

[ 文章编号 ] 1000-2782( 1999) 06-0074-05

# 苹果酸-乳酸发酵对干红葡萄酒品质的影响

张春晖, 王 华, 李 华

( 西北农业大学葡萄酒学院, 陕西杨陵 712100 )

[ 摘 要] 利用酒明串珠菌(*Leuconostoc oenos*) 31 DH 研究了苹果酸-乳酸发酵(MLF)对葡萄酒品质的影响。结果表明, 蛇龙珠、赤霞珠、佳利酿和黑比诺等 4 个品种酒样经 MLF 后, 总酸、挥发酸和挥发酯等成分含量均发生显著变化, 其中总酸含量分别降低 21.7%, 31.3%, 35.9% 和 27.8%; 挥发酸和挥发酯含量分别上升 0.25 ~ 0.31 g · L<sup>-1</sup> 和 0.15 ~ 0.22 g · L<sup>-1</sup>; 风味平衡指数均达 5 以上; 品尝鉴定表明, 经过 MLF 的葡萄酒口感变得柔和、润口、协调, 酒质得到提高。

[ 关键词] 苹果酸-乳酸发酵; 干红葡萄酒; 酒品质

[ 中图分类号] TS262.6 [ 文献标识码] A

葡萄酒的苹果酸-乳酸发酵(malolactic fermentation, MLF) 是酒精发酵后由乳酸菌引起的第二次发酵, 该过程将苹果酸经脱羧作用转化为乳酸和 CO<sub>2</sub>。MLF 主要作用之一是用于葡萄酒的降酸。在较寒冷的葡萄栽培区, 酒精发酵后的生葡萄酒中的有机酸含量很高, MLF 所起到的降酸作用已受到重视, 同时控制良好的 MLF 不仅降酸效果明显, 而且还能在其他方面提高酒质, 如乳酸菌的代谢产物能增加酒的香气复杂性和进行风味修饰等。迄今为止, 国外如法国、美国、澳大利亚等国对 MLF 进行了较为深入的理论探讨和实际应用, 而我国在这一领域的研究工作开展得较少<sup>[1]</sup>。为此, 本研究利用酒明串珠菌 31 DH 对 4 个葡萄品种的干红葡萄酒进行了 MLF, 研究了这一过程对酒质的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 菌种和供试酒样

酒明串珠菌(*Leuconostoc oenos*) 31 DH 活性干细菌由中国食品与发酵工业科学研究所提供。酒样为蛇龙珠(Cabernet Gernischet)、赤霞珠(Cabernet Sauvignon)、佳利酿(Carignane) 和黑比诺(Pinor noir) 经酒精发酵结束后的生干红葡萄酒。

### 1.2 菌种扩大培养与接种

活化方法按菌种活化指导说明进行。扩大培养采用葡萄汁液体培养基<sup>[2]</sup>, 25 条件下, 先在 5 mL 试管中培养 6 ~ 7 d, 转入 250 mL 三角瓶中培养 5 d 后, 再转入 2.5 L 玻璃瓶中培养 4 ~ 5 d 后, 按 20 mL · L<sup>-1</sup> 的接种量接种, MLF 温度控制在 18 ~ 21 。

### 1.3 分析方法

总酸、挥发酸、酒精度、总 SO<sub>2</sub> 和游离 SO<sub>2</sub> 含量的测定按葡萄酒、果酒通用测定方法

[ 收稿日期] 1998-10-08  
[ 基金项目] 陕西省科委计划项目(95K-02-G8-02)  
[ 作者简介] 张春晖(1971-), 男, 在读博士

Copyright © 2000 Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http

(GB/T 15037-94) 进行; 挥发酯水解后用中和滴定法; 单宁用高锰酸钾滴定法; pH 值用 pH S-2 型酸度计测定; MLF 监测采用纸层析法, 展开剂为丁醇-乙酸, 显色剂为溴酚蓝。根据酒中各酸组分在滤纸上的展开速度不同, 显色后有机酸呈黄色斑点, 从苹果酸斑点的有无判断 MLF 进程; 葡萄酒品评由西北农业大学葡萄酒学院国家级评酒员培养班全体学员和教师完成, 品尝按国际葡萄与葡萄酒组织( OIV) 标准进行<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 MLF 引起酒成分的变化

2.1.1 总酸和 pH 的变化 MLF 前后, 葡萄酒中的总酸和 pH 值都有较大幅度的变化, 4 个酒样经 MLF 后, 总酸含量下降, pH 值上升(表 1)。

表 1 MLF 前后酒样中总酸和 pH 值的变化

| 酒样  | 总酸/(g·L <sup>-1</sup> ) |       |      | 降酸率/% | pH 值  |       |      |
|-----|-------------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|
|     | MLF 前                   | MLF 后 | 降低值  |       | MLF 前 | MLF 后 | 升高值  |
| 蛇龙珠 | 8.28                    | 6.48  | 1.80 | 21.7  | 3.28  | 3.42  | 0.14 |
| 赤霞珠 | 9.02                    | 6.20  | 2.82 | 31.3  | 3.36  | 3.60  | 0.24 |
| 佳利酿 | 9.57                    | 6.13  | 3.44 | 35.9  | 3.38  | 3.60  | 0.22 |
| 黑比诺 | 7.73                    | 5.58  | 2.15 | 27.8  | 3.48  | 3.80  | 0.32 |

注: 总酸以酒石酸计。

对 MLF 降酸机理已经研究得较为清楚<sup>[1]</sup>, 不同品种酸降幅度不同, 这取决于不同品种葡萄酒中的有机酸含量和种类<sup>[4]</sup>。表 1 表明, 经过 MLF 后, 佳利酿的降酸率最高, 为 35.9%, 蛇龙珠最低, 为 21.7%。

2.1.2 挥发性成分的变化 葡萄酒中的挥发性成分主要是挥发酸和挥发酯, 两者都影响酒的香气。挥发酸的影响是负面的, 生产工艺操作中应尽量降低其含量。表 2 表明, MLF 后 4 个品种酒样的挥发酸含量都有所上升, 上升幅度在 0.25~0.31 g·L<sup>-1</sup>, 且品种间存在差异, 但各酒样最终挥发酸含量均低于国标规定的标准<sup>[2]</sup>。

表 2 MLF 前后酒样中挥发性成分含量的变化

| 酒样  | 挥发酸/(g·L <sup>-1</sup> ) |       | 增加值  | SSR 测验 |      | 挥发酯/(g·L <sup>-1</sup> ) |       | 增加值  | SSR 测验 |      |
|-----|--------------------------|-------|------|--------|------|--------------------------|-------|------|--------|------|
|     | MLF 前                    | MLF 后 |      | 0.05   | 0.01 | MLF 前                    | MLF 后 |      | 0.05   | 0.01 |
| 蛇龙珠 | 0.18                     | 0.49  | 0.31 | a      | A    | 0.24                     | 0.43  | 0.19 | a      | A    |
| 佳利酿 | 0.17                     | 0.46  | 0.29 | a      | A    | 0.18                     | 0.39  | 0.21 | a      | A    |
| 黑比诺 | 0.15                     | 0.42  | 0.27 | ab     | A    | 0.16                     | 0.38  | 0.22 | a      | A    |
| 赤霞珠 | 0.16                     | 0.41  | 0.25 | b      | A    | 0.23                     | 0.38  | 0.15 | b      | B    |

注: 挥发酸以乙酸计; 挥发酯以乙酸乙酯计。

挥发酯是葡萄酒香气的构成主体。适当含量的挥发酯会使酒香加浓, 有利于酒的风味和复杂性的形成, 但含量过高就会使之带有异味, 反而使酒质降低。4 个酒样 MLF 后的挥发酯与挥发酸含量相比, 增加值较低, 为 0.15~0.22 g·L<sup>-1</sup>。

2.1.3 其他成分的变化 供试生葡萄酒在 MLF 前后酒精含量变化不大, 而总 SO<sub>2</sub>、游离 SO<sub>2</sub> 和单宁含量都有所降低, 如表 3 所示。

表 3 MLF 前后酒样中其他成分的变化

| 酒 样 | 酒精体积分数/ % |       | 总 SO <sub>2</sub> / (mg · L <sup>-1</sup> ) |       | 游离 SO <sub>2</sub> / (mg · L <sup>-1</sup> ) |       | 单 宁/(g · L <sup>-1</sup> ) |       |
|-----|-----------|-------|---------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|-------|----------------------------|-------|
|     | MLF 前     | MLF 后 | MLF 前                                       | MLF 后 | MLF 前                                        | MLF 后 | MLF 前                      | MLF 后 |
| 蛇龙珠 | 10.2      | 10.3  | 37.8                                        | 28.2  | 8.8                                          | 5.4   | 1.52                       | 1.43  |
| 赤霞珠 | 10.5      | 10.5  | 37.5                                        | 32.3  | 16.3                                         | 12.2  | 1.46                       | 1.44  |
| 佳利酿 | 10.4      | 10.6  | 30.2                                        | 26.7  | 7.6                                          | 5.8   | 1.42                       | 1.39  |
| 黑比诺 | 11.3      | 11.3  | 41.5                                        | 29.1  | 12.6                                         | 6.6   | 1.27                       | 1.25  |

2.2 MLF 后风味平衡指数的变化

干红葡萄酒中的酒精度、总酸和单宁是构成酒体的骨架成分, 三者的平衡是红葡萄酒协调的最基本条件。Peynaud 在研究干红葡萄酒的口感与成分的关系时, 认为风味平衡指数可以较好地评定红葡萄酒口感的协调性: 平衡指数在 4 左右时, 口味淡薄, 硬口; 大于 5 时, 口感圆润; 在 6~7 时, 口味圆润, 醇和而味长<sup>[5]</sup>。表 4 结果表明, 同对照组相比, 4 个酒样经 MLF 后, 风味平衡指数都增大到 5 以上。

表 4 经 MLF 后酒样中风味平衡指数变化

| 酒样  | 酒精体积分数/ % | 总酸/(g · L <sup>-1</sup> ) | 单宁/(g · L <sup>-1</sup> ) | 平衡指数 | 对照组<br>平衡指数 |
|-----|-----------|---------------------------|---------------------------|------|-------------|
| 蛇龙珠 | 10.3      | 3.82                      | 1.43                      | 5.05 | 4.55        |
| 赤霞珠 | 10.5      | 3.95                      | 1.44                      | 5.11 | 3.30        |
| 佳利酿 | 10.6      | 3.75                      | 1.39                      | 5.46 | 3.12        |
| 黑比诺 | 11.3      | 3.59                      | 1.25                      | 6.46 | 5.12        |

注: 总酸以 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 计。

2.3 MLF 后酒质的品尝鉴定

4 个酒样经 MLF 后, 对其进行了对比品尝鉴定(黑比诺酒样因 MLF 后酒体颜色较浅, 只参与品尝, 未参与打分)。结果见表 5。

表 5 酒样品尝评分结果

| 评尝员<br>编号 | 蛇龙珠       |          |      | 赤霞珠       |          |      | 佳利酿       |          |      |
|-----------|-----------|----------|------|-----------|----------|------|-----------|----------|------|
|           | MLF<br>降酸 | 化学<br>降酸 | CK   | MLF<br>降酸 | 化学<br>降酸 | CK   | MLF<br>降酸 | 化学<br>降酸 | CK   |
| 1         | 90.0      | 89.0     | 87.5 | 91.5      | 90.0     | 89.5 | 83.0      | 85.0     | 82.0 |
| 2         | 89.0      | 88.0     | 86.0 | 90.5      | 85.0     | 83.0 | 87.5      | 91.5     | 92.0 |
| 3         | 92.0      | 90.0     | 86.0 | 85.0      | 94.0     | 88.0 | 91.0      | 80.0     | 85.0 |
| 4         | 90.0      | 85.0     | 87.0 | 87.0      | 86.0     | 82.0 | 84.0      | 85.0     | 82.0 |
| 5         | 90.5      | 89.0     | 88.5 | 89.0      | 90.0     | 88.5 | 89.0      | 90.0     | 88.0 |
| 6         | 91.0      | 86.0     | 83.0 | 92.0      | 88.0     | 86.0 | 84.0      | 88.0     | 75.0 |
| 7         | 85.0      | 92.0     | 84.0 | 94.0      | 86.0     | 93.0 | 87.0      | 82.0     | 79.0 |
| 8         | 91.5      | 90.0     | 88.5 | 93.5      | 86.0     | 88.0 | 90.0      | 86.5     | 85.0 |
| 9         | 87.5      | 88.5     | 88.0 | 86.0      | 88.5     | 85.0 | 88.0      | 86.0     | 82.0 |
| 10        | 82.0      | 83.0     | 84.0 | 91.0      | 86.0     | 85.0 | 82.5      | 77.0     | 77.5 |
| 11        | 90.0      | 88.5     | 87.0 | 89.0      | 87.5     | 87.0 | 88.5      | 87.5     | 86.5 |
| 12        | 85.0      | 87.0     | 88.0 | 87.5      | 86.5     | 88.5 | 80.0      | 78.0     | 84.0 |
| 13        | 88.5      | 86.0     | 88.0 | 90.5      | 90.0     | 88.5 | 86.5      | 89.5     | 86.0 |
| 14        | 92.0      | 90.0     | 88.0 | 94.0      | 95.0     | 90.0 | 82.0      | 84.0     | 81.0 |
| 名次得分      | 32        | 28       | 24   | 36        | 29       | 19   | 33        | 31       | 20   |

注: CK 为未经降酸处理, 化学降酸是指 CaCO<sub>3</sub> 降酸。

表 5 品尝结果表明, 接种酒明串珠菌 31 DH 进行 MLF 降酸后, 蛇龙珠、赤霞珠干红葡萄酒滋味柔和、润口, 协调, 酒质明显提高; 佳利酿、黑比诺酒样经 MLF 后, 酒质也有所改善, 颜色变得老熟, 呈浅红色或橙红色。同时, 还对酒样进行了对照品尝并打分。

对 3 个品种酒样的 3 个处理, 分别进行名次排列比较, 第 1 名计 3 分, 第 2 名计 2 分, 第 3 名计 1 分, 然后求和计名次得分。结果表明, 3 个酒样经 MLF 处理得分最高, 其次是化学降酸的酒样, CK 最低。

### 3 讨 论

我国酿酒葡萄栽培主要集中在黄河以北较寒冷地区, 正常年份葡萄酒中的有机酸含量较高, 必须进行降酸处理。通常的化学降酸和冷冻降酸都只能作用于酒石酸, 不能除去苹果酸。苹果酸含量高的葡萄酒口感酸涩、酒体粗糙。另外, 苹果酸还是微生物生理代谢中化学性质活跃的底物, 含有苹果酸的葡萄酒可能在装瓶后发生微生物病害, 出现瓶内发酵, 造成葡萄酒酸败<sup>[6]</sup>。MLF 能专一地分解苹果酸生成乳酸, 葡萄酒经过 MLF 后, 总酸含量显著下降(表 1), 对微生物的稳定性增加。同时, MLF 能提高酒中挥发酯的含量, 有利于风味复杂性的形成(表 2)。MLF 还改变了葡萄酒中醛类、酯类、氨基酸和维生素等微量成分的浓度和比例, 改变了呈香物质的含量, 加快了酒的老熟<sup>[7,8]</sup>。但 MLF 对酒质的增进作用受乳酸菌的发酵特性、葡萄品种、葡萄酒类型以及工艺条件等因素的制约。生产上应根据具体情况选择产挥发酸量少的菌株, 并在工艺操作上尽可能地使 MLF 进行得纯正, 以更好地增进酒质。

#### [参考文献]

[1] 王 华, 张春晖, 李 华. 乳酸菌在葡萄酒酿造中的应用[J]. 西北农业大学学报, 1996(4): 92~98.  
[2] 刘玉田, 徐滋恒, 陈肖兴. 现代葡萄酒酿造技术[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1990.  
[3] 李 华. 葡萄酒品尝学[M]. 北京: 中国青年出版社, 1992.  
[4] 张春晖, 李 华, 夏霜梅. 酒明串珠菌 31DH 酿酒特性的研究[J]. 微生物学通报, 1997(1): 14~18.  
[5] 〔法〕Peynaud E 著. 葡萄酒科学与工艺[M]. 朱宝镛, 赵光鳌, 张继民, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 1992.  
[6] Gao C X, Fleet G H. The degradation of malic acid by high density cell suspensions of *Leuconostoc oenos*[J]. J Appl Bacteriol, 1994, 76: 632~637.  
[7] Davis C R, Wibowo D J, Eschenbruch R, et al. Practical implications of malolactic fermentation[M]. A Review Am J Enol Vitic, 1985, 36: 290~301.  
[8] Davis C R, Wibowo D J, Lee T H. Growth and metabolism of lactic acid bacteria during and after malolactic fermentation of wines at different pH[J]. Appl Environ Microbiol, 1986, 51: 281~295.

## Effects of malolactic fermentation on dry red wine quality

ZHANG Chun-hui, WANG Hua, LI Hua

(College of Enology, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

studied with *Leuconostoc oenos* 31DH and four varieties of grape's dry red wine (Cabernet Gernischet, Cabernet sauvignon, Carignane and Pinot noir). The results indicated that the content of total acid, volatile acid and ester changed significantly after MLF. Reduction rates of total acid were 21.7%, 31.3%, 35.9% and 27.8%, respectively. Volatile acid and ester increased by  $0.25\text{--}0.31\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  in the former and  $0.15\text{--}0.22\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  in the latter. Flavor balance index reached 5. Compared with control, the wine treated with MLF tasted softer and mellow, so MLF was beneficial to wine quality.

**Key words:** malolactic fermentation; dry red wine; quality

## 西北农业大学冻干园产品生产技术荣膺世博会银奖

在刚刚结束的 '99 昆明世界园艺博览会上, 由西北农业大学园艺系青年教师张延龙主持的“真空冷冻干燥脱水技术——干花、干蔬、干果”项目, 受到专家评委的高度评价, 并荣获 99 世界园艺博览会(EXPO '99)、国际园艺生产者协会(AIPH)和国际博览会(BIE)共同颁发的银奖证书及奖牌。

该项目是由中国航空工业总公司六〇三研究所提供设备, 西安千百卉农业发展总公司提供资金与西北农业大学合作设立的横向联合课题。该项目对月季、康乃馨、金盏菊等多种花卉以及部分叶材如雀舌黄杨的冻干工艺进行了系统地研究, 同时对冻干过程中色素的变化进行了探讨。通过该技术得到的干花, 色素损失率小于 8%, 形状皱缩率小于 3%, 基本达到了保持原有颜色和形状的目的, 这不但为鲜花的产后加工提供了一条新途径, 也为色素的进一步利用提供了理论依据。另外, 该项目还对猕猴桃、苹果、枣等水果及南瓜、胡萝卜、菠菜、姜等蔬菜的冻干工艺进行了研究。其产品不但保持了原有的色、质、结构, 且其营养成分损失极小, 如菠菜在冻干后  $V_c$  的含量为原有的 96%; 同时其复水性极佳, 完全复水时间不到 1 min。

用该技术制作的干花、干果、干菜, 在中国 '99 昆明世界园艺博览会上展出, 特别是冻干干花作为国内该领域惟一的参展项目, 与法国、日本的同类产品同台“献艺”, 获得国内该领域惟一银奖。

真空冷冻干燥脱水技术是对蔬菜、水果、花卉等农产品护色、保形、保质、保营养成分的高新加工技术。该技术是在本世纪 60 年代初由欧洲研究发展的。由于冻干食品, 具有方便、保健、纯天然的特点, 属于高品质绿色食品; 冻干干花又属于无污染的环保工艺品, 在欧美、日等发达国家发展极其迅猛, 其冻干品的比重达 40% 以上。同时该技术在园产品开发上增值作用极大, 具有广泛的应用前景。

(申云霞 供稿)