

## 不同酵母菌发酵对猕猴桃果酒品质的影响

李昕沂, 刘丹丹, 罗晶晶, 王启会, 王海燕\*

(湖北文理学院 食品科学技术学院·化学工程学院 鄂西北传统发酵食品研究所, 湖北 襄阳 441053)

**摘要:** 该研究以四川省苍溪县地区所产的红心猕猴桃为原料, 在同一实验条件(带皮破壁)下经7种不同酵母菌(AU、BA、BV、EC、FR、MA、RW)发酵得到不同猕猴桃果酒, 利用色度仪、电子鼻、电子舌等对猕猴桃果酒的色泽、风味、滋味等进行分析; 使用主成分分析法(PCA)和非加权组平均法(UPGMA)评价猕猴桃果酒的整体品质。结果表明, 不同酵母菌发酵制得的猕猴桃果酒整体品质存在显著性差异( $P < 0.05$ )。酵母菌AU、MA发酵的猕猴桃果酒具有良好的色泽, 酵母菌BV发酵的猕猴桃果酒在气味和滋味上表现较为优异, 可为猕猴桃果酒酵母菌的选择提供参考。

**关键词:** 猕猴桃果酒; 酵母菌; 色度; 电子舌; 电子鼻

中图分类号: TS261.1

文章编号: 0254-5071(2021)02-0107-04

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2021.02.021

引文格式: 李昕沂, 刘丹丹, 罗晶晶, 等. 不同酵母菌发酵对猕猴桃果酒品质的影响[J]. 中国酿造, 2021, 40(2): 107-110.

## Effect of different yeasts on the quality of kiwifruit wine

LI Xinyi, LIU Dandan, LUO Jingjing, WANG Qihui, WANG Haiyan\*

(Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Food Science and Technology & Chemical Engineering, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

**Abstract:** Using red kiwifruit from Cangxi County of Sichuan Province as raw material, the different kiwifruit wines were produced by seven different yeasts (AU, BA, BV, EC, FR, MA and RW) fermentation under the same experimental conditions (broken wall with skin). The color, flavor and taste of kiwifruit wine were analyzed by colorimeter, electronic nose and electronic tongue, and the overall quality of kiwifruit wine was evaluated by principal component analysis (PCA) and unweighted pair-group method with arithmetic means (UPGMA). The results showed that there were significant differences in the overall quality of kiwifruit wine fermented by different yeasts ( $P < 0.05$ ). The kiwifruit wine fermented by yeast AU and MA had good color, and the kiwifruit wine fermented by yeast BV had better odor and taste, which could provide a reference for the selection of kiwifruit wine yeast.

**Key words:** kiwifruit wine; yeast; chroma; electronic tongue; electronic nose

猕猴桃也被称为奇异果、羊桃、毛木果、阳桃、麻藤果、藤梨等<sup>[1-2]</sup>, 原产于中国, 栽培历史已有1300多年之久<sup>[3]</sup>, 因果实富含丰富的维生素尤其是维生素C(vitamin C, VC), 被誉为“水果之王”<sup>[4]</sup>。苍溪县所产的红心猕猴桃是一种集食用与药用为一体的水果<sup>[5]</sup>, 具有良好的风味, 且具有皮薄、汁多等特点<sup>[6]</sup>, 其中每100g果肉中所含VC高达135.77mg, 可溶性固形物的含量也能达到19.6%, 富含18种氨基酸以及钙、铁、锌等多种矿物质成分。猕猴桃的各种产品在市场上广受欢迎, 近年来, 红心猕猴桃的深加工也开始逐渐走进人们的视野<sup>[7-8]</sup>, 其中猕猴桃果酒加工成为主要研究方向之一, 但果酒在加工时使用的酵母菌不能突出猕猴桃的特色<sup>[9-10]</sup>, 因此本研究以四川省苍溪县地区的红心猕猴桃为原料, 探究在相同处理方式(带皮破壁)下7种不同酵母菌发酵对猕猴桃果酒品质的影响, 以期找到适合猕猴桃果酒发酵的酵母菌, 为红心猕猴桃的有效利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

红心猕猴桃鲜果: 采自四川苍溪县地区; 酵母菌LAU-THENTIUQUE(AU)、LA BAYANUS(BA)、L'ECLATANTE(EC)、LA FRUITEE(FR)、LA MARQUISE(MA); 俄罗斯SOFRALAB公司; 葡萄酒活性干酵母BV818(BV)、葡萄酒、果酒专用酵母RW(RW); 安琪酵母股份有限公司; 果胶酶(50000U/g)(食品级); 上海蓝季科技有限公司; 偏重亚硫酸钾(食品级); 日照隆堡商贸有限公司; 柠檬酸(食品级); 郑州商贸特征有限公司。其他试剂均为国产分析纯或食品级。

### 1.2 仪器与设备

PAL-1手持糖度计: 日本ATAGO公司; SA402B电子舌: 日本INSENT公司; PEN3电子鼻: 德国AIRSENSE公司; HUNTERLAB色度仪: 美国HUNTERLAB公司; WZS 32手持折射计: 上海仪电物理光学仪器有限公司; 3-18k离心机:

收稿日期: 2020-08-24

修回日期: 2020-10-26

基金项目: 2020年度湖北文理学院校级大学生创新创业训练计划项目(S2020105109038)

作者简介: 李昕沂(1999-), 女, 本科生, 研究方向为食品生物技术。

\*通讯作者: 王海燕(1971-), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品生物技术。



德国SIGMA股份有限公司;250B数显生化培养箱;金坛市精达仪器制造有限公司;DKB-8A电热恒温水槽;上海精宏实验设备有限公司;PHS-3E型实验室pH计;上海金迈仪器仪表公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 猕猴桃果酒工艺流程及操作要点

样品预处理→果胶酶酶解→调糖酸比→巴氏灭菌→接种酵母→控温发酵→过滤离心→猕猴桃果酒

样品预处理:挑选无病虫害、新鲜成熟的红心猕猴桃洗净晾干后带皮装入已灭菌搅拌器并添加适量100 mg/L偏重亚硫酸钾(起抑菌作用)进行破壁打浆处理。

果胶酶酶解:在处理好的猕猴桃果浆中加入果胶酶,其质量为猕猴桃果浆质量的0.08%(用少量水溶解后加入),搅拌均匀,在45℃的水浴锅中酶解3.5 h,每隔0.5 h搅拌一次。

调糖酸比:用碳酸钠调节猕猴桃果浆pH值为3.7,用蔗糖调节糖度为22°Bx。

巴氏灭菌:将调糖酸比后的猕猴桃果浆放入65℃水浴锅中,灭菌30 min。

接种酵母:加入偏重亚硫酸钾6 h后,用5 mL 5%的葡萄糖溶液在37℃的水浴锅中,活化7种不同的酵母30 min后接种,每种做3个平行。

控温发酵:控制温度为20℃,发酵11 d。

过滤离心:将发酵好的猕猴桃果酒过滤,8 000 r/min、4℃条件下离心10 min,取上清液留样,将样品存于-20℃的冰箱中备用。

#### 1.3.2 分析方法

酒精度:按照参考文献[11]的方法进行测定。每种样品测3次,取其平均值。

果酒色度:按照参考文献[12-13]的方法进行检测。每种样品测3次,最终结果以平均值为准。

果酒风味:取15 mL不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒于样品瓶中,参考赵慧君等<sup>[14]</sup>的方法,使用电子鼻<sup>[15]</sup>对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的风味进行检测,每种样品测3次,最后通过处理数据取平均值,对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的风味进行评价。

果酒滋味:取30 mL不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品和90 mL纯水混合,摇匀,8 000 r/min离心10 min抽滤,使用电子舌对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的5个基本味和3个回味进行检测<sup>[16]</sup>,每种样品测3次,最后进行数据处理,取平均值,对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的滋味进行评价。

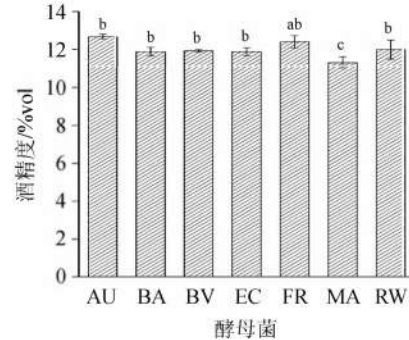
#### 1.3.3 统计分析

使用PAST3软件进行主成分分析(principal component analysis, PCA),使用主成分分析和非加权组平均法(unweighted pair-group method with arithmetic means, UPGMA)对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒品质的整体结构进行差异性分

析;使用Origin 8.5绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒酒精度的测定



小写字母相同表示差异不显著( $P>0.05$ );小写字母不相同表示差异显著( $P<0.05$ )。下同。

图1 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的酒精度

Fig. 1 Alcohol content of kiwifruit wine fermented by different yeasts

由图1可知,AU、BA、BV、EC、FR、MA、RW 7种不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的酒精度范围在11.30%vol~12.66%vol。其中酵母菌AU发酵的猕猴桃果酒酒精度值最高为12.66%vol,酵母菌MA发酵的猕猴桃果酒酒精度最低,为11.30%vol,而BA、BV、EC、RW四种酵母菌发酵的猕猴桃果酒酒精度差异并不显著( $P>0.05$ ),即这四种不同酵母菌发酵对猕猴桃果酒的酒精度的影响不大。

### 2.2 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒色度及透光率的测定

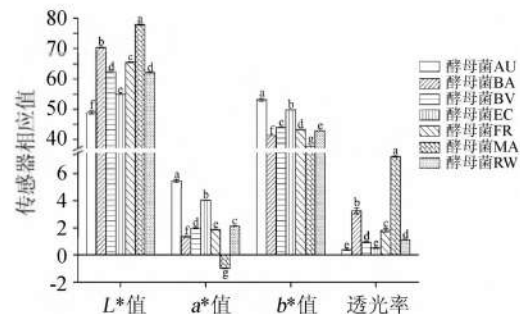


图2 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的色度及透光率

Fig. 2 Colority and transmittance of kiwifruit wine fermented by different yeasts

CIELab是全球目前为止色域最广的色度空间<sup>[17]</sup>,其中L\*值表示明亮度取值在0~100(纯黑-纯白),a\*值表示红绿度取值在-127~128(绿~红),b\*值表示黄蓝度取值在-127~128(蓝~黄),其中正负分别表示冷色和暖色<sup>[18]</sup>。优质的猕猴桃果酒在外观上应表现出光泽度高、清亮、透明等特点<sup>[19]</sup>。从图2可以看出,酵母菌MA发酵的猕猴桃果酒样品在L\*值和透光率方面均显著高于其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒( $P<0.05$ ),而在a\*、b\*两种色度的取值上却又显著低于其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒,使酒体呈现出清透的黄绿色。而在a\*、b\*两种色度的取值上酵母菌AU发酵的猕猴



桃果酒显著高于其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒 ( $P < 0.05$ ), 但酵母菌AU发酵的猕猴桃果酒在  $L^*$  和透光率方面又显著低于其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒 ( $P < 0.05$ ), 这极有可能是因为酵母菌AU在相同时间内发酵猕猴桃果酒较为完全。由此可得, 在下次实验中可通过将AU、MA两种酵母菌混合发酵得到色彩较为优质的猕猴桃果酒样品。

### 2.3 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒风味品质的测定

W1C对芳香类物质灵敏, W5S对氢氧化物灵敏, W3C对芳香类物质灵敏, W6S对氢气有选择性, W5C对烷烃、芳香类物质灵敏, W1S对甲烷灵敏, W1W对有机硫化物、萜类物质灵敏, W2S对乙醇灵敏, W2W对有机硫化物灵敏, W3S对烷烃类物质灵敏<sup>[20]</sup>。

表1 不同酵母菌发酵对猕猴桃果酒风味品质的影响  
Table 1 Effect of different yeasts fermentation on the flavor quality of kiwifruit wine

金属传感器	AU	BA	BV	EC	FR	MA	RW
W1C	0.02±0.00 <sup>e</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>e</sup>	0.02±0.00 <sup>e</sup>	0.02±0.00 <sup>f</sup>
W5S	182.64±1.09 <sup>e</sup>	180.83±0.82 <sup>c</sup>	156.35±0.57 <sup>e</sup>	178.09±1.79 <sup>d</sup>	192.26±0.48 <sup>b</sup>	181.14±1.24 <sup>c</sup>	203.68±1.27 <sup>a</sup>
W3C	0.05±0.00 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>e</sup>	0.05±0.00 <sup>f</sup>	0.05±0.00 <sup>e</sup>	0.05±0.00 <sup>e</sup>
W6S	3.50±0.02 <sup>a</sup>	3.52±0.02 <sup>a</sup>	2.93±0.01 <sup>d</sup>	3.35±0.02 <sup>b</sup>	3.37±0.02 <sup>b</sup>	3.25±0.01 <sup>c</sup>	3.38±0.02 <sup>b</sup>
W5C	0.03±0.00 <sup>e</sup>	0.03±0.00 <sup>f</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>e</sup>	0.04±0.00 <sup>e</sup>	0.03±0.00 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>
W1S	369.13±0.98 <sup>e</sup>	372.99±0.86 <sup>b</sup>	291.18±0.73 <sup>e</sup>	356.71±3.21 <sup>d</sup>	390.73±1.29 <sup>a</sup>	346.84±2.02 <sup>e</sup>	327.07±2.84 <sup>f</sup>
W1W	110.03±0.38 <sup>d</sup>	113.67±0.59 <sup>e</sup>	105.31±0.16 <sup>e</sup>	114.14±0.48 <sup>e</sup>	124.17±0.05 <sup>b</sup>	114.18±0.15 <sup>c</sup>	126.94±0.06 <sup>a</sup>
W2S	202.13±0.16 <sup>e</sup>	200.34±0.29 <sup>f</sup>	160.07±0.33 <sup>e</sup>	216.72±0.18 <sup>d</sup>	273.69±0.26 <sup>b</sup>	226.30±0.64 <sup>c</sup>	325.50±0.12 <sup>a</sup>
W2W	15.76±0.04 <sup>d</sup>	15.64±0.05 <sup>e</sup>	14.94±0.04 <sup>e</sup>	16.23±0.09 <sup>e</sup>	16.73±0.04 <sup>a</sup>	16.54±0.07 <sup>b</sup>	15.38±0.08 <sup>f</sup>
W3S	5.22±0.02 <sup>e</sup>	4.80±0.01 <sup>f</sup>	4.15±0.02 <sup>e</sup>	5.63±0.02 <sup>d</sup>	6.40±0.02 <sup>b</sup>	5.89±0.04 <sup>c</sup>	6.70±0.04 <sup>a</sup>

注: 同行小写字母不同表示差异性显著 ( $P < 0.05$ )。

由表1可知, W1C、W3C、W5C (均对芳香类物质灵敏)、W1S、W2S、W3S、W2W 7种不同的金属传感器对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的响应值均有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。说明不同酵母菌发酵对猕猴桃果酒的气味品质影响较大, 其中酵母菌BV发酵的猕猴桃果酒样品对金属传感器W1C、W3C (均对芳香类物质灵敏) 的响应值要显著 ( $P < 0.05$ ) 高于其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒, 而金属传感器W1W、W2W (均对有机硫化物灵敏) 的响应值要显著 ( $P < 0.05$ ) 低于其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒, 硫化物一般带有一股臭鸡蛋的气味, 对样品的气味存在消极影响, 因此, 样品中对硫化物灵敏的金属传感器数值越低说明样品气味品质越好。也正说明用酵母菌BV发酵猕猴桃果酒能提高样品中芳香类物质的含量且降低样品中有机硫化物的含量。

### 2.4 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒滋味品质的测定

由图3可知, 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的酸味、苦味、涩味、咸味、后味-B (苦味的回味)、鲜味6种滋味指标的差异较大, 而后味-A (涩味的回味)、丰度 (鲜味的回味) 2种滋味指标的差异较小。众所周知, 猕猴桃果酒一直因其过酸而成为其生产中的问题, 从图3可以看出, 酵母菌MA发酵的猕猴桃果酒样品的酸味与其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒相比有显著的降低, 且酵母菌MA发酵的猕猴桃果酒的鲜味和后味-B两个指标的表现也较为优异。而在苦味和涩味这类对猕猴桃果酒滋味存在一定消极影响的指标上, 酵母菌FR发酵的猕猴桃果酒表现最为优秀。

### 2.5 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒总评价

不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的主成分分析结果见图4。由图4可知, 经主成分分析可得, 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒整体品质信息主要集中在前两个主成分, 且累计方差贡献率达到95.32%, 其中第一主成分方差贡献率为84.01%, 第二主成分方差贡献率为11.31%。

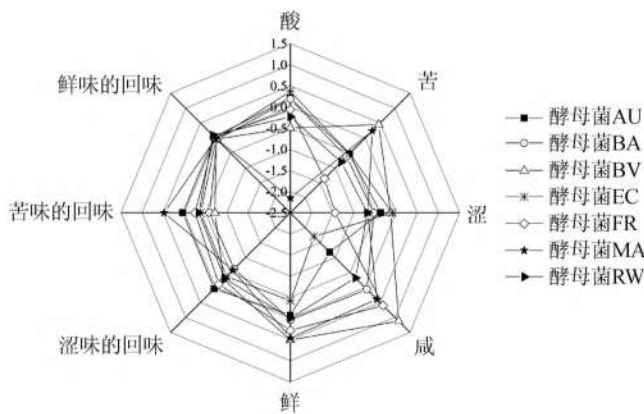


图3 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒滋味品质的雷达图

Fig. 3 Radar chart of taste quality of kiwifruit wine fermented by different yeasts

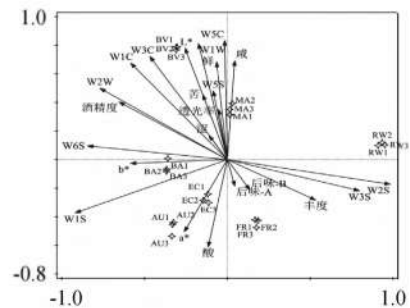


图4 不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的主成分分析结果

Fig. 4 Principal component analysis results of kiwifruit wine fermented by different yeasts



由图4可知,不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品的品质存在明显的聚类趋势,从横轴上看,不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒从上至下依次为BV、MA、RW、BA、EC、AU、FR。BV、BA、EC、AU四种不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒分布在主成分分析双标图的左侧,MA、FR、RW三种酵母菌发酵的猕猴桃果酒则分布在主成分分析双标图的右侧,其中MA、FR两种酵母菌发酵的猕猴桃果酒在主成分双标图上右侧最左的位置,而RW酵母菌发酵的猕猴桃果酒则位于主成分分析双标图的最右侧。酵母菌BV发酵的猕猴桃果酒与W1C、W3C、W5C(均对芳香类物质灵敏)之间夹角较小且位置最为接近,说明酵母菌BV对猕猴桃果酒香味较为优异,同样,酵母菌MA发酵的猕猴桃果酒与酸味间几乎呈180°,说明酵母菌MA发酵的猕猴桃果酒样品的酸味较低。同理可得,酵母菌FR发酵的猕猴桃果酒的苦味和涩味较低,与上述实验结果一致。

通过主成分分析可以看出,7种不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒在品质上存在一定的聚类现象,其中BA、EC、AU 3种酵母菌发酵的猕猴桃果酒在品质上相似性最高,而酵母菌RW发酵的猕猴桃果酒则与其他所有酵母菌发酵的猕猴桃果酒之间相似性最小。

运用UPGMA聚类对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的整体品质进行进一步分析,结果如图5所示。

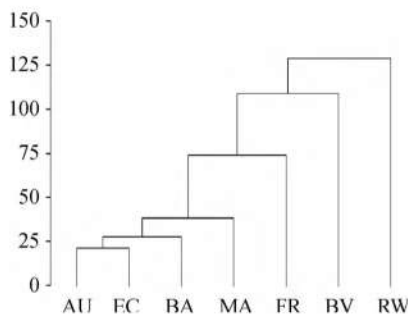


图5 基于UPGMA聚类对不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒整体品质的分析  
Fig. 5 Analysis of the overall quality of kiwifruit wine fermented by different yeasts based on UPGMA cluster

由图5可知,不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒样品形成六个聚类。酵母菌AU和EC发酵的猕猴桃果酒形成聚类I,酵母菌BA发酵的猕猴桃果酒与聚类I形成聚类II,以此类推。结果表明,不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的整体品质差异性显著。AU、EC、BA三种酵母菌发酵的猕猴桃果酒品质最为相似,酵母菌RW发酵的猕猴桃果酒的品质与其他酵母菌发酵的猕猴桃果酒的品质相差最大。

### 3 结论

本实验采用7种不同酵母菌将猕猴桃发酵成猕猴桃果酒,结合多组数据对7种不同酵母菌发酵的猕猴桃果酒的品质进行评价。结果表明,不同酵母菌对猕猴桃果酒的

影响各不相同,其中对酒精度差异不显著( $P < 0.05$ ),酵母菌MA在色度上表现出符合果酒的清透,但黄绿度较低;而酵母菌AU虽然亮度和透光率表现最差,但在黄绿度表现优异,酵母菌BV在风味上表现最优,酵母菌MA滋味较为优异,因此,后续可以尝试将一些酵母菌混合来发酵猕猴桃果酒,以获得品质更优异的果酒。本实验可为猕猴桃果酒发酵酵母菌的选择以及混合发酵提供一定的参考。

### 参考文献:

- [1] 李鹤,杨华,曹东,等. 前处理方式对红心猕猴桃酒发酵品质和香气成分的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(2): 100-106.
- [2] 石瑞丽. 红心猕猴桃果酒酿造工艺研究[J]. 酿酒科技, 2017(6): 86-89.
- [3] 宋远军,吴世权,刘原,等. 加快无病毒苗木繁育 振兴苍溪红心猕猴桃产业[J]. 四川农业科技, 2018(12): 57-58.
- [4] 罗秦,孙强,叶欣,等. 红心猕猴桃果酒酿造工艺探究[J]. 食品工业, 2014, 35(5): 144-147.
- [5] 张丽芳,张鑫,杨存建,等. 四川省引种苍溪红心猕猴桃的适宜性研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2018, 31(3): 408-414.
- [6] 李秋萍,刘仁杰,张起,等. 修文猕猴桃及其加工利用前景探索[J]. 农技服务, 2016, 33(18): 117.
- [7] 周洪巨. 试论四川省名山县红心猕猴桃栽培技术与发展前景[J]. 读与写杂志, 2010, 7(7): 190.
- [8] LI D X, ZHU F. Starch structure in developing kiwifruit[J]. *Int J Biol Macromol*, 2018, 120: 1306-1314.
- [9] 韦婷,何靖柳,杨冬雪,等. 一种猕猴桃果酒专用酵母的高效筛选方法[J]. 中国酿造, 2020, 39(5): 115-119.
- [10] 马佳佳,李华佳,魏冰倩,等. 徐香猕猴桃果酒发酵过程中品质动态变化的研究[J]. 中国酿造, 2020, 39(4): 86-90.
- [11] 余妍佳,张清安,王扶香,等. 基于国标法测定模型酒液的酒精度及其影响因素研究[J]. 农产品加工, 2019(22): 66-70.
- [12] GUO Y, MO T, CHENG S H. Contribution of green jadeite-jade's chroma difference based on CIE 1976 L\*a\*b\* uniform color space[J]. *Earth Sci Front*, 2009, 16(S1): 170.
- [13] 王念,刘梦婷,张润杰,等. 市售番茄调味酱色泽和质构特性的评价分析[J]. 食品工业, 2017, 38(3): 156-159.
- [14] 赵慧君,王玉荣,李昕沂,等. 基于电子鼻和GC-MS技术分析大头菜的挥发性风味物质[J]. 中国调味品, 2018, 43(11): 17-22.
- [15] 亓培锋,孟庆浩,井雅琪,等. 电子鼻中预处理算法选择及阵列优化[J]. 数据采集与处理, 2015, 30(5): 1099-1108.
- [16] 于博,郭壮,汤尚文,等. 不同发酵时间米酒滋味品质变化的研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(10): 15-18.
- [17] PANAGIOTIS A, STEFANO D, MATTHIAS S, et al. White wine light-strike fault: A comparison between flint and green glass bottles under the typical supermarket conditions[J]. *Food Pack Shelf Life*, 2020, 24: 100492.
- [18] 贾红玲,周振勇,杨倩,等. 基于数字图像中LAB颜色空间的肉质质量评价方法研究[J]. 现代农业科技, 2016(2): 277-281.
- [19] 陈红梅,王沙沙,尹何南,等. 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): 233-240.
- [20] 杨淑花,李瑜. 莲藕泡菜品质检测中电子鼻检测参数的优化[J]. 包装与食品机械, 2018, 36(4): 20-24.