

# 草莓酒酿造工艺及香气成分分析研究

刘文慧, 王 颀

(河北农业大学食品科技学院, 河北 保定 071000)

**摘 要:** 以草莓为原料, 采用分别添加白砂糖、白砂糖和草莓浓缩汁以及草莓浓缩汁 3 种方法调整糖度; 分别加入安琪活性干酵母、丹宝利活性干酵母和 Y1 酵母酿造草莓酒。结果表明, 用白砂糖和草莓浓缩汁将草莓汁的可溶性固形物含量调整到 17%, 接种 Y1 酵母菌种发酵所得的草莓酒香型独特。采用溶液萃取法提取草莓酒中的香气成分, 用气相色谱进行分离测定, 其主要香气成分为: 正丙醇 1.484 mg/L, 正丁醇 0.106 mg/L, 异丁醇 15.426 mg/L, 异戊醇 28.834 mg/L, - 苯乙醇 6.842 mg/L, 乙酸乙酯 0.309 mg/L, 乙酸异戊酯 0.872 mg/L, 己酸乙酯 0.394 mg/L, 乳酸乙酯 0.466 mg/L。

**关键词:** 草莓酒; 发酵; 香气成分

中图分类号: TS262.7; TS261.4; TS261.7 文献标识码: A 文章编号: 1001- 9286(2006) 12- 0093- 04

## Brewing Technology of Strawberry Wine & GC Analysis of Its Flavoring Components

LIU Wen-hui and WANG Jie

(Food Science & Techniques College of Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000, China)

**Abstract:** Strawberry was used as raw materials and strawberry juice was extracted. Its sugar content could be adjusted by three methods including addition of white granulated sugar, addition of white granulated sugar and concentrated strawberry juice, and addition of concentrated strawberry juice. Then fermentation experiments were conducted by using Angel active dry yeast, Danbaoli active dry yeast and Y1 yeast respectively to produce strawberry wine. The results indicated that the addition of white granulated sugar and concentrated strawberry juice could adjust the soluble solids content to 17% and Y1 yeast fermentation could produce strawberry wine with special flavor type. The flavoring components were extracted by solvent extraction and analyzed by GC and the essential flavoring components included 1-propanol 1.484 mg/L, n-butanol 0.106 mg/L, Iso-butyl alcohol 15.426 mg/L, islamic alcohol 28.834 mg/L, - phenyl ethyl alcohol 6.842 mg/L, ethyl acetate 0.309 mg/L, isoamyl acetate 0.872 mg/L, ethyl caproate 0.394 mg/L, and ethyl lactate 0.466 mg/L.

**Key words:** strawberry wine; fermentation; flavoring components

国内外有关葡萄酒的酿造工艺和香气成分的分析研究报道较多<sup>[1-4]</sup>, 草莓酒酿造工艺研究只是近几年才有报道。大部分草莓品种糖分低于 8%, 在酿造草莓酒时必须进行糖分调整, 才能得到酒精度 10%Vol 左右的草莓酒。调整糖分是草莓酒生产过程中的一个重要环节, 马子骏等<sup>[5]</sup>研究了草莓酿酒特性和人工加糖发酵, 表明人工加糖发酵生产工艺优于自然发酵。据有关报道, 用浓缩汁调整糖分酿造葡萄酒, 有利于葡萄酒保持原有的风味, 有利于酿造优质葡萄酒<sup>[6]</sup>, 但在草莓酒酿造工艺

中尚无研究报道。酿酒过程中酵母最重要, 研究适合于本地葡萄酒酿造的酵母菌种报道较多<sup>[7]</sup>, 而草莓酒酿造的研究都是用安琪活性干酵母来发酵, 是否有其他更适合草莓酒酿造的菌种尚无研究报道。香气成分是决定果酒风味、质量和典型性的主要因素<sup>[1]</sup>。草莓果实有自己独特的香型, 至今已知草莓香气中的化合物在 300 种以上, 草莓在加工过程中其香气成分很容易改变, 国内外研究工作者对草莓和草莓汁中的香气成分研究报道较多, 草莓的香气成分以酯类、醇类、醛类和羧酸类为主<sup>[8-</sup>

基金项目: 保定市科技局农产品加工平台建设资助项目, 编号 05N005。

收稿日期: 2006- 09- 04

通讯作者: 王颀, 工学博士, 教授, E-mail: wj591010@163.com。

<sup>10]</sup>, 马子骏等对草莓酒香气成分进行了初步研究<sup>[9]</sup>, 表明草莓酒的香气成分主要是醇(正丙醇、正丁醇、异丁醇、异戊醇), 还有少量酯(乳酸乙酯), 但没有对其进行进一步研究。因此, 研究草莓酒酿造过程中糖分调整方式和菌种的选择以及草莓酒香气成分的种类和含量, 对于改善草莓酒的风味, 提高草莓酒的品质, 有一定的理论意义和实用价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

安琪活性干酵母: 安琪酵母股份有限公司产品;  
丹宝利高活性干酵母: 东莞丹宝利酵母厂产品;  
酵母菌种 Y1: 本实验室自选;  
草莓(明星): 购于保定市场;  
草莓浓缩汁: 汇源顺平分厂;  
结晶白砂糖(98%~99.5%)。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 草莓酒酿造工艺流程<sup>[5,6]</sup>

草莓鲜果 洗果 打浆 添加 SO<sub>2</sub> 糖分调整 主发酵  
压榨 果酒 后发酵 换桶 下胶澄清 陈酿 过滤 除菌  
装瓶 检验 草莓酒成品

#### 1.2.2 试验方案设计

菌种活化: 将菌种接种于豆芽汁斜面中, 在 27℃ 培养箱中培养 2 d, 同样条件下, 挑取单个菌落转接两次。将第三代活化菌制成草莓浆菌悬液, 接入 200 mL 含 50 μg/L SO<sub>2</sub> 的草莓浆中, 在 27℃ 恒温振荡培养箱中培养 1 d。使酵母数达到 1×10<sup>8</sup> 个/mL 左右。

试验分两部分进行。试验方案一为将草莓清洗、去萼、打浆后, 采用不同的调糖方式发酵草莓酒: 设 3 个处理, 处理 1 为添加白砂糖, 处理 2 为添加白砂糖和草莓浓缩汁, 处理 3 为添加草莓浓缩汁, 各处理均将草莓汁的可溶性固形物含量调整到 17%, 用偏重亚硫酸盐溶液将 SO<sub>2</sub> 含量调整到 50 μg/L, 接入活化好的丹宝利活性干酵母, 使其酵母数达到 5×10<sup>6</sup> 个/mL 左右, 每个处理 1 L, 重复 3 次。在 18℃ 恒温培养箱中发酵。发酵过程中每 24 h 测定 1 次可溶性固形物含量, 发酵结束后测定酒精度、残糖、总酸、草莓酒的香气成分以及进行感官评定, 确定草莓酒酿造适宜的调糖方式。

试验方案二为将草莓清洗、去萼、打浆后, 选用不同的酵母菌种发酵草莓酒, 采用添加白砂糖和草莓浓缩汁的方法将草莓汁的可溶性固形物含量调整到 17% 后, 设 3 个处理, 处理 1 为接入安琪活性干酵母, 处理 2 为丹宝利高活性干酵母, 处理 3 为酵母菌种 Y1, 各处理接种后酵母数均达到 5×10<sup>6</sup> 个/mL 左右, 每个处理 1 L, 重复 3 次, 在 18℃ 恒温培养箱中发酵。发酵过程中每 24 h

测定 1 次可溶性固形物含量, 发酵结束后测定酒精度、残糖、总酸、草莓酒的香气成分以及进行感官评定, 确定草莓酒酿造适宜的酵母菌种。

### 1.3 试验结果测定方法

#### 1.3.1 分析方法

还原糖采用直接滴定法<sup>[11]</sup>测定。

总酸采用酸碱滴定法<sup>[11]</sup>测定。

pH 值用 pH-211(Hanna 公司)测定。

可溶性固形物含量用 PR-101 型数字折光仪 (0%~45%, 日本 ATAGO 公司)测定。

酒精度测定参照 GB/T15038-1994 方法进行<sup>[12]</sup>。

草莓酒香气成分分析参照李华的方法<sup>[13]</sup>测定, 并加以改进。萃取浓缩: 取样 100 mL, 用 30 mL 和 20 mL 的二氯甲烷分别萃取 2 次, 合并有机相, 用 KD 浓缩器浓缩至 1 mL, 供 GC 分析。用岛津 GC-17A 气相色谱仪, FID 检测器, 50 m×0.25 mm 石英毛细管柱, 载气 N<sub>2</sub>: 75 kPa, H<sub>2</sub>: 60 kPa, Air: 50 kPa。从 40℃ 开始程序升温, 以 8℃/min 的升温速度升至 180℃, 保持 8 min。进样口温度 200℃, 检测器温度 200℃, 分流进样, 分流比 1:50, 柱头压力 139 kPa, 进样量 2 μL。

#### 1.3.2 感官评定

草莓酒感官评定。分析型感官评定选 9 名评审员, 对试验方案一不同的调糖方式发酵和试验方案二不同菌种发酵所酿草莓酒进行感官评定, 评审员的培训及实验室要求参考 GB/T13838 和 GB/T14195 标准, 评定项目有酒的透明度、色、香、味、风味, 评分标准参考葡萄酒和果酒评分标准(见表 1)。

表 1 感官试验评分标准

项目	标准	得分
透明	澄清, 透亮, 无沉淀, 无浮游物, 无失光现象	10
色	鲜明, 协调, 光泽, 无褪色, 变色	10
香	具有果香, 酒香, 柔和协调, 浓郁持久, 无异臭	30
味	纯正, 协调, 柔美, 爽适, 有余香, 无异味	40
风味(格)	具有本品特有的风格	10

#### 1.3.3 试验结果统计方法

试验结果用 SPSS11.0 for Windows 统计软件中的 Duncan 多重比较法, 差异显著性水平为 0.01 和 0.05。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同调糖方式对草莓酒发酵速度和感官质量的影响

不同的调糖方式对草莓酒发酵速度的影响结果见图 1。在 18 d 的发酵过程中, 发酵液的可溶性固形物含量均呈下降趋势。但添加白砂糖的草莓浆, 第 7 天起酵,

起酵太慢,不适合在已给定条件下发酵草莓酒。发酵第2天,添加糖和浓缩汁的草莓浆的可溶性固形物含量显著高于添加浓缩汁的草莓浆 ( $p < 0.05$ ),从发酵第3天到第6天添加糖和浓缩汁的草莓浆的可溶性固形物含量极显著高于添加浓缩汁的草莓浆可溶性固形物含量 ( $p < 0.01$ ),从第7天开始添加浓缩汁的草莓浆的可溶性固形物含量极显著高于添加糖和浓缩汁的草莓浆可溶性固形物含量 ( $p < 0.01$ )。因此,采用添加白砂糖和浓缩汁的方法调整草莓浆的糖分,起酵较快,完成主发酵的时间较短,发酵较彻底。

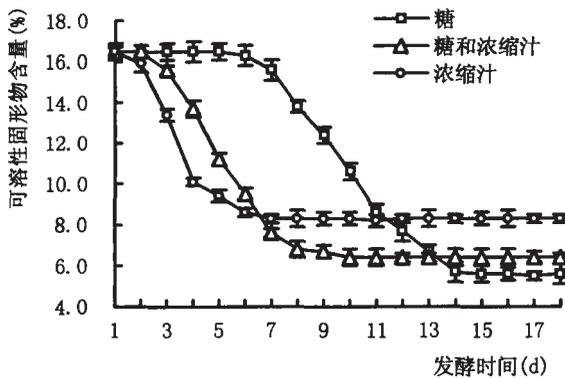


图1 调糖方式对发酵速度的影响

对3种调糖方式发酵的草莓酒进行感官评定,结果见表2。

表2 不同调糖方式对草莓酒残糖、酒精度、总酸和感官质量的影响

调糖方式	残糖 (还原糖, %)	酒精度 (%Vol)	总酸 (柠檬酸计, %)	感官评 定分数
糖	1.37	10.4	0.23	79.7
糖和浓缩汁	1.76	9.8	1.27	84.8
浓缩汁	2.11	7.7	2.14	82

由表2可看出,添加白砂糖发酵的草莓酒残糖少,酒精度较高10.4%Vol,发酵较彻底,添加草莓浓缩汁发酵的草莓酒残糖较高,酒精度较低为7.7%Vol;添加白砂糖和浓缩汁发酵的草莓酒残糖介于两者之间,酒精度接近10%Vol。就其风味来说,经感官评定,用白砂糖和浓缩汁调糖发酵的草莓酒呈琥珀红色,澄清透明,酒体醇厚,有浓郁的草莓特有的香气,柔和协调,口味纯正,明显优于其他两种调糖方式发酵的草莓酒,感官评定分数较高。

由以上可知,采用添加白砂糖和浓缩汁的方法调整草莓浆的糖分起酵较快,主发酵时间较短,发酵较彻底,酒精度接近10%Vol,风味佳,优于其他两种糖分调整方式。

2.2 不同菌种对发酵速度和感官质量的影响

不同酵母菌种对草莓酒发酵速度的影响见图2。在

18 d的发酵过程中,安琪活性干酵母起酵太慢,在第9天起酵,因此,不适合在给定的条件下发酵草莓酒。丹宝利活性干酵母发酵的草莓浆第2天起酵,Y1发酵的草莓浆第3天起酵。从发酵第2天~第7天,用丹宝利活性干酵母发酵的草莓浆的可溶性固形物含量显著高于Y1发酵的草莓浆的可溶性固形物的含量 ( $p < 0.05$ ),从第7天开始丹宝利活性干酵母和Y1发酵的草莓浆的可溶性固形物含量无显著差异。因此,Y1在发酵过程中起酵较快,发酵速度较快,完成主发酵时间较短。

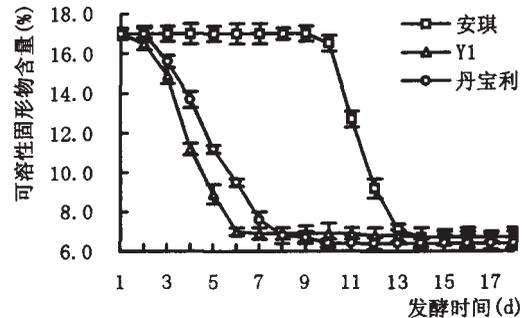


图2 酵母对发酵速度的影响

对不同菌种发酵的草莓酒进行感官评定,结果见表

3。

表3 不同菌种对草莓酒残糖、酒精度、总酸和感官质量的影响

菌种	残糖 (还原糖, %)	酒精度 (%Vol)	总酸 (柠檬酸计, %)	感官评 定分数
安琪	1.69	10.4	1.27	78.7
丹宝利	1.80	9.6	1.30	83.8
Y1	1.76	9.8	1.27	88.7

由表3可知,3种菌发酵的草莓酒残糖、酒精度和总酸相差不大,但其风味以用Y1发酵的草莓酒较佳,其色泽鲜亮,酒体澄清透明,酒香醇厚,果香浓郁,柔美爽适,口味纯正,感官评定分数较高。

通过以上可知,Y1在发酵过程中起酵较快,发酵速度较快,主发酵时间较短,酒的风味最好。故Y1发酵草莓酒优于其他两种酵母。

2.3 草莓酒香气成分分析

草莓果实具有自己独特的香型,至今已知草莓果实中的香气成分在300种以上,其香气成分主要是酯类,还含有醇类,这也是它最重要和最有价值的酿酒特性,用草莓发酵的酒也有其独特的香气成分。利用岛津GC-17A气相色谱对草莓酒的香气成分进行分析,根据保留时间定性,外标法定量,结果见表4。

表4表明,其主要香气成分为:正丙醇似乙醇香气,香气清雅,增加酒的醇厚感;正丁醇微弱,有清香感和醇和感;异戊醇在浓度较小时具有酒香和果香;-苯乙醇

表4 草莓酒香气成分含量

序号	保留时间(min)	成分	化学式	含量(mg/L)
1	5.402	乙酸乙酯	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0.309
2	7.167	正丙醇	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	1.484
3	7.969	异丁醇	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	15.426
4	8.413	乙酸异戊酯	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	0.872
5	8.933	正丁醇	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.106
6	10.121	异戊醇	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	28.834
7	11.426	己酸乙酯	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	0.394
8	12.581	乳酸乙酯	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	0.266
9	23.794	β-苯乙醇	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	6.842

具有清甜玫瑰的香气,香气柔和而不持久;乙酸乙酯呈现菠萝果香;乙酸异戊酯呈现强烈水果香气;己酸乙酯呈现愉快的水果香气。由此可知,草莓酒以果香酒香为主。分析鉴定草莓酒香气成分与有关草莓酒香气成分分析<sup>[9]</sup>的文献相比,其香气物质较多,尤其β-苯乙醇、甲酸乙酯、乙酸乙酯、乙酸异戊酯、己酸乙酯等香气成分对产品的香气有较大贡献。

### 3 讨论

草莓出汁率高,香型独特,但其糖分低,自然发酵草莓酒酒度低,小于5%Vol,在主发酵过程易受杂菌污染,品质差<sup>[9]</sup>,因此,在发酵过程中必须提高发酵液的糖度。目前,在草莓酒酿造工艺的研究中,采用人工加糖发酵来提高发酵液的糖度,对保持草莓酒原有的风味不利。因此,研究草莓酒的调糖方式,对于改善草莓酒的风味,提高草莓酒的品质,有重要的意义。本试验采用3种不同的调糖方式来酿造草莓酒,结果表明,采用添加糖和草莓浓缩汁工艺发酵的草莓酒的酒精度接近10%Vol,感官评分较高,为较佳工艺。

草莓有自己独特的香型,其香气成分在加工过程中易于改变,R. U. Holt采用固相微萃取和嗅闻GC流出物定性办法<sup>[9]</sup>和姜远茂等采用气谱质谱条件<sup>[9]</sup>测定了草莓的香气,都表明草莓的香气成分主要为酯类、醇类、醛类和羧酸类,而李景明等将嗅探装置与GC连接测定草莓汁的香气成分,表明草莓汁的香气成分主要是醇类、酯类、酸类和酮类<sup>[10]</sup>;马子骏等利用GC对其进行了初步研究<sup>[9]</sup>,表明草莓酒的香气成分主要是醇(正丙醇、正丁醇、异丁醇、异戊醇),还有少量酯(乳酸乙酯),但没有对其进行定量分析。本研究利用气相色谱,对所酿造的草莓酒的香气成分进行定性定量分析,结果表明,草莓酒的主要香气成分为酯类(乙酸乙酯0.309 mg/L,乙酸异

戊酯0.872 mg/L,己酸乙酯0.394 mg/L,乳酸乙酯0.466 mg/L)和醇类(正丙醇1.484 mg/L,正丁醇0.106 mg/L,异丁醇15.426 mg/L,异戊醇28.834 mg/L,β-苯乙醇6.842 mg/L)。在分析过程中,气相色谱图中有许多未知峰,有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] S í lvia M. Rocha, Fanny Rodrigues, Paula Coutinho, Ivonne Delgadillo and Manuel A. Coimbra. Volatile composition of Baga red wine: Assessment of the identification of the would-be impact odourants[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2004, 513(1):257- 262.
- [2] Serkan Selli, Ahmet Canbas, Turgut Cabaroglu, Huseyin Erten, Jean-Paul Lepoutre and Ziya Gunata. Effect of skin contact on the free and bound aroma compounds of the white wine of *Vitis vinifera* L. cv Narince[J]. *Food Control*, 2006, 17(1): 75- 82.
- [3] R. Schneider, Volatile compounds involved in the aroma of sweet fortified wines from Grenache noir[J]. *Journal of Food Science*, 1998, 46(8): 3230- 3237.
- [4] 李华, 胡博然, 杨新元, 李可昌. 蛇龙珠干红葡萄酒香气成分的GC-MS分析[J]. *分析测试学报*, 2004, 23(1): 85- 87.
- [5] 马子骏, 林瑛影, 王阳光, 等. 草莓酿造酒特性和人工加糖发酵的工艺研究[J]. *食品科学*, 2004, 24(5): 102-105.
- [6] 顾国贤. 酿造酒工艺学(第二版)[J]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- [7] Efstratios Nikolaou, Evangelos H. Soufleros, Elizabeth Bouloumpasi and Nikolaos Tzanetakis. Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains according to their oenological characteristics and vinification results[J]. *Food Microbiology*, 2006, 23(2): 205- 211.
- [8] R. U. Holt. Mechanisms effecting analysis of volatile flavour components by solid-phase microextraction and gas chromatography[J]. *Journal of Chromatography A*, 2001, 937(1-2): 107- 114.
- [9] 姜远茂, 彭福田, 刘松忠, 束怀瑞, 等. 栽培草莓品种果实香气特性研究[J]. *分析测试学报*, 2004, 23(2): 56- 60.
- [10] 李景明, 阎红, 倪元颖, 蔡同一. 嗅探分析(sniffing)在草莓汁芳香成分研究中的应用[J]. *食品与发酵工业*, 2004, 30(3): 1- 4.
- [11] 大连轻工业学校, 等. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994.
- [12] GB/T15037 ~ 15038- 1994. 葡萄酒、果酒通用试验方法[S].
- [13] 李华, 涂正顺, 王华, 等. 中华猕猴桃果实香气成分的GC-MS分析[J]. *分析测试学报*, 2002, 21(2): 58- 60.

《酿酒科技》全国中文核心期刊