

杨凌地区‘媚丽’葡萄的采收期确定

翟婉丽¹, 原雨欣¹, 刘树文^{1,2,3,*}

(1.西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2.陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100;
3.陕西省合阳葡萄试验示范站, 陕西 合阳 715300)

摘要:目的: 通过比较杨凌地区‘媚丽’葡萄不同采收期的果实香气、葡萄酒香气和葡萄酒颜色指标, 确定出该地区‘媚丽’葡萄酿造红葡萄酒的最适采收时间。方法: 进入转色期后对‘媚丽’果实进行定期采样, 测定其理化成熟、酚成熟和果实香气变化; 选取最佳理化成熟时间和酚成熟时间采收的‘媚丽’葡萄进行酿酒实验, 测定香气成分和颜色指标。结果: 8月24日, 细胞成熟指数为0.061, 种子成熟指数为0.521, 为最佳酚成熟时间, 该时间采收的葡萄酿造的葡萄酒香气最丰富, 共检测到41种香气化合物, 总量为471.75 mg/L, 且葡萄酒颜色亮度和红色色调也最符合干红葡萄酒的要求; 最佳理化成熟时间相比酚成熟晚4 d, 但其葡萄酒香气和颜色指标相比8月24日都较差。结论: 杨凌地区‘媚丽’葡萄在达到酚成熟时所酿造的葡萄酒香气和颜色最佳。

关键词: ‘媚丽’葡萄; ‘媚丽’葡萄酒; 成熟度; 香气; 颜色

Determination of the Optimal Harvest Time of Meili Grapes in Yangling Region for Wine Processing

ZHAI Wanli¹, YUAN Yuxin¹, LIU Shuwen^{1,2,3,*}

(1. College of Enology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;
2. Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling 712100, China;
3. Heyang Experimental and Demonstrational Stations for Grape, Heyang 715300, China)

Abstract: Purpose: To determine the optimal harvest time of Meili grapes in Yangling, Shaanxi province for processing of dry red wine. Methods: Grapes were picked regularly after the beginning of conversion for determination of physicochemical indexes, phenolic maturity and aromatic components. Grapes harvested at the optimal time for physicochemical and phenolic maturity were used for winemaking. The aroma composition and color parameters were measured during the fermentation process. Results: The grapes harvested on August 24 showed the best phenolic maturity with cell maturity index of 0.061 and seed maturity index of 0.521. The wine made from these grapes showed the most abundant aroma with 41 aroma components, whose total content was 471.75 mg/L. The brightness and red tone of the wine were also the most consistent with the quality requirements for dry red wines. The optimal harvest time for physicochemical maturity was 4 d later than that for phenolic maturity and resulted in a wine with inferior aroma and color. Conclusion: The quality of Meili wine with phenolic maturity was better than that of the other samples.

Keywords: Meili grape; Meili wine; maturity degree; aroma; color

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201820033

中图分类号: TS261.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2018) 20-0226-07

引文格式:

翟婉丽, 原雨欣, 刘树文. 杨凌地区‘媚丽’葡萄的采收期确定[J]. 食品科学, 2018, 39(20): 226-232. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201820033. <http://www.spkx.net.cn>

ZHAI Wanli, YUAN Yuxin, LIU Shuwen. Determination of the optimal harvest time of Meili grapes in Yangling region for wine processing[J]. Food Science, 2018, 39(20): 226-232. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201820033. <http://www.spkx.net.cn>

葡萄果实的成熟度是葡萄酒质量和风格的“第一要素”^[1]。理化成熟监控是生产中最常采用的一种方法, 目

收稿日期: 2018-03-06

的是保证采收时葡萄含有足够的糖度转化为需要的乙醇^[2], 研究表明酿酒原料最低要求糖酸比不小于20, 且优质的

第一作者简介: 翟婉丽 (1992—), 女, 硕士研究生, 研究方向为葡萄酒工艺。E-mail: zwl12242010@163.com

*通信作者简介: 刘树文 (1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为酿酒微生物。E-mail: liushuwen@nwsuaf.edu.cn

原料糖酸比应达到30~35^[3]。但理化成熟只是监控果肉中糖、酸的含量,忽略了果皮和种子的成熟度,而果皮是葡萄酒中酚类物质和主要香气物质的来源,对葡萄酒的颜色、口感、营养有决定性的作用^[4]。目前,葡萄果实酚成熟度的监控方法较多, Giuffrè等^[5]利用液相色谱和二极阵列检测器联用的方法,检测意大利南部地区的红色葡萄品种成熟过程中多酚含量变化; Chen Shanshan等^[6]建立了高光谱成像技术结合支持向量模型预测赤霞珠葡萄果皮中花色苷含量的方法,能够实现快速检测酿酒葡萄果皮中花色苷含量预测果实酚成熟状况; Zhang Ni等^[7]发现近红外光谱法可以测定成熟过程中葡萄果实内酚含量的变化,从而预测果实的成熟度。国内测定葡萄果实酚成熟应用较广泛的是以果皮细胞的成熟度代表果实酚成熟度^[8],用果皮细胞中酚类物质的提取率表示果皮细胞的成熟度^[9],提取率越高且提取量越大,表示果皮成熟度越好。

香气是消费者购买葡萄酒的一个重要衡量标准,消费者购买葡萄酒选择的因素包括主观因素和客观因素,其中最主要的是客观因素,包括葡萄酒外观、香气、口感、酒体^[10]。胡竹韵等^[11]研究了葡萄酒香气和价格之间的关系,发现进口酒价格和香气之间存在着多元数学线性关系。葡萄酒香气与果实成熟度之间存在复杂的关系,随着葡萄成熟度增加葡萄酒的香气会变的逐渐复杂,但超过某一时期后香气会变的粗糙^[12]。段雪荣等^[1]对昌黎地区不同成熟度的赤霞珠葡萄酒进行了香气质量分析,发现当糖度为20.6 °Brix时酒中香气成分总量最高。也有研究发现,麝香类葡萄在糖酸比达到公认成熟期(糖酸比>22.6)之后的几周内,香气成分还是表现为增加趋势^[13]。香气的研究最早由Henning和Villford等人于1942年开始,之后Bayer利用气相色谱检测到葡萄酒中的香气物质,如今最常用的检测方法是固相微萃取技术^[14]与气相色谱-质谱法相结合,固相微萃取又分为浸没式和顶空式,并且顶空式更适合葡萄酒的测定^[15]。

产地的生态气候条件是影响葡萄产量和成熟度的重要因素^[16-17],主要的气候条件包括温度、日照时间、降雨量、昼夜温差等。杨凌地区属于温和产区,7月和8月的平均日照时间为14 h,年平均降雨量为660 mm,但降雨时间分布不均,60%的降雨时间集中在葡萄成熟期间,这对葡萄的成熟造成极大的威胁^[18]。

‘媚丽’^[19]是西北农林科技大学采用“欧亚种内轮回选择法”选育而成的一个葡萄新品系,有强的抗寒性和抗病性^[20],现今广泛种植在陕西、山西以及内蒙古等地区。本实验将对比不同成熟度葡萄酒的香气和颜色指标,以期得到杨凌地区‘媚丽’葡萄最佳的采收时间。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

‘媚丽’葡萄采收于2017年陕西省咸阳市杨陵区官村葡萄基地(黄土高原产区),气候属与暖温带半湿润半干旱气候。果园内株行距为1.0 m×2.5 m,单篱架,单干双臂整形,长短梢混合修剪,为杨凌地区‘媚丽’统一栽培及修剪方式,树龄为10 a。采样时间见表1,果实开始转色至完成转色期间,每7 d进行一次采样,果实完成转色后,每3~4 d进行一次采样,采样时间根据天气状况略有调整。

转色前期每次采样量为300粒,仅用于果实成熟度指标变化趋势测定,其中包括果实糖含量、酸含量、种子成熟指数(seed maturity index, SMI)、细胞成熟指数(cellular maturity index, CMI)、总酚指数(total phenols index, TPI)。当果实糖酸比(成熟系数)不小于22.5后,每次采样量为15 kg,用于果实成熟度和酿酒实验。

表1 2017年采样时间
Table 1 Harvest dates in 2017

编号	采样地点	采样日期	采样量	天气	编号	采样地点	采样日期	采样量	天气
1	杨陵官村	2017-7-21	300粒	晴天	7	杨陵官村	2017-8-23	15 kg	阴天
2	杨陵官村	2017-7-28	300粒	多云	8	杨陵官村	2017-8-24	15 kg	阴天
3	杨陵官村	2017-8-05	300粒	晴天	9	杨陵官村	2017-8-28	15 kg	阴天
4	杨陵官村	2017-8-09	300粒	晴天	10	杨陵官村	2017-9-02	15 kg	小雨
5	杨陵官村	2017-8-15	300粒	晴天	11	杨陵官村	2017-9-06	15 kg	晴天
6	杨陵官村	2017-8-19	15 kg	晴天					

氢氧化钠、葡萄糖、五水合硫酸铜、四水合酒石酸钾钠、甲醇、硫酸铵、无水碳酸钠、氯化铝、葡萄糖(均为分析纯) 广州金华大化学试剂有限公司; 没食子酸、偏重酸钾、草酸、盐酸(均为分析纯) 上海晶纯生化科技股份有限公司; 亚硝酸钠、乙酸(均为分析纯) 四川西陇化工有限公司; 浓盐酸(分析纯) 洛阳市化学试剂厂; 矢车菊素、芦丁、2-辛醇(均为色谱纯) 美国Sigma公司。

1.2 仪器与设备

Cary-60紫外-可见分光光度计 安捷伦科技(中国)有限公司; TRACE DSQ气相色谱-质谱联用仪 美国Thermo Finnigan公司; 5417R离心机 艾本德(中国)有限公司; 85-2数显恒温磁力搅拌器 杭州仪表电机有限公司。

1.3 方法

1.3.1 采样

为保证采摘的样品具有代表性,避开每行第一棵树采用Z字型采样,并分别于每棵果树阴面与阳面部位随机选取1穗葡萄,从每穗葡萄的上、中、下部位选取3粒果实。

1.3.2 葡萄果实糖酸比测定

参照王华^[21]的方法进行测定。

1.3.3 葡萄果实酚成熟度测定

每次采样后从样品中随机选取200粒浆果,匀浆,用pH值为1.0的草酸和pH值为3.2的磷酸分别提取匀浆后葡萄中的总花色苷、可提取花色苷含量,避光浸渍提取4 h后离心取上清液,上清液置于分光光度计中测其吸光度,其中pH 1.0的溶液提取的花色苷为总花色苷含量,pH 3.2的溶液提取的花色苷为可提取花色苷含量,根据提取的含量按公式(1)~(3)计算葡萄果实的TPI、CMI和SMI^[22]:

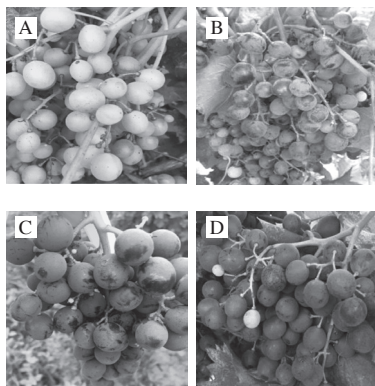
$$TPI = A_{280\text{ nm}} \quad (1)$$

$$SMI = \frac{A_{280\text{ nm}} - \frac{C_{3.2}}{1\ 000} \times 40}{A_{280\text{ nm}}} \quad (2)$$

$$CMI = \frac{C_{1.0} - C_{3.2}}{C_{1.0}} \quad (3)$$

式中: $A_{280\text{ nm}}$ 为提取液在波长280 nm处的吸光度; $C_{1.0}$ 和 $C_{3.2}$ 分别为浆果中总花色苷和可提取花色苷质量浓度/(mg/L)。

1.3.4 葡萄果实和葡萄酒香气的测定



A. 7月21日未发生转色,果皮为青色的果实; B. 8月9日刚完成转色,果皮为红色的果实; C. 8月24日达成熟要求后,果皮为黑色的果实; D. 8月28日达成熟要求后,果皮为黑色的果实。

图1 不同成熟阶段果实图

Fig. 1 Photos of Meili grapes in different growth stages

选取不同成熟阶段的果实进行香气测定,如图1所示。每个重复选取50粒浆果,去籽匀浆,将匀浆液放于4℃冰箱内浸渍12 h后离心取上清液,用气相色谱-质谱测定其挥发性物质的含量和种类。

果实浸提液香气和葡萄酒香气测定仪器条件参照陶永胜等^[23]对人工贵腐香气测定方法。香气物质的定量分析采用内标法^[24],气味贡献用香气活度值(odour active values, OAV)表示,即香气物质与其阈值的比值,比值越大贡献越大^[25]。

1.3.5 葡萄酒的酿造

当葡萄完成转色后选取3个时期进行酿酒实验,这3个时期分别为8月19日、8月24日、8月28日,酿造方法采用小容器酿造法^[26]。采用粒选的方式除梗,容器选用20 L玻璃罐,每罐装15 kg的葡萄,破碎后进行冷浸渍,浸渍温度6℃,浸渍30 h后进行乙醇发酵。

1.3.6 葡萄酒颜色指标测定

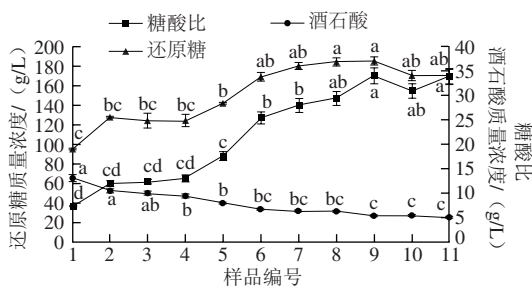
采用CEILAB法^[27]进行测定。

1.3.7 葡萄酒感官分析

经过专门培训的15人组成感官评定小组,按照葡萄酒品尝记录表对各酒样的外观、香气、口感进行评分,然后相加求得酒样的感官总分,并对香气描述进行量化分析,参照Wang Xingjie等^[28]的方法,以糖酸比表示香气描述量化值,糖酸比=($F \times I$)^{1/2}, F 为分析过程中气味描述词汇的使用频率, I 为分析过程中气味的强度。

2 结果与分析

2.1 葡萄果实糖酸成熟测定结果



同一指标不小写字母表示差异显著($P < 0.05$),图3同。

图2 2017年杨凌地区‘媚丽’葡萄的理化成熟结果

Fig. 2 Physicochemical maturity of Meili grapes

由图2可知,第9次采样,果实的糖、酸质量浓度分别为185、5.45 g/L,糖酸比为33.9,糖酸比为11次采样中最大。因此,可认为2017年杨凌地区‘媚丽’葡萄的最佳理化成熟时间为第9次采样,即8月28日。该时间之后样品中糖含量和糖酸比均出现下降,其下降的原因可能是从8月下旬开始,杨凌地区进入了连续的阴雨天气,缺少光照且温度下降,对葡萄的成熟造成严重影响。梁艳英等^[18]对泾阳地区的赤霞珠进行研究,发现糖酸比在转色4周后达到最大,随后也出现下降。葡萄理化成熟与气温和日照长度的相关性十分显著,在一定的范围内糖度的积累与不小于10%的有效积温成正相关^[2]。因此,在杨凌地区依靠理化成熟指导葡萄采收时间,很大程度上会受到天气状况的限制。

2.2 葡萄果实酚成熟测定结果

监控果实中果肉成熟度时,也利用测定多酚提取率监控果实的酚成熟度,CMI、SMI、TPI为酚提取率的指示值,可用于判断酚成熟度^[29]。

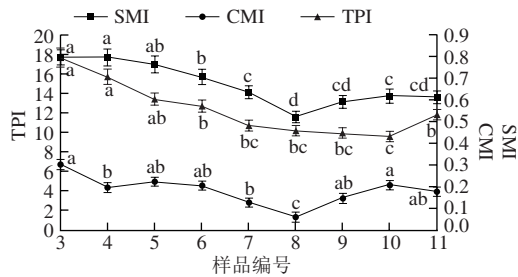


图3 2017年杨凌地区‘媚丽’葡萄酚成熟度结果

Fig. 3 Phenol maturity of Meili grapes

由图3可知,第8次采收的样品CMI、SMI为所有样品中最小,分别为0.061、0.521,第10次采样中TPI最小,最小为9.6,且经差异显著性分析后发现,从第8次到第10次的3个样品TPI值之间无显著性差异($P>0.05$),CMI最小表示此时果皮细胞的成熟度最佳,此时果皮细胞中细胞膜对酚类物质的透过率最大,因此可提取花色苷与总花色苷含量差异最小;SMI最小表示种子的成熟度最佳,即种子中的苦味单宁透过率最低;TPI越小总酚含量越高。因此可认为第8次采样时间为杨凌地区‘媚丽’葡萄的最佳酚成熟时间,即2017年8月24日,比最佳理化成熟提前4 d。随后果实的CMI、SMI一致出现上升趋势。刘旭等^[22]对赤霞珠果实进行酚成熟监控,结果显示最佳酚成熟期CMI为0.43,SMI为0.79,这种数值上的差异可能是由于赤霞珠和‘媚丽’的品种差异所导致。

2.3 葡萄果实和葡萄酒香气测定结果

表2 不同阶段果实的香气成分结果
Table 2 Aroma components of grapes harvested at different growth stages

香气成分	质量浓度/(mg/L)				阈值/(mg/L) ^[30-31]	气味特征 ^[32]
	7月21日	8月9日	8月24日	8月28日		
乙酸乙酯	4.45±0.46 ^c	16.62±0.86 ^b	49.50±2.30 ^a	47.10±5.70 ^a	17	果香
乙酸异丁酯	3.53±0.13 ^b	7.27±0.36 ^b	14.72±2.36 ^a	13.98±1.40 ^a	40	奶酪
丁酸乙酯	—	3.66±1.33 ^b	78.32±2.76 ^a	57.42±3.80 ^a	—	—
乙酸丁酯	—	—	10.57±0.00 ^a	11.23±0.80 ^a	1.6	果香、草莓
壬酸乙酯	2.01±0.28	—	—	—	0.014	花香、青果香
癸酸乙酯	4.87±0.82 ^b	9.30±1.51 ^b	40.1±4.10 ^a	40.00±3.10 ^a	—	果香、舒适脂肪
辛酸乙酯	0.42±1.09 ^c	4.10±0.42 ^b	7.00±1.70 ^a	5.67±2.10 ^{ab}	0.44	葡萄香气
D-柠檬烯	12.57±0.41	—	—	—	—	—
γ-松油烯	10.76±1.21	—	—	—	—	—
橙花醇	—	—	5.27±0.03 ^a	6.23±0.70 ^a	—	花香
乙醛	5.98±1.47 ^c	14.92±0.89 ^b	18.05±1.11 ^a	13.74±3.50 ^b	0.5	生青味
壬醛	4.73±0.41	—	—	—	15*	玫瑰花、李子
戊醛	4.93±0.96	—	—	—	—	生香蕉、生苹果
3-甲基-丁醛	7.30±1.91 ^b	6.75±0.74 ^b	10.22±0.26 ^a	10.01±2.60 ^a	1	青草味
苯乙醛	47.63±8.28 ^a	19.92±0.57 ^b	14.48±1.41 ^b	10.34±1.60 ^b	5.2	青草味
2-辛酮	—	16.20±1.24	—	—	0.25	花香、青果味
1-己醇	—	0.06±0.00 ^c	0.30±0.04 ^a	0.23±0.10 ^b	0.02	酸果、果香
庚醇	0.10±0.012 ^c	0.475±0.08 ^b	0.754±0.03 ^a	0.704±0.00 ^a	—	—
苯乙醇	55.57±4.06 ^b	94.24±10.79 ^b	140.60±15.43 ^a	135.27±10.50 ^a	40	香蕉、花香

注:—,未检测到该种物质或阈值;同行不同字母表示差异显著($P<0.05$);表3同。*,单位为 $\mu\text{g/L}$ 。

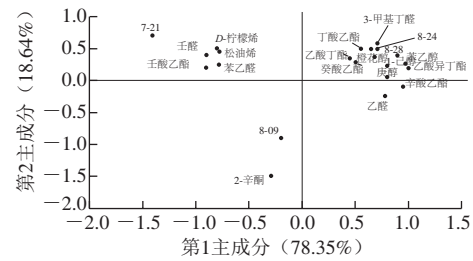


图4 前2个主成分上果实香气和采样时间化合物分布图

Fig. 4 PCA biplot for aromatic compounds and harvest times of Meili grapes

由表2可知,7月21日共检测到14种香气物质,其中含有5种酯类、2种萜烯类、5种醛类和2种醇类。醇类和醛类所占的比例较大,分别为33.7%和42.8%。醇类中含量最高的苯乙醇,其OAV为1.38,含量最高的醛类为苯乙醛,其OAV为9.16。由图4可知,D-柠檬烯、γ-松油烯、苯乙醛、壬酸乙酯、壬醛集中分布在7月21日样品周围,可认为这些物质是‘媚丽’葡萄青果时期的主要香气成分。

8月9日的样品中共检测到12种香气化合物,其中酯类、醛类、醇类分别为5、3、3种。醇类和醛类含量所占的比例较大,分别为21.5%和57.38%。醇类中含量最高的仍为苯乙醇,其OAV为2.35,醛类中含量较高的为苯乙醛和乙醛,OAV分别为6.56、36.1。8月9日的样品中特有的香气成分为2-辛酮,其OAV为64.8。从这几种物质的气味描述可知,‘媚丽’葡萄红果阶段中,果实的香气特征为果香、花香、青果味,其中青果味仍明显。

8月24日的样品中共检测出13种香气物质,其中酯类、萜烯类、醛类、醇类分别为6、1、3、3种。酯类和醇类含量所占的比例较大,分别为51.35%和36.33%。含量最高的酯类物质为乙酸乙酯,其OAV为8.79,含量最高的醇类物质为苯乙醇,其OAV为3.52;8月28日果实香气和8月24日果实香气检测结果在香气种类上相同,但有12种物质的含量略有下降,仍是以酯类和醇类占主要成分,所占比例分别为49.8%和38.7%。

从表2和图4可以看出,提取到前2个主成分对整体的贡献率分别为78.35%和18.64%。葡萄在成熟的过程中酯类和醇类含量占总含量的比例不断增加,而醛类含量所占比例出现降低,醛类物质在气味描述中多数被认为是青涩、青草、植物等气味的贡献者^[32]。因此,本研究结果与葡萄果实在成熟过程中散发的香气表现一致,即从青涩的植物味逐渐演变为成熟的果香花香。对比8月24日和8月28日果实香气的数据可得,8月24日果实香气质量更佳。由此可知‘媚丽’果实达到最佳酚成熟后香气含量开始由增长趋势转变为降低,这种变化与成熟过程中天气、温度和品种本身特性都有关系^[32]。

表3 不同采收期葡萄酒的香气成分

Table 3 Aromatic components of wines made from grapes harvested at different times

香气成分	质量浓度/(mg/L)			阈值/(mg/L)	气味描述
	8月19日酒样	8月24日酒样	8月28日酒样		
乙酸乙酯	24.19±1.37 ^a	21.54±2.10 ^a	16.614±3.90 ^b	17	果香、酯香
丙酸乙酯	1.04±0.21 ^a	0.767±0.02 ^{ab}	0.53±0.00 ^b	10	菠萝
乙酸丙酯	0.24±0.01 ^a	0.331±0.00 ^a	—	25	果香、梨香
异丁酸乙酯	0.24±0.03 ^a	0.27±0.01 ^a	—	0.02	果香、草莓
乙酸异丁酯	0.90±0.37 ^a	0.80±0.11 ^a	0.76±0.00 ^a	1.6	草莓、花香
丁酸乙酯	3.90±0.91 ^a	2.90±0.70 ^b	0.80±0.04 ^c	0.02	果香
乳酸乙酯	0.27±0.00 ^b	0.46±0.02 ^a	0.34±0.01 ^{ab}	14	优雅果香
异戊酸乙酯	0.27±0.11 ^a	0.22±0.00 ^a	—	0.003	香蕉、甜果香
乙酸异戊酯	4.89±0.43 ^b	9.30±1.44 ^a	—	0.2	果香、新鲜香蕉
2-甲基乙酸丁酯	6.82±0.73 ^a	4.74±0.71 ^b	—	40	香蕉
丁酸丁酯	0.16±0.02	—	—	—	杏仁
正己酸乙酯	70.64±5.23 ^a	57.12±2.11 ^b	11.51±3.10 ^c	0.014	青苹果、草莓
乙酸己酯	0.60±0.07 ^a	0.54±0.02 ^a	—	1.5	新鲜果香、梨香
丁酸戊酯	0.213±0.03 ^a	0.20±0.00 ^a	0.13±0.00 ^b	—	—
庚酸乙酯	0.57±0.09 ^b	0.83±0.03 ^a	—	—	—
辛酸乙酯	115.27±7.80 ^b	114.83±10.24 ^b	122.10±13.70 ^a	—	果香、清新
辛酸甲酯	2.704±0.31 ^a	2.06±0.71 ^a	—	—	强烈柑橘香
乙酸辛酯	0.13±0.04	—	—	50	橙花、茉莉花
乙酸苯乙酯	0.28±0.07 ^b	0.64±0.14 ^a	0.31±0.00 ^{ab}	0.65	花香
己酸异戊酯	0.47±0.05 ^a	0.53±0.10 ^a	—	—	—
辛酸丙酯	0.19±0.00 ^b	0.54±0.10 ^a	0.59±0.03 ^a	—	—
壬酸乙酯	0.38±0.10 ^b	1.13±0.05 ^a	0.08±0.00 ^c	1.3	玫瑰花、果香
癸酸甲酯	0.424±0.018 ^b	0.87±0.03 ^a	—	—	—
正辛酸异丁酯	0.39±0.01 ^a	0.33±0.01 ^a	0.23±0.01 ^b	—	—
癸酸乙酯	52.27±9.20 ^b	76.46±2.30 ^a	27.24±5.40 ^c	0.2	果香
辛酸-3-甲基丁酯	0.86±0.04 ^b	1.79±0.60 ^a	0.20±0.00 ^c	—	—
辛酸-2-甲基丁酯	0.20±0.00 ^b	0.58±0.04 ^a	—	—	—
月桂酸乙酯	9.84±0.61 ^b	23.31±3.60 ^a	13.90±1.40 ^b	—	果香、花香
肉豆蔻酸乙酯	0.88±0.06 ^b	1.72±0.00 ^a	—	—	香料
棕榈酸乙酯	0.68±0.39 ^c	2.13±0.70 ^b	5.43±0.99 ^a	—	—
癸酸异丁酯	—	0.18±0.00	—	—	—
丙酸异戊酯	—	0.77±0.01	—	0.7	杏仁、菠萝
异戊醇	85.37±3.50 ^a	75.80±10.30 ^b	56.30±3.50 ^c	7	杏仁
2-甲基-1-丁醇	30.01±8.20 ^a	27.78±7.90 ^b	12.50±2.10 ^c	50	香蕉
2,3-丁二醇	0.92±0.03 ^a	0.27±0.00 ^b	—	120	化学试剂
1-己醇	1.27±0.50 ^c	2.03±0.04 ^b	4.13±1.20 ^a	5.2	青草
正辛醇	0.58±0.02 ^a	0.52±0.10 ^a	0.40±0.21 ^b	0.9	柑橘、花香
2-壬酮	0.17±0.00 ^b	0.29±0.00 ^a	0.03±0.00 ^c	—	植物香气
苯乙醇	13.99±2.40 ^b	22.64±5.90 ^a	13.30±1.10 ^b	7.5	花香
正丁醇	—	0.18±0.00	—	150	酒精味
己酸	2.00±0.05 ^a	2.54±0.66 ^a	2.00±0.10 ^a	8.8	汗味
辛酸	7.27±1.26 ^a	9.38±2.10 ^a	6.20±1.50 ^b	15	奶酪味
癸酸	2.22±0.77 ^a	2.27±0.78 ^a	0.16±0.00 ^b	8	脂肪
总和	448.48	471.75	295.84	—	—

由表3可知，8月19日、8月24日、8月28日3个采收时期的‘媚丽’葡萄酒中香气成分分别为40、41、25种，总质量浓度分别为448.48、471.75 mg/L和295.24 mg/L，总含量最高的为8月24日，也是最佳的酚成熟时间。

3个不同时期检测结果中酯类物质种类最多，共检测到32种，8月24日的葡萄酒中酯类的种类和所占比例最

大，分别为30种和73.7%，OAV大于1的共有8种；8月19日次之，检测到30种酯类，所占比例为66.89%，OAV大于1的有7种；8月28日葡萄酒检测到的酯类物质为3个采收期葡萄酒中最少，共含有16种，所占比例为67.79%，OAV大于1的有3种。含量较高的酯类物质为乙酸乙酯、丁酸乙酯、乙酸异戊酯、正己酸乙酯、辛酸乙酯、月桂酸乙酯、癸酸乙酯。

醇类物质所占比例次之，共检测到7种，3个时期中醇类所检测到的种类分别为6、7、5种，含量占总含量的比例分别为29.37%、27.39%、29.34%，OAV大于1的物质均为2种，分别是异戊醇、苯乙醇；剩余物质所占比例较小。3个不同采收时间葡萄酒中，8月24日葡萄酒香气含量最丰富，且以酯类和醇类为主，8月19日次之，8月28日含量最少。

李娜娜等^[33]对杨陵地区不同成熟度爱格丽葡萄酿造的蒸馏酒进行了香气测定，结果发现8月18日的葡萄蒸馏酒中香气成分总量最高，种类较丰富。这表明在葡萄的成熟过程中香气是不断变化，且会在某一成熟状态下达到最佳。根据表3中‘媚丽’葡萄酒各个香气成分的气味描述可知，‘媚丽’葡萄酒的香气是以果香和花香为主，其中果香主要表现为香蕉、草莓、柑橘类、梨等气味，花香主要表现为蔷薇科香气。

2.4 葡萄酒颜色测定结果

表4 ‘媚丽’葡萄酒颜色指标

Table 4 Color indexes of Meili wines

样品	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
8月19日酒样	83.70±1.2 ^b	19.01±1.1 ^b	41.11±3.7 ^a
8月24日酒样	80.31±3.4 ^a	25.87±1.7 ^c	56.73±3.1 ^b
8月28日酒样	86.71±1.1 ^c	17.08±1.2 ^a	55.71±3.6 ^b

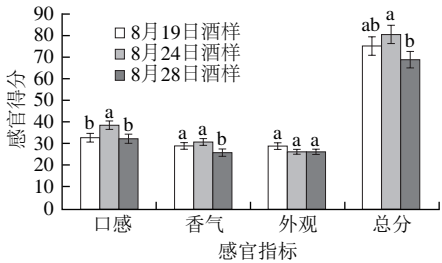
注：同列不同字母表示差异显著（*P*<0.05）。

从表4可知，不同时间葡萄酒的*L**值分别为83.70、80.31、86.71，且具有显著性差异。*L**值表示酒所呈现出的明暗程度，数值越大亮度越高，可知8月24日的葡萄酒亮度最小，8月28日的葡萄酒亮度最大；*a**值表示葡萄酒的红绿程度，数值越大红色色调越强，3个时期的*a**值分别为19.01、25.87、17.08，且具有显著性差异，8月24日葡萄酒红色色调最强，其次为8月19日，最后为8月28日；*b**值表示葡萄酒的黄蓝程度，值越大越偏向黄色调，其中黄色色调最强的是8月19日，数值为41.11，与剩余2个时期有显著性差异，而剩余2个时期的*b**值无显著性差异，数值分别为56.73、55.71。结果表明，8月24日的葡萄酒最符合干红葡萄酒颜色的要求。

2.5 葡萄酒感官分析结果

如图5所示，感官分析共包括3个环节，外观分析、香气^[34]分析、口感分析。外观分析包括颜色、澄清度，不同成熟度条件下葡萄酒外观得分无显著性差异（*P*>0.05），分别为28.2、26.45、26.47分；香气分析包括香气浓郁度、香气纯正度、香气特征等，香气得分

为8月24日酒样>8月19日酒样>8月28日酒样, 分别为30.92、29.15、26.15分; 口感分析包括酒体、酸度、平衡性、余味等, 8月24日酒样口感得分高于8月19日酒样和8月28日酒样, 且8月19日酒样与8月28日酒样在口感得分间无显著性差异, 得分分别为33.08、38.5、32.67; 3个酒样在外观、香气和口感的总分上呈现显著性差异($P<0.05$), 总分分别为75.69、80.69、68.92, 8月24日酒样总分最高。



同一指标不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

图5 供试酒样的感官评价

Fig. 5 Sensory evaluation of wine samples

表5 供试酒样香气特征量化分析糖酸比

Table 5 M values for aroma characteristics of wine samples

香气类别	香气描述	糖酸比		
		8月19日酒样	8月24日酒样	8月28日酒样
柑橘类	橙子	17.21	23.46	17.94
	橘子	44.72	41.31	46.19
	柠檬	38.91	52.31	31.22
	芒果	0.00	23.09	20.00
热带水果	荔枝	50.33	61.31	40.00
	香蕉	0.00	20.00	11.55
	百香果	32.66	28.28	20.00
	菠萝	20.00	0.00	20.00
温带水果	苹果	43.20	44.72	48.99
	梨	25.82	20.00	20.00
	桃子	41.31	51.64	48.99
	杏	0.00	0.00	0.00
红色水果	哈密瓜	25.82	51.34	0.00
	草莓	52.91	66.51	51.61
	酸梅	23.09	0.00	20.00
	李子	23.09	28.28	11.55
花香	樱桃	36.50	51.55	20.00
	橙花	51.64	34.64	43.20
	玫瑰	36.50	45.82	34.64
	紫罗兰	33.21	59.41	41.33
草本	甘草	20.00	0.00	23.09
	生青	32.86	36.88	32.66
	奶油	0.00	16.33	0.00
	香料	16.33	16.33	0.00
其他	矿物质	0.00	16.33	0.00
	蜂蜜	11.55	30.55	16.33
	发酵	16.33	0.00	0.00
	生青	32.86	36.88	32.66
异味	疏味	0.00	32.66	16.33

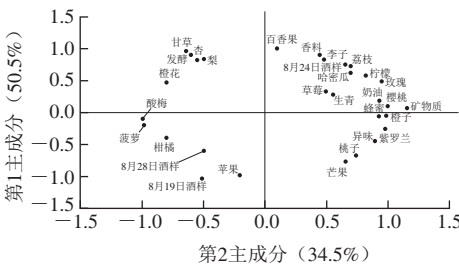


图6 前2个主成分上葡萄酒香气特征分布图

Fig. 6 PCA biplot for aroma characteristics of Meili wines

如表5和图6所示, 供试酒样中共分析出29种香气特征, 对香气特征量化数据进行主成分分析, 提取2个成分, 分别占总体方差的50.5%和34.5%。图6中花香、热带水果香气以及红色水果香气主要分布在第2主成分的正半轴, 8月24日酒样分布于第2主成分正半轴, 因此可说明8月24日酒样中花香、热带水果香、红色水果香气突出, 而8月19日和8月28日酒样分布于第2主成分负半轴区域内, 香气分布少于第2主成分正半轴, 多为一些核果类香气。

3 结论

成熟度特性研究中主要是通过葡萄糖酸比、多酚成熟以及果实香气含量来研究杨凌地区‘媚丽’葡萄的成熟度。研究结果显示, 杨凌地区‘媚丽’葡萄多酚成熟提前于理化成熟, 提前时间为4 d, 这与刘旭等^[22]对泾阳地区赤霞珠研究结果相似, 泾阳地区赤霞珠最佳酚成熟时间相比理化成熟时间提前7 d。

酿酒实验结果显示最佳酚成熟时‘媚丽’酿造的葡萄酒颜色、香气质量均优于最佳理化成熟时‘媚丽’酿造的葡萄酒, 这与段雪荣等^[1]对赤霞珠成熟度的研究不同, 赤霞珠葡萄酒香气质量会随果实理化成熟的增加而增加。造成这种差异的原因可能是‘媚丽’成熟期间杨凌地区多雨, 影响果实内香气物质的积累, 且雨水易使果实吸水膨大, 味道变淡, 而‘媚丽’的最佳酚成熟时间提前于最佳理化成熟时间, 果实受到的雨水影响较少。果实达到酚成熟后, 在浸渍的过程中可以提取到更多的酚类物质。李华^[12]研究得到酚类物质的含量与口感质量有正相关性, 这与本实验葡萄酒酚类物质研究结果相同。

因此, 对2017年杨凌地区‘媚丽’葡萄成熟度的研究表明, 相比8月19日和8月28日葡萄酿造的葡萄酒, 8月24日葡萄酒香气总含量高, 香气种类丰富, 且酒的颜色更加优雅, 接近宝石红, 更受品尝员喜爱。因此, 在杨凌地区‘媚丽’葡萄采收时间可以由葡萄的酚成熟度确定, 这不仅可以提高葡萄酒的品质, 还可以提前采收时间, 减少阴雨天气对果实的产量和品质造成的影响。

参考文献:

- [1] 段雪荣, 陶永胜, 杨雪峰, 等. 不同成熟度赤霞珠葡萄所酿酒香气质量分析[J]. 中国食品学报, 2012, 12(11): 189-197. DOI:10.16429/j.1009-7848.2012.11.021.
- [2] 陈代, 李德美, 战吉成, 等. 温度和日照时间对河北怀来霞多丽葡萄成熟度指标的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(3): 545-551. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2011.03.015.
- [3] 李记明, 李华. 酿酒葡萄成熟度的研究[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1994(3): 6-8. DOI:10.13414/j.cnki.zwpp.1994.03.002.
- [4] LIU X, LI J, TIAN Y, et al. Influence of berry heterogeneity on phenolics and antioxidant activity of grapes and wines: a primary study of the new winegrape cultivar Meili (*Vitis vinifera* L.)[J]. PLoS ONE, 2016, 11(3): 1-18. DOI:10.1371/journal.pone.0151276.
- [5] GIUFFRÈ A M. HPLC-DAD detection of changes in phenol content of red berry skins during grape ripening[J]. European Food Research and Technology, 2013, 237(4): 555-564. DOI:10.1007/s00217-013-2033-7.
- [6] CHENA S S, ZHANG F F, NING J F, et al. Predicting the anthocyanin content of wine grapes by NIR hyperspectral imaging[J]. Food Chemistry, 2015, 172: 788-793. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.09.119.
- [7] ZHANG N, LIU X, JIN X, et al. Determination of total iron-reactive phenolics, anthocyanins and tannins in wine grapes of skins and seeds based on near-infrared hyperspectral imaging[J]. Food Chemistry, 2017, 237: 811-817. DOI:10.1016/j.foodchem.2017.06.007.
- [8] BINDON K A, BACIC A, KENNEDY J A. Tissue-specific and developmental modifications of grape cell walls influence the adsorption of proanthocyanidins[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(36): 9249-9260. DOI:10.1021/jf301552t.
- [9] 岳强, 曾新安, 陈勇, 等. 评价酿酒葡萄成熟度的新方法: 酚类物质成熟度[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(1): 52-59.
- [10] CHARTERS S, PETTIGREW S. The dimension of wine quality[J]. Food Quality and Preference, 2007, 18(7): 997-1007. DOI:10.1016/j.foodqual.2007.04.003.
- [11] 胡竹韵, 王星晨, 陶永胜, 等. 中国进口红葡萄酒香气特征与价格之间的关联分析[J]. 食品科学, 2015, 36(11): 33-37. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201511007.
- [12] 李华. 葡萄酒工艺学[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 12-18.
- [13] 邵学东, 王作仁. 利用对葡萄香气评定来检测葡萄的成熟度[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2002(4): 57-58.
- [14] 徐溢, 付钰洁. 固相微萃取萃取头制备技术及试验方法的进展[J]. 色谱, 2004, 31(5): 528-534.
- [15] RODRIGUEZ-BENCOMO J J, CONDE J E, RODRIGUEZ-DELGADO M A, et al. Determination of esters in dry and sweet white wines by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 2002, 963(1/2): 213-223. DOI:10.1016/S0021-9673(02)00551-4.
- [16] 刘昭曦. 酿酒葡萄栽培适应性性与气象因素图形分析[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [17] CABRÉ M, QUÉNOL H, NUÑEZ M. Regional climate change scenarios applied to viticultural zoning in Mendoza, Argentina[J]. International Journal of Biometeorology, 2016, 60(9): 1325-1340. DOI:10.1007/s00484-015-1126-3.
- [18] 梁艳英, 刘旭, 隋银强, 等. 几个红色酿酒葡萄品种成熟度研究[J]. 北方园艺, 2013(7): 1-4.
- [19] 张振文, 王华, 房玉林, 等. 优质抗病酿酒葡萄新品种‘媚丽’[J]. 果农之友, 2013(10): 7-8.
- [20] ZHAO X H, LIU L Y, NAN L J, et al. Development of tyloses in the xylem vessels of Meili grapevine and their effect on water transportation[J]. Russian Journal of Plant Physiology, 2014, 61(2): 194-203. DOI:10.1134/S1021443714020198.
- [21] 王华. 葡萄酒分析检验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [22] 刘旭, 陈敏, 武轩, 等. “赤霞珠”葡萄转色后不同成熟度指标的变化[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 230-236. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201622035.
- [23] 陶永胜, 刘吉彬, 兰圆圆, 等. 人工贵腐葡萄酒香气的仪器分析与感官评价[J]. 农业机械学报, 2016(2): 270-279; 315.
- [24] 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(11): 1659-1667. DOI:10.1002/1097-0010(20000901)80:11<1659::AID-JSFA693>3.0.CO;2-6.
- [25] GUTH H. Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997, 45(8): 3027-3032. DOI:10.1021/jf970280a.
- [26] 李华. 小容器酿造葡萄酒[J]. 酿酒科技, 2002(4): 70-71.
- [27] 于庆泉, 段长青. 蛇龙珠葡萄酒酿造过程中颜色变化规律研究[J]. 中国酿造, 2006, 25(11): 28-30.
- [28] WANG X J, TAO Y S, WU Y, et al. Aroma compounds and characteristics of noble-rot wines of Chardonnay grapes artificially botrytized in the vineyard[J]. Food Chemistry, 2017, 226: 41-50. DOI:10.1016/j.foodchem.2017.01.007.
- [29] ROLLE L, SEGADE S R, TORCHIO F, et al. Influence of grape density and harvest date on changes in phenolic composition, phenol extractability indices, and instrumental texture properties during ripening[J]. Journal Agriculture Food Chemistry, 2011, 59(16): 8796-8805. DOI:10.1021/jf201318x.
- [30] 李华. 葡萄酒品尝[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [31] LAN Y Y, TAO Y S, TIAN T, et al. The effect of pre-fermentative freezing treatment on the sensory quality of ‘Meili’ Rosé wine[J]. South African Journal of Enology & Viticulture, 2014, 35(2): 257-263.
- [32] LEE B, LIN P C, CHA H S, et al. Characterization of volatile compounds in Cowart muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) during ripening stages using GC-MS combined with principal component analysis[J]. Food Science and Biotechnology, 2016, 25(5): 1319-1326. DOI:10.1007/s10068-016-0207-3.
- [33] 李娜娜, 束廷廷, 梁艳英, 等. 不同采收期对爱格丽葡萄酒及蒸馏酒香气成分的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(2): 215-221. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201802034.
- [34] ATANASOVA V, FULCRAND H, CHEYNIER V, et al. Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making[J]. Analytica Chimica Acta, 2002, 458(1): 15-27. DOI:10.1016/S0003-2670(01)01617-8.