

# 不同产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质差异性研究

赵悦<sup>1</sup>, 孙玉霞<sup>2</sup>, 孙庆扬<sup>1</sup>, 韩爱芹<sup>1</sup>, 苗丽平<sup>1</sup>, 赵新节<sup>1</sup>

(1. 齐鲁工业大学 生物工程学院, 山东 济南 250353; 2. 山东省农业科学院 农产品研究所, 山东 济南 250100)

**摘要:**以云南迪庆德钦、山东烟台莱山和河北怀来沙城 3 个产地成熟期酿酒葡萄“赤霞珠”为试材,采用顶空固相微萃取(HS-SPME)结合气相色谱-质谱(GC-MS)分析技术,研究比较了 3 个产地葡萄中挥发性香气物质的差异性。结果表明:3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中共分离鉴定出 38 种挥发性物质,其中醛类物质 12 种,醇类物质 5 种,酮类物质 4 种,芳香族类物质 7 种,萜烯类物质 6 种,酯类物质 4 种;3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气的物质组成基本一致,香气物质的含量各具特点;云南迪庆德钦产地 C6 醛类物质含量较低,醇类物质和芳香族类物质含量较高;河北怀来沙城产地含有较多的萜烯类物质,香气物质总量为 3 个产地最高;山东烟台莱山产地在特殊气味物质的种类与含量上区别于其它 2 个产地。

**关键词:**产地;酿酒葡萄;挥发性香气物质

**中图分类号:**S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0023-06

酿酒葡萄果实中的香气又称品种香气,其与发酵香气和陈酿香气共同构成了葡萄酒的品质与风格<sup>[1]</sup>。酿酒葡萄果实中的香气成分主要有醇类化合物、萜烯类化合物、羰基类化合物、酯类化合物和含氮类化合物等。这些物质中的一部分(主要为醇类、酯类化合物)以游离态的形式存在,呈现出一定的香气;另一部分则以结合态的形式存在,通常不表现出香气,但在酿造过程中会通过酶解作用释放出游离态的香气物质<sup>[2]</sup>。虽然酿酒葡萄果实中的香气对于每一个品种是特定的,但由于受到产地气候和生态条件等“风土(terroir)”因素的影响,使得不同产地的酿酒葡萄在香气的构成上产生了地域性差异,进而影响了葡萄酒的品质<sup>[3-4]</sup>。

关于葡萄果实中香气物质分离提取的方法主要有直接取样法<sup>[5]</sup>、液液萃取法<sup>[6]</sup>、吹扫捕集法<sup>[7]</sup>、静态顶空法、固相萃取法<sup>[8]</sup>、固相微萃取法<sup>[9]</sup>(浸没式和顶空式)、搅拌棒吸附萃取法<sup>[10]</sup>等。其中顶空固相微萃取技术(HS-SPME)因其具有操作简便、样品用量少、重现性好、

精确度高和检测限低等优点,因而广泛应用于葡萄与葡萄酒中香气物质的检测和质量控制中<sup>[11-12]</sup>。

该试验采用顶空固相微萃取(HS-SPME)结合气相色谱-质谱(GC-MS)分析技术,对云南迪庆德钦、山东烟台莱山和河北怀来沙城 3 个产地的成熟期酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质进行差异性分析,以期为酿酒葡萄选择最佳的栽培地区以及我国葡萄酒地方特色的形成提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试所用的酿酒葡萄“赤霞珠”果实样品于 2014 年 9 月下旬至 10 月下旬手工采摘,从葡萄园中不同方位随机手工采摘健康、成熟的葡萄果实 400~500 粒,采摘后置于保温冰箱中带回实验室立即进行液氮速冻,之后于一 80℃低温冰箱保存备用,葡萄果实长途运输过程中采用干冰保藏。葡萄园地址、生态条件及栽培模式见表 1。

氯化钠,分析纯(国药集团化学试剂有限公司);4-甲基-2-戊醇,色谱纯(美国西格玛公司)。

GC-MS 联用仪,6890A-5973N(美国安捷伦公司);电子分析天平,BS124S(德国赛多利斯股份公司);超低温冷冻储存箱,DW-HW50(中科美菱低温科技有限责任公司);自动双重纯水蒸馏器,SZ-93(上海亚荣生化仪器厂);漩涡混合器,VORTEX-5(海门市其林贝尔仪器制造有限公司)。

**第一作者简介:**赵悦(1989-),男,硕士研究生,研究方向为现代酿酒技术。E-mail:zhaoyue\_0335@126.com.

**责任作者:**赵新节(1962-),男,博士,教授,硕士生导师,研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:zxj@qlu.edu.cn.

**基金项目:**山东省现代农业产业技术体系水果产业创新团队资助项目(SDAIT-03-021-12)。

**收稿日期:**2015-09-24

表 1 葡萄园地址、生态条件及栽培模式

Table 1 Locations, ecological conditions and cultivation modes of vineyards

采样地点 Sampling site	云南省迪庆州德钦县梅丽酒业有限公司葡萄基地 Grape base of Merry wine industry Co, Ltd., Deqin county, Diding state, Yunnan Province	山东省烟台市莱山区瀑拉谷酒庄葡萄园 Organ valley wineries vineyard in Laishan district, Yantai city, Shandong Province	河北省张家口市怀来县沙城镇 Shacheng town, Huailai county, Zhangjiakou city, Hebei Province
经纬度 Longitude and latitude	东经 98°48′、北纬 28°28′	东经 121°24′、北纬 37°18′	东经 40°25′、北纬 115°34′
海拔 Altitude/m	2 300	48	790
气候类型 Climate type	温带山地季风气候	温带海洋性季风气候	温带大陆性季风气候
年活动积温 Active accumulate temperature/℃	>3 500	>3 500	>3 200
年均温度 Annual average temperature/℃	4.7	11.6	9.0
最热月及平均温度 The most thermidor and average temperature	7 月、11.7℃	8 月、27.2℃	7 月、24.0℃
最冷月及平均温度 The most coldest month and average temperature	1 月、-3.0℃	1 月、-4.8℃	1 月、-8.2℃
全年无霜期 Annual frost-free period/d	>220	>220	>200
年均降水量 Annual average rainfall/mm	300	750	400
土壤类型 Soil type	沙壤土	沙壤土	沙壤土
定植年份 Planting year	2003 年	2004 年	2004 年
行向 Row direction	南北行向	南北行向	南北行向
株行距 Planting space/(m×m)	1.0×2.0	1.0×1.8	1.0×2.0
整形方式 Coining mode	单干双臂	单干单臂	单干单臂
冬季埋土 Winter buried soil	否	是	是
葡萄园管理方式 The vineyard management method	正常的生产园管理	正常的生产园管理	正常的生产园管理

1.2 试验方法

1.2.1 样品前处理与挥发性香气物质萃取 准确称取 6.000 g 葡萄浆于 15 mL 固相微萃取瓶中,同时加入 2.5 g 氯化钠和 3 μL 浓度为 2.110 g/L 的 4-甲基-2-戊醇酒精溶液,立即旋好带有 PTFE 垫片的盖子,用漩涡混合器混匀,将样品瓶置于 45℃ 恒温水浴中,并确保水浴的液面高于瓶中样品的液面,预热 10 min 后,用固相微萃取头(DVB/CAR/PDMS,50/30 μm)萃取吸附 50 min,待吸附完成后,迅速将萃取头插入气相色谱进样口解析 10 min,同时进行气相色谱-质谱分析。

1.2.2 色谱条件 色谱柱:采用 HP-5MS 毛细管柱(30 m×0.32 mm×0.25 μm,美国安捷伦公司);程序升温:初温 35℃ 保持 1 min,以 6℃/min 的速度升至 100℃,以 3℃/min 的速度升至 200℃,以 10℃/min 速度升至 280℃,并保持 3 min;载气:He(纯度 99.999%),流速:1.0 mL/min,不分流进样;检测器温度:250℃;汽化室温度:250℃;质谱条件:EI 电子轰击式离子源;电子能量:70 eV;分辨率:500;离子源温度:230℃;全扫描模式,范围:30~500 u。

1.3 项目测定

定性分析:应用计算机谱库(NIST05)并结合相关文献确定各挥发性香气物质的化学结构。定量分析:采用单一内标半定量法,挥发性香气物质的含量用 μg/kg 表示,具体公式为:待测挥发性香气物质的浓度=(待测挥发性香气物质的峰面积/内标物质的峰面积)×内标物

质的浓度。

1.4 数据分析

每个样品重复 3 次。数据整理与分析采用 Excel 2007 和 SPSS 19 软件。

2 结果与分析

采用顶空固相微萃取结合气相色谱-质谱分析技术,对 3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中的挥发性香气物质进行提取、分离和鉴定(图 1~3),共得到 38 种挥发性物质(表 2),其中醛类物质 12 种,醇类物质 5 种,酮类物质 4 种,芳香族类物质 7 种,萜烯类物质 6 种,酯类物质 4 种。

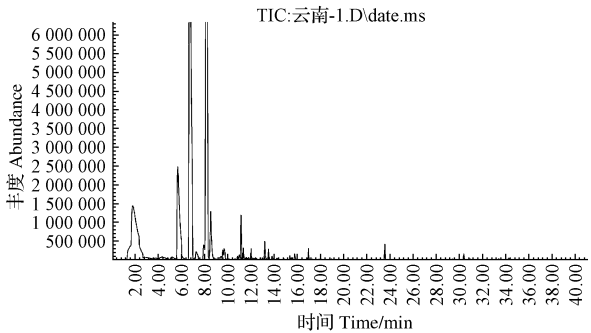


图 1 云南迪庆德钦酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质 GC-MS 总离子流色谱图

Fig.1 GC-MS total ions chromatogram of volatile aroma compounds in wine grape ('Cabernet Sauvignon') from Deqin in Yunnan

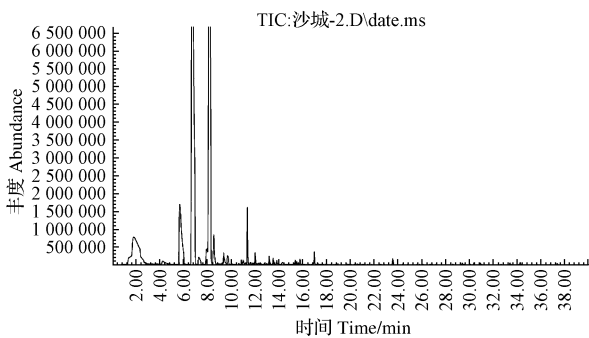


图2 河北怀来沙城酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质 GC-MS 总离子流色谱图

Fig. 2 GC-MS total ions chromatogram of volatile aroma compounds in wine grape (‘Cabernet Sauvignon’) from Shacheng in Hebei

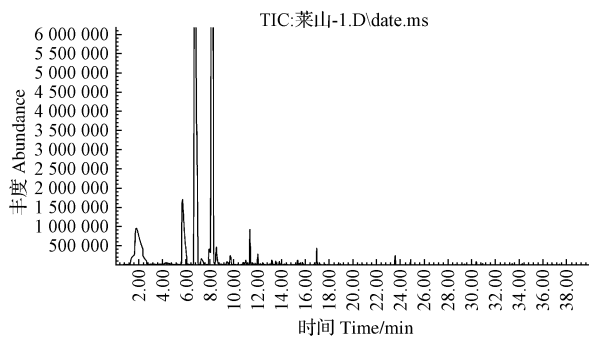


图3 山东烟台莱山酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质 GC-MS 总离子流色谱图

Fig. 3 GC-MS total ions chromatogram of volatile aroma compounds in wine grape (‘Cabernet Sauvignon’) from Laishan in Shandong

表2 3个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性物质含量

Table 2 Content of voltaic compounds in wine grape (Cabernet Sauvignon) from different production regions  $\mu\text{g}/\text{kg}$

化合物名称 Compound name	香气特征 Aroma character	云南省迪庆州德钦县 Deqin county, Diqing state, Yunnan Province	山东省烟台市莱山区 Laishan district, Yantai city, Shandong Province	河北省怀来县沙城镇 Shacheng town, Huailai county, Hebei Province
1-己醛 1-hexanal	青草味	4 012.15±83.16c	4 190.16±86.87b	5 854.43±52.55a
反-2-己烯醛 (E)-2-hexenal	青草味	4 471.03±252.98c	5 505.95±68.03b	6 823.45±124.66a
2,4-己二烯醛 (E,E)-2,4-hexadienal		56.66±2.09c	63.70±0.74b	85.98±2.83a
3-羟基丁醛 3-hydroxy-butanal		5.19±0.23	3.57±0.28	ND
1-庚醛 1-heptanal	不良的苦味	1.01±0.14a	0.76±0.05b	1.20±0.11a
1-辛醛 1-octanal	柠檬味	4.11±0.18	4.26±0.22	4.18±0.21
2,4-庚二烯醛 (E,E)-2,4-heptadienal		3.10±0.19c	5.08±0.14a	4.53±0.16b
反-2-辛烯醛 (E)-2-octenal	黄瓜味	18.17±0.26	17.26±0.28	19.08±0.37
1-壬醛 1-nonanal	生青味	12.13±0.43b	14.01±0.52c	17.67±0.53a
反-2-壬烯醛 (E)-2-nonenal	黄瓜味	2.21±0.21b	2.24±0.08b	3.58±0.23a
1-癸醛 1-decanal	青草味	3.22±0.13b	3.78±0.48b	4.70±0.37a
1-十一醛 1-undecanal	玫瑰味	1.09±0.13b	1.12±0.05b	2.73±0.32a
醛类物质总量 The amount of total aldehydes		8 590.09±173.31c	9 811.89±151.23b	12 821.51±128.79a
1-己醇 1-hexanol	青草味、生青味	332.71±5.72a	126.08±3.03c	237.39±3.09b
1-辛醇 3-醇 1-octen-3-ol	蘑菇味	12.34±0.85a	7.96±0.25b	6.49±0.13c
2-乙基-1-己醇 2-ethyl-1-hexanol	淡淡的花香	7.27±0.33a	3.03±0.12c	4.19±0.09b
1-辛醇 1-octanol	茉莉花香	7.51±0.28b	6.66±0.25c	15.46±0.39a
1-壬醇 1-nonene	蔷薇花香	1.07±0.17b	1.12±0.05b	2.83±0.15a
醇类物质总量 The amount of total alcohol		360.89±6.53a	144.85±3.52c	266.35±2.88b
2,6-二甲基-4-庚酮 2,6-dimethyl-4-heptanone	薄荷味	23.87±0.85b	30.73±3.74a	28.64±1.23a
6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-methyl-5-hepten-2-one	柑橘味	4.92±0.18b	4.90±0.11b	6.10±0.38a
4,6-二甲基-2-庚酮 4,6-dimethyl-2-heptanone		ND	2.37±0.15	6.70±0.15
2-甲基-4-辛酮 2-methyl-4-octanone		16.47±0.37c	17.50±0.21b	22.03±0.34a
酮类物质总量 The amount of total ketone		45.26±1.05c	55.49±3.93b	63.46±2.15a
苯甲醛 Benzaldehyde	烘烤味、杏仁味	178.36±4.07a	6.97±0.27b	11.16±0.74b
苯乙醛 Benzeneacetaldehyde	花香、蜜香	36.47±1.25a	18.42±2.41b	37.39±0.83a
苯甲醇 Benzyl alcohol	烘烤味、果香	64.19±1.35a	22.75±0.28c	43.21±1.24b
苯酚 Phenol	特殊的臭味、燃烧味	11.88±0.35	ND	14.38±0.57
$\alpha,\alpha$ -二甲基苄醇 $\alpha,\alpha$ -dimethyl-benzenemethanol		4.33±0.23a	1.13±0.12c	1.57±0.12b
苯乙醇 Phenylethyl alcohol	玫瑰花、蜂蜜味	25.28±0.70a	11.44±0.34c	23.42±0.59b
4-甲氧基苯甲醇 4-methoxy-benzenemethanol	略甜的茴香味	1.99±0.12b	2.02±0.10b	3.42±0.17a
芳香族物质总量 The amount of total aromatic fungicides		322.49±7.52a	62.74±2.58c	134.54±2.85b
D-薄荷醇 D-menthol		2.00±0.12b	1.92±0.08b	2.61±0.09a
橙花醇 Nerol	紫罗兰花香	1.43±0.10a	1.13±0.04b	1.21±0.09b
$\beta$ -大马士酮 $\beta$ -damascenone	类似玫瑰的香味	1.11±0.09a	0.54±0.11b	1.22±0.20a
长叶烯 Longifolene	木香	1.21±0.10	1.17±0.03	1.20±0.09

表 2(续)

Table 2(continued)

化合物名称 Compound name	香气特征 Aroma character	云南省迪庆州德钦县 Deqin county, Diqing state, Yunnan Province	山东省烟台市莱山区 Laishan district, Yantai city, Shandong Province	河北省怀来县沙城镇 Shacheng town, Huailai county, Hebei Province
香叶基丙酮 Geranyl acetone	热带水果香味	1.19±0.10	1.21±0.07	1.31±0.07
$\alpha$ -紫罗兰酮 $\alpha$ -ionone	花香、煮苹果香味	1.85±0.14b	1.60±0.11b	4.00±0.18a
萜烯类物质总量 The amount of total terpenes		8.79±0.35b	7.57±0.19c	11.56±0.37a
丁二酸二丁酯 Butanedioic acid, dipropyl ester		1.32±0.10c	1.55±0.08b	2.24±0.08a
邻苯二甲酸二乙酯 Diethyl phthalate	微具芳香味	0.98±0.06b	1.01±0.08b	1.50±0.06a
己二酸异丁酯 Hexanedioic acid, bis(2-methylpropyl) ester		2.46±0.07c	3.30±0.05b	6.63±0.19a
丁二酸二乙酯 Butanedioic acid, ethyl methyl ester		4.89±0.16b	5.12±0.12b	9.88±0.23a
酯类物质总量 The amount of total esters		9.66±0.27c	10.98±0.21b	20.25±0.36a
香气物质总量 The amount of total aroma		9 337.19±183.58c	10 093.52±159.98b	13 317.69±131.00a

注:数字后不同小写字母表示差异达到显著水平  $P<0.05$ ,未标注字母表示该化合物在 3 个产地间均无显著差异。

Note: Different letters at the end of the data in the same row show significant differences ( $P<0.05$ ), and no letters at the end of the data in the same row show no significant differences among three production regions.

## 2.1 醛类物质

酿酒葡萄果实中醛类物质的种类和含量在总香气化合物中均占有较大的比重。这一类物质在高度稀释下通常被描述为新鲜植物和水果的香气,且微量的低级脂肪醛溶于酒中可使酒的味道更为醇厚。如表 2 所示,河北怀来沙城酿酒葡萄“赤霞珠”果实中 1-己醛、反-2-己烯醛、2,4-己二烯醛、1-壬醛、反-2-壬烯醛、1-癸醛和 1-十一醛的含量均显著高于云南迪庆德钦和山东烟台莱山( $P<0.05$ )。山东烟台莱山酿酒葡萄“赤霞珠”果实中 2,4-庚二烯醛的含量为 3 个产地最高( $P<0.05$ ),但 1-庚醛的含量却显著低于其它 2 个产地( $P<0.05$ )。3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中 1-辛醛、反-2-辛烯醛的含量并无显著性差异( $P>0.05$ )。另外,3-羟基丁醛仅在云南迪庆德钦和山东烟台莱山样品中被检测到。

## 2.2 醇类物质

酿酒葡萄果实中的醇类物质,特别是 C7~C10 范围内的饱和醇会表现出花香。云南迪庆德钦酿酒葡萄“赤霞珠”果实中 1-己醇、1-辛烯-3-醇和 2-乙基-1-己醇的含量均显著高于山东烟台莱山和河北怀来沙城( $P<0.05$ )。分别具有茉莉花香和蔷薇花香的 1-辛醇和 1-壬醇的含量则以河北怀来沙城样品中为最高( $P<0.05$ )。

## 2.3 酮类物质

脂肪酮类物质,特别是低级饱和酮通常具有较强的特殊嗅感。河北怀来沙城酿酒葡萄“赤霞珠”果实中 6-甲基-5-庚烯-2-酮和 2-甲基-4-辛酮的含量显著高于其他 2 个产地( $P<0.05$ ),2,6-二甲基-4-庚酮的含量在山东烟台莱山和河北怀来沙城样品中并无显著性差异( $P>0.05$ ),但均显著高于在云南迪庆德钦样品中的含量( $P<0.05$ )。此外,云南迪庆德钦的样品中并未检测到 4,6-二甲基-2-庚酮。

## 2.4 芳香族类物质

芳香族类物质是酿酒葡萄果实中一类重要的呈香

物质,它们通常具有令人愉悦的气味和较低的阈值。3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中苯甲醛、苯甲醇、2-苯基丙醇和苯乙醇的含量均以云南迪庆德钦为最高( $P<0.05$ )。特别是苯甲醛,其在云南迪庆德钦样品中的含量分别高出山东烟台莱山和河北怀来沙城 24.59 倍和 14.98 倍。苯乙醛和 4-甲氧基苯甲醇的含量均以河北怀来沙城样品为最高,但只有 4-甲氧基苯甲醇达到显著水平( $P<0.05$ ),苯乙醛在山东烟台莱山样品中的含量约为云南迪庆德钦和河北怀来沙城样品中的 50%。另外,山东烟台莱山样品中并未检测出具有特殊气味的苯酚。

## 2.5 萜烯类物质

葡萄酒中萜烯类物质的唯一来源是酿酒葡萄果实,这类物质具有浓郁的香味和较低的感觉阈值,其中单萜类(C10)是构成葡萄和葡萄酒香气的重要物质。河北怀来沙城酿酒葡萄“赤霞珠”果实中萜烯类物质的总含量为 3 个产地最高,特别是 D-薄荷醇和  $\alpha$ -紫罗兰酮含量均显著高于其他 2 个产地( $P<0.05$ )。云南迪庆德钦样品中橙花醇的含量为 3 个产地最高( $P<0.05$ )。山东烟台莱山样品中  $\beta$ -大马士酮的含量为 3 个产地最低( $P<0.05$ )。但长叶烯和香叶基丙酮的含量在 3 个产地之间并无明显差异( $P>0.05$ )。

## 2.6 酯类物质

葡萄果实中的低分子量酯类物质通常会赋予各品种特殊的香气。酿酒葡萄“赤霞珠”果实中所检测出各酯类物质的含量均在河北怀来沙城样品中为 3 个产地最高,且显著高于其他 2 个产地( $P<0.05$ )。云南迪庆德钦和山东烟台莱山 2 个产地样品中丁二酸二丁酯和己二酸异丁酯的含量存在差异性( $P<0.05$ ),而邻苯二甲酸二乙酯和丁二酸二乙酯的含量未表现出差异性( $P>0.05$ )。

## 3 讨论与结论

3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质



组成大致相同,但由于受到不同产地气候、土壤和地质等地域因素的影响,导致一些挥发性香气物质在种类和含量上产生了差异(表 2)。

在葡萄果实的整个发育过程中,C6 醛类化合物含量的变化呈先增加、后稳定、最后下降的趋势<sup>[13]</sup>,并且可根据其所提供青草气味的程度来判定某些“非芳香型”品种的成熟度<sup>[14]</sup>。C6 醛类化合物总量在 3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中表现为云南迪庆德钦(8 539.84  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )<山东烟台莱山(9 759.81  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )<河北怀来沙城(12 763.86  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ),由此可以推断云南迪庆德钦的酿酒葡萄具有更高的成熟度,且相对较弱的青草味或许会在一定程度上增强相应葡萄酒中的浆果味<sup>[15]</sup>。

除具有青草气味的 C6 醛类化合物外,河北怀来沙城酿酒葡萄“赤霞珠”果实中多数其它挥发性香气物质的含量也高于或显著高于云南迪庆德钦和山东烟台莱山。一般认为,冷凉的环境有利于葡萄果实中香气物质的形成,如果气候过于寒冷,果实中香气物质的含量反而会下降<sup>[16]</sup>。由于酿酒葡萄的成熟期恰与各产地的最热月相重叠,由表 1 可知,云南迪庆德钦和河北怀来沙城 2 个产地最热月均为 7 月,其平均温度分别为 11.7℃ 和 24.0℃,山东烟台莱山产地最热月为 8 月,其平均温度为 27.2℃。可能是云南迪庆德钦的气候过于冷凉,高海拔地区昼夜温差较大,影响了果实的次生代谢,导致其部分香气物质的含量低于河北怀来沙城。

有研究表明,葡萄果实中萜烯类物质的种类受生长区域影响较小,不同产地同一品种的葡萄果实中萜烯类化合物的组成比较相近<sup>[17]</sup>。该试验也有类似发现,3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中萜烯类物质的种类构成差异性不大,某些萜烯类物质,如 D-薄荷醇、橙花醇、 $\beta$ -大马士酮和  $\alpha$ -紫罗兰酮在 3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中的含量仍具有一定的差异性。

有研究显示,光照强度<sup>[18]</sup>、CO<sub>2</sub> 浓度<sup>[19]</sup> 和土质营养<sup>[20]</sup> 等均会对酿酒葡萄果实中的香气物质产生影响。而不同产地间的上述环境因素是否为导致酿酒葡萄果实中香气物质差异性的原因还有待进一步研究。

总之,3 个产地酿酒葡萄“赤霞珠”果实中挥发性香气物质的组成基本一致,香气物质的含量各具特点。云南迪庆德钦产地 C6 醛类物质含量较低,醇类物质和芳香族类物质含量较高;河北怀来沙城产地含有较多的萜烯类物质,香气物质总量为 3 个产地最高;山东烟台莱山产地在特殊气味物质(1-庚醛、1-辛烯-3-醇、苯乙醛、苯酚和  $\beta$ -大马士酮等)的种类与含量上区别于其他 2 个产地。

#### 参考文献

- [1] 李华. 葡萄酒品尝学[M]. 第 1 版. 北京: 科学出版社, 2010: 59-65.
- [2] 李华. 葡萄酒化学[M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2010: 140-141.
- [3] MARTÍ M P, BUSTO O, GUASCH J. Application of a headspace mass

spectrometry system to the differentiation and classification of wines according to their origin, variety and ageing[J]. Journal of Chromatography A, 2004, 1057: 211-217.

[4] JIANG B, XI Z M, LUO M J, et al. Comparison on aroma compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines from four wine grape-growing regions in China[J]. Food Research International, 2013, 51: 482-489.

[5] VILLEN J, SENORANS F J, REGLERO G, et al. Analysis of wine aroma by direct injection in gas chromatography without previous extraction[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1995, 43: 717-722.

[6] FERREIRA V, LÓPEZ R, CACHO J F. Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80: 1659-1667.

[7] AZNAR M, ARROYO T. Analysis of wine volatile profile by purge-and-trap-gas chromatography-mass spectrometry application to the analysis of red and white wines from different Spanish regions[J]. Journal of Chromatography A, 2007, 1165: 151-157.

[8] UGLIANO M, BARTOWSKY E J, MCCARTHY J, et al. Hydrolysis and transformation of grape glycosidically bound volatile compounds during fermentation with three *Saccharomyces* yeast strains[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54: 6322-6331.

[9] 余泽红, 贺小贤, 丁勇, 等. 固相微萃取在食品挥发性组分测定方面研究进展[J]. 粮食与油脂, 2010(7): 44-46.

[10] ZALACAIN A, MARÍN J, ALONSO G L, et al. Analysis of wine primary aroma compounds by stir bar sorptive extraction[J]. Talanta, 2007, 71: 1610-1615.

[11] SÁNCHEZ-PALOMO E, DÍAZ-MAROTO M C, PÉREZ-COELLO M S. Rapid determination of volatile compounds in grapes by HS-SPME coupled with GC-MS[J]. Talanta, 2005, 66: 1152-1157.

[12] CINCOTTA F, VERZERA A, TRIPODI G, et al. Determination of sesquiterpenes in wines by HS-SPME coupled with GC-MS[J]. Chromatography, 2015(2): 410-421.

[13] GÓMEZ E, MARTÍNEZ A, LAENCINA J. Changes in volatile compounds during maturation of some grape varieties[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1995, 67: 229-233.

[14] GONZÁLEZ-MAS M C, GARCÍA-RIANO L M, ALFARO C, et al. Headspace-based techniques to identify the principal volatile compounds in red grape cultivars[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2009, 44: 510-518.

[15] SHAW P E, MOSHONAS M G, HEARN C J, et al. Volatile constituents in fresh and processed juices from grapefruit and new grapefruit hybrids[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2000, 48: 2425-2429.

[16] REYNOLDS A G, WARDLE D A. Influence of fruit microclimate on monoterpene levels of gewurztraminer[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1989, 40: 149-154.

[17] 张明霞, 吴玉文, 段长青. 葡萄与葡萄酒香气物质研究进展[J]. 中国农业科学, 2008(7): 2098-2104.

[18] RYONA I, PAN B S, INTRIGLIOLO D S, et al. Effects of cluster light exposure on 3-isobutyl-2-methoxypyrazine accumulation and degradation patterns in red wine grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Franc)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56: 10838-10846.

[19] GONÇALVES B, FALCO V, MOUTINHO-PEREIRA J, et al. Effects of elevated CO<sub>2</sub> on grapevine (*Vitis vinifera* L.): volatile composition, phenolic content, and *in vitro* antioxidant activity of red wine[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 57: 265-273.

[20] Bravdo B A. Effect of mineral nutrition and salinity on grape production and wine quality[J]. Acta Horticulturae, 2000, 512: 23-30.

DOI:10.11937/bfyy.201604006

## 枣自然实生后代酸枣类型 主要性状调查

王 瑶, 申连英, 毛永民, 任勇响, 王晓玲, 段开行

(河北农业大学 中国枣研究中心, 河北 保定 071001)

**摘 要:**以大名县枣育种园 150 个枣自然实生后代中分离出的酸枣实生群体为试材, 调查了酸枣果实成熟期、裂果情况、果实鲜食品质等 19 个性状, 并进行了相关性分析。结果表明: 枣自然实生后代中的酸枣类型农艺性状变异很大, 成熟期从 8 月上旬到 10 月上旬, 单果重变异系数为 0.45, 双仁率变异系数为 0.76; 单果重与可食率、单核重与千仁重、出仁率与双仁率均呈极显著正相关; 筛选出大果类型 7 个, 抗裂类型 7 个, 优质丰产类型 6 个, 高出仁率类型 6 个, 早熟类型 5 个。

**关键词:**枣实生后代; 酸枣; 性状调查

**中图分类号:**S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0028-05

枣(*Zizyphus jujuba* Mill.) 属鼠李科(Rhamnaceae) 枣属(*Zizyphus* Mill.) 植物, 原产我国<sup>[1]</sup>。酸枣(*Zizyphus*

*spinosa* Hu.) 是枣的原生种, 古称棘, 又叫“野枣”, 是广泛分布于我国北方诸省的一种野生果树, 据叶化石分析推测, 至少已有 1 200 万~1 400 万年的历史<sup>[1]</sup>。

**第一作者简介:**王瑶(1991-), 女, 河北邢台人, 硕士研究生, 研究方向为干果种质资源与分子辅助育种。E-mail:1151611748@qq.com.

**责任作者:**申连英(1964-), 女, 河北邯郸人, 博士, 研究员, 现主要从事枣遗传育种等研究工作。

**基金项目:**河北省自然科学基金资助项目(C2013204099)。

**收稿日期:**2015-10-08

酸枣是一种具有极高开发和利用价值的果树资源, 然而, 长期以来人们对酸枣认识不足, 酸枣一直处于野生状态, 资源遭到严重破坏, 分布面积不断缩小, 很多种质资源因乱砍乱伐而遭灭绝。现存的酸枣主要分布在

## Difference of Volatile Aroma Compounds in Ripen Berries of Wine Grape (Cabernet Sauvignon) Among Production Regions

ZHAO Yue<sup>1</sup>, SUN Yuxia<sup>2</sup>, SUN Qingyang<sup>1</sup>, HAN Aiqin<sup>1</sup>, MIAO Liping<sup>1</sup>, ZHAO Xinjie<sup>1</sup>

(1. College of Biological Engineering, Qilu University of Technology, Jinan, Shandong 250353; 2. Institute of Agro-food Science and Technology, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250100)

**Abstract:** Volatile aroma compounds in berries of wine grape (Cabernet Sauvignon) from three production regions (Deqin in Yunnan, Laishan in Shandong and Shacheng in Hebei) in China were analyzed by headspace solid phase microextraction (HS-SPME) coupled with gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The results showed that 38 kinds volatile aroma compounds, including 12 aldehydes, 5 alcohols, 4 ketones, 7 aromatics, 6 terpenes and 4 esters, were detected in grape berry samples. Among three production regions, the composition of volatile aroma compounds in grape berries were basically the same, while the content of volatile aroma compounds showed different features. The grape berry sample of Deqin in Yunnan had lower content of C6 aldehydes and higher content of alcohols and aromatics; Shacheng in Hebei had higher content of terpenes, and the total volatile aroma compounds was also the highest among three production regions; while the variety and content of special odor compounds of Laishan in Shandong showed differences with the other two regions.

**Keywords:** production regions; wine grape; volatile aroma compounds