

红葡萄酒原酒发酵过程中的温度控制

崔 艳¹, 吕 文², 刘 涛²

(1.天津农学院,天津 300384;2.中法合营王朝葡萄酒有限公司,天津 300402)

摘 要: 论述了红葡萄酒原酒发酵过程中温度控制对酵母、酚类物质、挥发性物质的作用与影响,结合实际生产操作情况介绍了针对不同产区原料、不同葡萄品种发酵过程控制发酵温度的方法,红葡萄酒苹果酸乳酸发酵温度的控制要点。

关键词: 红葡萄酒; 发酵温度; 控制

中图分类号:TS262.6;TS261.4

文献标识码:B

文章编号:1001-9286(2010)01-0041-03

Investigation on Temperature Control Techniques in the Fermentation Process of Original Red Grape Wine

CUI Yan¹, LU Wen² and LIU Tao²

(1. Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384; 2. Sino-French Joint Dynasty Grape Wine Co.Ltd., Tianjin 300402, China)

Abstract: The roles and the effects of temperature control on yeasts, phenols, volatile substances during the fermentation process of original red grape wine were discussed. The fermentation temperature control techniques for grape from different production area or of different species were introduced based on practical production situations. Meanwhile, the key control points of temperature in malolactic fermentation of red grape wine were illustrated.

Key words: red grape wine; fermentation temperature; control

温度控制贯穿优质红葡萄酒酿造过程的始终,其中发酵期的温度控制又是葡萄酒大规模生产中的关键技术环节。如何在具有性能良好的温控设备的前提下,从酿造工艺角度加强发酵期的温控管理是酿酒者需要面对的问题,也是本文论述的主要内容。

1 发酵期的温度控制

在红葡萄酒酿造中,温度控制对酵母活性、酚类物质的浸出量、挥发性香气物质的形成及保留等多项工艺指标具有重要影响。

1.1 发酵温度对酵母活性的影响

酒精发酵过程为放热过程,热量的释放速度与发酵速度成正比,在没有热量散失和冷却作用的情况下,每升葡萄汁中每 10 g 糖被发酵,温度就会上升约 1.3 °C^[1]。如果不能进行有效地散热,发酵温度会持续升高,产生的热量也随之增加而达到失控状态。当温度升高到某一极限值就会使酵母致死,特别是当乙醇浓度逐渐升高,这一极限值就越低;乙醇含量为 0 % 时葡萄酒酵母极限生长温度为 40 °C,乙醇含量为 10 % 时葡萄酒酵母极限生长温度为 32 °C。酵母热致死的结果是杂菌生长完成发酵,产

生不希望得到的副产物。另外,发酵温度越高,产酒效率越低,副产物生成量也越多。正因以上原因,红葡萄酒发酵温度一般不允许超过 30 °C。

1.2 发酵温度对酚类物质浸出含量的影响

红葡萄酒中所含的酚类物质分为花色素苷和单宁两大类,在较高温度下,所有酚类物质的浸提速度都会增加。但花色素苷的浸出总量受温度影响较小,它往往在发酵开始后的第二天就基本达到饱和溶解度,并因与单宁发生缩合反应而含量减少,随后即使温度再升高,其溶解度也不会增加。单宁的溶解度受温度和乙醇浓度的双重影响,随着发酵的进行,温度和乙醇浓度逐渐升高,单宁的溶解度也会提高,但过高的温度会浸出较多的葡萄籽单宁,过多的葡萄籽单宁会增加葡萄酒的苦涩感,破坏酒体的协调性。

1.3 发酵温度对挥发性香气物质的影响

发酵温度对香气物质的影响表现在两方面:一是不同的发酵温度会使酵母代谢产生不同组分含量的挥发性香气物质,例如发酵温度较高,高级醇生成量会增加;发酵温度较低,挥发性酯类物质生成量会增加。二是发酵温度偏高会使产生的挥发性香气物质随 CO₂ 的剧烈排放

收稿日期:2009-10-09

作者简介:崔艳,女,硕士,研究方向为发酵工程与生物技术。

而减少,降低这类物质在原酒中的含量造成香气减弱。

2 温度调控实际操作中应注意的问题

在实际生产中,红葡萄酒发酵期的温度调控应综合考虑葡萄产地、葡萄品种、工艺要求、设备条件、环境条件等多方面因素,结合所要酿制的葡萄酒的风格特点,合理控制发酵温度,以下就从这几方面加以讨论。

2.1 入罐果浆的温度控制

入罐果浆的温度高低与发酵启动速度具有直接关系,同时还对发酵旺盛期温度可操控性有影响,具体分析结果见表1。

从表1可以看出,果浆温度越低,发酵启动所需时间越长,低温条件限制了酵母的繁殖速度,但随着酵母数量的增加,发酵液温度也逐渐上升,当温度上升至 $\geq 22^{\circ}\text{C}$ 后,酵母活性显著提高,此时较多数量的酵母($\geq 1.0 \times 10^8$ 个/mL)会集中释放出更多的热量,容易出现温度快速升高的现象,所以,果浆在发酵启动后要注意降温,防止温度失控。

如果葡萄原料质量非常理想,想要在发酵启动开始前(尚未产生乙醇时)进行冷浸渍,可将果浆在加入适量 SO_2 (50~60 mg/L)后控温 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$,同时添加 $1/3\sim 1/2$ 量的活性干酵母,这样做是因为活性干酵母一般都具有嗜杀特性可以抑制野生酵母发酵,同时每天泵送一个体积的葡萄汁,浸渍2~3 d的时间,有利于花色素苷与单宁结合达到稳定色素的目的,在温度开始上升时添加另外 $1/2\sim 2/3$ 活性干酵母。

2.2 不同产区原料的发酵期温度控制

不同产区的红品种葡萄多酚物质含量各不相同,也

就适合酿造不同风格的红葡萄酒,发酵温度对葡萄酒香气、口感具有重要影响,只有合理控制发酵温度才能酿造出具有地域典型性的优质红葡萄酒。不同产区原料的发酵期温度控制范围见表2。

表2 不同原料产区的发酵期温度控制范围

葡萄产区	果浆发酵温度	控温目的
东部产区 (河北、山东、天津等)	发酵前期,果浆温度较低无需降温,发酵中期应控制在 $25\sim 27^{\circ}\text{C}$,发酵后期以不超过 29°C 为宜	该产区葡萄所含多酚物质的量相对较少,不需要较高温度即能浸出,发酵后原酒的多酚指数一般在 $35\sim 50$ 。较低的发酵温度能更好地保留葡萄酒果香(主要为挥发性酯类物质),适于生产新鲜型红葡萄酒
西部产区 (宁夏、甘肃、新疆等)	发酵前期果浆温度较低无需降温,发酵中期应控制在 $27\sim 29^{\circ}\text{C}$,发酵后期以不超过 31°C 为宜	该产区葡萄中多酚物质含量较多,较高的发酵温度有利于这类物质的浸出,发酵后原酒的多酚指数一般在 $50\sim 75$,适于生产陈酿型红葡萄酒

2.3 大型发酵罐的温度控制

传统的立式发酵罐是通过冷却夹套来冷却发酵液体的,因此,发酵罐壁附近区域是冷却效率最高的部位,冷却的发酵液由于比重较大而沿罐壁下沉积聚在罐底。随着发酵产生热量,顶层皮盖区成为温度最高区域,而罐底成为温度最低区。特别是对于大型发酵罐(容积60 kL以上的发酵罐),在发酵启动后2~3 d,酵母数量达到最多、活性最强、发酵反应最剧烈,因而会释放出最多的热量。此时顶层皮盖区域和罐内上方中心部位的果浆由于不能获得有效的冷却,温度往往会升高至 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。尽管有液体对流热交换作用,但不足以使罐内各部位温度均衡。因此,位于冷却夹套下方的温度探头所感知的温度比上方主发酵区域的实际温度低 $6\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。通过循环喷淋可以用罐底冷果浆对温度过高的皮盖层降温,但要注意掌握好循环喷淋的频率,如果间隔时间过长,造成上下部位的温差过大,在皮盖及附近区域生存繁殖于 32°C 的酵母,骤然受到温度为 20°C 的罐底发酵液的喷淋,对于发酵过程来说,这不是理想的温度条件,这种急剧的温度降低会促使酵母产生过多的乙醛,近而影响酒的风味。因此,对于大型发酵罐建议采用少量多频次循环喷淋的方法,即每6~8 h进行1次循环,每次泵送 $1/3$ 体积的果浆(相当于皮盖层的体积量),会使发酵液的温度相对更均衡,可避免局部区域温度过高或过低。

2.4 不同葡萄品种的发酵温度控制

我国目前用于酿制红葡萄酒的品种以赤霞珠和

表1 不同温度果浆入罐后的温控措施

果浆入罐温度	加入酵母后发酵启动时间	发酵期常见状况	解决措施
$\leq 13^{\circ}\text{C}$	$\geq 3\text{ d}$	①发酵启动迟缓 ②在皮盖形成后迅速升温,容易出现温度失控现象(特别是大型发酵罐易出现此情况)	①入罐果浆管道安装热水夹套 ②在发酵启动后2~3 d,控温设置比常规要求降低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$
$14\sim 17^{\circ}\text{C}$	2~3 d	在皮盖形成后迅速升温,容易出现温度失控现象(特别是大型发酵罐易出现此情况)	发酵启动后2~3 d,控温设置比常规要求降低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$
$18\sim 22^{\circ}\text{C}$	1~2 d	升温过程较平稳,较容易控制理想的发酵温度	常规控温操作
$\geq 23^{\circ}\text{C}$	1 d	发酵启动迅速,升温过程较平稳,较容易控制理想的发酵温度。	果浆接收罐预先适当降温,尽快添加活性干酵母,防止野生酵母发酵

梅鹿辄为主,由于品种特性的原因,在发酵启动形成皮盖后,梅鹿辄的皮盖较松软,易于通过循环和 CO_2 挥发作用带走热量;赤霞珠的皮盖较紧密,不易通过 CO_2 挥发带走热量。特别是大型发酵罐果浆装量较多,皮盖层较厚时,应更加注意赤霞珠发酵液的温度控制,做到提前预判、适时降温。另外,同一产区成熟度良好的赤霞珠葡萄中酚类物质含量往往高于梅鹿辄葡萄,因此赤霞珠葡萄发酵温度可以比梅鹿辄略高。

2.5 不同酵母添加量的发酵温度控制

条件相同的果浆,酵母添加量越大,酒精发酵启动速度越快,发酵初始 3 d 相同时段内产热量也越大,因此,需要在温度过度升高之前就启动控温设备,防止发酵旺盛期出现的持续升温。对于某些发酵速度快的活性干酵母可以考虑在允许用量范围内适当减少添加量,如将 200 g/kL 的加量降至 100 g/kL。

3 苹果酸乳酸发酵期的温度控制

在葡萄酒的酿造过程中,苹果酸乳酸发酵能够降低葡萄酒的酸度,改善口感和风味,而且能够提高生物稳定性。在自然条件中,葡萄酒中参与苹果酸乳酸发酵的乳酸菌种属于酒明串珠菌 (*Oenococcus oeni*)、乳酸菌 (*Leuconostoc mesenteroides*) 和小球菌 (*Pediococcus damnosus*)。其中,酒明串珠菌是进行苹果酸乳酸发酵的首选菌种。乳酸杆菌和小球菌虽然也能够进行苹果酸乳酸发酵,但它们在代谢过程中还会产生过多的丁二酮、醋酸以及其他副产物,从而会给葡萄酒的风味和口感带来不良影响,因此,这些菌种被认为是不良菌种。

现在,越来越多的葡萄酒厂通过人工接种酒明串珠菌 (*Oenococcus oeni*) 的方法促使葡萄酒进行苹果酸乳酸发酵。接种后苹果酸乳酸发酵的理想控温范围值是 18~

22 °C,如果温度低于 18 °C,会使苹果酸乳酸发酵速度过慢,并难于进行完全,进而影响酒体的风味和稳定性;如果温度高于 22 °C,容易使有害微生物参与苹果酸乳酸发酵,也会造成挥发酸升高;或因有害微生物代谢产生不良风味物质,降低酒体质量。特别是酒精发酵不完全(含糖量 ≥ 4 g/L 以上)的原酒进行苹果酸乳酸发酵更要严格控制好发酵温度。

对于酒精含量不同的葡萄酒苹果酸乳酸发酵温度控制也应有所区别,酒精含量高的葡萄酒应在较低的温度下进行苹果酸乳酸发酵,这是因为较高的温度会降低 *Oenococcus oeni* 的乙醇耐受力。例如,酒精度 12 %vol 的葡萄酒苹果酸乳酸发酵温度控制范围在 20~22 °C,酒精度 14 %vol 的葡萄酒苹果酸乳酸发酵温度应控制在 18~20 °C,可使 *Oenococcus oeni* 具有较短的生长迟滞时间、较快的生长速率和较高的出芽率。

通过人工接种进行苹果酸乳酸发酵的葡萄酒,在温度 (18~22 °C)、pH (3.2~3.5)、 SO_2 含量 (游离 $\text{SO}_2 \leq 10$ mg/L、总 $\text{SO}_2 \leq 40$ mg/L)、酒精度 (≤ 14 %vol) 等条件都适宜的情况下,苹果酸乳酸发酵通常会在 15 d 以内完成。当苹果酸乳酸发酵结束后分离酒脚,补充 SO_2 含量,并将原酒温度降至 12~15 °C 保存。

参考文献:

- [1] 李华.现代葡萄酒工艺学[M].西安:陕西人民出版社,2001.
- [2] 赵光璠,等.葡萄酒酿造学—原理及应用[M].北京:中国轻工业出版社,2001
- [3] 朱宝镛.葡萄酒工业手册[M].北京:中国轻工业出版社,1995.
- [4] 高年发.葡萄酒生产技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [5] R. Bauer and L.M.T. Dicks Control of Malolactic Fermentation in Wine[M]. 2004.

(上接第 40 页)

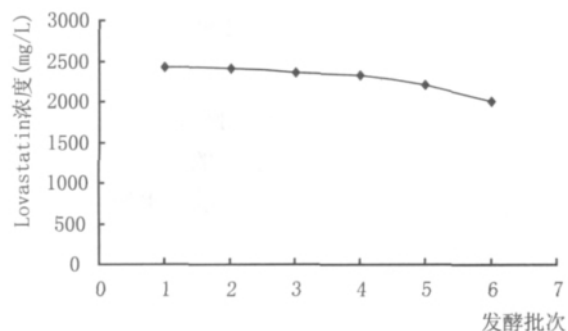


图 4 红曲霉固定化细胞发酵产 Lovastatin 稳定性

3 结论

采用相同的发酵条件,固定化红曲霉 H12 细胞和游离红曲霉 H12 细胞具有相似的前期发酵过程和 Lovastatin 最高值,但固定化红曲霉 H12 细胞表现出更长的稳定期和更好的稳定性,并可反复利用多次,提高生产效率,适应现代化工业大生产的需要。

参考文献:

- [1] 周立平.红曲霉在中国的生产及其应用(上)[J].中国酿造, 2004, 138(9): 1-4.
- [2] ALBERTS A W, CHEN J, KURON G, et al. Mevinolin: a highly potent competitive inhibitor of hydroxymethylglutaryl-coenzyme A reductase and a cholesterol-lowering agent [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1980, 77(7): 3957-3961.

业大生产的需要。