

# 低醇草莓果酒酿造工艺的研究

高兆建, 唐世荣, 邵颖

(徐州工程学院食品工程(生物工程)学院, 江苏 徐州 221008)

**摘要:** 以果酒酵母 XEC.19 为菌种, 新鲜草莓全汁为原料, 对草莓果酒发酵工艺进行研究, 结果表明, 草莓不进行漂烫处理; 按照 0.025% 的量添加果胶酶, 40℃ 作用 2h; 添加偏重亚硫酸钾至 80mg/L; 采用一次加糖法将糖浓度调至 20g/100ml, 添加柠檬酸至果汁初始 pH3.2, 主发酵温度控制在 21℃, 发酵 7d; 添加 0.10% 的皂土对草莓原酒澄清处理, 再经过后发酵、陈酿、调配、杀菌工艺, 最后得到酒精含量在 10%, 糖含量为 4.5% 的低醇优质、果香浓郁、色泽深红、澄清透明的优质草莓果酒。

**关键词:** 草莓果酒; 酿造工艺; 低醇

## Study on Fermentation Technology of Low Alcohol Strawberry Wine

GAO Zhao-jian, TANG Shi-rong, SHAO Ying

(College of Food Engineering (Bioengineering), Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** The fermentation technology of strawberry wine by fruit wine yeast XEC.19 was studied. The results showed that the optimal technological processes are as follows: juicing strawberry (no need of blanching) → adding 0.025% pectinase to treat the strawberry juice for 2 h at 40 °C and then filtrating the juice → adding  $K_2S_2O_8$  (terminal concentration 80 mg/L) to the filter of juice → adjusting sucrose degree of the juice to 20 g/100 ml by once and then adjusting initial pH to 3.2 with citric acid → main fermentation temperature at 21 °C for 7 d → adding 0.10% bentonite to clarify the brut wine → post-fermentation → aging → flavoring the wine → sterilization. The obtained strawberry wine with alcohol quantity 10% and sugar content 4.5% has the characters of full-bodied flavor, dark red colour, high quality and good clarification level.

**Key words:** strawberry wine; fermentation technology; low alcohol

中图分类号: TS262.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)10-0157-06

草莓是一种深受广大消费者青睐的果品, 其色艳形美、柔软多汁、香味浓郁、酸甜适度。草莓营养价值较高, 含多种维生素, 每 100g 草莓含的 VC 量比苹果、葡萄高 7~10 倍, 钙、磷、铁的含量比苹果、梨、葡萄高 3~4 倍。草莓不仅食用价值高而且具有较高的药用价值, 如具有清火解热、生津止渴、利尿止泻等药理作用, 现代医学证明草莓含有超氧化物歧化酶(SOD)、VE 等物质, 能清除人体内的过氧化物, 有增强抗病、抗衰老和延年益寿的功能<sup>[1]</sup>。但草莓成熟期短, 集中上市, 又不耐储藏, 限制了草莓远销和大规模生产种植, 利用草莓酿制果酒, 将是促进草莓发展增加农民收入的一条良好途径。

草莓果酒符合当今酒类消费所倡导的以低度酒取代高度酒, 果酒取代粮食酒的潮流。低醇甜型草莓果酒, 色泽艳丽诱人, 更受各国消费者的青睐。而有关低醇草莓果酒酿造工艺研究的文献报道非常有限。

本实验对影响草莓果酒营养价值及草莓感官质量的重要因素进行了研究, 目的旨在为生产和科研提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

徐州农贸市场售新鲜成熟草莓; 偏重亚硫酸钾; 白砂糖, 食用一级; 柠檬酸, 食用级; 果酒酵母 XEC.19, 本实验室保存。

### 1.2 仪器与设备

PHS-2 型数显酸度计 上海天达仪器有限公司; WYT-32 型手持糖度计 成都光学仪器厂; 附温度计密度瓶、Mettler PM200 电子天平 上海龙腾电子有限公司; 722s 型可见分光光度计 上海精密科学仪器有限公司; TAS-990 原子吸收光谱仪 北京普欣公司。

榨汁机、PYX-DHS 350-BS 隔水式电热恒温培养箱

收稿日期: 2007-04-25

作者简介: 高兆建(1976-), 男, 讲师, 博士研究生, 主要从事食品生物技术研究。E-mail: gaozhaojian@126.com

上海跃进医疗器械厂; SS-325型高压灭菌锅 日本TOMY KOGYO公司; 数显式恒温水浴锅。

### 1.3 分析方法

酒精度测定: GB/T 15038—94 蒸馏比重法; 总酸(柠檬酸计): GB/T 15038—94 电位滴定法; 挥发酸: GB/T 15038—94 蒸馏酸碱中和滴定; 总糖、还原糖测定: GB/T 15038—94 斐林试剂滴定法<sup>[2]</sup>; 糖度: 手持糖度仪; pH值: pHS—2型酸度计; 总SO<sub>2</sub>、游离SO<sub>2</sub>按照文献[2]介绍方法测定; 澄清度测定: 采用比色法, 722S分光光度计于630~650nm处检测果酒的透光率; 原酒风味: 感官鉴定法; 杂醇油含量(比色法)。多酚氧化酶的测定按照报道的方法<sup>[3]</sup>。

### 1.4 工艺流程

新鲜草莓→选果清洗→摘果柄、萼叶→再清洗→烫果→果肉破碎榨汁(添加亚硫酸)→果胶酶处理→过滤→原果汁  
 亚硫酸 白砂糖 柠檬酸 草莓汁培养基扩大培养←扩大培养←麦芽汁试管活化←斜面菌种  
 ↓ ↓ ↓ ↓  
 原果汁→调糖、调酸→杀菌→接种→主发酵→换桶→后发酵→陈酿→下胶→调配→澄清处理→杀菌→草莓果酒

图1 草莓果酒生产工艺流程图

Fig.1 Process chart for the production of strawberry wine

## 2 结果与分析

### 2.1 草莓成分测定

参照所报道的方法测定草莓化学成分, 结果见表1。

表1 草莓化学成分测定结果  
Table 1 Chemical components of strawberry

成分	总糖 (%)	有机酸 (%)	蛋白 (%)	脂肪 (%)	VC (mg)	粗纤维 (%)	pH	钙 (mg)	磷 (mg)	铁 (mg)
含量	6.5	1.0	0.8	0.6	102.6	1.2	3.8	35	40	1.6

由表1可看出, 草莓含糖量较少, 在发酵过程中不能产生足量的乙醇, 由此需要补加糖; 草莓VC含量非常高, 这对维持草莓果酒的色泽具有重要意义; 草莓中钙、磷、铁的含量比较高, 由此草莓果酒可以很好地补充人体矿物质; 草莓中所含的蛋白质可以为草莓中本身含有的蛋白酶所讲解成小分子的肽类或氨基酸, 可以为酵母的生长繁殖所需。同时挥发性香味物质也比较丰富, 芳香成分十分复杂, 汁液含量高, 非常适宜酿造果酒, 可以酿造出草莓果香独特浓郁、清香悦人的草莓果酒。

### 2.2 漂烫处理对草莓质量的影响

#### 2.2.1 测定草莓红色素最适波长的确定

草莓果酒的色泽是草莓酒质量的重要衡量指标, 在

草莓果酒酿造过程中, 为测得酿造工艺对色素的影响, 需要测定红色素的吸收波长。

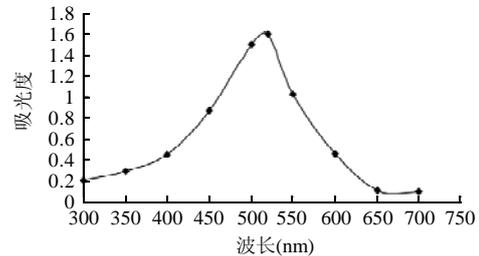


图2 草莓红色素的吸收光谱

Fig.2 LIV-Vis scanning spectrum of strawberry red pigment

由图2可看出, 在波长520nm处存在一吸收峰, 根据文献报道<sup>[3]</sup>, 这一吸收峰是草莓中花青素的特性吸收峰。

#### 2.2.2 漂烫处理对草莓原果汁的质量影响

选取充分成熟的无病虫害污染及腐烂的果实, 在流动水中清洗并摘除果柄和萼叶。再机械破碎方法破碎, 于榨汁机中榨汁, 初步得到出汁率为78%的草莓原果汁。草莓在榨汁前, 进行漂烫处理, 可以杀死草莓果实所带的微生物及杀灭果实中的过氧化酶, 以防加工过程中褐变。实验设定不同的温度80、90、100℃, 均漂烫1min。漂烫过后, 果胶酶处理、榨汁, 检测漂烫对果汁品质的影响, 结果见表2。

表2 漂烫处理对草莓原果汁的质量影响  
Table 2 Effects of blanching on strawberry juice quality

感官漂烫温度	出汁率 (%)	VC保存率 (%)	OD <sub>520</sub>	多酚氧化酶保存率 (%)	色泽	香气	黏度
未经漂烫处理	71	100	1.796	100	鲜红色	香气浓郁悦人	澄清过滤容易
80℃	74	90	0.67	92	浅红色	有较强香气	澄清过滤容易
90℃	78	85	0.56	90	褪色严重	香气显著降低	澄清过滤容易
100℃	82	68	0.32	87	褪色十分严重	香气微弱	澄清过滤容易

由表2可知, 草莓果实不经漂烫处理时, VC含量, OD<sub>520</sub>均较高, 同时果汁色泽鲜艳, 香气浓郁, 同时因采用了果胶酶处理, 所以果汁上清同底部沉淀界面清晰, 果汁富有光泽, 澄清透明, 过滤容易。但果汁中多酚氧化酶的含量较高, 同时出汁率稍低, 这是其不利因素; 采用不同的温度对其漂烫处理时, 随着温度的升高, VC保存率和OD<sub>520</sub>均显著下降, 同时果汁褪色较为严重, 说明VC及花青素对热较为敏感, 漂烫后草莓特有的香气丧失较大; 其出汁率有稍有提高, 多酚氧化酶的活力有所下降, 果汁黏度同未漂烫草莓比较变化不显著。综合考虑到草莓的感官指标和营养价值以及成本, 在酿造草莓果酒时, 不采用漂烫工艺, 对于防

止杂菌污染及杀酶的措施, 应用其他方法。

### 2.3 果胶酶处理对草莓原汁的影响

草莓果实中含有较多的果胶成分, 该物质会使草莓的出汁率降低, 黏度增大, 过滤困难, 以及色素的浸出量较低, 同时也会对草莓的香气不利, 对草莓果酒的澄清也是极为不利的。因温度对草莓果汁的质量影响较大, 按照 0.025g/100ml 的量向刚榨汁的果汁中添加果胶酶, 在 30、40、50℃ 水浴保温 1h 后, 检测果胶酶处理效果, 检测结果如表 3 所示。

表 3 果胶酶不同酶解温度对草莓果汁质量的影响

Table 3 Effects of different hydrolyzing temperature of pectinase on strawberry juice quality

处理温度(℃)	界面清晰度	黏度	过滤难易程度	透光率(%)	OD <sub>520</sub>
30	界面不清晰	黏度大	过滤困难	35	0.56
40	分界面清晰	流动性好	过滤容易	98	1.56
50	分界面不清晰	流动性差	过滤较困难	67	0.75

由表 3 可看出, 30℃ 处理时, 果汁黏度大, 过滤困难, 透光率低, 同时红色素的浸出率也较低, 总体来看几乎没有起到澄清作用; 当温度为 40℃ 时, 澄清效果明显, 果汁上清澄清透明, 分界面清晰可见, 果汁鲜红, 富有光泽; 当温度上升到 50℃ 时, 澄清效果显著下降, 过滤较困难, 流动性差, 透光率低。综合考虑, 采用 0.025g/100ml 的酶量, 水解温度为 40℃, 水解时间为 1h, 果胶酶处理效果最佳。

### 2.4 SO<sub>2</sub> 添加量对草莓果酒质量的影响

草莓榨汁时立即添加偏重亚硫酸钾, 以防止氧化及杂菌生长。本实验添加的偏重亚硫酸钾后终浓度达到 40、80、120、160、200mg/L 每一梯度重复三次, 最后检测产品质量情况, 草莓红色素含量与偏重亚硫酸钾浓度的关系见图 3, 其他检测情况见表 4 所示。

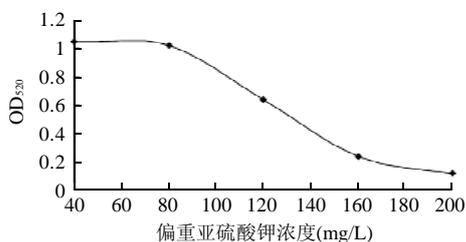


图 3 偏重亚硫酸钾添加量对草莓红色素的影响

Fig.3 Effects of different K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> amounts on strawberry red pigment

由图 3 可知, 随着偏重亚硫酸钾浓度的增加, 草莓红色素含量逐渐下降, 当偏重亚硫酸钾浓度为 120mg/L 时, 色素含量急剧下降, 当偏重亚硫酸钾浓度继续提高到 200mg/L 时, 红色素几乎全部消失, 原果酒色泽几乎变为白色。分析其原因, 草莓中的红色素主要源于草莓中的花青苷, 花青苷不稳定, 易受到热、光、氧

化、还原而退色, 加入偏重亚硫酸钾后, 偏重亚硫酸钾分解为 SO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 同草莓中的花色苷单体化合, 形成亚硫酸氢盐加成物, 花色苷红色消失, 变为无色。故添加偏重亚硫酸浓度较大时, 原果酒色泽消失。

表 4 偏重亚硫酸钾添加量对果酒质量的影响

Table 4 Effects of different K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> amounts on strawberry wine quality

偏重亚硫酸钾添加量(mg/L)	主发酵时间(d)	酒精度(%)	残糖(g/L)	总酸(g/L)	杂菌污染情况	原草莓果酒品质
40	5	12.8	0.8	8.2	污染杂菌	鲜红, 有辛辣刺喉感, 有异味
80	7	12.5	1.2	6.5	未检测到	红色, 口味纯正, 酒体协调, 香气浓郁
120	8	10.2	1.5	6.2	未检测到	浅红色, 有一定涩味
160	10	9.8	1.8	6.0	未检测到	接近无色, 有苦涩味
200	14	9.1	2.1	5.8	未检测到	无色, 口感粗糙, 苦涩

涩

由表 4 可知, 随着偏重亚硫酸钾添加量的增加, 主发酵时间逐渐延长, 表明 SO<sub>2</sub> 对酵母有一定的抑制作用, 能够延缓发酵时间, 这对果酒的澄清具有积极意义, 但从酒精度来看, 随 SO<sub>2</sub> 浓度增加产酒精度量逐渐降低, 而残糖量逐渐升高, 总酸逐渐降低, 即当 SO<sub>2</sub> 浓度过高时, 就会对酵母产生严重的抑制作用, 导致发酵力下降, 发酵不完全, 残糖较多。从杂菌检测结果可知, 当添加 40mg/L 的偏重亚硫酸钾时, 没有起到防止杂菌污染的效果, 当浓度在 80mg/L 以上时, 有效防止了杂菌的污染。从最终原草莓果酒品质看, 偏重亚硫酸钾添加量越多, 果酒色泽越浅, 浓度达到 160mg/L 时, 红色几乎完全褪去, 当添加 80mg/L 时, 果酒品质最优, 因此 SO<sub>2</sub> 对果酒的色、香、味以及对酒体的稳定性、澄清度等整体品质都具有重要影响。综合考虑, 添加 80mg/L 的偏重亚硫酸钾效果最好。

### 2.5 糖度对发酵的影响

草莓果实中含糖量较低, 如果仅用草莓本身含有的糖进行发酵, 酒精度不能满足要求, 本实验中向果汁中添加白砂糖补充糖度使其分别达到: 16、20、24、28g/100ml。在 21℃ 下进行发酵, 结果见表 5。

表 5 糖度对草莓果酒发酵特性的影响

Table 5 Effects of sugar amount on fermentation character

糖浓度(g/100ml)	发酵时间(d)	酒精度(% V/V)	残糖(g/L)	草莓原果酒质量
12	6	6.7	0.15	酒体寡淡, 有果香, 缺少酒香
16	7	8.5	0.3	酒体寡淡, 缺少醇厚感
20	7	11.2	0.4	果香浓郁, 口味协调柔和, 酒体醇厚
24	9	12.6	3.1	有辛辣苦涩味
28	14	14.4	4.2	果香消失, 苦涩味明显, 有刺喉感

由表 6 可知, 糖度对草莓果酒的品质有着显著影

响,从总体看随着添加糖浓度的升高,发酵周期延长,酒精度提高,同时残糖也增加。在糖浓度低于20%时,酒体寡淡无味,缺少酒香气;添加糖至20%,果酒品质显著提高,果香酒香浓郁,口味协调柔和,酒体醇厚感强;当添加糖量超过20%,发酵时间明显延长,原果酒品质下降,果香气逐渐消失,苦涩味明显,质量较差,这可能是糖量过高,渗透压升高,酵母代谢活动发生改变,副产物发生变化,最终导致果酒品质下降。综合来看,添加糖浓度至20%最佳。

以果酒酵母19为菌种,以20%的糖浓度进行果酒发酵,检测发酵过程的酒精变化规律和酵母增殖情况,结果见图4所示。

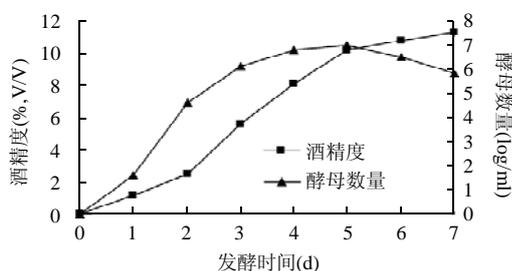


图4 发酵过程中酒度及酵母数量的变化情况

Fig.4 Changes of alcohol degree and yeast quantity during fermentation

图4显示,酒精转化速度较快的时间主要在接种后2~5d,此阶段发酵平稳,酒精转化率较高;从酵母增殖来看,接种后1d,酵母增值较慢,这阶段属于酵母延迟期,延迟期过后,从第1d到第3d,酵母大量繁殖,接着酵母数量基本趋于平稳,发酵5d后,酵母数量开始减少,进入了衰退期。

## 2.6 发酵温度对草莓果酒质量的影响

发酵温度对对酵母的生长繁殖以及酒精发酵都有重要影响,发酵温度高,酵母代谢旺盛,生长繁殖较快,发酵速度相对较快,但同时酵母容易提前衰退,容易导致杂菌污染,同时果汁中的芳香成分以及色素损失较大;低温发酵,酵母繁殖慢,发酵速度慢,主发酵时间延长,但酒的品质相对较好。对于不同的酵母菌种以及发酵原料,最佳的发酵温度不同。本实验设定4个温度梯度:18、21、25、28℃,发酵结果如表6和

表6 发酵温度同酒精度的关系

Table 6 Relationship between fermentation temperature and alcohol degree

发酵温度(°C)	主发酵时间(d)	酒精度(V/V, %)	挥发酸(g/L)	残糖(g/L)	原果酒感官质量
18	10	11.5	0.17	0.18	果香浓郁, 酒体细腻
21	7	11.3	0.19	0.21	果香酒香浓郁, 酒体醇厚
24	7	10.6	0.41	0.34	酒体粗糙, 有刺激性气味
27	6	9.8	0.68	3.5	酒体粗糙, 有苦涩味

图5所示。

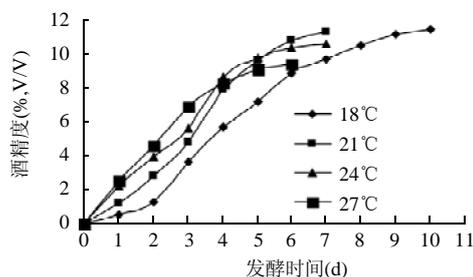


图5 不同发酵温度酒精的产生情况

Fig.5 Alcohol production curves at different fermentation temperatures

由表6看出,随着发酵温度的增加,主发酵时间逐渐缩短,但酒度降低,残糖增加,挥发酸增加。主发酵温度对果酒品质的影响特别显著,发酵温度在24、28℃时,酵母进入主发酵的时间较早,发酵气势非常迅猛,有大量气泡从醪液中冒出,同时主发酵终止的也早,发酵不够平稳,酒体粗糙,有显著的辛辣味,缺乏新鲜果香,酒的品质较差。主发酵温度降低到21℃,发酵平稳,易于控制,草莓酒的口味纯和、辛辣味消失,酒质细腻、草莓原果香味浓郁。这是因为在较高的温度下,草莓中的色素成分易于被破坏,其原因在于氧化作用,温度升高,则加快反应,同时温度升高草莓的果香也损失较大。发酵温度降至18℃,发酵迟缓,主发酵时间显著滞后,对整体生产不利。因此主发酵温度控制在21℃为最佳。

在不同温度下进行发酵,发酵过程中检测酒精变化情况,掌握酒精的增长规律。实验结果如图5所示。由图5看出,温度越低,起发速度越慢,18℃时,接种两天后酒精转化率才开始大幅度提高,同时主发酵速度较慢,主发酵持续10d才结束;而24、28℃时,接种1d后,发酵速度就显著提高,主发酵主要集中在1~4d,发酵迅猛,酵母衰老也快,果酒中的芳香成分散失快,同时果酒副产物也影响酒的品质;21℃时,从接种后1d,就以较快的酒精转化速度平稳发酵,发酵7d后,主发酵结束。总体看,酒精转化率最快的时间主要集中在第2~6d,前期,草莓果汁中含有一定的溶解氧,酵母进行有氧呼吸,大量繁殖,接着氧气消耗殆尽,酵母主要进行厌氧发酵,将糖转化为酒精,发酵后期,剩余极少量的糖,其他营养物质也消耗殆尽,同时已产生的大量酒精对酵母产生抑制作用,结果导致酵母酒精转化率显著降低。

## 2.7 果汁初始pH值对果酒质量的影响

酵母菌的生长、繁殖、发酵与果汁的pH值关系密切,在适宜的低pH值下酵母菌的生长繁殖迅速,发酵平稳,果酒品质较好,低pH值可以使更多的SO<sub>2</sub>处于

游离状态, 具有较好的防腐效果, 同时低 pH 值也能有效防止有害微生物污染; 但过低的 pH 值又会抑制酵母菌体的生长, 影响发酵, 同时会使乙酸酯水解生成挥发酸, 影响果酒风味。减少为得到最适发酵 pH 值, 采用柠檬酸调节草莓果汁的 pH 值, 使其分别达到: 4.0、3.6、3.2、2.8。发酵实验结果如表 7 所示。

表 7 果汁 pH 值对发酵特性的影响  
Table 7 Effects of strawberry juice pH values on fermentation character

果汁初始 pH	主发酵时间(d)	酒精度 (%V/V)	残糖 (g/L)	原果酒感官品质
4.0	8	9.8	2.01	色泽浅红, 有苦涩味, 异味, 口感较差
3.6	7	10.2	1.78	有果香酒香, 苦涩味明显
3.2	7	11.2	0.32	色泽深红, 果香酒香浓郁, 口味纯正
2.8	10	9.1	3.61	色泽深红, 有果香, 口味寡淡

由表 7 可知, pH 值不同, 草莓果酒的发酵特性不同。pH 值对草莓果酒的红色影响显著, 不同的 pH 值下, 草莓果酒的红色深浅不同, pH 值越小, 红色越深, 当 pH 值为 3.2 以下时, 色泽较好, 这是由于草莓中红色素属于花色苷, 在不同 pH 值下, 花色苷的结构将会发生变化, 从而导致呈现不同的颜色。pH 值在 3.2 以上时, 草莓果酒的感官质量较差, 苦涩味明显, 同时有异味, 究其原因, 可能有杂菌污染, 同时 pH 值也会对草莓中多酚氧化酶活性产生重要影响, 在低 pH 值下, 多酚氧化酶活性较低, 当 pH 值为 2.4 时活性为 0, pH 值为 6.0 时活力达到最高, 为最大限度地减少草莓果酒的褐变, 需要降低 pH 值, 以减少多酚氧化酶活性。在 pH 值为 2.8 时, 主发酵时间明显延长, 同时酒精度较低, 残糖量高, 由于 pH 值过低, 抑制了果酒酵母的生长繁殖。综合考虑, 草莓果汁的初始 pH 值调到 3.2 酿造出的草莓果酒质量最佳。

### 2.8 原酒的澄清处理

草莓原果酒中的果胶物质及单宁、蛋白质等, 属于果酒的不稳定成分, 在果酒贮存期间会沉淀析出, 严重影响果酒的质量; 同时这些物质也会使果酒出现苦涩味, 严重影响草莓果酒的风味。因而应努力降低果酒中的果胶、单宁及蛋白质这类物质。本实验中分别采用明胶、皂土澄清, 明胶澄清原理是利用其本身带正电荷与带负电荷的单宁相聚合而将果酒中其他悬浮微粒吸附下沉, 达到澄清效果。皂土本身带负电荷, 它和酒液中带正电荷的蛋白质相互吸引结合, 形成絮状产生沉淀, 并在下沉过程中将草莓原酒中悬浮的很细微粒沉淀下来, 使酒澄清。取 6 支试管, 标号后向各管中加入 50ml 发酵原酒, 再依次向 1~3 号试管中加入 10% 的明胶溶液使其终浓度分别达到 0.002%、0.006%、0.010%、0.014%, 向 4~

6 号管中加入皂土乳浊液至 0.05%、0.10%、0.15%, 各管均静置 48h, 观察澄清效果。结果见表 8 所示。

表 8 明胶澄清草莓果酒实验  
Table 8 Results of clarification experiment of strawberry wine by glutin

澄清剂种类	用量 (g/100ml)	透光率(%)	澄清效果	果酒品质
明胶	0.005	65	混浊絮凝较慢	有良好果香, 稳定性差, 有一定涩味
	0.010	97	澄清透明, 絮凝快速	果香浓郁, 酒体细腻, 口味纯正
	0.015	87	絮凝快, 透光性稍差	果香浓郁, 酒体细腻, 口味纯正
皂土	0.05	76	混浊絮凝较慢	稳定性差, 有一定涩味
	0.10	98	澄清透明, 有光泽	果香浓郁, 酒体细腻
	0.15	98	澄清透明, 有光泽	果香浓郁, 口味纯正

由表 8 可知, 明胶和皂土做澄清剂效果都较好, 当明胶用量为 0.005% 时, 澄清效果差, 几乎起不到显著的澄清作用, 同时原果酒有一定的苦涩味; 当明胶用量增加到 0.010% 时, 澄清效果显著, 原果酒澄清透明, 果酒果香浓郁, 酒体细腻, 口味纯正; 当继续增加明胶至 0.015%, 原果酒的透光性下降, 表现出下胶过量; 采用皂土澄清, 0.05% 时皂土量显得不足, 原果酒混浊, 絮凝慢, 稍有涩味; 增加到 0.10%, 絮凝快, 果汁清澈透明, 酒体细腻, 纯正柔和, 当继续增加皂土量, 效果不明显。比较皂土和明胶, 明胶的量需要控制准确, 稍有过量就会导致下胶过多, 引起透光率下降, 故选择皂土较好。

## 3 草莓果酒质量指标

### 3.1 感官指标

外观: 清澈透明, 有光泽; 色泽: 深红色; 滋味: 醇和浓郁, 口味柔和纯正无异味; 香气: 草莓果香浓郁, 具有典型的草莓果香和酒香; 杂质: 无沉淀、杂质及明显的悬浮物。

### 3.2 理化指标

酒精度(% V/V): 11.5 ± 0.5; 总糖(% 以葡萄糖计): 4.5; 总酸(g/L, 以柠檬酸计): 2.8~4.0; 挥发酸(g/L, 以乙酸计): 0.03; 甲醇(g/100ml) ≤ 0.04; 杂醇油(g/100ml) ≤ 0.15; SO<sub>2</sub> 残留量(g/kg, 以游离 SO<sub>2</sub> 计) ≤ 0.05。

## 4 结论

4.1 草莓营养价值高, 果实无核, 易破碎、打浆、出汁率高, 酸甜爽口, 香型独特, 原料丰富, 适于酿酒。采用全鲜汁草莓发酵, 残糖少, 色泽深红, 草

莓果香浓郁, 酒体纯正柔和, 是优质高档的半干型草莓果酒。

4.2 草莓含有丰富的VC, 漂烫处理, VC的损失量较大; 同时, 草莓果酒呈现的深红色是由花色苷呈现出的, 花色苷对温度非常敏感, 漂烫处理, 草莓果汁褪色严重, 实验表明草莓果酒酿造中不采用漂烫处理工艺。

4.3 本研究对榨汁后的草莓果汁采用了果胶酶处理技术, 降低了果汁黏度, 加速了胶体物质的絮凝沉降, 同时使果汁色泽更加鲜艳, 除掉了影响草莓果酒风味的杂质, 使果酒酸涩味及刺激性气味大大降低。采用0.025g/100ml的酶量, 水解温度为40℃, 水解时间为1h, 果胶酶处理效果最佳。

4.4 SO<sub>2</sub>的添加量对草莓果酒质量影响非常显著, 实验表明添加80mg/L的偏重亚硫酸钾, 既能有效抑制杂

菌污染, 防止氧化, 同时也不会使草莓果酒大褪色。

4.5 果汁糖度、初始pH值以及发酵温度都会显著影响草莓果酒的质量, 实验表明添加白砂糖至20%, 柠檬酸调节初始pH3.2, 发酵温度为21℃, 发酵7d, 草莓果酒质量最佳。

4.6 本实验采用明胶和皂土对原果酒进行澄清处理, 结果显示采用0.10%的皂土, 絮凝快, 果汁清澈透明, 酒体细腻, 口感纯正柔和, 效果较好。

#### 参考文献:

- [1] MAAS J L, GALLCTTA G J. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberry[J]. Hortscience, 1991, 26(1): 10-14.
- [2] 罗平. 饮料分析与检验[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1992.
- [3] KWOK-KI H. Characterization of polyphenol oxidase from aerial roots of an orchid, Aranda 'Christine 130'[J]. Plant Physiol Biochem, 1999, 37 (11): 841-848.