

doi:10.11937/bfyy.20191091

## 四种常用酵母菌对树莓果酒的发酵影响

陈 青, 宗 伟, 孙 明 月, 杨 林, 王 红 妹, 张 立 华

(枣庄学院 生命科学院, 山东 枣庄 277160)

**摘 要:**选取 4 种市售常用酿酒酵母(BV818、D254、71B、L2323)为研究对象,对树莓果汁进行发酵,通过酒液的感官评定、总糖含量、酒精含量、鞣花酸含量和树莓酮含量等指标进行比较分析,筛选出一种性能较优的酵母用于树莓果酒发酵生产,以期为树莓果酒产业的发展提供参考依据。结果表明:发酵 15 d,4 种酵母发酵酒液酒精含量均达 11%以上,其中 D254 酵母发酵酒液中酒精含量最高为  $13.7\% \pm 0.4\%$ ,71B 酵母发酵液酒精含量最低为  $11.9\% \pm 0.9\%$ 。71B 和 L2323 酵母发酵酒液过程鞣花酸含量随发酵过程而增加,其中 71B 酵母发酵酒液中鞣花酸含量最高为  $(45.3 \pm 1.1) \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ;BV818 和 D254 酵母发酵液中鞣花酸含量随发酵过程而降低,BV818 酵母发酵酒液中鞣花酸含量最低为  $(31.9 \pm 0.7) \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。发酵酒液中树莓酮含量变化呈现降低趋势,其中 BV818 发酵酒液中树莓酮含量最低为  $(2.81 \pm 0.09) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,综合考虑感官评分高、发酵时间短、鞣花酸和树莓酮含量高,因此酵母 D254 是最适合树莓果酒发酵的酵母。

**关键词:**酿酒酵母;树莓;鞣花酸;树莓酮

**中图分类号:**S 663.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)22-0114-07

树莓(*Rubus corchorifolius* L.)属蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus* spp.)植物华东覆盆子成熟的果实,俗称覆盆子或悬钩子,目前已知大约 750 种,主要分布于北半球温带,目前我国树莓的主要产地为东北地区、浙江、山东、安徽、福建和江西等<sup>[1]</sup>。该浆果柔嫩多汁,酸甜可口,营养丰富<sup>[2-4]</sup>,富含花青素、氨基酸、鞣花酸和黄酮等生物活性成分<sup>[5]</sup>,具有益肾、固精、缩尿和养肝明目等保健价值,因此被誉为“黄金水果”<sup>[6]</sup>,2015 年被

国家卫计委列入药食同源食品<sup>[7]</sup>。但是覆盆子成熟期和衰老期短,成熟果实稍受挤压即破裂出汁,采摘后极不耐贮藏,在常温条件下贮藏 1~2 d 就失去其商品价值<sup>[3]</sup>。

树莓果酒富含树莓本身以及酵母菌发酵产生的双重营养价值,树莓果酒的酿制不仅拓展了树莓加工途径,还提高了经济效益。除酿酒原料外,酿酒酵母菌种的种类不仅影响着果酒发酵周期,还影响着果酒口感、风味、品质及营养价值<sup>[8]</sup>,严红光等<sup>[9]</sup>研究发现不同酿酒酵母种类是影响蓝莓果酒香气物质的主要因素,BERENGUER 等<sup>[10]</sup>和朱娟娟等<sup>[11]</sup>研究表明,不同种类的商业酿酒酵母对石榴和脐橙果酒一些理化特性有显著影响。然而目前国内对树莓发酵酒的研究多出于发酵工艺的探究及香气成分分析<sup>[12-15]</sup>,酵母菌种对树莓酒中鞣花酸和树莓酮含量的影响处于空缺状态。目前市场上销售流通的酵母为大多数葡萄酒酿酒酵母或啤酒酵母,针对树莓果酒发酵酿制专用酵母筛选、发酵性能研究也较为缺乏。因此,该研究

**第一作者简介:**陈青(1985-),男,博士,副教授,现主要从事微生物资源开发与应用等研究工作。E-mail:chenqing8686@126.com

**责任作者:**王红妹(1970-),女,硕士,教授,现主要从事微生物发酵等研究工作。E-mail:zzxywhm@163.com

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31600080);山东省自然科学基金资助项目(ZR2016CB29);山东省重点研发计划(公益类专项)资助项目(2017GSF21118)。

**收稿日期:**2019-04-29

采用市场常见的 4 种葡萄酒酿制酵母菌种 BV818、71B、D254 和 L2233 为出发菌株,探究不同葡萄酒酵母菌种对树莓果酒发酵的影响,追踪该过程中鞣花酸和树莓酮含量的变化,结合发酵周期、感官评定得分、酒液中鞣花酸和树莓酮含量等因素,筛选一株适合树莓发酵的酵母菌株,为树莓果酒加工酵母菌种的选择提供了参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

树莓 2017 年 7 月采摘于山东枣庄山柞兕树莓种植专业合作社,主要成分含量为水分  $60.1\% \pm 4.2\%$ 、总糖含量  $5.0\% \pm 0.11\%$ ;葡萄酒干酵母 BV818(安琪酵母股份有限公司)、果酒干酵母 71B(法国拉福特公司)、果酒干酵母 D254(法国拉曼公司)和果酒干酵母 L2233(法国拉曼公司);果胶酶( $2\,000\text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,生工生物工程股份有限公司);蔗糖为市售食品级;鞣花酸标准品(纯度 $\geq 98\%$ )购自上海源叶生物科技有限公司;树莓酮标准品(4-(4-羟基苯基)-2-丁酮,纯度 $\geq 98\%$ )购自美国 Sigma-Aldrich 公司;其它试剂为分析纯购自国药集团化学试剂有限公司。

JYZ-E6 榨汁机,九阳股份有限公司;ZQTY-90 恒温摇床、DHP-9012 恒温培养箱,上海夕微实验仪器厂;附温比重计,安徽省凤阳县玻璃厂;AR2140 电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;HH-S2 型电热恒温水浴锅,金坛市大地自动化仪器厂;UV-2600 紫外-可见分光光度计,日本岛津公司;1260 高效液相色谱仪,美国安捷伦公司;小型台式高速冷冻离心机,德国 Eppendorf 公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 树莓酒的制备流程

图 1 为红树莓酒制备的工艺流程,制备过程中操作要点如下:1)树莓果汁的制备,红树莓压榨过滤取果汁,按照树莓果汁质量添加  $0.4\%$  果胶酶,  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  恒温水浴  $4.5\text{ h}$ ,添加蔗糖  $200\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,添加亚硫酸,使果汁亚硫酸终浓度为  $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。2)酵母的活化,按照发酵液体积  $1\%$  添加量,分别称量 BV818、D254、71B 和 L2323 干酵母于质量分数  $5\%$  蔗糖溶液中,  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下静止培养  $30\text{ min}$ 。3)接种,将活化后的上述 4 种酵母菌分别接种于  $1\,000\text{ mL}$  澄清红树莓果汁中,  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  恒温发酵  $12\text{ d}$ 。

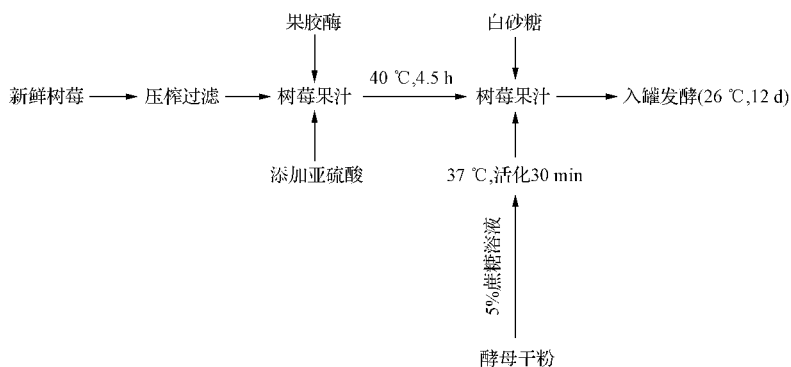


图 1 树莓酒发酵工艺流程

Fig. 1 The process of raspberry wine

#### 1.3.2 红树莓酒感官评定

发酵结束的酒液感官评定参照中国葡萄酒评定标准并加以改进。具体如表 1 所示。

#### 1.3.3 树莓酒理化指标测定

酒精含量测定参照葡萄酒、果酒 GB 5009.225-2016<sup>[16]</sup>。其中酒精含量测定采用密度瓶法;总糖含量测定采用糖度计的方法。

#### 1.3.4 鞣花酸含量测定

1)标准溶液的制备:准确称取鞣花酸标准品  $12.50\text{ mg}$ ,置于  $25\text{ mL}$  量瓶中,用二甲亚砜溶解并定容至刻度,配制成  $0.5\text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  溶液。分别稀释成  $0.01$ 、 $0.02$ 、 $0.04$ 、 $0.06$ 、 $0.08$ 、 $0.10\text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,经  $0.22\text{ }\mu\text{m}$  的微孔滤膜过滤,采用高效液相色谱法测定。以鞣花酸质量浓度

表 1 树莓酒感官评分标准

Table 1 The raspberry wine sensory scoring criteria

项目 Project	评价指标 Sensory evaluation	分数 Score
外观和色泽(20分) Clarity and color	具有树莓酒应有红色、有光泽、澄清透明	10~20
	具有树莓酒应有颜色、无明显悬浮物	5~10
	与树莓酒颜色不符,有悬浮物	0~5
香气(40分) Aroma	果香酒香浓厚、平衡乐人	30~40
	果香酒香不足,无异香	20~30
	香气不足,有异味	10~20
口味(40分) Flavor	醇厚协调、酸甜适中	30~0
	酒体不协调,刺口	20~30
	涩、过酸或甜、有刺鼻感	10~20

(mg·mL<sup>-1</sup>)为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制标准曲线。

2)样液的制备:取 2 mL 发酵液于 4℃, 10 850 r·min<sup>-1</sup>离心 20 min,离心后采用 0.22 μm微孔滤膜过滤后进样。

3)液相条件<sup>[18]</sup>:色谱柱为 CAPCELL PAK C<sub>18</sub> (4.6 mm×250.0 mm, 5 μm),流动相 CH<sub>3</sub>OH-0.3% 磷酸(40:60, V/V),流速 1 mL·min<sup>-1</sup>,柱温 30℃,进样量 20 μL,检测波长 254 nm。

表 2 不同酵母发酵酒感官评分

Table 2 Sensory score of the raspberry wine fermented by different yeasts

酵母种类 Yeast strains	外观和色泽(20分) Clarity and color	香气(40分) Aroma	口味(40分) Flavor	总分 Score
BV818	18.2	37.3	37.6	93.1
D254	19.1	37.5	39.1	95.7
71B	18.5	36.4	37.1	92.0
L2323	19.0	35.6	36.9	91.5

2.2 酵母菌种对树莓果酒发酵过程中总糖和酒精含量的影响

将活化后 BV818、D254、71B 和 L2323 酵母分别接种至树莓果汁中,26℃恒温发酵 15 d,每隔 24 h 取样测定发酵液中总糖含量,其发酵液中糖度和酒精度变化如图 1 和图 2 所示。

由图 1 可知,接种 BV818 和 71B 酵母发酵液中糖度在前 4 d 时基本上没有变化,但是从 5~7 d 总糖含量变化极快,BV818 发酵液 48 h 内总糖含量从(23.6±1.4)g·L<sup>-1</sup>降至(10.8±2.4)g·L<sup>-1</sup>,菌株 71B 发酵液总糖含量(24.5±0.4)g·L<sup>-1</sup>降至(13.0±1.4)g·L<sup>-1</sup>;接种 D254

1.3.5 树莓酮含量测定<sup>[18-19]</sup>

1)标准溶液的制备:精密称取树莓酮标准品 6.00 mg,置于 25 mL 量瓶中,用色谱甲醇溶解并定容至刻度,配制成 0.24 mg·mL<sup>-1</sup>溶液。分别稀释成为 0.014 4、0.019 2、0.024 0、0.028 8、0.033 6 mg·mL<sup>-1</sup>,经 0.22 μm 的微孔滤膜过滤,采用高效液相色谱法测定。树莓酮质量浓度(mg·mL<sup>-1</sup>)为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制标准曲线。

2)样液的制备:取 2 mL 发酵液于 4℃, 10 850 r·min<sup>-1</sup>离心 20 min,0.22 μm 微孔滤膜过滤后进样。

3)液相条件:色谱柱为 CAPCELL PAK C<sub>18</sub> (4.6 mm×250.0 mm, 5 μm),流动相,流动相甲醇-水(30:70, V/V),流速 1 mL·min<sup>-1</sup>,柱温 30℃,进样量 10 μL,检测波长 271 nm。

2 结果与分析

2.1 红树莓果酒的感官评定结果

如表 2 所示,其中酵母 D254 发酵后酒液得分最高,酵母 L2323 发酵后酒液得分最低。

和 L2323 酵母发酵液总糖含量在前 4 d 变化很快,然后变化缓慢,D254 发酵液中总糖含量从最初的(23.8±2.3)g·L<sup>-1</sup>降至(10.4±0.3)g·L<sup>-1</sup>,接种 L2323 发酵液总糖含量由最初的(24.8±0.7)g·L<sup>-1</sup>降至(13.4±2.1)g·L<sup>-1</sup>。接种上述 4 种酵母,发酵液中总糖含量 8 d 后变化趋于平缓,表明主发酵结束。发酵果汁中的总糖含量变化直接反映出酵母菌的代谢速率和发酵周期,因此发酵周期依次为 D254>L2323>BV818>71B。

由图 2 可知,接种 D254 和 L2323 酵母发酵液中酒精含量前 5 d 迅速增加,8 d 后酒精含量增加缓慢;而接种 BV818 和 71B 酵母酒精含量前

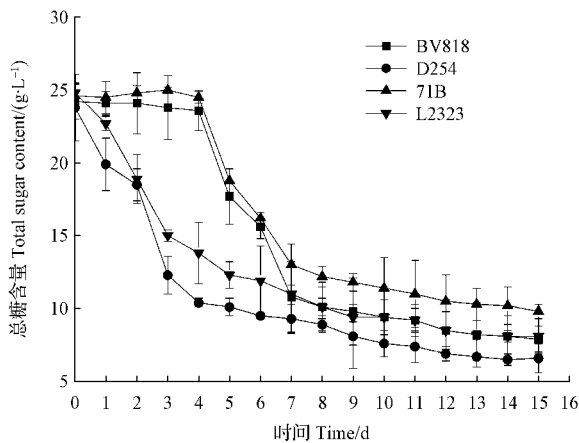


图 1 不同酵母发酵过程中总糖含量的变化

Fig. 1 Changes in total sugar content during the fermentation with different yeasts

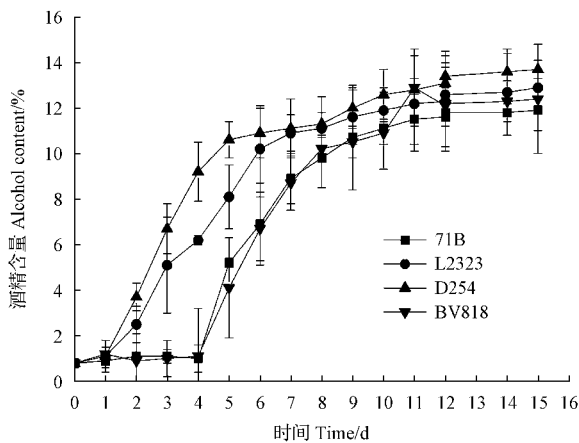


图 2 不同酵母发酵过程中酒精含量的变化

Fig. 2 Changes in alcohol content during the fermentation with different yeasts

4 d变化缓慢,但是 5~8 d,酒精含量迅速增加,然后含量增长变缓。经过 15 d 发酵后发酵液中酒精含量分别为 D254  $13.7\% \pm 0.4\%$  > L2323  $12.9\% \pm 0.8\%$  > BV818  $12.4\% \pm 2.4\%$  > 71B  $11.9\% \pm 0.9\%$ 。树莓果酒在 4 种酵母的发酵过程中其总糖和酒精含量的变化趋势表现出显著的酵母间差异,李国薇<sup>[20]</sup>的研究表明酵母菌种对苹果酒发酵过程中理化指标变化的水平有显著影响,并且通过酵母发酵过程中总糖的利用速率来比较酵母的发酵速率和发酵周期,进而依据此项指标选择适宜果酒发酵的酵母菌。

### 2.3 酵母菌种对树莓果酒发酵过程中鞣花酸和树莓酮含量的影响

树莓果汁中鞣花酸和树莓酮含量分别为  $(38.4 \pm 1.2) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  和  $(3.58 \pm 0.06) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,经过 15 d 发酵,其发酵液中鞣花酸和树莓酮含量变化如图 3 和图 4 所示。

由图 3 可知,酵母发酵对树莓果汁中鞣花酸含量影响较大,经过 15 d 发酵后,其中酵母 71B 和 L2323 发酵液中鞣花酸含量增加,分别为  $(45.3 \pm 1.1) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  和  $(40.3 \pm 0.5) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,增长率 18%;酵母 BV818 和 D254 发酵液中鞣花酸含量

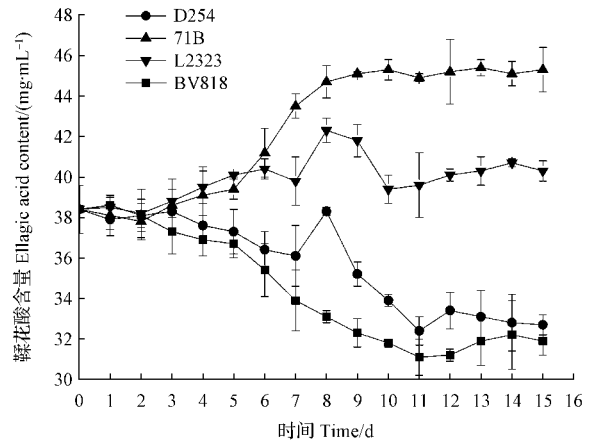


图 3 不同酵母发酵过程中鞣花酸含量的变化

Fig. 3 Changes in ellagic acid content during the fermentation with different yeasts

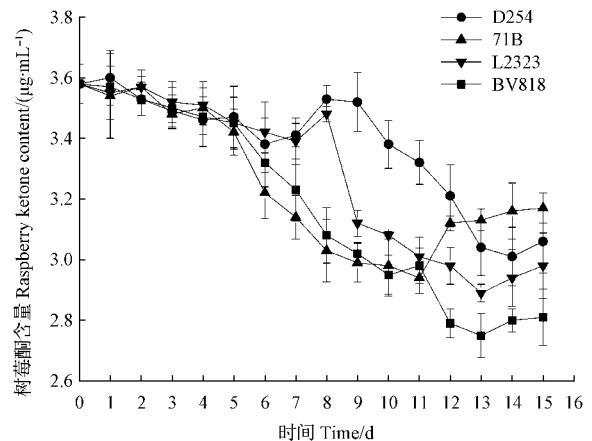


图 4 不同酵母发酵过程中树莓酮含量的变化

Fig. 4 Changes in raspberry ketone content during the fermentation with different yeasts

却降低, BV818 发酵后鞣花酸含量最少为  $(31.9 \pm 0.7) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 减少率 17%。某些类型果酒酿制过程中发现, 酒液中鞣花酸在发酵过程中不断减少, 原因为鞣花酸属于多酚类化合物, 多酚在发酵过程中不断被氧化, 因此酒液中含量呈下降趋势<sup>[17]</sup>。也有研究表明酵母发酵结束后, 酒液中多酚含量呈上升趋势, 并且多酚含量上升与发酵酵母的种类和工艺相关<sup>[21]</sup>, 乌日娜等<sup>[22]</sup>探究酵母菌种对火龙果果酒发酵发现不同菌种发酵结束后酒液中多酚含量存在显著差异, 因此, 采用将鞣花酸含量的多少作为评价酒液质量一个重要因素。

由图 4 可知, 酵母发酵过程中随着发酵时间延长, 发酵液中树莓酮含量不断下降, 前 7 d, 4 种发酵液中树莓酮含量下降趋于平缓, 其中经过 15 d 发酵后, 发酵液中树莓酮含量为  $71\text{B} (3.17 \pm 0.05) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} > \text{D254} (3.06 \pm 0.11) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} > \text{L2323} (2.98 \pm 0.10) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} > \text{BV818} (2.81 \pm 0.09) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , BV818 发酵酒液中树莓酮含量最少, 减少率为 22%。胡冀太等<sup>[21]</sup>和张晓松等<sup>[23]</sup>研究表明酵母发酵过程中树莓酮含量之所以呈下降趋势, 是由于果汁在发酵过程中, 酵母生长和代谢会释放一些次级代谢产物, 这些代谢产物会与树莓酮反应, 聚合成大分子物质, 从而发酵酒液中的树莓酮含量呈现下降趋势。也有研究表明在果酒发酵过程中, 随着酵母次生代谢产物的产生和酒精度升高, 使酒液中的黄酮含量升高<sup>[24]</sup>, 因此, 不同酵母发酵后, 果酒中黄酮含量受酵母菌种和原料的影响很大。郑娇等<sup>[25]</sup>在探究不同酵母对海红果酒发酵影响发现不同酵母菌种发酵果酒黄酮含量存在显著差异, 并以此作为评价酵母优良的重要指标之一, 认为酵母发酵引起黄酮含量减少量最小的酵母为优良酵母。

### 3 讨论

酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*), 是一种细胞结构形态简单的真核微生物, 目前国内果酒的生产过程所使用的都是商品化的活性干酵母, 这些活性干酵母专一性比较弱, 对于不同的果汁所酿造出的果酒缺乏典型性, 因此果酒产品品质也多样化<sup>[8-9, 11-12, 21-22, 25]</sup>。对于树莓果酒的发酵, 国内直接借鉴红酒的生产工艺<sup>[26]</sup>, 基本解决了某一特定种树莓果酒发酵中发酵温度、初始糖

浓度、发酵时间等因素对树莓果酒总酸、残糖、酒精度、色度、总酚或总黄酮影响的共性问题<sup>[27-28]</sup>, 但是对于酵母种类对树莓果酒发酵品质影响鲜有报道。D254、BV818、71B 和 L2323 酵母发酵树莓果酒中酒精度均达 11% 以上, 其中 D254 酵母发酵酒液中酒精度最高为  $13.7\% \pm 0.4\%$ , 刘亚娜等<sup>[12]</sup>研究表明 D254 酵母发酵产生醇类物质含量较高, 因此, 适宜于快速发酵生产酒精体积分数稍高的红树莓酒, 果酒中的醇类物质中苯乙醇能够产生玫瑰和茉莉花香<sup>[29]</sup>。饶炎炎等<sup>[30]</sup>研究红树莓果酒发酵过程中功效成分的变化, 发现酵母 BV818 发酵工程中红树莓果酒发酵过程中总黄酮呈先上升后缓慢下降的趋势, 这与该研究结果一致, 说明在树莓果酒发酵过程中黄酮类物质是随着发酵时间的延长而不断减少, 主要原因是酵母产生的次级代谢产物与鞣花酸或树莓酮结合产生沉淀<sup>[21, 23]</sup>。酒类产品气味鉴定多依靠感官评定的方法, 此方法容易受外界因素影响, 尤其大量样本更易造成感官疲劳, 电子鼻检测技术已应用于不同品种苹果风味、果酒风味的变化和红树莓果酒发酵过程中挥发性物质的变化检测, 二者结合更加科学的展现果酒的品质<sup>[31]</sup>。

### 4 结论

该试验主要研究常用 4 种果酒酿制酵母菌种发酵对树莓果酒中鞣花酸和树莓酮含量的影响。试验结果表明, 发酵结束后酵母 D254 发酵酒液的感官评价得分最高; 树莓果酒发酵过程中 BV818、D254、71B 和 L2323 发酵生产果酒中鞣花酸和树莓酮含量差异显著, 经过 15 d 发酵, 酵母 71B 和 L2323 发酵酒液中鞣花酸含量高于新鲜树莓果汁; 酵母 BV818 和 D254 发酵酒液中鞣花酸含量低于新鲜树莓果汁; BV818、D254、71B 和 L2323 发酵酒液中树莓酮含量均低于新鲜树莓果汁; 4 种酵母发酵酒液中酒精含量均达 11% 以上, 其中 D254 酵母发酵液酒精含量最高为  $13.7\% \pm 0.4\%$ , 综合考虑酒液感官结果(A)、总糖含量(B)、酒精含量(C)、鞣花酸含量(D)和树莓酮含量(E), 以上 5 个评价指标各占 20 分, 其中 D254 发酵酒液总得分为 93.7, 因此, 确定酵母 D254 是 4 种酵母中适合树莓果酒发酵的酵母。

## 参考文献

- [1] 司旭,陈芹芹,毕金峰,等. 树莓主要功能性成分研究进展[J]. 食品工业科技,2015,36(4):376-381.
- [2] 石永芳. 覆盆子的营养成分和药理作用的研究进展[J]. 山东化工,2017,46(6):71-72.
- [3] 司旭,陈芹芹,毕金峰,等. 红外干燥对树莓干燥特性、品质和抗氧化活性的影响[J]. 中国食品学报,2016,16(9):157-164.
- [4] 司旭,陈芹芹,毕金峰,等. 干燥方式对树莓干燥特性、品质和微观结构的影响[J]. 中国食品学报,2016,16(10):130-138.
- [5] 于润美,张海悦,翟硕,等. 树莓活性成分及其果酒加工工艺研究进展[J]. 酿酒科技,2017,272(2):109-112.
- [6] 延海莹,乔乐克,张京良,等. 树莓营养及活性研究进展[J]. 食品工业科技,2018,39(7):281-284.
- [7] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2015年版一部)[S]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [8] 韩东,李红,景建洲. 不同酵母对苹果啤酒发酵及风味的影响[J]. 食品工业科技,2015,36(15):179-183.
- [9] 严红光,张文华,丁之恩. 不同酵母菌发酵对蓝莓果酒香气物质影响研究[J]. 食品科技,2013,38(5):94-97.
- [10] BEREBUGUER M, VEGARA S, BARRAJON E, et al. Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains[J]. Food Chemistry, 2016, 190:848-855.
- [11] 朱娟娟,郑少阳,李炎杰,等. 不同酿酒酵母对脐橙果酒发酵特性的影响[J]. 南方农业学报,2017,48(5):870-875.
- [12] 刘亚娜,杨华,郭德军. 3种酵母发酵生产红树莓酒香气成分的GC-MS分析[J]. 食品科学,2015,36(12):160-165.
- [13] 孙金旭,朱会霞. 覆盆子发酵酒发酵工艺响应面优化研究[J]. 酿酒科技,2012,14(9):100-103.
- [14] 王家利,辛秀兰,陈亮,等. 气相色谱-质谱法分析比较不同酵母发酵红树莓果酒的香气成分[J]. 食品科学,2014,35(6):107-112.
- [15] 朱会霞,孙金旭,王翠翠,等. 覆盆子发酵酒香气成分分析[J]. 食品研究与开发,2017,38(7):122-125.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 5009. 225-2016-食品安全国家标准酒中乙醇浓度的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 李小萍,辛秀兰,刘亚红,等. 红树莓果实中鞣花酸的提取工艺研究[J]. 食品工业科技,2010,31(1):277-279.
- [18] 何建明,孙楠,吴文丹,等. HPLC测定覆盆子中鞣花酸,黄酮和覆盆子苷-F5的含量[J]. 中国中药杂志,2013,38(24):4351-4356.
- [19] 张成涛,万国盛,赵余庆,等. 红树莓果实中鞣花酸和树莓酮的含量测定[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(19):140-143.
- [20] 李国薇. 苹果品种及酵母菌种对苹果酒品质特性影响的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [21] 胡冀太,杜金华,何桂芬. 果酒酵母对发酵山楂酒品质及抗氧化性的影响[J]. 酿酒,2012,39(5):52-56.
- [22] 乌日娜,钟秋平,李雯. 不同酵母发酵的火龙果酒抗氧化活性及颜色变化[J]. 中国酿造,2017,36(1):102-106.
- [23] 张晓松,孙艳梅,胡振生,等. 都柿果酒在酿制过程中总酚和花色苷含量和抗氧化活性[J]. 东北农业大学学报,2010,14(3):120-124.
- [24] 李旋,刘邻渭,唐丽丽,等. 红枣多酚在酿酒过程中的动态变化初探[J]. 中国酿造,2010(9):114-117.
- [25] 郑娇,俞月丽,彭强,等. 不同酵母菌种对发酵海红果酒品质的影响研究[J]. 现代食品科技,2017,33(1):228-236.
- [26] 王金玲,李亮亮,赵福杰,等. 二氧化碳浸渍对红树莓果酒品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2012,38(8):93-96.
- [27] 于润美,姜燕,张海悦,等. 探究红树莓果酒发酵过程中挥发性物质的变化[J]. 食品研究与开发,2018,39(6):163-168.
- [28] 段晓玲,吕长山,王金玲. 树莓果酒酿造工艺的研究[J]. 安徽农业科学,2013(31):12431-12434.
- [29] 郭惜雅,张丽玲,黄鹭强. 固相微萃取-气质联用分析杨桃酒的主要香气成分[J]. 农产品加工(学刊),2011(5):92-94.
- [30] 饶炎炎,唐琳琳,陈思睿,等. 红树莓果酒发酵过程中功效成分,香气物质及体外降血糖功效的动态变化[J]. 食品科学,2019, DOI:10.7506/spkx1002-6630-20190408-062.
- [31] 曾辉,刘璇,吴昕烨,等. 基于电子鼻技术的不同苹果品种香气的表征与识别[J]. 食品与发酵工业,2016,42(4):197-203.

## Effect of Four Different Yeast Strains on Passion Raspberry Wine Brewing

CHEN Qing, ZONG Wei, SUN Mingyue, YANG Lin, WANG Hongmei, ZHANG Lihua

(College of Life Sciences, Zaozhuang University, Zaozhuang, Shandong 277160)

**Abstract:** In order to select an optimal yeast strain for fermentation production of wine from raspberry (*Rubus corchorifolius*), four commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains (BV818, D254, 71B and L2323) were evaluated. Through the analysis of sensory evaluation, total sugar content, alcohol content, the ellagic acid content and raspberry ketone content of fermented wine, an optimal yeast was selected. After 15 days of fermentation, the alcohol in all wines were more than 11% vol, and the wine of D254 yeast had the highest alcohol value  $13.7\% \pm 0.4\%$ ; the wine of 71B yeast had the lowest

doi:10.11937/bfyy.20190364

## 不同浓度的复方中药提取物对“夏黑”葡萄 采后贮藏品质的影响

孙思胜<sup>1</sup>, 吴泽慧<sup>1</sup>, 李光辉<sup>1</sup>, 张化阁<sup>2</sup>, 张晓娟<sup>3</sup>

(1. 许昌学院 食品与生物工程学院, 河南省食品安全生物标识快检技术重点实验室, 河南 许昌 461000;  
2. 舞钢市沁丰园林业专业合作社, 河南 舞钢 462500; 3. 军事科学院 军需工程技术研究所, 北京 100010)

**摘 要:**以“夏黑”葡萄为试验材料, 用 5 种浓度复方中药提取物(质量比为丁香: 广藿香: 桑叶: 肉桂=3: 3: 5: 3, 浓度比为 A1: A2: A3: A4: A5=1: 2: 3: 4: 5)涂膜处理采后“夏黑”葡萄, 探讨其对采后“夏黑”贮藏品质的影响。结果表明: 在整个贮藏期内, 相比于对照组, 复方中药提取物对采后“夏黑”葡萄有较好的保鲜效果, 可降低“夏黑”葡萄落粒率和腐烂率, 抑制呼吸强度、丙二醛含量和可滴定酸含量的升高, 延缓过氧化物酶活性的升高, 保持其硬度, 维持其良好的贮藏品质。其中, A3 处理的丙二醛含量和可滴定酸含量最少, 呼吸强度较低, 果实硬度和过氧化物酶活性最高。

**关键词:**“夏黑”葡萄; 复方中药提取物; 贮藏品质

**中图分类号:**S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)22-0120-07

葡萄适应性广, 栽培的经济效益相对较高, 是中国栽培最广泛的果树<sup>[1]</sup>。“夏黑”葡萄是早熟、

无核、易着色、优质、丰产和抗病的优良品种。近年来, 全国各地纷纷引种栽培, 栽植面积逐年扩大, 已成为多地主栽的葡萄品种。因“夏黑”葡萄成熟时果实呈紫黑色, 颜色艳丽诱人, 具有浓郁的草莓香味、肉质肥厚、甜酸可口、品质极佳、无核等特点而深受消费者的喜爱<sup>[2]</sup>。

由于葡萄鲜嫩多汁、含水量较高、体内代谢旺盛, 贮藏期间的主要问题是硬度降低、水分流失、干梗、掉粒、容易受病原菌侵染而腐烂等, 从而影响其货架期, 制约葡萄的生产和贮运, 导致其贮藏

**第一作者简介:**孙思胜(1982-), 男, 博士, 讲师, 研究方向为果品保鲜与加工。E-mail: shengzhaojun124@163.com.

**责任作者:**张晓娟(1978-), 女, 硕士, 高级工程师, 研究方向为军用食品。E-mail: lightwind365@126.com.

**基金项目:**2017 年度河南省高等学校重点科研资助项目(17A550019); 河南省科技厅科技攻关资助项目(182102110395)。

**收稿日期:**2019-05-06

alcohol value  $11.9\% \pm 0.9\%$ . The ellagic acid content of fermented wine of 71B and L2323 showed increased, while the wine of BV818 and D254 decreased. Finally, the ellagic acid content in the wine fermented by 71B was the highest of  $(45.3 \pm 1.1) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  and the wine fermented by BV818 was the lowest of  $(31.9 \pm 0.7) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ . The raspberry ketone content of fermented wine of the four strains showed a decreasing trend. The raspberry ketone content in the wine fermented by BV818 was the lowest of  $(2.81 \pm 0.09) \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Among the four yeasts, D254 had the highest alcohol-content, low residual sugar, short fermentation time, good sensory evaluation results and high ellagic acid and raspberry ketone content. Therefore, D254 could be the best yeast strain for the production of red raspberry wine.

**Keywords:** *Saccharomyces cerevisiae*; red raspberry; ellagic acid; raspberry ketone