

# 葡萄酒酿造过程中的氧

薛国晓<sup>1</sup>,姜忠军<sup>2</sup>(编译)

(1.烟台张裕集团神马包装有限公司山东 烟台 264001;2.烟台张裕集团技术中心,山东 烟台 264001)

**摘要:** 氧是许多生物体在新陈代谢过程中起至关重要作用的气体。空气中约含有 20% 的 O<sub>2</sub>, 在葡萄酒酿造过程中 O<sub>2</sub> 不仅能影响到最终产品的质量, 而且会影响到生产过程。着重讨论 O<sub>2</sub> 对葡萄酒成分的影响, 以及在葡萄酒酿造过程中氧的吸收变化等。

**关键词:** 葡萄酒; 氧; 溶氧; 作用

中图分类号: TS262.6; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2011)04-0076-03

## Oxygen in the Brewing Process of Wine

XUE Guo-xiao<sup>1</sup> and JIANG Zhong-jun<sup>2</sup>

(1. Shengma Packaging Co.Ltd. of Changyu Group; 2. Technical Center of Changyu Group, Yantai, Shandong 264001, China)

**Abstract:** Oxygen plays vital important roles in the metabolism of many living organism on the globe. There is about 20% O<sub>2</sub> in the air. In the brewing process of wine, oxygen could not only influence the quality of final products but also the whole production process. In this paper, the effects of oxygen on wine compositions were discussed and the absorption and the change of O<sub>2</sub> in wine brewing process were investigated.

**Key words:** wine; oxygen; dissolved oxygen; roles

### 1 氧气在葡萄酒成分中的作用

氧在葡萄酒中氧化酚类物质, 使其失去一个电子和质子, 见图 1。

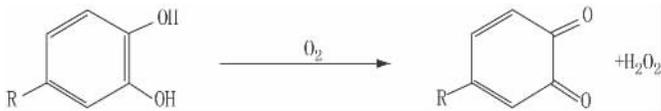


图 1 酚类小分子物质氧化成相应苯醌类物质的反应过程

上述反应会导致在葡萄酒中或是发酵醪中形成苯醌的褐色聚合物, 此外还会生成副产物 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 它具有比氧更强的氧化性<sup>[1]</sup>。当葡萄酒中加入 SO<sub>2</sub> 时, 会与 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 发生反应, 从而阻止后者进一步氧化其他的酚类物质。

发酵醪中氧化酶的存在会催化这个反应。存在于葡萄中的两种主要氧化酶, 即多酚氧化酶和虫漆酶(反应均是在葡萄中自然发生的, 而后者则是在腐烂的葡萄中由灰霉病菌生成的)参与了氧化反应。上述氧化酶将酚类物质(在葡萄汁中主要是咖啡酸)氧化成为苯醌类物质。苯醌类物质又能通过添加的含有谷胱甘肽成分的硫磺物被还原为所谓的葡萄反应产物(GRP, 即 2-S-谷胱甘肽咖啡酸)。如果没有更多的 O<sub>2</sub> 参与, 就可阻止氧化过程的发生。然而, 虫漆酶能进一步将 GRP 氧化成相应的苯醌类物质, 并在谷胱甘肽的参与下能循环反应形成 GRP2, GRP3 等等, 所以, 当反应物分子变得足够大时就会在罐

的底部形成褐色的沉淀物, 反应也将会因氧与谷胱甘肽的耗尽而停止, 因此, 谷胱甘肽与咖啡酸的反应可以给予一个关于氧敏感性的提示。

这表明, 可以通过生产具有较低氧化敏感度(过氧化敏感性)的葡萄酒而得以实现, 也就是在发酵前通过移除氧化底物苯酚即超氧化(hyper-oxidation)的过程来实现的。超氧化就是保证加入大量的 O<sub>2</sub> 到葡萄汁中, 让其溶入其中并在酵母接种前将褐色沉淀分离并进行倒罐, 这样会使葡萄酒的苦味降低。

O<sub>2</sub> 也能明显的影响到葡萄酒的成分, 这个过程是一个化学氧化过程。在发酵醪液中并不需要酶的催化作用, 这个氧化过程也慢于在醪液中的其他过程。通常酚羟基上的氢在葡萄酒中很容易被氧化, 这些包括儿茶酚、表儿茶酸以及花青素和其他来自于葡萄的小分子酚类物质, 橡木单宁和它的水解产物像五倍子酸和鞣花酸等大分子物质也很容易被氧化, 但对于红葡萄酒来说, 前者的氧化在一定程度上缓冲了对后者的氧化。

对于白葡萄酒来说, 化学氧化过程往往不是所需要和期望的, 但是在红葡萄酒中溶入的少量 O<sub>2</sub> 可以提高葡萄酒的质量, 特别是在葡萄酒的橡木桶陈酿过程中体现得尤为明显。在此过程中, O<sub>2</sub> 氧化了少量的酚类物质, 其中的副产物 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 能轮流将少量的乙酸氧化成乙醛, 于是后者形成了一个在花青素和儿茶酚分子之间相互绑定的

收稿日期: 2010-12-24

作者简介: 薛国晓(1969-), 男, 大学本科, 张裕集团神马包装有限公司经理。

“桥”。橡木单宁的极易氧化实际上促进了这个进程,这要归功于在这些分子间产生的许多OH。这个过程相对于其他的厌氧聚合反应是相当快的,并且有助于增加红葡萄酒在陈酿过程中的色度值和稳定性。也可以在刚刚发酵完后补充更高浓度的 $O_2$ ,特别是使用压榨汁的葡萄酒时。但应当注意,不要向陈年的红葡萄酒中添加过多的 $O_2$ ,这可能导致较高的乙醛缩合反应以及颜色的沉淀。此外, $O_2$ 的添加也可使葡萄酒的口感更柔和,这是因为乙醛导致了单宁酸的聚合反应。

$O_2$ 也能影响葡萄酒的香气。在白葡萄酒中,氧化作用最初导致了果味的损失以及后来蜂蜜味的生成。白葡萄酒中的氧化作用还会导致脂肪酸成分的变化,并伴随着糠醛和丁香酚含量的增加(后者有丁香的特征)。然而, $O_2$ 也能氧化讨厌的硫化物,像有臭鸡蛋味的 $H_2S$ 等,它还能减少葡萄酒中(特别是红葡萄酒中)的生青味、还原香气等,它们可能是来自于所谓的叶醇(顺式己烯-3-醇)。但目前, $O_2$ 对葡萄酒(特别是红葡萄酒)香气的影响机理仍然不被人们所详知。

$O_2$ 也能影响葡萄酒中微生物的生存状态。醋酸菌(AAB)是好氧微生物,因此,可以在含充足 $O_2$ 的葡萄酒中快速生长。已经证明,在橡木桶陈酿过程中伴随着倒桶次数的增多,AAB的数量呈显著增长趋势,即随着 $O_2$ 的溶入而增长;反之,随着葡萄酒中 $O_2$ 的逐渐消失,AAB也逐渐减少。AAB会将乙醇分解从而产生高浓度的醋酸,研究显示,AAB在相对无氧条件下的葡萄酒中也能够完全存活下来。酒香酵母也能在葡萄酒中存活,无论是在葡萄酒中还是在发酵醪液中, $O_2$ 的存在均能提高它的生长几率。酒香酵母能产生高浓度挥发酚,它具有药用价值并且拥有类似马味的香气。而正常的葡萄酒酵母、酿酒酵母等也同样需要氧来完成它的发酵过程,酿酒酵母菌利用 $O_2$ 产生特定的脂肪酸,它可以融合到细胞壁中从而提高其抗酒精性。

## 2 氧气在葡萄酒酿造过程中的作用

$O_2$ 在葡萄酒酿造中起着至关重要的作用,因此酿酒师必须熟知氧在葡萄酒酿造不同过程阶段的变化规律。

但是,测定葡萄酒中的 $O_2$ 并不是容易的事情,原因之一就是葡萄酒是一种相当复杂的物质载体。目前,有几种不同的 $O_2$ 测定方法。最经济有效的就是将一个探针深入到葡萄酒中,而探针连接到一个检测器上,从而给出读数,结果常常以mg/L或是百分比表示。另一些昂贵的且具有更高精确度的测定方法也正在被应用。利用一个不锈钢杆穿透软木塞,这对用来测定酒瓶中的氧是一个极其理想的工具。

$O_2$ 在葡萄破碎时就开始与发酵醪液接触,它催化了氧化酶的活性。正如前文中所提及到的,这些酶将酚酸分子氧化成相应的苯醌类物质。当发酵醪或是葡萄酒处于

氧饱和状态时,根据不同的温度可能会包含7~8 mg/L的氧。有几种有效的方法可以使酿造者避免含氧量过高,首先要确保去除氧化反应所需要的底物酚类物质,过氧化作用可以作为一种在发酵前移除酚类物质的有效方法,即是向发酵醪液中通入大量的 $O_2$ ,这可以通过向罐中喷射30 min的 $O_2$ 来实现。研究表明,白葡萄汁如果没有经过浸渍过程也可使用氧操作,对除去大部分的酚类物质会有明显作用,操作方法为:浸渍过程进行30 min后,用 $O_2$ 再喷射30 min。需要注意的是 $SO_2$ 不能在此操作前添加,如果在此前添加了 $SO_2$ ,那么,在浸渍后经倒罐的澄清汁中也应该添加 $SO_2$ ,而发酵后也同样应该添加 $SO_2$ 。

通过使用明胶、PVPP或是活性炭也能将酚酸分子从发酵醪液或是葡萄酒中除去。后者在处理时应当格外谨慎,如果使用过量,可能会带走葡萄酒中固有的风味。

上述操作均可以使更多的酚类物质被萃取到酒泥中,从而避免了葡萄酒的浸渍期过长。

对于白葡萄酒而言,避免氧化的另一种有效方法是葡萄还原酿造法。这种方法是通过加入干冰到压榨机、破碎机或发酵罐中以及维生素C到醪液中。此外,例如 $N_2$ 和 $CO_2$ 之类的惰性气体,也可以应用到倒罐时的葡萄酒或是未被充满的葡萄酒罐中以避免氧化现象的发生。需要重视的是, $CO_2$ 要重于空气,因此它对仅有半罐葡萄酒的保护作用要优于比空气轻的 $N_2$ 。氩气也有人研究过,但最终因为其昂贵的价格而应用价值不大。酒中过多的 $O_2$ 可以通过从罐底通入30 min的惰性气体来将其从葡萄酒罐中排除, $N_2$ 应当是首选的气体,因为对于 $CO_2$ 来说,过多的溶解于葡萄酒中是不适宜的。向质量较好的醪液(30~50 mg/L的游离 $SO_2$ )和葡萄酒(在加工过程中保持35 mg/L的游离 $SO_2$ ,以及在装瓶前35~40 mg/L的游离 $SO_2$ )中添加足够浓度的 $SO_2$ 也是必须的。

研究表明,一些白葡萄酒即使在经历了少量 $O_2$ 渗透后也会开始失去果香味,而一些操作过程中例如离心过滤(增加7 mg/L),运输(增加2~6 mg/L)以及过滤(增加3~7 mg/L)都会导致葡萄酒对 $O_2$ 的吸收,特别是如果酒窖的设备(例如泵、过滤设备等)有瑕疵,或葡萄酒以飞溅形式进入到罐中,那么 $O_2$ 的溶入机会会更高。

关于白葡萄酒是否有必要进行还原酿造法目前依旧在争论。不过试验已经证明,在雷司令发酵醪中加入 $H_2O_2$ (一种比氧更具有氧化性的物质)不会减少甲氧基吡嗪(具有生青味)的含量,由此看来葡萄酒还原酿造法对一些白葡萄酒还是十分有效的<sup>[2]</sup>。另外在白葡萄酒的装瓶过程中也可能溶入 $O_2$ ,这在一些老的灌装线上得到了证实,但对于一些现代化的灌装线而言,在装瓶过程中氧的溶入量不会超过1 mg/L,不过还是有必要在装瓶线上设置一个针对性的质量检查点,以监测在装瓶过程的 $O_2$ 吸取量。同时我们还应当重新考虑在装瓶前是否添加维

生素 C,因为,根据最近的研究发现,维生素 C 的确可以有效防止白葡萄酒的氧化。

对于红葡萄酒而言,可以通过通入适量的  $O_2$  来提高其质量,这要归功于在花青素和单宁酸分子之间氧的催化聚合反应<sup>[3]</sup>。这种通入  $O_2$  的过程可以在发酵过程中使用喷射或是气泵添加  $O_2$  来完成,但由于酵母在生产过程中也消耗了一部分  $O_2$ ,所以,在发酵过程中有多少  $O_2$  与酚化物的反应依然不清楚。喷射泵在理论上可以使足量的  $O_2$  溶解到葡萄酒中,但是红葡萄酒在发酵时温度通常会达到  $30\text{ }^\circ\text{C}$ (在更高的温度下将会有更多的  $CO_2$  溢出),而  $CO_2$  的溢出也会带走一部分  $O_2$ 。因此,在发酵期间添加  $O_2$  只能是用于处于停滞或是缓慢的发酵过程。

在酒精发酵后,苹果酸乳酸发酵前可以将  $O_2$  通入到酒中,即微氧过程(用量为  $1\sim 4\text{ mg/L}$ ,时间为  $1\sim 4\text{ d}$ )。此操作对于具有较高酚酸的葡萄酒很有效,特别是压榨汁,经过处理的葡萄酒含有更少的单宁酸以及具有抑制蛋白质反应的能力。微氧是通过罐底而深入到酒中的可控喷射设备来产生  $O_2$ 。因此,重点是检测氧是溶解到葡萄酒中还是从罐顶部溢出。微氧也可以应用在苹果酸乳酸发酵后的橡木桶中,但是,应当特别注意的是酒香酵母或者是醋酸细菌没有被激活。 $O_2$  在苹果酸乳酸发酵后也可以加入到红葡萄酒中(微氧处理),用量为每月添加  $1\sim 4\text{ mg/L}$ ,时间  $1\sim 6$  个月,具体的用量和添加时间要取决于葡萄酒的类型,对于厚重类型——即拥有较高的花青素和单宁浓度的葡萄酒,可添加  $3\sim 4\text{ mg/L}$  的  $O_2$ ,历时几个月。此用量可以应用于用橡木桶和橡木板来陈酿葡萄酒。在使用橡木桶陈酿红葡萄酒的过程中通常可吸收的  $O_2$  量为每年  $30\sim 40\text{ mg/L}$ 。这也可以应用于满桶葡萄酒,这是因为,  $O_2$  也可以通过橡木板渗透进入。

但是  $O_2$  的存在还可能会增加不必要的醋酸菌和酒香酵母的增长,它们都是降低葡萄酒质量的隐患。醋酸菌在具有较低  $O_2$  浓度的葡萄酒中是不会繁殖生长的,但这

(上接第 75 页)

生产 4 轮,并有 2 轮可产优质酒,优质酒率在 15% 以上,以此计算:全年可新增产量 364 t,可产优质酒 27.3 t,价值 81.9 万元;可产一级酒 336.7 t,价值 538.72 万元。

总计产值为 620.62 万元,可获利 310.31 万元。

### 3 结论

3.1 制出的新窖泥在质量上上了一个新台阶,窖泥挂池使用后效果明显,对发酵期 60 d 的第一排所产的酒进行色谱分析,其己酸乙酯的含量达到  $200\text{ mg}/100\text{ mL}$  以上的酒占 15% 左右。

3.2 制泥建窖科学,使窖泥的发酵温度实现了可控性,保证了人工窖泥的制作始终处于己酸菌的最适生长繁殖温度( $32\sim 35\text{ }^\circ\text{C}$ )范围,“恒温”发酵条件,使窖泥成了己酸菌繁衍生息的温床,使人工窖泥老熟时间相应缩短,己

并不意味着它们永远不会再生长,可以通过显微镜来区别存在的细胞从而监测其在葡萄酒中的生长情况。当向葡萄酒中添加  $O_2$  时,就可以打破这种平衡状态并导致它们快速生长。当葡萄酒罐和橡木桶中完全装满葡萄酒时,醋酸菌的破坏作用很小,因为它们更喜欢生长在葡萄酒的表面,所以  $O_2$  在葡萄酒液中的风险要小于在表面的风险,此外酒香酵母也能在较高浓度的  $O_2$  中快速生长。

当从罐中取出一个样品进行例如  $SO_2$  或  $O_2$  分析时,正确的取样过程和方法是十分重要的,否则会使得测定结果不能反映真实的情况。对 2007 年的雷司令葡萄品种进行测试,此时测定罐中  $O_2$  的浓度为  $0.48\text{ mg/L}$ ,用带链子的金属容器从罐中取 6 瓶 250 mL 的样品,其中 3 瓶首先吹入  $CO_2$ ,另外 3 瓶没有进行任何操作。取样点位于出酒口,所取样品立即密封并且在几秒钟后进行溶解氧(DO)的测定。结果发现,在加入  $CO_2$  的瓶中仅有极少的  $O_2$  进入并与葡萄酒结合,特别是从出酒口处所取的样品。而没有充入  $CO_2$  的葡萄酒样中测得将近  $1\text{ mg/L}$  的  $O_2$ 。从罐口表面取样的葡萄酒先被收集在一个敞口的容器中,然后再转入到瓶中因此而融合了大量的  $O_2$ 。以上结果表明,在收集葡萄酒样品进行分析时,需要一个正确的合理的操作程序。

$O_2$  在葡萄酒酿造过程中,无论是消极的还是积极的,它均起着关键的作用。

注:本文编译自 W.J. du Toit ,Oxygen in Winemaking 《SA wine industry》2005 年第 8 期。

### 参考文献:

- [1] 周淑珍,张军翔,曹景丽.不同氧化程度和年份葡萄酒总酚含量研究[J].中外葡萄与葡萄酒,2006,(1):49-51.
- [2] 李胜元,谷向春.抗坏血酸对玫瑰香干白葡萄酒的抗氧化作用[J].酿酒科技,2006,(6):65-66.
- [3] 康文怀,李华,张建才,严升杰,杨雪峰,张艳芳.微氧处理对干红葡萄酒酚类物质的影响[J].中国农学通报,2005,(12):103-104.

酸菌数及细菌总数得到大幅度提高。

3.3 在冬季,由于温度很低,空气、土壤、生产用水等相关环境中的微生物数量极少,在制泥过程中带入的杂菌、有害菌数量极少,有利于制泥过程中加入的有益微生物在发酵过程中占据绝对优势,保证了窖泥的生产质量。

3.4 本公司冬季制泥的成功,打破了“窖泥只能夏季制作”的禁锢。为国内白酒业开创了一个“四季制好泥”的先例。从而使各酒厂可根据本厂实际,结合实际,合理、自由地安排制泥扩窖生产。

### 参考文献:

- [1] 刘基银.人工窖泥培养方法[J].酿酒科技,2006,(8):129-130.
- [2] 张志刚,何社勋,周爱江.利用“陆丰活性窖泥功能菌”复壮老化窖泥[J].酿酒科技,2004,(3):45-46.
- [3] 戴群,赵光鳌,王宁波.己酸菌发酵条件研究[J].南京师范大学学报(工程技术版),2005,(3):76-78.