

昌黎产区赤霞珠干红葡萄酒的发酵分析

柴菊华¹, 崔彦志^{2,3}, 王莉³, 张学峰³, 侍朋宝¹

(1.河北科技师范学院食品工程系, 河北 昌黎 066600; 2.河北农林科学院石家庄果树研究所, 河北 石家庄 050061;
3.朗格斯酒庄(秦皇岛)有限公司, 河北 昌黎 066600)

摘要: 以 2005~2007 年昌黎产区优质赤霞珠为材料, 对酿造干红葡萄酒过程中理化指标进行分析, 评价以总糖、总酸、pH 值和成熟系数为指标的葡萄质量状况, 研究酒精发酵过程中的酒精产量和残糖含量, 以及酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵对葡萄汁和葡萄酒的总酸、pH 值、挥发酸的影响, 建立了葡萄酒潜在酒度与葡萄原料总糖之间的数学模型, 讨论了昌黎产区赤霞珠葡萄的酒精产率以及葡萄酒总酸和 pH 值的调整问题。

关键词: 葡萄酒; 赤霞珠; 发酵; 酒精产率; 分析

中图分类号: TS262.6; TS261.4; TQ920

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2008)11-0047-04

Analysis of the Fermentation of *Cabernet Sauvignon* Claret

CHAI Ju-hua¹, CUI Yan-zhi^{2,3}, WANG Li³, ZHANG Xue-feng³ and SHI Peng-bao¹

(1.Department of Food Engineering, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600; 2.Shijiazhuang Pomology Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Science, Shijiazhuang, Hebei 050061;
3.Bodega-langes Co. Ltd., Changli, Hebei 066600, China)

Abstract: Total sugar, total acid, pH and maturity coefficient of *Cabernet sauvignon* from 2005 to 2007 in Changli were evaluated in this paper. Alcohol yield and residual sugar content after alcohol fermentation, and the effects of alcohol fermentation and malolatic fermentation on total acid, pH, and volatile acid content were studied. Then the formula between potential content of alcohol and total sugar in must was established. And alcohol yield of quality *Cabernet sauvignon* in Changli and the adjustment of total acid and pH in grape wine were discussed.

Key words: wine; *Cabernet sauvignon*; fermentation; alcohol yield; analysis

赤霞珠(*Cabernet Sauvignon*)以其适应性强、果香浓郁、酒体丰满、陈酿潜质佳等优点, 在我国和世界范围内广泛栽培, 素有“红酒之王”的美称。昌黎是我国干红葡萄的主产区之一, 其主栽品种赤霞珠在葡萄酒工业中发挥了重要的作用。

葡萄酒酒精发酵(简称 AF)和苹果酸-乳酸发酵(简称 MLF)是生产优质干红葡萄酒重要的工艺环节, 酿酒师需在有限的时间内对大批葡萄原料进行加工工艺决策, 以生产出高质量的葡萄原酒。目前国内有关葡萄酒发酵理化指标的研究报道很少^[1~5]。本研究的目的旨在规模化生产条件下, 分析赤霞珠干红葡萄酒发酵常规理化指标, 以期昌黎产区赤霞珠干红葡萄酒的生产提供理论依据或参考。

1 材料与方法

1.1 材料

赤霞珠葡萄: 河北昌黎朗格斯酒庄的酿酒葡萄园。

2005 年葡萄采收期自 10 月 16 日开始至 10 月 23 日结束, 发酵 11 罐, 共入料 61.92 t; 2006 年自 10 月 6 日开始至 10 月 18 日结束, 发酵 16 罐, 共入料 210.67 t; 2007 年自 9 月 29 日开始至 10 月 21 日结束, 发酵 7 罐, 共入料 96.28 t。

1.2 方法

1.2.1 发酵工艺流程

优质赤霞珠葡萄→严格分选→除梗破碎入罐(加 SO₂、果胶酶)→循环→加活化干酵母→AF(26~30℃)→开放式倒罐喷淋皮渣帽(每日 3 次)→加入发酵助剂→发酵结束→带皮浸渍 2~7 d→分离自流酒→压榨皮渣→接种乳酸菌→MLF(18~20℃)→MLF 结束后分离、SO₂ 处理→干红原酒

1.2.2 理化指标测定

按 GB/T15038-1994 和 GB15038-2006 的要求进行: 总糖采用直接滴定法; 总酸(酒石酸计)采用指示剂法; 挥发酸(醋酸计)采用水蒸汽蒸馏器法; 酒精度采用密度瓶法; pH 值采用电位法。

收稿日期: 2008-08-07

作者简介: 柴菊华(1969-), 女, 四川眉山人, 副教授, 研究方向: 葡萄与葡萄酒。

通讯作者: 崔彦志(1966-), 男, 国家葡萄酒评委, 朗格斯酒庄首席酿酒师, E-mail: cuiyz999@sina.com。

表 1 赤霞珠葡萄的糖酸含量、成熟系数和 pH 值

年份	总糖(g/L)			总酸(g/L)			成熟系数			pH 值		
	平均*	最大	最小	平均*	最大	最小	平均*	最大	最小	平均*	最大	最小
2005 n=11	211.4a	223.8	206.0	6.37b	8.50	4.1	33.2a	50.2	24.9	3.60a	3.89	3.47
2006 n=16	204.7b	212.9	193.6	7.39a	8.78	6.53	27.7b	31.3	22.1	3.64a	3.88	3.45
2007 n=7	196.2c	204.8	188.1	5.98b	6.23	5.88	32.8a	33.5	32.0	3.59a	3.66	3.51
平均	204.1	213.8	195.9	6.58	7.84	5.50	31.2	38.3	26.3	3.61	3.81	3.48

注: *不同字母 a、b、c 代表数据在 $\alpha = 0.05$ 时方差分析差异显著后进行多重比较的结果; 相同字母代表数据间无显著差异。

1.2.3 理化指标分析

运用 Excel 和 Spss12 软件配合统计各项理化指标, 进行方差分析, 建立回归方程。

计算公式: 成熟系数 = 总糖 / 总酸。

2 结果与分析

2.1 葡萄原料质量(表 1)

由表 1 可知, 3 年的葡萄原料质量都达到了较高的质量水平, 平均含糖量为 204.1 g/L, 最低的 2007 年为 196.2 g/L, 最高的 2005 年达到了 211.4 g/L; 平均含酸量为 6.58 g/L, 酸量适中; 成熟系数较大, 平均为 31.2; 但 pH 值较高, 平均 3.61。说明在昌黎产区自营管理的葡萄园, 严格控制产量和采收期, 对生产优质赤霞珠葡萄具有重要意义。

2.2 酒精发酵分析

2.2.1 酒度和酒精产率(表 2)

3 年生产的酒精发酵资料(表 2)表明, 平均酒度为 12.11 %vol、最低为 11.31 %vol、最高为 12.89 %vol, 说明在加强葡萄园管理条件下, 昌黎产区赤霞珠设计生产 12 %vol 的葡萄酒完全不需外加糖源。

理论上产生 1 %vol 酒精需消耗 15.65 g 的糖, 试验表明, 实践上每产生 1 %vol 酒精需要 16~17 g 的糖^[6], 也有人认为干白葡萄酒需 17 g 糖, 而干红葡萄酒需 18 g 糖^[7~8], 笔者的研究结果是 3 年分别为 16.40 g、16.87 g 和 17.36 g, 与报道基本一致, 但年份间差异显著, 因此年份是影响糖酒转化效率的重要因素。

酒度与葡萄含糖量之间存在线性回归和极显著相关关系(见图 1), 酒精产率的数学模型为: 潜在乙醇 y (%vol) = $0.0596 \times x$, 0.0596 为转化因子, x 为葡萄汁的滴定糖度(g/L), 这一数学模型的建立对酿酒师具有重要的实

践意义。

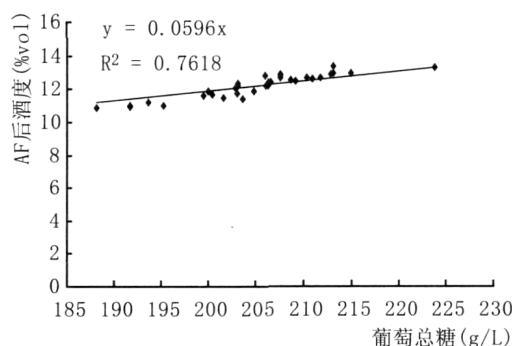


图 1 AF 后酒度与葡萄总糖的相关性

2.2.2 残糖量

酒精发酵结束后葡萄酒的残糖含量均在 4 g/L 以下, 但 3 年中仍存在显著差异, 2005~2007 年平均值分别为 3.26 g/L、2.76 g/L 和 2.73 g/L(表 3)。经回归和相关分析, 发现葡萄酒的残糖量与葡萄原料含糖量呈一定的相关关系, 这可能是因为随着葡萄含糖量的增加, 其非发酵性糖的比例也有所提高, 这一结果可以解释国外优良产区干红葡萄酒一般残糖偏高的现象。

表 3 酒精发酵后赤霞珠葡萄酒的残糖

年份	残糖(g/L)			残糖量与葡萄含糖量的回归方程	R 值
	平均*	最大	最小		
2005	3.26a	3.8	2.85	$y = 0.0143x$	0.4919 **
2006	2.76b	3.5	2.2		
2007	2.73b	3.35	2.05		

注: *不同字母 a、b 代表数据在 $\alpha = 0.05$ 时经方差分析差异显著后进行多重比较的结果。**表示 1 %显著水平相关。

2.2.3 酒精发酵对总酸和 pH 值的影响

年份间葡萄原料的总酸含量有显著差异, 但酒精发酵后葡萄酒的总酸含量不再呈现显著差异(表 4), 即葡萄醪的总酸低, 在酒精发酵过程中总酸升高; 葡萄醪总酸高, 则在酒精发酵过程中总酸降低; 总酸适中, 则不升不降; 总酸含量有向一个“平衡点”(6.90, 图 2)靠拢的趋势, 这可能是由于发酵过程中的酒石沉淀、酵母对苹果酸的分解和对大多数氨基酸的消耗、嫌气性细菌对柠檬酸的分解导致的“降酸效应”^[9~11], 以及乳酸、琥珀酸等部分副产物的生成引起的“增酸效应”综合影响所致。3

表 2 葡萄酒的酒度和酒精产率

年份	原料总糖(g/L)			酒度(%vol)			单位酒度耗糖		
	平均*	最大	最小	平均*	最大	最小	平均*	最大	最小
2005	211.4a	223.8	206.0	12.89a	13.40	12.58	16.40c	16.81	15.91
2006	204.7b	212.9	193.6	12.14b	12.87	11.23	16.87b	17.88	16.46
2007	196.2c	204.8	188.1	11.31c	11.91	10.86	17.36a	17.75	16.82
平均	204.1	213.8	195.9	12.11	12.73	11.56	16.88	17.48	16.40

注: *不同字母 a、b、c 代表数据在 $\alpha = 0.05$ 时经方差分析差异显著后进行多重比较的结果。

表 4 酒精发酵对总酸和 pH 值的影响*

年份	AF 前总酸(g/L)			AF 后总酸(g/L)			总酸变化	pH 值变化		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小		AF 前	AF 后	升高值
2005	6.37b	8.50	4.10	6.84a	8.17	5.33	0.47	3.60a	3.97a	0.37a
2006	7.39a	8.78	6.53	6.70a	7.51	5.06	-0.69	3.64a	3.99a	0.35a
2007	5.98b	6.23	5.83	7.15a	7.56	6.71	1.17	3.59a	3.73b	0.14b
平均	6.58	7.84	5.49	6.90	7.75	5.70	0.32	3.61	3.90	0.29

注: *不同字母 a、b 代表数据在 $\alpha = 0.05$ 时方差分析差异显著后进行多重比较的结果; 相同字母代表数据间无显著差异。

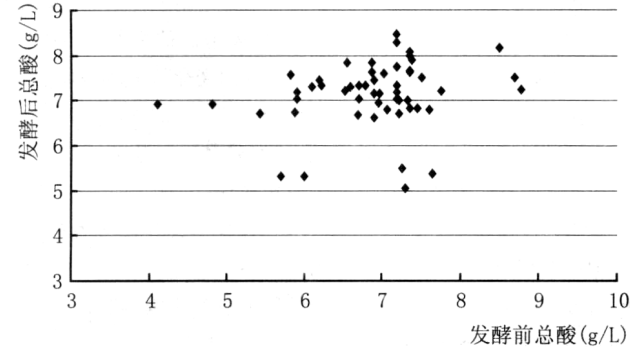


图 2 发酵前后总酸含量的散点图

年葡萄汁的 pH 值相比无显著差异,但在酒精发酵过程中 pH 值均明显升高,且年份间存在显著差异。

2.2.4 挥发酸生成量

葡萄经酒精发酵后均会产生少量挥发酸,不同年份酒精发酵结束后葡萄酒的挥发酸含量有显著差异,2005~2007 年依次为 0.20 g/L、0.17 g/L 和 0.10 g/L。图 3 反映了葡萄酒的挥发酸含量与葡萄原料含糖量呈线性回归和相关关系,从趋势上看,含糖量高的葡萄,发酵后酒的挥发酸量也较高。Schanderl(1959)在研究葡萄的含糖量和挥发酸产量的关系时,也发现了在某个含糖量范围内(110~300 g/L)存在类似趋势^[6],这一结果可以解释像贵腐酒、冰酒等一般挥发酸含量较高的原因。

2.3 苹果酸-乳酸发酵分析

2.3.1 总酸和 pH 值的变化

3 年葡萄原料的总酸含量有明显差异,经酒精发酵和苹果酸-乳酸发酵后不同年份间葡萄酒的总酸含量均无显著差异,总酸含量平均维持在 5.07 g/L(表 5)。经苹果酸-乳酸发酵后葡萄酒的总酸含量都显著下降,降酸幅度在 1.70~2.09 g/L,平均降低值达 1.87 g/L。不同年份赤霞珠从葡萄到葡萄干红原酒的发酵过程中降酸幅

表 5 发酵对葡萄酒总酸和 pH 值的影响*

年份	总酸(g/L)								pH 值				
	葡萄	MLF 前	MLF 后	MLF 降低值	MLF 降酸率(%)	发酵总降酸	发酵降酸率(%)		葡萄	MLF 前	MLF 后	升高值	pH 值总变化
2005	6.37b	6.84a	5.14a	1.70a	24.9a	1.23b	19.3b		3.60a	3.97a	—	—	—
2006	7.39a	6.70a	5.02a	1.82a	25.1a	2.37a	32.1a		3.64a	3.99a	4.03a	0.04a	0.39a
2007	5.98b	7.15a	5.06a	2.09a	29.2a	0.92b	15.4b		3.59a	3.73b	3.93a	0.20b	0.34a
平均	6.58	6.90	5.07	1.87	26.4	1.51	22.3		3.61	3.90	3.98	0.12	0.37

注: *不同字母 a、b 代表数据在 $\alpha = 0.05$ 时方差分析差异显著后进行多重比较的结果; 相同字母代表数据间无显著差异。

度不同,说明昌黎不同年份气象条件的变化对葡萄总酸及不同有机酸含量的影响很大。2007 年原酒苹果酸-乳酸发酵后 pH 值明显升高,升高值达 0.20,而 2006 年原酒苹果酸-乳酸发酵前后 pH 值无显著差异,说明 2006 年酒精发酵后的原酒具有较强的 pH 值缓冲能力。平均 pH 为 3.98,较高的 pH 值可能与葡萄和葡萄酒中较高 K^+ 含量有关。

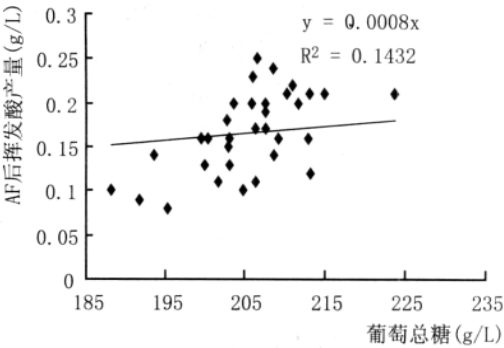


图 3 AF 后挥发酸产量与葡萄总糖的相关性分析

2.3.2 挥发酸的变化

不同年份 AF 结束后葡萄酒的挥发酸含量有显著差异,经 MLF 再次引起葡萄酒的挥发酸含量显著上升,结果见表 6。

表 6 MLF 前后酒样中挥发酸含量的变化

年份	挥发酸(g/L)		增加值
	MLF 前	MLF 后	
2005	0.20a	—	—
2006	0.17a	0.43a	0.26b
2007	0.10b	0.46a	0.36a
平均	0.16	0.45	0.31

2.3.3 其他成分的变化

MLF 前后葡萄酒酒精含量、残糖含量均无显著变化,而总 SO_2 、游离 SO_2 都明显降低。

3 讨论

3.1 昌黎产区优质赤霞珠葡萄的酒精产率

在葡萄酿酒过程中,实际的酒精产率因受多种因素的影响都达不到理论值,而对酿酒师来说,预测酒精产量比单纯测定葡萄汁的含糖量更具有重要的现实意义。

长期以来, 众多的欧美学者对酒精产率进行了大量研究, 并提出了不同的数学模型^[1], 但这些模型的建立都是以 Brix 糖度或 Oe 糖度为葡萄汁糖度的测定基础, 这就不可避免地需要在公式中修正非糖浸出物的影响, 而且由于酒精产率受产地生态条件、葡萄品种、年份等多种因素的影响, 这些公式的使用都具有局限性, 将其运用到我国葡萄酒酿造中显然也是不适宜的, 然而我国尚无人进行过这方面的研究。

昌黎是我国重要的葡萄酒产区之一, 也是我国第一个葡萄酒原产保护地域, 赤霞珠为主栽品种。试验分析了昌黎产区优质赤霞珠葡萄酿酒的 3 年共 34 个样本资料, 以滴定法测定葡萄汁的糖度, 消除了非糖浸出物的影响, 首次提出了昌黎产区优质赤霞珠葡萄以滴定糖为基础的酒精产率数学模型: 潜在乙醇浓度 y (%vol) = $0.0596x$, x 为葡萄汁滴定糖度(g/L), 相关关系显著。在昌黎产区赤霞珠葡萄的采收期在 9 月底至 10 月, 较好管理的葡萄园赤霞珠含糖量可以达到 190~220 g/L 以上, 据此可以预测发酵的酒精产量平均为 12 %vol 以上, 因此该数学模型对昌黎产区优质赤霞珠酿酒具有重要的实践意义, 但这一模型可能也具有局限性, 对于我国其他产区和其葡萄品种更为精确的酒精产量预测, 还应建立在严格的试验基础之上。

3.2 昌黎产区赤霞珠葡萄酒总酸和 pH 值的调整

1960 年 Neger 等和 1982 年 Ribereau-Gayon 等曾报道, 如果葡萄酸度低, 则发酵过程中总酸增高; 相反, 则总酸降低, 且降低的幅度与葡萄酸的酸度成正比^[8]。我们在多个酿酒葡萄品种多年份优质酿酒葡萄的发酵过程中也观察到了这一现象。昌黎产区优质的赤霞珠葡萄经酒精发酵后总酸含量可能升高, 也可能降低, 总体的趋势是向 6.90 g/L 方向移动, 所以酒精发酵前不需进行原料的酸度调整。

在苹果酸-乳酸发酵结束后, 原酒平均总酸含量在

(上接第 46 页)

色、颗粒均匀的高性能活性炭, 这种活性炭脱色、脱臭能力强, 吸附力也强^[8~9], 除浊效果好。

用活性炭处理低度白酒时, 应定时搅拌, 严格把好过滤关, 保证过滤质量。同时, 避免在高温条件下进行吸附操作, 否则会影响除浊效果。

参考文献:

[1] 沈怡方. 白酒生产技术全书[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 548-565.
[2] 徐成勇, 等. 低度白酒除浊研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2001, (10): 71-74.
[3] 孙西玉, 梁邦昌. 中国低度白酒的历史沿革与白酒发展趋势

5.07 g/L, 这是一个品尝上合适的酸度, 但 pH 值在 3.98, 明显偏高。在葡萄酒的贮存和成熟过程中, 较高的 pH 值更容易使酒遭受微生物的污染, 因此苹果酸-乳酸发酵结束后原酒应添加 0.5~1 g/L 的酒石酸进行增酸处理, 以降低 pH 值, 并在澄清后尽快进行冷稳定处理, 以除去酒中过高的 K^+ 含量, 进一步降低 pH 值, 增强葡萄酒的生物稳定性。

参考文献:

[1] 安丹玫. 干红葡萄酒中苹果酸-乳酸发酵的研究 II. 苹果酸-乳酸发酵所导致干红葡萄酒有关成分的变化及其对酒质的影响[J]. 食品与发酵工业, 1988, (6): 9-17.
[2] 张春晖, 王华, 李华. 苹果酸-乳酸发酵对干红葡萄酒品质的影响[J]. 西北农业大学学报, 1999, (6): 74-78.
[3] 樊玺, 李记明, 吕文鉴. 烟 73 葡萄酒的苹果酸-乳酸发酵 (MLF)[J]. 酿酒科技, 2006, (4): 77-78.
[4] 王秀君, 王军, 沈育杰. 山葡萄酒发酵过程中糖、酸、乙醇的变化研究[J]. 食品科技, 2007, (7): 118-121.
[5] 李君霞, 都振江, 王焕香, 等. 沙城产区赤霞珠、霞多丽葡萄发酵过程中主要有机酸的变化[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2007, (4): 54-55.
[6] M.A. Amerine, H.W. Berg, R.E. Kunkee et al. The technology of wine making (fourth edition)[M]. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1979.
[7] Dr. Yair Margalit. Winery Technology & Operations[M]. San Francisco: the Wine Appreciation Guild LTD, 1996.
[8] 李华. 现代葡萄酒工艺学[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000.
[9] 高年发, 李小刚, 杨枫. 葡萄及葡萄酒中的有机酸及降酸研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 1999, (4): 48-51.
[10] 李华, 王华, 袁春龙, 等. 葡萄酒化学[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
[11] 赵光鳌, 等译 (Roger B. Boulton Vernon L. Singleton Linda F. Bisson Ralph E. Kuntze 著). 葡萄酒酿造学原理及应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.

[J]. 酿酒科技, 2007, (6): 73-76.
[4] 沈怡方. 低度优质白酒研究中的几个问题[J]. 酿酒科技, 2007, (6): 77-81.
[5] 李大和. 低度白酒发展的思考[J]. 酿酒科技, 2007, (6): 82-86.
[6] 张亚维. 活性炭对降度酒除浊效果试验报告[J]. 酿酒科技, 2007, (1): 65-66.
[7] 王传荣, 卢湘萍, 沈洪涛. 酒类专用炭的应用体会[J]. 酿酒科技, 2001, (6): 95.
[8] 赖登辉. 低度白酒生产技术与实践[J]. 酿酒科技, 2007, (7): 88-93.
[9] 曹翠平. 低度白酒浑浊的原因及活性炭处理法[J]. 酿酒科技, 2006, (10): 56-57.