# 地形对赤霞珠干红葡萄酒香气成分的影响

穆　宁，张振文*，曹建宏
（西北农林科技大学葡萄酒学院，陕西 杨凌 712100）

**摘　要**：采用液液萃取法提取3种地形下赤霞珠干红葡萄酒的香气成分，用气相色谱—质谱进行分离测定，结合计算机检索技术对分离化合物进行鉴定，并应用色谱峰面积归一法测定各成分的相对含量。结果表明：海拔较低的山地葡萄酒主要香气成分的种类和相对含量高于海拔高的山地葡萄酒，其中吲哚—3—乙醇、2—乙基己醇、己酸乙酯仅在前者中被检出；平地葡萄酒主要香气成分的种类和相对含量仅次于地势较低的山地葡萄酒，其中酯类化合物含量明显高于山地葡萄酒；苯乙醇、乙酸异戊酯等构成葡萄酒特征香气的组分在高海拔山地葡萄酒中未被检出。

**关键词**：地形；赤霞珠；香气成分
**中图分类号**：S663.1　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000-7601(2007)02-0030-05

香气物质是构成葡萄与葡萄酒质量的主要因素之一，其主要来源有葡萄品种本身、生化反应、微生物代谢、葡萄酒贮存期间的化学或酶反应等。在葡萄酒中根据这些物质的来源，可将其香气分为果香、发酵香和陈酿香[1]，而葡萄酒的香气主要取决于葡萄品种的香气。与其它香气成分相比，葡萄果实中的呈香物质对葡萄酒的质量和区域性特点起着决定性作用，这些物质形成了葡萄酒特有的品种香气。因此，对葡萄品种香气成分的鉴定，对于科学评价葡萄品种和葡萄酒质量，都是非常重要的[2]。

赤霞珠（*Cabernet Sauvignon*）是一个古老的优良酿酒红葡萄品种，在全世界广为种植。此品种原产法国，属西欧品种群，最早于1892年引入我国山东烟台[3]。葡萄在生长发育过程中，与其生态条件形成相互关联、相互制约的统一体，其中光照、温度、水分、土壤等是影响葡萄生长发育的直接因子，此外还有许多间接因素如海拔、坡度、坡向、风、地形等，它们虽不是葡萄的生存条件但能显著影响小气候，与葡萄生长密切相关[4]。本研究以半干旱地区不同地形条件下生产的赤霞珠葡萄为原料酿造的干红葡萄酒，对其香气成分进行分析鉴定，为葡萄品种酿酒特性的研究奠定基础，并为进一步了解生态环境对葡萄果实和葡萄酒质量的影响提供依据。

## 1　材料与方法

### 1.1　试验地与试验材料

1.1.1　*试验地*　葡萄园位于半干旱地区的陕西省铜川市耀州区小丘镇，共设置3个点。寺坡村葡萄园为山沟地形，坡面为西南方向。在寺坡村选取同一坡地不同海拔两个典型的酿酒葡萄园（A点，B点），其中A点1.867 $hm^2$，B点2.133 $hm^2$。原党村葡萄园为丘陵平地地形。在原党村选取一处典型的酿酒葡萄园（C点）为试验观测点，面积2.533 $hm^2$。经用GPS测定，三点海拔及经纬度见表1。

**表1　试验点基本情况**

Table 1　Introduction of test site

| 试验点 Test site | 海拔 Altitude (m) | 经度(东经) East longitude | 纬度(北纬) North latitude | 坡向 Slope direction |
|---|---|---|---|---|
| A | 1152 | 108°43′53″ | 34°59′02″ | 面南稍偏西 Southwest |
| B | 1096 | 108°43′49″ | 34°58′58″ | 面南稍偏西 Southwest |
| C | 818 | 108°50′20″ | 34°50′26″ | 平 地 Plain |

1.1.2　*试验材料*　供试品种为赤霞珠（*Cabernet Sauvignon*），1998年定植，南北行向，株行距为1.3 m×2.0 m，单干双臂整形，不同试验点的栽培管理措施相同。

**收稿日期**：2006-09-23
**基金项目**：陕西省农业科技攻关项目（2004K02—G9）
**作者简介**：穆　宁（1975—），女，陕西兴平人，在读硕士，主要从事葡萄与葡萄酒的研究。
*通讯作者：张振文（1960—），男，教授，博士生导师。E-mail：Zhangzhw60@163.com。
中国知网 https://www.cnki.net

### 1.2　实验方法

1.2.1　小容器酿酒　采用小容器酿造工艺加工赤霞珠干红葡萄酒[5]。赤霞珠干红葡萄酒的的主要理化指标分析结果见表 2。

**表 2　各点葡萄浆果理化指标**

Table 2　Grape quality of different test site

| 试验点 Test site | 可溶性固形物含量 Soluble solids content (%) | 还原糖含量 Reducing sugar content (g/L) | 含酸量 Total acid content (g/L) | 糖酸比 Sugar acid ratio | 单宁 Tannins (g/L) | pH | 出汁率 Juice extraction (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 17.2 | 170.50 | 9.41 | 18.12 | 0.965 | 3.22 | 74.5 |
| B | 18.0 | 178.00 | 8.57 | 20.77 | 1.001 | 3.28 | 75.6 |
| C | 17.6 | 175.00 | 7.98 | 21.93 | 0.942 | 3.29 | 76.0 |

1.2.2　芳香化合物的提取　取 100 mL 酒样,分别用 100、50、50 mL 二氯甲烷萃取 3 次,合并有机相,无水硫酸钠脱水,减压浓缩至 1 mL,供 GC/MS 分析。

1.2.3　GC/MS 分析条件　Thermo Finnigan TRACE DSQ 气质联用仪,RtxR－5MS 15 m×0.25 mm×0.25 μm 色谱柱。

色谱条件:进样口温度为 250℃,柱温箱起始温度 60℃,保留时间 2.0 min,以 8℃/min 升至 180℃,然后以 5℃/min 升至 240℃,保留 15 min; 载气 He,恒流 1 mL/min;分流比 10∶1。

质谱条件:电离方式 EI, 电离电压 70 eV,离子源温度 250℃,连接杆温度 280℃。

## 2　结果与分析

对 3 种不同地形的赤霞珠酿造的干红葡萄酒,测定香气成分所得的 GC/MS 总离子图见图 1,各组分质谱经计算机质谱库(NISO2 版本)检索、分类并且统计各类化合物相对含量见表 3。从 3 个赤霞株干红葡萄酒样中共检测出 51 种挥发性化合物,主要包括酯类(14 种)、酸类(8 种)、醇类(8 种)、烷烃(9 种)、杂环化合物(5 种)、带苯环的化合物(4 种)、醛类(3 种)。

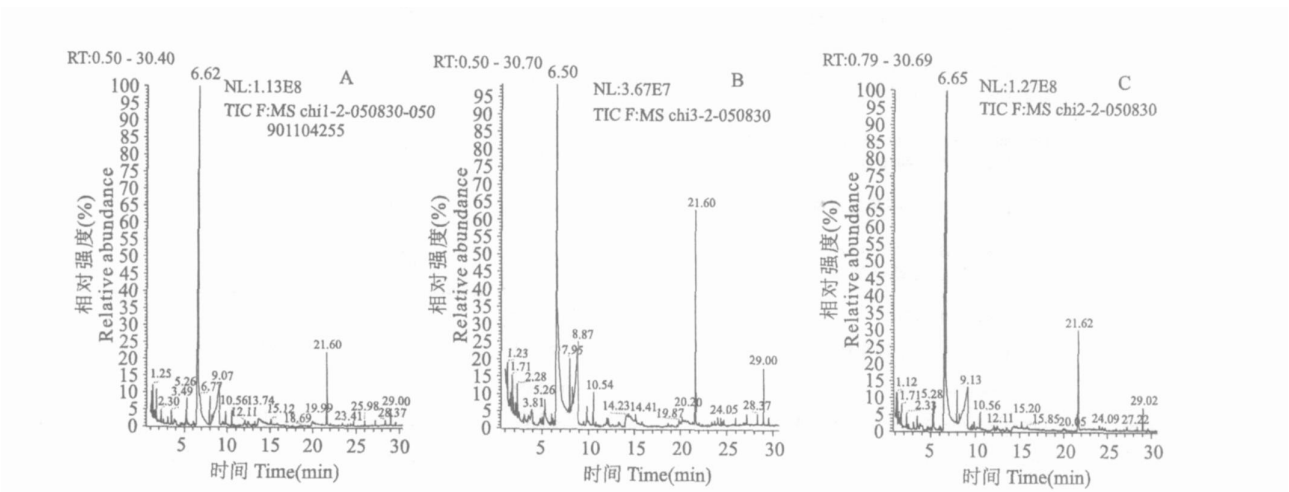


**图 1　赤霞珠干红葡萄酒香气化合物气质色谱－质谱总离子图**

Fig.1　GC/MS total ion chromatogram of aromatic components in wine of *Cabernet Sauvignon*

A 点包括:酯类(10 种,占 11.28%)、酸类(3 种,占 1.42%)、醇类(5 种,占 3.54 %)、烷烃(2 种,占 0.44%)、杂环化合物(2 种,占 1.52%)、苯环的化合物(4 种,占 2.34%)、醛类(1 种,占 3.16%)。

B 点包括:酯类(12 种,占 13.14%)、酸类(6 种,占 18.97%)、醇类(8 种,占 58.46%)、烷烃(6 种,占 1.34%)、杂环化合物(3 种,占 1.85%)、苯环的化合物(4 种,占 3.05%)、醛类(2 种,占 3.79%)。

C 点包括:酯类(12 种,占 19.63%)、酸类(4 种,占 16%)、醇类(3 种,占 53.03%)、烷烃(5 种,占 2.36%)、杂环化合物(3 种,占 1.6%)、苯环的化合物(4 种,占 2.16%)、醛类(1 种,占 2.88%)。

中国知网 https://www.cnki.net

**表3 赤霞珠干红葡萄酒香气成分的GC/MS分析结果**

Table 3 GC/MS analytical result of aromatic components in wine of *Cabernet Sauvignon*

| 类型 Types | 化合物名称 Name of compounds | 分子式 M·formula | 分子量 M·weight | 相对含量 Relative content(%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A | B | C |
| 醇类 Alcohols | Crotonyl alcohol 2-烯丁醇 | $C_4H_8O$ | 72 | 1.23 | 1.19 | |
| | 1-Propanol,3-ethoxy- 3-乙氧基-1-丙醇 | $C_5H_{12}O_2$ | 104 | 0.21 | 0.22 | 0.26 |
| | 1,6-Dideoxydulcitol 1,6-二脱氧-己六醇 | $C_6H_{14}O_4$ | 150 | 0.57 | 0.6 | 0.86 |
| | 1-Propanol,3-(methylthio)- 3-甲硫基-1-丙醇 | $C_4H_{10}OS$ | 106 | 0.95 | 1.21 | |
| | 1-Hexanol,2-ethyl- 2-乙基己醇 | $C_8H_{18}O$ | 130 | | 0.13 | |
| | Benzeneethanol,4-hydroxy- 4-羟基-苯乙醇 | $C_8H_{10}O_2$ | 138 | 0.58 | 0.38 | |
| | Phenylethyl Alcohol 苯乙醇 | $C_8H_{10}O$ | 122 | | 53.04 | 51.91 |
| | Indole-3-ethanol 吲哚-3-乙醇 | $C_{10}H_{11}NO$ | 161 | | 1.69 | |
| 酯类 Esters | Propanoic acid,2-oxo-,3-methylbutyl ester 2-羰基丙酸异戊酯 | $C_8H_{14}O_3$ | 158 | 1.45 | 0.26 | 1.42 |
| | Butyrolactone 丁酸内酯 | $C_4H_6O_2$ | 86 | 1.1 | 0.98 | 1.32 |
| | Butanoic acid, 3-hydroxy-,ethylester 3-羟基-丁酸乙酯 | $C_6H_{12}O_3$ | 132 | 0.24 | 0.14 | 0.21 |
| | Hexanoic acid,ethyl ester 己酸乙酯 | $C_8H_{16}O_2$ | 144 | | 0.11 | |
| | Butanoic acid,3-methyl-,ethyl ester 乙酸异戊酯 | $C_7H_{14}O_2$ | 130 | | 2.44 | 2.26 |
| | Butanedioic acid,diethyl ester 丁二酸二乙酯 | $C_8H_{14}O_4$ | 174 | 1.14 | 1.24 | 1.69 |
| | Octanoic acid,ethyl ester 辛酸乙酯 | $C_{10}H_{20}O_2$ | 172 | 0.3 | 0.53 | 1.09 |
| | Diethyldl-malate (±)-羟基丁二酸二乙酯 | $C_8H_{14}O_5$ | 190 | 0.89 | 1.16 | 1.12 |
| | Ethyl 5-oxotetrahydro-2-furancarboxylate 5-羰基四氢呋喃-2-甲酸乙酯 | $C_7H_{10}O_4$ | 158 | 1.19 | 1.11 | 1.05 |
| | Succinoic acid,2-hydroxy-3-methyl-,diethyl ester 2-羟基-3-甲基-丁二酸二乙酯 | $C_9H_{16}O_5$ | 204 | | | 0.59 |
| | Succinoic acid,2-hydroxy-3-methyl-,diethyl ester 2-羟基-3-甲基-丁二酸二乙酯 | $C_9H_{16}O_5$ | 204 | 0.28 | | |
| | Benzoic acid,2,5-dihydroxy,methl ester 2,5-二羟基苯甲酸甲酯 | $C_8H_8O_4$ | 168 | 0.68 | 0.59 | 0.48 |
| | Dibutyl phthalate 邻苯二甲酸二丁酯 | $C_{16}H_{22}O_4$ | 278 | 4.01 | 3.65 | 6.4 |
| | Mono(2-ethylhexyl)phthalate 邻苯二甲酸-2-乙基己酯 | $C_{16}H_{22}O_4$ | 278 | | 0.93 | 2 |
| 酸类 Acids | Hexanoic acid 己酸 | $C_6H_{12}O_2$ | 116 | | | |
| | Pentanoic acid 3-甲基丁酸 | $C_5H_{10}O_2$ | 102 | 0.39 | | |
| | Decanoic acid 癸酸 | $C_{10}H_{20}O_2$ | 172 | 0.52 | 0.26 | |
| | Benzaldehyde,4-hydroxy 苯甲酸 | $C_7H_6O_2$ | 122 | 0.51 | 0.59 | |
| | Hexadecanoic 十六酸 | $C_{16}H_{32}O_2$ | 256 | | 0.24 | 0.57 |
| | Oleic acid 油酸 | $C_{18}H_{34}O_2$ | 282 | 0.16 | 0.35 | |
| | Octadecanoic 十八酸/棕榈酸 | $C_{18}H_{34}O_2$ | 296 | | 0.22 | 0.39 |
| | Ethyl hydrogen succinate 丙基丙二酸 | $C_6H_{10}O_4$ | 146 | | 17.5 | 14.69 |
| 烷烃 Alkanes | Nonadecane 十九烷 | $C_{19}H_{40}$ | 268 | | | 0.15 |
| | Octane,4-methyl- 4-甲基辛烷 | $C_9H_{20}$ | 128 | 0.16 | 0.15 | 0.56 |
| | Cyclopropane,propyl- 丙基环丙烷 | $C_6H_{12}$ | 84 | | | |
| | 3-Ethyl-3-methylheptane 3-甲基-3-乙基庚烷 | $C_{10}H_{22}$ | 142 | | 0.1 | |
| | Docosane 二十二烷 | $C_{22}H_{46}$ | 310 | | 0.25 | 0.18 |
| | Heneicosane 二十一烷 | $C_{21}H_{44}$ | 296 | 0.28 | | 0.3 |
| | Tetracosane 二十四烷 | $C_{24}H_{50}$ | 338 | | 0.32 | 0.47 |
| | Hexacosane 二十六烷 | $C_{26}H_{54}$ | 366 | | 0.28 | 0.39 |
| | Heptacosane 二十七烷 | $C_{27}H_{56}$ | 380 | | 0.24 | 0.31 |

中国知网 https://www.cnki.net

续表 3

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 杂环类 Heterocyc-lic compouds | Thiophene,tetrahydro-2-methyl- 2-甲基-四氢噻吩 | $C_5H_{10}S$ | 102 | 0.23 | 0.18 | |
| | 2-Pyrrolidinone,5-(cyclohexylmethy)-5-(环己基甲基)-2-吡咯烷酮 | $C_{11}H_{19}ON$ | 181 | 0.34 | | |
| | Benzofuran,2,3-dihydro- 2,3-二氢-苯并呋喃 | $C_8H_8O$ | 120 | | 0.16 | |
| | 2-hydirc pyridine 2-羟基吡啶 | $C_5H_5ON$ | 95 | | 0.12 | 0.42 |
| | 2-Hydroxy-2,4-dimethyl-3-pentanone 2,4-二甲基-2-羟基-3-戊酮 | $C_7H_{14}O_2$ | 130 | 0.18 | 0.34 | |
| 醛类 Aldehydes | Acrylic aldehyde 丙烯醛 | $C_{12}H_{18}O$ | 178 | 0.16 | 0.36 | |
| | 2-furaldehyde 2-呋喃甲醛 | $C_5H_4O_2$ | 96 | 0.43 | | |
| | Benzene acetaldehyde 苯乙醛 | $C_8H_8O$ | 120 | | | 0.88 |
| 苯环类 Alkenes benzene | 1-Hydroxy-2-acetyi-4-methylbenzene 1-羟基-2-乙酰基-4-甲基苯 | $C_9H_{10}O_2$ | 150 | 0.21 | 0.51 | 0.13 |
| | p-Xylene 对二甲苯 | $C_8H_{10}$ | 106 | | 0.36 | |
| | Butylated Hydroxytoluene 丁基羟基甲苯 | $C_{15}H_{24}O$ | 220 | 0.13 | | 0.84 |
| | Ethylbenzene 乙苯 | $C_8H_{10}$ | 106 | | 0.18 | 0.19 |

通过对 3 种地形栽培的赤霞珠葡萄酒样香气成分的对比,从图 2 可以看出,海拔较低的山地葡萄酒醇类物质含量最高,海拔较高的山地葡萄酒醇类物质含量最低,其中吲哚—3—乙醇、2—乙基己醇、己酸乙酯仅在前者中检出;平地葡萄酒酯类含量最高,海拔较高的山地葡萄酒酯类含量最低,苯乙醇、乙酸异戊酯等构成葡萄酒特征香气组分在高海拔山地葡萄酒中未被检出;海拔较高的山地葡萄酒酸类物质含量最高,海拔较低的山地葡萄酒酸类物质含量最低;烷烃化合物、杂环化合物、苯环的化合物、苯环的化合物在 3 种葡萄酒中差异不明显。

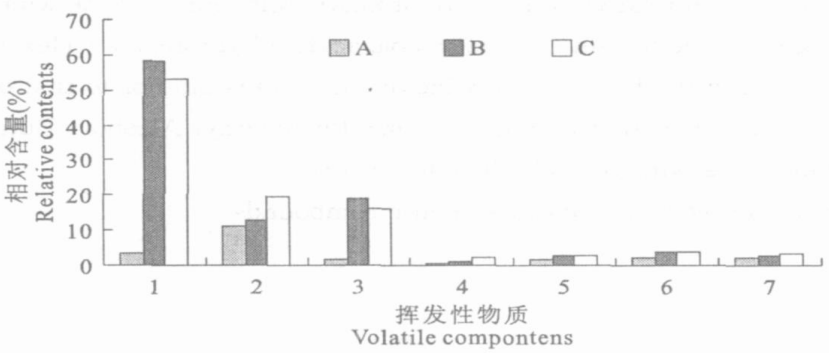


**图 2　赤霞珠干红葡萄酒各类挥发性物质的种类和含量**

Fig. 2　Volatile components and relative contents in dry red wine of *Cabernet Sauvignon*

注:1～7 分别代表醇类、酯类、酸类、烷烃类、杂环化合物、醛类、苯环类。

Note: 1～7 standing for the compounds of alcohols, esters, acids, alkanes, aldehydes, alkenes benzene

## 3　讨　论

地形对葡萄酒香气的影响主要是通过各生态因子的影响而起间接综合作用的结果,以海拔高度、地形形态、坡度、坡向或沟(谷)向影响最显著。Nuno Mateus 等[6]研究发现,在山谷坡地,葡萄园高度对葡萄和葡萄酒品质有显著影响。由于地形及小气候环境的不同,同一葡萄品种挥发性物质的相对含量的检测结果差异很大[7]。

中国知网 https://www.cnki.net

无论是从挥发性化合物的种类还是相对百分含量上来看,酯类、酸类和醇类都是赤霞珠干红葡萄酒的主要香气成分。海拔较低的山地葡萄酒由于受小气候的影响,葡萄酒主要香气成分的种类和相对含量高于海拔高的山地葡萄酒,以醇类和酸类最为突出,己酸乙酯、吲哚—3—乙醇、2—乙基己醇具有果香、青苹果味、香蕉味、白兰地味,构成此类葡萄酒主要香气特征。平地葡萄酒主要香气成分的种类和相对含量仅次于地势较低的山地葡萄酒,其中酯类含量明显高于山地葡萄酒。苯乙醇具有花香、玫瑰香、紫罗兰香、茉莉香、香料辛辣味、矿物味、茴芹香、丁

香味、果味等多样风味，而苯乙醇、乙酸异戊酯等构成葡萄酒特征香气的组分在高海拔山地葡萄酒中未被检出，因此，此类葡萄酒呈香物质典型性不明显。结合感官品尝结果，海拔较低的山地葡萄酒挥发性成分统一、协调，整体感觉优于平地葡萄酒，而地势较高的山地葡萄酒香气不协调、统一性较差、无典型性。从挥发性物质种类和相对含量的差异可以看出，在不同地形，同一品种葡萄所酿造的葡萄酒具有各自不同的香气特征。

**参 考 文 献：**

[1] 李 华.葡萄酒品尝学[M].北京：中国青年出版社，1992.

[2] 李 华.葡萄与葡萄酒研究进展——葡萄酒学院年报(2000)[C].西安：陕西人民出版社，2000.

[3] 张振文.葡萄品种学[M].西安：西安地图出版社，2000.166—167.

[4] 翁笃鸣，罗哲贤.山区地形气候[M].北京：气象出版社，1990.

[5] 李 华.现代葡萄酒工艺学[M].西安：陕西人民出版社，2001.99—107.

[6] Nuno M，Sara M，Ana C，et al. Proanthocyanidin composition of red vitis vinifera varieties from the Douro Valley during ripening：Influence of cultivation altitude[J]. Am J Enol Vitic，2001，52(2)：115—121.

[7] Guth H. Quantitative and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties[J]. J Agric Food Chem，1997，45(8)：3022—3026.

# Influence of different terrain on aroma components of *Cabernet Sauvignon* dry red wine

MU Ning，ZHANG Zhen-wen*，CAO Jian-hong

(*College of Enology，Northwest A & F University，Yangling* 712100，*Shannxi，China*)

**Abstract**：Chemical constituents of the volatile compounds from the dry red wine of *Cabernet Sauvignon* fermented by the grapes from 3 different terrains were studied. The aromatic compounds were extracted by solvent extraction and analyzed by GC—MS，and their relative contents determined by area normalization. The result shows that the main types and relative contents of aromatic compounds of the wine of low altitude terrain are superior to the wine of high altitude terrain，and Hexanoic acid，ethyl ester，1—Hexanol，2—ethyl—，Indole—3—ethanol were only detected in the former；the wine of the plain is inferior to that of low altitude terrain，but esters relative content is higher than that of hilly terrain；Phenylethyl Alcohol，Butanoic acid，3—methyl—，ethyl ester were not found in the wine of high altitude terrain.

**Keywords**：terrain；*Cabernet Sauvignon*；aromatic compounds

中国知网 https://www.cnki.net