并非全然适用。目前在对酵母筛选的研究中,除从广泛使用的商业酵母菌种中筛选外,也有从野生猕猴桃果实上筛选酵母菌株<sup>[16]</sup>。在实际生产中,很多家庭农场都会直接浸泡来制作果酒,此法历史悠久,其原理是利用空气中或鲜果皮上的菌种进行自然发酵酿制。事实上,自然发酵中的水果和酵母虽是长期自然选择生态进化的结果,匹配适用性非常高,但这样的菌种资源往往会在乙醇产量、SO<sub>2</sub>耐受性、凝集性和高级醇产量等方面表现出一定的缺陷与不足<sup>[17]</sup>,且自然发酵中的菌种成分复杂,发酵过程不易控制,如需进一步利用需先分离不同菌种。曾有研究报道<sup>[18-19]</sup>将从不同品种猕猴桃果实上筛选出的3株自然发酵酵母菌株利用在野生猕猴桃上时,除表现出香气不突出,典型性不强,品质不佳等不足外,且缺乏与其相匹配的生产工艺。因此从果皮上筛选菌种应以产酸、产酒能力、口感均较佳的菌种为目标。目前针对猕猴桃果酒专用酵母筛选的研究较多<sup>[20-22]</sup>。张宝香等<sup>[23]</sup>在对软枣猕猴桃全浆发酵酒工艺研究中从6种酵母菌中选取优势菌种。通常使用2,3,5-氯化三苯基四氮唑(2,3,5-triphenyltetrazolium chloride, TTC)初选-发酵能力(杜氏管)复筛-菌株发酵试验的三级筛选法进行酵母筛选。通过比较分析菌株乙醇产量、乙醇耐受性、SO<sub>2</sub>耐受性等指标选出目标功能性菌株。当前有研究者认为,乙醇产量虽是酵母筛选的主要考察指标之一,但同时也应加大对产香、降酸、凝集性等性能指标的关注,这些参数虽然来源于非酿酒酵母,但其能够影响果酒风味和口感,应逐渐被列为酵母筛选的指标之一<sup>[24]</sup>。

酵母菌种的选择作为酿酒工艺中的核心要素,不仅要考虑其发酵速度,也要注重其对酒品质改善的影响。好的菌种可最大效率地发挥原料中各种潜在的优良品质,从而改善酒体风味和酒质。在相同发酵基质下,不同酵母菌种对糖酸和温度等耐受能力不同,发酵过程中产生的次生代谢物的种类、含量、比例存在较大差异,最终形成的酒体风味和香气也存在较大差异<sup>[25]</sup>。此差异现象在葡萄酒酿造工艺中较为常见,以赤霞珠干红葡萄酒为例,不同酵母酿造条件下其酒中香气成分种类之间并无显著性差异,但含量之间存在显著性差异<sup>[26]</sup>。

除对使用单一酵母发酵条件下的工艺优化外,研发者意识到单一酵母发酵往往存在酒体口感单薄、香气不明显等问题,因此混合发酵逐渐被研究并使用。研究表明,混合

发酵具有多种优势:发酵周期较短、生产成本更低、挥发性香气物质种类更丰富、部分香气成分含量更高、酒体口感层次丰富、成品质量更为稳定等<sup>[3]</sup>。混合发酵法最早在葡萄酒酿造中应用较多,其技术核心是菌种的配比,此外在国外使用较为广泛<sup>[27-29]</sup>。现在猕猴桃果酒中也逐渐被研究应用。刘晓翠等<sup>[3]</sup>采用RA17和BM4\*4菌种混合发酵,结果表明,混合发酵制备的酒具有更高的总酯含量和挥发性酯类,因此其感官评价更高酒体风味更受市场喜爱。唐荣等<sup>[30]</sup>使用双酵母发酵表明其发酵风味更好。还有研究使用从米酒中分离到的乳酸菌和酵母复配酿制猕猴桃酒<sup>[31]</sup>,在添加酵母的基础上利用乳酸菌二次发酵以增进风味酿制猕猴桃酒<sup>[32]</sup>。李建芳等<sup>[33]</sup>使用乳酸菌复配制备野生猕猴桃果酒,加入植物乳杆菌和酒球菌时,果酒中的醇类和酯类含量显著增加促使果酒香气更为丰富。

### 1.2.2 二次发酵工艺优化

二次发酵技术被认为是整个猕猴桃酿酒工艺中的关键技术,一次发酵的猕猴桃酒通常存在口感艰涩、风味混杂、成品品质低下等问题,因此绝大多数酿制工艺采用二次发酵技术。目前对猕猴桃果酒酿制工艺优化主要在主发酵阶段,针对后发酵阶段即二次发酵工艺优化的报道较少。张晓萍等<sup>[8]</sup>以“华优”猕猴桃为原料的酿酒工艺中,以单因素结合正交设计法研究了补糖种类、酵母种类和发酵温度对二次发酵的影响,筛选出以苹果浓缩汁补糖并用香槟酵母18℃下二次发酵的优化工艺。陈林等<sup>[12]</sup>采用酵母和乳酸菌复配对红心猕猴桃异步发酵的研究结果表明,在二次发酵过程中将滤液用乳酸菌再次发酵,进行陈酿可增进其风味。

其他研究主要针对后期降酸过程。后发酵经过澄清和降酸陈酿。澄清一般使用明胶。在陈酿之前必须经过降酸,过高的有机酸酸味过重,且常常伴随酒体粗糙失光、浑浊等不良现象。加入碳酸钙是果酒降酸最常用的方法<sup>[11]</sup>。近年来逐渐被重视的苹果酸-乳酸发酵(malic-lactic fermentation, MLF)法,乳酸菌分解苹果酸产生乳酸,这是一个典型的二次发酵过程。发酵后酒体中的有机酸之间相互影响作用,酒体中部分有机酸含量降低,一定程度上改善了葡萄酒的稳定性,也降低果酒中某些有害成分,是增加果酒柔和度并提高酒体稳定性的重要过程<sup>[34]</sup>。猕猴桃酒中的有机酸主要为乳酸和乙酸,因此该方法在猕猴桃酒酿制中适用性较强。酸味是不同猕猴桃酒差异最大的滋味指标,鉴于不同乳酸菌菌株的产酸和苹果酸-乳酸发酵能力具有较大差异,在后续研究中积极开展猕猴桃酒用乳酸菌菌株的筛选非常必要。

## 2 猕猴桃酒品质评价

对猕猴桃酒品质的评价通常体现在理化指标、感官评价、风味物质成分、抗氧化性质等方面。常见的理化指标包括可溶性固形物、还原糖、总酸、游离SO<sub>2</sub>含量、pH值、乙醇

体积分、VC、氨基酸等参数。鉴于行业标准QB/T 2027—1994《猕猴桃酒》已多年未更新,绝大多数研究中均采用补充标准代号GB/T 15038—2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》对猕猴桃酒进行感官评价<sup>[30]</sup>,通常包括外观、香气、口感和整体感觉(典型性)、色泽几部分。但感官评价往往受主观影响较大,离散程度高,规范性欠缺。为使结果更为客观,增加其科学性,一种模拟人的思维逻辑方式并将模拟信息数值化以定量测评的方法(模糊综合评价法)逐渐被采用,此法通过简单的数学模型的搭建来评价分析,针对多因素、多层次的问题具有较好的评判效果。郭静<sup>[35]</sup>揭示了猕猴桃果酒生产中香气成分的变化规律。探讨了不同品种猕猴桃酒的香气特征,用模糊综合评判法优选出了适合猕猴桃酒生产的品种。

挥发性风味物质也是香气的主要成分,包括酯类、醇类、酸类、萜烯类和其他类香气。气味活度值(odor activity value, OAV)是一种常见的评价挥发性物质对酒体香气感官贡献率的方法<sup>[36]</sup>,当OAV值>1时,即香气物质浓度大于感觉阈值,人可明显感觉到此类挥发性物质,同理,当OAV值<1时,即表明该类挥发性物质无法在感官上被人类所识别,但不可否定的是它仍会对整体的香气有一定的促进作用。此外,野生猕猴桃还含有一类特征性香气物质,这类物质包含丁酸甲酯等多种成分,不会因发酵工艺的不同存在差异<sup>[2]</sup>。风味物质与原料的品种、成熟度、酵母选择、发酵条件和陈酿条件等因素间存在一定的相关性<sup>[37]</sup>。风味物质的种类、含量及比例最终影响着果酒的品质,表现为风味的协调性和典型性。研究表明,以出汁率高、糖度高、总酸含量适中、果香浓郁的品种作为原料,酿制的猕猴桃酒风味更佳<sup>[38]</sup>。而相对于栽培品种,野生猕猴桃酸度高,果胶含量大,出汁率低,因此其风味成分及比例与栽培种之间存在显著性差异<sup>[39]</sup>。使用双菌种混合发酵可显著提高异戊醇的含量,这是一种高级醇,其具有非常利于酒体的香气特征,但若使用“红阳”猕猴桃为原料,则不会出现此类现象,这说明原料的品种和菌种的选择对挥发性物质的成分和含量都会有不同的影响<sup>[39]</sup>。目前国内对猕猴桃果酒香气物质的相关研究较多,从果实的香气、果酒发酵中的香气到陈酿阶段的香气研究均有涉及<sup>[40]</sup>,且对各个阶段中香气组分的研究较为具体详细。抗氧化活性是近年来被消费者逐渐重视的营养功能,主要与果酒中的抗氧化物质有关,酚类物质可能是其中的主导成分<sup>[4]</sup>。酚类物质的含量、种类及氧化还原电位等与猕猴桃果酒抗氧化活性高低具有相关性。

## 3 结束语

目前在猕猴桃酒酿制工艺上,相关的基础研究逐渐增多,尤其是针对专用酵母筛选研究逐步多角度多层面的深入,已选出部分酵母菌种。但猕猴桃类别较多,针对其使用

原料的类别或同一类别下不同品种的独特性,单一类酵母菌种生产效果并不显著,综合优势降低,应继续加大针对性酵母的深入研究开发,针对不同类别不同品种的配套工艺虽逐步在优化,红心、黄心、软枣、野生猕猴桃等均有涉及,但目前大多数工艺优化主要针对主发酵阶段,对其后期的后发酵(二次发酵)、澄清降酸等参数优化涉及极少;评价标准体系过于陈旧不够健全,行业的进一步发展须有与本行业相匹配的评价标准。猕猴桃是具有自身特有香气特征的树种,其典型的猕猴桃果香和酒香无法仅参照葡萄酒感官评价标准来评价分析,与其相对应的评价标准还需在今后进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 黄宏文. 中国猕猴桃种质资源[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013: 22-24.
- [2] 陈红梅, 王沙沙, 尹海南. 不同工艺处理对野生猕猴桃品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(4): 233-239.
- [3] 刘晓翠, 王丽, 黎星辰, 等. 响应面优化猕猴桃酒混合发酵工艺[J]. 食品工业科技, 2019, 40(18): 65-71.
- [4] 王伟, 黄燕芬, 肖默艳, 等. 猕猴桃果酒发酵条件优化及其抗氧化特性研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(6): 1619-1624.
- [5] 姜文文, 姜爱丽, 田密霞, 等. 果胶酶处理对软枣猕猴桃出汁率的影响[J]. 保鲜与加工, 2008(4): 48-50.
- [6] 孙扬, 孙春玉, 马骥, 等. 果胶酶提高软枣猕猴桃出汁率的研究[J]. 中国酿造, 2011, 30(9): 115-117.
- [7] 孙强, 罗秦, 冉旭. 果胶酶提高红心猕猴桃出汁率的工艺优化[J]. 食品工业科技, 2014(14): 202-210.
- [8] 张晓萍, 高贵田, 王雪媛. “华优”猕猴桃果酒加工工艺研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2018, 46(6): 100-107.
- [9] 唐雪, 曹宁, 周景瑞. 贵长猕猴桃酒酿造工艺研究[J]. 酿酒科技, 2017(12): 50-54.
- [10] 刘琨毅, 王琪, 辜义洪, 等. 二氧化硫在猕猴桃酒中应用效果研究[J]. 酿酒, 2016, 43(6): 84-87.
- [11] 舒学香, 周文, 朱克永, 等. 以茶叶提取物作抑菌剂制备猕猴桃酒工艺研究[J]. 食品科技, 2019, 44(6): 242-246.
- [12] 陈林, 秦文飞, 吴应梅, 等. 红心猕猴桃酒异步发酵工艺的研究[J]. 酿酒科技, 2019(2): 236-39.
- [13] 徐清萍, 朱广存. 野生猕猴桃酒发酵工艺研究[J]. 酿酒科技, 2010(10): 79-81.
- [14] 王荣荣, 刘坤峰, 朱静, 等. 野生猕猴桃酿酒酵母的筛选及其发酵特性[J]. 食品工业科技, 2018, 39(16): 115-118.
- [15] 王文娟, 陈娟, 张荣, 等. 黄心猕猴桃果酒主发酵工艺参数的优化[J]. 食品工业科技, 2017(21): 216-219.
- [16] 徐清萍, 朱广存. 野生猕猴桃果酒酵母的筛选鉴定及耐受性研究[J]. 中国酿造, 2011, 32(7): 120-123.
- [17] 祖璠, 钟小祥, 李进强, 等. 我国几种特色果酒专用酵母的研究进展[J]. 中国酿造, 2019, 38(4): 11-16.
- [18] 罗安伟, 刘兴华, 寇莉苹, 等. 猕猴桃酒用酵母的选育研究[J]. 中国食品科学报, 2005, 5(3): 57-60.
- [19] 周一琴, 罗安伟, 刘兴华, 等. 猕猴桃酒天然优良酵母的筛选[J]. 中国酿造, 2008, 27(1): 63-65.
- [20] 蒋成, 魏妙宏, 刘路, 等. 猕猴桃果酒专用酵母的筛选与鉴定[J]. 食品与机械, 2018, 34(6): 202-207.
- [21] 周元, 张强, 傅虹飞, 等. 猕猴桃果酒酵母的筛选及发酵工艺优化[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(12): 151-160.
- [22] 蒋成, 张旭, 刘孝平, 等. 猕猴桃酒专用酵母的筛选[J]. 基因组学与应用生物学, 2019(4): 1689-1696.
- [23] 张宝香, 秦红艳, 刘迎雪, 等. 软枣猕猴桃全浆发酵酒工艺优化及成分分析[J]. 酿酒科技, 2017(7): 65-69.
- [24] CHEN K, ESCOTT C, LOIRA I, et al. Use of non-*Saccharomyces* yeasts and oenological tannin in red wine making: influence on colour, aroma and sensorial properties of young wines[J]. *Food Microbiol*, 2018, 69: 51-63.
- [25] 刘国平, 黄诚, 薛荣旋, 等. 顶空气相色谱内标法快速测定葡萄酒中甲醇[J]. 实用预防医学, 2015(4): 497-498.
- [26] 程劲松. 顶空固相微萃取-气相色谱法测定葡萄酒的风味组分[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2003(2): 19-21.
- [27] SABERI S, CLIFF M A, VANVUUREN H J J. Impact of mixed *S. cerevisiae* strains on the production of volatiles and estimated sensory profiles of Chardonnay wines[J]. *Food Res Int*, 2012, 48(2): 725-735.
- [28] ENGLEZOS V, TORCHIO F, CRAVERO F, et al. Aroma profile and composition of Barbera wines obtained by mixed fermentations of *Starmerella bacillaris* (synonym *Candida zemplinina*) and *Saccharomyces cerevisiae*[J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2016, 73: 567-575.
- [29] LOIRA I, MORATA A, COMUZZO P, et al. Use of *Schizosaccharomyces pombe* and *Torulaspora delbrueckii* strains in mixed and sequential fermentations to improve red wine sensory quality[J]. *Food Res Int*, 2015, 76(3): 325-333.
- [30] 唐荣, 陈绍军, 钟焱, 等. 酵母及原料品种对猕猴桃酒挥发性成分的影响[J]. 食品工业科技, 2019(3): 216-222.
- [31] 沈馨, 李华佳, 袁怀瑜, 等. 米酒中乳酸菌的分离及其在猕猴桃酒中的应用[J]. 食品科技, 2018, 43(9): 24-28.
- [32] 张占洋, 何佳, 刘雅, 等. 乳酸菌对干猕猴桃酒降酸作用的研究[J]. 农产品加工(学刊), 2013(16): 55-57.
- [33] 李建芳, 周枫, 王爽, 等. 野生猕猴桃酒苹果酸-乳酸发酵优良乳酸菌的筛选与耐受性研究[J]. 中国酿造, 2019, 38(8): 56-59.
- [34] 袁林, 赵红玉, 刘龙祥, 等. 苹果酸-乳酸发酵对葡萄酒中活性成分的影响[J]. 食品工业科技, 2020(7): 358-364.
- [35] 郭静. 猕猴桃果实及其果酒香气成分研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
- [36] 谭皓. 猕猴桃发育过程中香气成分变化规律研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2006.
- [37] 周元, 袁浩, 傅虹飞. 酵母菌株对猕猴桃果酒香气成分的影响[J]. 现代食品科技, 2014(12): 263-270.
- [38] 戚一曼, 程拯良, 樊明涛. 谷胱甘肽添加对贮藏猕猴桃酒香气成分的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(8): 183-188.
- [39] 张鑫, 左勇, 张晶, 等. 猕猴桃果酒风味物质研究进展[J]. 食品工业科技, 2018, 39(17): 304-307.
- [40] 陈娟, 唐俊妮, 王文娟. 三种猕猴桃酒发酵过程中挥发性香气成分的变化[J]. 食品工业科技, 2019(3): 242-248.