

宁夏贺兰山东麓产区‘马瑟兰’葡萄最佳采收期的确定

丁琦¹, 李琪^{1*}, 张晓煜², 王琛³, 杨豫⁴

(¹南京信息工程大学·江苏省农业气象重点实验室, 南京 210044; ²宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002;

³河南省许昌市气象局, 河南许昌 461000; ⁴宁夏大学农学院, 银川 750021)

摘要:【目的】研究‘马瑟兰’葡萄在不同采收期果实成分的变化, 探索该品种在宁夏贺兰山东麓产区的最佳采收期。【方法】测定葡萄浆果的可溶性糖含量、可滴定酸含量、pH、可溶性固形物含量、总酚、单宁及花青素含量, 运用聚类分析法和主成分分析法对葡萄浆果成分指标进行综合评价, 以确定宁夏贺兰山东麓地区‘马瑟兰’葡萄的最佳采收期。【结果】2018年度宁夏贺兰山东麓产区‘马瑟兰’葡萄在9月10日至9月20日之间得分函数的分值大于零, 其中9月13日的得分函数分值为最大值, 达到了2.173。通过测定上述指标, 结合聚类分析和主成分分析, 可以实现对酿酒葡萄采收期较为客观、全面的判断。【结论】2018年度‘马瑟兰’葡萄的适宜采收时间段为9月10日至9月20日, 其中9月13日为该地区‘马瑟兰’葡萄的最佳采收期。

关键词:‘马瑟兰’葡萄; 最佳采收期; 主成分分析; 聚类分析; 品质

中图分类号: S663.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2020)04-0533-07

Determination of the optimal harvesting period for ‘Marselan’ grape in east foot of Helan Mountain Region

DING Qi¹, LI Qi^{1*}, ZHANG Xiaoyu², WANG Chen³, YANG Yu⁴

(¹Nanjing University of Information Science & Technology/Jiangsu Key Laboratory of Agricultural Meteorology, Nanjing 210044, Jiangsu, China; ²Ningxia Key Laboratory for Preventing and Reducing Meteorological Disaster, Yinchuan 750002, Ningxia, China; ³Xuchang Weather Bureau of Henan Province, Xuchang 461000, Henan, China; ⁴Agricultural College, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: 【Objective】The maturity of wine grapes is one of the important factors affecting the quality of wine. A fully ripe grape berry is characterized by high sugars and low acids, and also by high levels of pigments, antioxidants and flavor compounds. Therefore, multiple components should be used to evaluate the optimal harvest time of grape berries. High sugars and lower acids are crucial for high quality of wine. Farmers tend to delay the harvest time to obtain the desired component contents in grape berries. However, with the decrease in photosynthesis, the accumulation of sugars may be reduced relative to the accumulation of acids, leading to decrease in berry quality. The aim of this work is to determine the optimal harvest time for the wine grape ‘Marselan’ in the east foot of Helan Mountain by comparing the components in grape berries in different harvest times. 【Methods】Samples were collected from August 21 to September 20 at an interval of 5 days. Approaching the commercial harvest time estimated by previous experience, the sampling interval was reduced to 3 days. Samples were collected from 10 marked grape vines, and berries were randomly harvested from the top, middle and bottom parts of clusters obtained from both the sunny and the shady sides of the canopy. Some of fresh samples were stored at -4 °C for a short period, and the remaining samples were frozen in liquid nitrogen and

收稿日期: 2019-11-04 接受日期: 2019-12-25

基金项目: 国家自然科学基金(41675114); 宁夏回族自治区重点研发计划(2018BFH03012); 中国气象局气象探测中心生态环境观测技术创新团队

作者简介: 丁琦, 女, 在读硕士研究生, 主要从事农业气象方面的研究。Tel: 15261812722, E-mail: dingq9424@foxmail.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel: 13914709376, E-mail: liqix123@sina.com

stored at $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ in an ultra-low temperature freezer. Soluble sugars (S) were determined by thermal titration with Fehling reagent (GB/T 15038—2006). Titratable acids (A) were determined by acid-base titration (GB/T 15038—2006). The sugar-acid ratio (S/A) was then calculated. The pH value was determined using a pen electronic pH meter (kedidGT-6023). Total soluble solids were determined with an ATAGOPAL-1 handheld saccharometer. Total phenols were determined with Folin-Ciocalteu reagent, and tannins with Folin-Denis reagent. Total anthocyanins in fruit was determined using the pH differential method. Cluster analysis and principal component analysis (PCA) were used to comprehensively evaluate the grape berry quality. **【Results】** The content of soluble sugars in the berries showed a constant increasing trend during ripening. In the early stage of ripening, the content of soluble sugars increased rapidly, while in the late stage, the growth rate slowed down, and the content of soluble sugars stabilized gradually. The content of titratable acids decreased continuously, while the content of soluble solids, sugar-acid ratio and solid-acid ratio increased slowly but decreased slightly after September 13. The pH value in the berries was relatively stable. Total phenols fluctuated in the early stage, then gradually increased towards mature stage; tannin content decreased in a fluctuating manner. As for PCA, the first two principal components were selected as the effective principal components. Principal component 1 had a good correlation with pH value, sugar-acid ratio and solid-acid ratio. Principal component 2 had a good correlation with soluble sugars, soluble solids, total phenols and tannins. In addition, the principal component 1 reflected the quality index of grape berry, and the principal component 2 was related to the quality index of wine. **【Conclusion】** The combination of cluster analysis and principal component analysis can effectively determine the optimal harvest time of the wine grape. The main factors affecting the harvest time of wine grape are sugar-acid ratio and solid-acid ratio. In addition, the suitable harvest time of wine grape ‘Marselan’ in the east foot of Helan Mountain was suggested to be September 10 to 20, and the optimal harvest date was September 13 in 2018.

Key words: ‘Marselan’ grape; Optimal harvest period; Principal component analysis; Cluster analysis; Quality

葡萄果实的生理年龄也被定义为葡萄成熟度,为获得具有某种特质的葡萄果实,在葡萄果实生长期发生的生理生化变化至关重要^[1]。目前的普遍共识是,确定酿酒葡萄最佳采收期是提高葡萄酒品质的关键^[2-5]。在生产实践中,常将浆果质量、糖含量和酸度等作为确定酿酒葡萄采收期的工艺指标,然而在葡萄酒的酿造过程中,还有其他影响葡萄酒风味及品质的物质,如多酚、吡嗪等。因此,通过综合多种品质指标确定酿酒葡萄的最佳采收期尤为重要。

作为我国的新兴优质酿酒葡萄产区,宁夏的葡萄酒产业近年来发展迅速,然而,该地区依旧存在种植品种相对简单,葡萄酒均质化较为严重,很难形成产区特征等问题。为解决上述问题、丰富酿酒葡萄品种构成和优化品种结构,宁夏贺兰山东麓产区近年来引进了包括‘马瑟兰’在内的多个酿酒葡萄品种。‘马瑟兰’(‘Marselan’)葡萄原产法国,属中晚熟品种,果穗较大,呈圆锥形,略松散,果粒较小,

适合酿造品质优良的葡萄酒^[6]。贺兰山东麓产区2013年引入‘马瑟兰’品种,其生物学特性表现较好,2016年出现经济产量^[7]。有学者针对‘马瑟兰’进行了生态区划的研究,结果表明,‘马瑟兰’在宁夏地区具有较好的发展潜力^[8]。‘马瑟兰’作为新引进品种,其在宁夏贺兰山东麓产区的采收期问题还未详细研究。在确定最佳采收期后,能确保在葡萄浆果综合品质处于最佳状态时进行收获,有利于优化葡萄酒的品质、形成产区特色。

目前关于果实的评价要素和评价方法已有很多研究,而主成分分析是其中涵盖要素较多、适用范围较广、综合评价能力较强的一种方法^[9-14],笔者以宁夏贺兰山东麓产区美贺庄园的红色酿酒品种‘马瑟兰’为试材,通过检测不同采收期‘马瑟兰’果实品质指标,运用聚类分析法和主成分分析法,分析评价各个采收期葡萄浆果的指标变化和品质表现,筛选出决定该品种最佳采收期的关键性指标,

为准确把握‘马瑟兰’葡萄在年度品质达到最佳时采收提供理论参考,并为宁夏地区酿酒葡萄‘马瑟兰’的最佳采收期确定提供一种有效的、有参考意义的指标体系和评价方法。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

贺兰山东麓位于北纬 $37^{\circ}43' \sim 39^{\circ}23'$,东经 $105^{\circ}45' \sim 106^{\circ}47'$,为贺兰山东麓冲积扇与黄河冲积平原之间的宽阔地带。南北长200 km,东西宽5~30 km,土地总面积2 410.7 km²。区域成土母质以冲积物为主,土壤含砾石、沙粒,主要为淡灰钙土;属于中温带干旱气候区,干燥少雨,光照充足,昼夜温差大,具备酿酒葡萄优质栽培的环境条件。

1.2 试验材料

本研究选取的酿酒葡萄‘马瑟兰’取自宁夏贺兰山东麓产区美贺庄园葡萄园,树龄3 a(年),高单篱架栽培,行距3.0 m,株距1.0 m,产量水平在3 900 kg·hm⁻²左右。

1.3 试验方法

在葡萄刚完成转色时(2018年8月21日)开始采集葡萄样品,每5 d取样1次,接近历史经验估计最佳采收期(9月中旬至下旬)前后缩短采样间隔,每3 d取样1次,至9月20日葡萄样品采收完为止,共取样9次。在取样地段选取并标记10株葡萄树,兼顾葡萄树阳面与阴面、每穗葡萄的上、中、下部随机选取果粒^[15]。取出一部分鲜样在4℃短期储存备用,将剩余样品经液氮速冻后在-80℃(超低温冰箱)的条件下贮存备用。

1.4 项目测定

可溶性糖含量(以葡萄糖计,单位为g·L⁻¹)采用斐林试剂热滴定法(GB/T15038—2006)测定;可滴定酸含量(以酒石酸计,单位为g·L⁻¹)采用酸碱滴定法(GB/T15038—2006)测定;糖酸比(M)=S/A,其中S表示可溶性糖含量,A表示可滴定酸含量^[16];pH采用笔式电子pH计(KedidGT-6023)测定;可溶性固形物含量采用ATAGOPAL-1手持糖度仪测定;总酚含量(以没食子酸计)采用Folin-Ciocalteu(福林酚)试剂显色法^[17]测定,单位为mg·g⁻¹;果单宁含量(以单宁酸计)采用Folin-Denis(福林丹尼斯)试剂显色法^[18]测定,单位为mg·g⁻¹;果总花青素含量(以矢车菊素-3-葡萄糖苷计)采用pH示差法^[19]测定,单位为

mg·g⁻¹。

1.5 数据分析

采用Microsoft Excel 2013对数据进行初步整理,采用SPSS 20.0进行聚类分析以及主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同采收期‘马瑟兰’葡萄品质指标含量的分析

表1为2018年采样阶段‘马瑟兰’葡萄果实品质的基本理化指标以及多酚指标。从表1可以看出,在基本理化指标方面,‘马瑟兰’葡萄在成熟过程中可溶性糖含量总体呈不断增加的趋势,在成熟前期可溶性糖含量增速较快,后期则增速放慢,可溶性糖含量逐渐趋于稳定;可滴定酸含量总体呈不断波动降低的趋势;浆果可溶性固形物含量、糖酸比和固酸比均呈缓慢升高、在9月13日后开始略微下降的趋势;pH值的变化则较为稳定,呈逐渐升高的趋势。在多酚指标方面,‘马瑟兰’葡萄在成熟过程中果总酚含量呈前期平缓波动,在接近成熟期时逐渐上升的趋势;果单宁含量呈持续波动下降的趋势;果总酚含量呈波动上升的趋势。

从显著性检验结果可以看出,可溶性糖含量和pH 2项具有明显显著性差异,其余指标也存在显著性差异,且均呈现出分段现象,即成熟前中期与成熟后期存在显著性差异,但2个阶段内部显著性差异不明显。

从表1中还可以看出,‘马瑟兰’葡萄成熟后期的糖含量超过230 g·L⁻¹,糖酸比在28~38之间,可判断出该地区的‘马瑟兰’葡萄具有酿造优质干红葡萄酒的潜力。

2.2 ‘马瑟兰’葡萄果实成熟度指标的聚类分析

为初步判断‘马瑟兰’葡萄果实的适宜采收期,运用K-平均值聚类分析法,将聚类数设置为2(适宜采收期与非适宜采收期),对表1中的葡萄果实品质指标进行聚类分析,结果见表2。根据表2可以看出,第I类所包含时间段为2018年8月21日至2018年9月6日,第II类所包含时间段为2018年9月10日至2018年9月20日。

通过对比上述2类分类所在时间段内各项指标的平均值(表3)可以看出,第I类的可溶性糖含量、糖酸比、pH、可溶性固形物含量、固酸比、果总酚含量和果花青素含量均低于第II类;可滴定酸含量和果单宁含量均高于第II类。根据前人研究,酿酒

表 1 不同采收期‘马瑟兰’葡萄果实品质指标

Table 1 Fruit quality indexes of ‘Marselan’ grape at different harvesting period

采收期 Harvesting period	ρ (可溶性糖) Soluble sugars content/(g·L ⁻¹)	ρ (可滴定酸) Titrate acid content/ (g·L ⁻¹)	糖酸比 Soluble sugars/ Titrate acid	pH	w(可溶性 固形物) Soluble solids content/%	固酸比 Soluble solids/ Titrate acid	w(果总酚) Total phenols content/ (mg·g ⁻¹)	w(果单宁) Tannins content/ (mg·g ⁻¹)	w(果花青素) Total anthocyanins content/(mg·g ⁻¹)
08-21	181.38 a	7.40 a	24.51 ab	3.11 a	19.40 a	2.62 ab	4.77 ab	1.87 ab	0.38 bcd
08-26	179.06 a	8.25 b	21.70 a	2.96 b	20.20 b	2.45 a	3.09 a	1.73 b	0.41 cd
08-31	206.32 b	8.26 b	24.97 bc	2.99 c	21.85 c	2.64 ab	4.28 ab	1.69 b	0.40 cd
09-03	201.86 b	7.31 a	27.61 bd	3.07 d	19.95 b	2.73 ab	2.81 a	1.71 a	0.30 a
09-06	160.42 c	6.13 c	26.19 bcd	3.30 e	21.60 c	3.53 d	2.73 a	1.63 b	0.32 ab
09-10	241.30 d	7.31 a	33.00 e	3.15 f	22.50 d	3.08 c	5.44 ab	1.50 ab	0.34 abc
09-13	233.87 e	6.00 c	38.98 f	3.24 g	23.20 e	3.87 e	11.07 c	1.42 ab	0.49 e
09-17	226.59 f	8.06 b	28.10 d	3.19 h	22.97 e	2.85 b	4.42 ab	1.48 ab	0.46 de
09-20	241.30 d	6.85 a	35.23 e	3.18 h	23.15 e	3.38 cd	6.00 ab	1.27 ab	0.52 e

注:同列数据后字母不同代表处理间差异显著($p < 0.05$)。

Note: Different small letters after means in the same columns indicate significant difference at $p < 0.05$.

表 2 K-平均值聚类分析结果

Table 2 K-means clustering analysis results

采收期 Harvesting period	聚类 Clustering	距离 Distance
08-21	2	4.794
08-26	2	7.582
08-31	2	20.581
09-03	2	16.315
09-06	2	25.498
09-10	1	5.563
09-13	1	6.053
09-17	1	13.100
09-20	1	4.622

葡萄需要具有较多的糖分以在发酵过程中产生较多的酒精、较少的酸和单宁以产生较柔和的口感;较多的总酚和花青素以形成较好的酒体色泽^[20],所以可初步判断 2018 年度‘马瑟兰’的适宜采收期为 9 月 10 日至 9 月 20 日。

表 3 各阶段葡萄果实成分对比

Table 3 Comparison of berry components between stages

类别 Category	ρ (可溶性糖) Soluble sugars content/(g·L ⁻¹)	ρ (可滴定酸) Titrate acid content/ (g·L ⁻¹)	糖酸比 Soluble sug- ars/Titrate acid	pH	w(可溶性固 形物) Soluble sol- ids content/%	固酸比 Soluble solids/Ti- trate acid	w(果总酚) Total phenols content/ (mg·g ⁻¹)	w(果单宁) Tannins con- tent/(mg·g ⁻¹)	w(果花青素) Total anthocya- nins content/ (mg·g ⁻¹)
I	185.809	7.470	24.996	3.085	20.600	2.794	3.535	1.526	0.363
II	235.767	7.056	33.827	3.188	22.954	3.293	6.734	1.420	0.456

表 4 主成分分析方差解释

Table 4 Analysis of variance of the principal components

主成分 Principal component	特征值 Eigen value	方差贡献率 Variance contribution/%	累计方差贡献率 Cumulative variance proportion/%
1	5.485	60.946	60.946
2	1.659	18.435	79.381

2.3 ‘马瑟兰’葡萄果实成熟度指标的主成分分析

为明确‘马瑟兰’葡萄在宁夏贺兰山东麓地区的最佳采收日期,运用 SPSS 20.0 软件对表 1 中的葡萄果实品质指标进行主成分分析,主成分个数的提取原则是主成分对应的特征值需大于 1 才能确定为 1 个有效主成分,笔者根据上述原则选取了前 2 个主成分为有效主成分,根据表 4 可以看出其累计方差贡献率为 79.3%,证明这 2 个主成分能够代表 9 个指标在 10 批样品中所包含的 79.3%的信息,具有一定的代表性,可进行进一步分析。

图 1 为主成分载荷图,从图 1 可以看出,主成分 1 与 pH、糖酸比和固酸比具有较好的相关性,较好地解释了这 3 个变量在确定该品种酿酒葡萄最佳采收期时所起到的作用;主成分 2 与可溶性糖、可溶性固形物、果总酚、果单宁具有较好的相关性,较好地解释了这 4 个变量在确定该品种酿酒葡萄最佳采收期

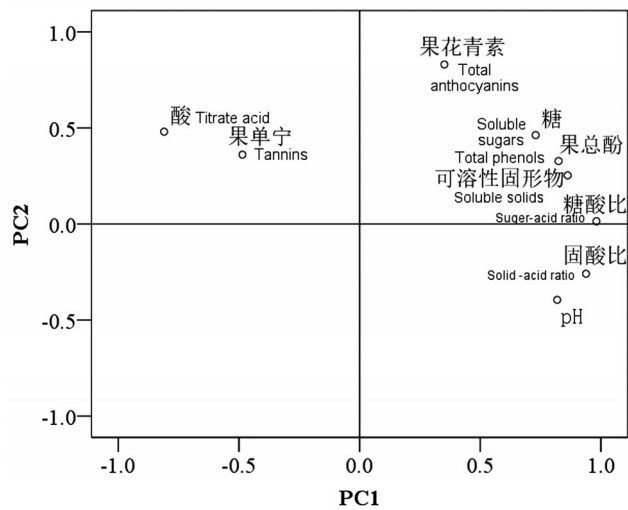


图1 主成分载荷图

Fig. 1 The load diagram of the principal components

时所起到的作用。且主成分1中主要都是表征葡萄浆果本身品质的指标,主成分2中主要都是表征葡萄浆果在酿造过程中较为重要的品质指标。

根据因子分析得到的成分矩阵计算出特征向量矩阵,可以将所提取出的2个主成分分别表示为各变量的线性组合,得到两个主成分的得分函数[方程(1)和方程(2)]。

$$F_1=0.312X_1-0.316X_2+0.419X_3+0.350X_4+0.368X_5+0.401X_6+0.352X_7-0.208X_8+0.150X_9 \quad (1)$$

$$F_2=0.359X_1+0.373X_2+0.011X_3-0.307X_4+0.196X_5-0.201X_6+0.255X_7+0.280X_8+0.644X_9 \quad (2)$$

$$F=(60.946 F_1+18.435 F_2)/100 \quad (3)$$

式中 $X_1\sim X_9$ 分别代表可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、pH、可溶性固形物、固酸比、果总酚、果单宁和果花青素。

在将所有变量进行标准化处理之后,可以计算出各个采收期所对应的2个主成分的值,即 F_1 和 F_2 的得分,用 F_1 和 F_2 各自的方差贡献率作为权重对 F_1 和 F_2 的得分进行加权处理,得到了各个采收期的综合得分方程F[方程(3)],并根据 F 值的大小对不同采收期‘马瑟兰’葡萄的整体品质情况进行排名(结果见表5)。综合得分越高,排名越靠前,也就说明该时期的葡萄品质越好。从而确定最佳采收期,综合得分大于0,说明该时期葡萄整体品质在平均水平之上,反之则在平均水平之下。

从表5可以看出,2018年9月13日的葡萄品质综合排名最高,因此得出该年度该地区‘马瑟兰’葡萄的最佳采收期为9月13日。

表5 不同采收期‘马瑟兰’葡萄品质的综合评价

Table 5 Comprehensive evaluation of ‘Marselan’ grape berry quality at different harvest times

采收期 Harvesting period	F_1	F_2	F	排名 Ranking
08-21	-1.675 5	-0.928 2	-1.501 9	8
08-26	-1.942 3	-0.278 5	-1.555 9	9
08-31	-0.995 1	0.182 4	-0.721 7	5
09-03	-1.159 6	-0.566 2	-1.021 8	6
09-06	-0.687 6	-2.250 5	-1.050 5	7
09-10	0.231 7	-0.078 1	0.159 8	4
09-13	2.412 2	1.382 3	2.173 0	1
09-17	0.323 3	0.719 4	0.415 3	3
09-20	1.274 1	1.654 7	1.362 5	2

3 讨 论

(1)果实品质所包含的指标可分为外观品质和内在品质,外观品质主要包括果实大小、重量、色泽等指标,内在品质主要包括营养成分指标(糖、酸等)和风味指标(酚类物质等)^[21]。本研究中,‘马瑟兰’葡萄在成熟过程中可溶性糖含量总体呈不断增加的趋势,可滴定酸含量总体呈不断波动降低的趋势,浆果可溶性固形物、糖酸比和固酸比均呈缓慢升高、在9月13日后略微下降的趋势,pH值的变化则较为稳定。果总酚呈前期平缓波动,在接近成熟期时逐渐上升的趋势,果单宁呈持续波动下降的趋势,果总酚呈波动上升的趋势。

(2)通过聚类分析和主成分分析相结合,可以有效的判断酿酒葡萄的最佳采收期。经本研究分析,影响酿酒葡萄采收期的主要因子有糖酸比和固酸比,与前人的研究结论相符^[5,22],糖酸比可以评价果实中糖度与酸度之间比例是否适宜,在葡萄酒酿造的过程之中,糖高酸低,即糖酸比数值高的浆果更能酿造出酒精度数高、柔和而不扎口的葡萄酒,所以浆果的糖酸比越高,所酿葡萄酒的品质就越好。而固酸比常用于评价果实的成熟程度以及风味,固酸比越高,则果实风味越佳。在葡萄酒的酿造过程中,其风味物质决定了酒体特殊的香气和独特的口感,是体现产区特色和酒庄特色的重要指标,所以浆果的固酸比越高,越能酿造出具有特色的葡萄酒。

(3)2018年度宁夏贺兰山东麓产区‘马瑟兰’葡萄的适宜采收期应在9月10至9月20日,最佳采收期为9月13日,与孙佳莹等^[6]的研究结果不尽相同,两者得出的最佳采收期虽时间点相差较远,但在各

自确定的最佳采收期时葡萄的糖、酸和糖酸比数值相近,可能是由于两者虽同属贺兰山东麓产区,但取样小片区相距位置较远,且取样时间段相差较大,导致结论存在一定的差异。也有可能是由于2个不同年份之间气象条件不同,导致葡萄的生长速度存在差异,但2个研究的指标数值接近恰好说明本研究所选用的方法和指标在该地区具有较好的适用性。

(4)在取样期间,由于受到自然条件、树体之间存在的个体差异等多重因素的影响,导致葡萄浆果的某些成分出现了上下波动的情况,限于实验条件也没有进一步测定种子的成熟程度以及吡嗪等其他成分的检测,且本研究只利用了一年的数据进行研究,具有一定的特殊性,因此对于贺兰山东麓‘马瑟兰’的最佳采收期的更进一步的研究还有待今后进行。

4 结 论

(1)通过聚类分析和主成分分析相结合可以有效判断酿酒葡萄的最佳采收期。经本研究分析,影响酿酒葡萄采收期的主要因子有糖酸比和固酸比。

(2)2018年度宁夏贺兰山东麓产区‘马瑟兰’葡萄的适宜采收期应在9月10日至9月20日,最佳采收期为9月13日。

参考文献 References:

- [1] GARDE-CERDAN T, GUTIÉRREZ-GAMBOA G, FERNÁNDEZ J, PÉREZ-ÁLVAREZ E P, DIAGO M P. Towards the definition of optimal grape harvest time in Grenache grapevines: Nitrogenous maturity[J]. *Scientia Horticulturae*, 2018, 239: 9-16.
- [2] BINDON K, VARELA C, KENNEDY J, HOLT H, HERDERICH M. Erratum to ‘Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry’ [J]. *Food Chemistry*, 2013, 141(1): 147.
- [3] 孟江飞, 杨学威, 房玉林, 张会宁, 张振文, 龚镭, 姜娇. 不同采收期对梅尔诺葡萄和葡萄酒酚类物质及抗氧化活性的影响[J]. *中国食品学报*, 2012, 12(10): 155-162.
MENG Jiangfei, YANG Xuewei, FANG Yulin, ZHANG Hui-ning, ZHANG Zhenwen, GONG Lei, JIANG Jiao. Effect of harvest time on phenolic composition and antioxidant activity of merlot grape and wine[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2012, 12(10): 155-162.
- [4] 牛立新, 贺普超. 酿酒葡萄的最佳采收期[J]. *果树科学*, 1991, 8(4): 229-232.
- NIU Lixin, HE Puchao. The optimal harvesting period of grape [J]. *Journal of Fruit Science*, 1991, 8(4): 229-232.
- [5] 苏鹏飞, 杨丽, 张世杰, 袁春龙. 基于主成分分析的酿酒葡萄梅鹿辄的最佳采收期[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(7): 274-283.
SU Pengfei, YANG Li, ZHANG Shijie, YUAN Chunlong. The optimal harvest time of merlot grape based on principal component analysis[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2017, 17(7): 274-283.
- [6] 赵胜建, 郭紫娟, 马爱红, 刘长江, 袁军伟, 韩斌. 酿酒葡萄新品种“马瑟兰”引种栽培及酿酒特性简介[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2012(3): 8-40.
ZHAO Shengjian, GUO Zijuan, MA Aihong, LIU Changjiang, YUAN Junwei, HAN Bin. Introduction and cultivation of a new grape variety ‘Marselan’ and brief introduction of its brewing characteristics[J]. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2012(3): 38-40.
- [7] 孙佳莹, 刘晓晖, 李超, 张军翔. 贺兰山东麓产区‘马瑟兰’葡萄的酿酒特性[J]. *北方园艺*, 2017(18): 69-73.
SUN Jiaying, LIU Xiaohui, LI Chao, ZHANG Junxiang. Enological characteristics of ‘Marselan’ grape in east foot of Helan Mountain Region[J]. *Northern Horticulture*, 2017(18): 69-73.
- [8] 文秀萍, 马红云, 李红英, 张晓煜, 袁海燕, 杨豫. 宁夏贺兰山东麓酿酒葡萄新品种‘马瑟兰’优质生态区划[J]. *北方园艺*, 2018(24): 193-198.
WEN Xiuping, MA Hongyun, LI Hongying, ZHANG Xiaoyu, YUAN Haiyan, YANG Yu. Ecological regionalization of new variety of wine grape ‘Marselan’ in the east side of Helan Mountain in Ningxia[J]. *Northern Horticulture*, 2018(24): 193-198.
- [9] 程大伟, 陈锦永, 顾红, 张威远, 张洋, 郭西智, 靳路真. ‘夏黑’葡萄果实质量分级评价及质量标准研究[J]. *果树学报*, 2016, 33(11): 1396-1404.
CHENG Dawei, CHEN Jinyong, GU Hong, ZHANG Weiyan, ZHANG Yang, GUO Xizhi, JIN Luzhen. Research on grading evaluation about fruit quality of ‘Summer Black’ grape [J]. *Journal of Fruit Science*, 2016, 33(11): 1396-1404.
- [10] 牟红梅, 于强, 李庆余, 王义菊, 姜福东, 李元军, 薛敏, 王兆龙. 基于主成分分析的烟台地区西洋梨果实品质综合评价[J]. *果树学报*, 2019, 36(8): 1084-1092.
MOU Hongmei, YU Qiang, LI Qingyu, WANG Yiju, JIANG Fudong, LI Yuanjun, XUE Min, WANG Zhaolong. Synthetic evaluation of fruit quality of common pears (*Pyrus communis* L.) based on principal component analysis in Yantai areas[J]. *Journal of Fruit Science*, 2019, 36(8): 1084-1092.
- [11] 张淑文, 梁森苗, 郑锡良, 任海英, 朱婷婷, 戚行江. 杨梅优株果实品质的主成分分析及综合评价[J]. *果树学报*, 2018, 35(8): 977-986.
ZHANG Shuwen, LIANG Senmiao, ZHENG Xiliang, Ren Haiying, ZHU Tingting, QI Xingjiang. Principal component analysis and comprehensive evaluation of fruit quality in some advanced

- selections of Chinese bayberry[J]. Journal of Fruit Science, 2018, 35(8): 977-986.
- [12] 刘丽琴,王一承,舒波,决登伟,邓旭,石胜友. 引进杧果种质资源果实品质性状主成分分析及综合评价[J]. 中国南方果树, 2016, 45(4): 65-69.
- Liu Liqin, WANG Yicheng, SHU Bo, JUE Dengwei, DENG Xu, SHI Shengyou. Principal component analysis and comprehensive evaluation of fruit quality characters of introduced mango germplasm resources[J]. South China Fruits, 2016, 45(4): 65-69.
- [13] 梁珊珊,吕芳德,蒋瑶,李建安,王森,蒋淑芳,李凡松. 美国山核桃坚果主成分分析及综合评价[J]. 中国南方果树, 2015, 44(3): 123-128.
- LIANG Shanshan, LÜ Fangde, JIANG Yao, LI Jian'an, WANG Sen, JIANG Shufang, LI Fansong. Principal component analysis and comprehensive evaluation of pecan nut[J]. South China Fruits, 2015, 44(3): 123-128.
- [14] 赵治兵,谢国芳,曹森,马立志. 基于主成分分析评价不同基地‘贵长’猕猴桃品质特性[J]. 保鲜与加工, 2019(5): 144-148.
- ZHAO Zhibing, XIE Guofang, CAO Sen, MA Lizhi. Evaluation of quality characteristics of ‘Guichang’ kiwifruit from different producing regions based on principal component analysis[J]. Storage and Process, 2019(5): 144-148.
- [15] 章文才. 果树研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- ZHANG Wencai. Fruit study methods[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1997.
- [16] 李华. 葡萄酒工艺学[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- LI Hua. Wine technology [M]. Beijing: Science Press, 2007.
- [17] 李静,聂继云,王孝娣,李海飞,徐国峰,毋永龙,孟昭军. Folin-Ciocalteus 法测定葡萄和葡萄酒中的总多酚[J]. 中国南方果树, 2007, 36(6): 86-87.
- LI Jing, NIE Jiyun, WANG Xiaodi, LI Haifei, XU Guofeng, WU Yonglong, MENG Zhaojun. Determination of total polyphenols in grape and wine by Folin ciocalteus method[J]. South China Fruits, 2007, 36(6): 86-87.
- [18] 蔡永萍. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2014.
- CAI Yongping. Experimental guidance of plant physiology[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2014.
- [19] 翦祎,韩舜愈,张波,祝霞,王婧,崔日宝. 单一 pH 法、pH 示差法和差减法快速测定干葡萄酒中总花色苷含量的比较[J]. 食品工业科技, 2012, 33(23): 323-325.
- JIAN Yi, HAN Shunyu, ZHANG Bo, ZHU Xia, WANG Jing, CUI Ribao. Comparison of single pH method, pH-differential method and subtraction method for determining content of anthocyanins from red wine [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(23): 323-325.
- [20] 李华. 葡萄酒化学[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- LI Hua. Wine chemistry [M]. Beijing: Science Press, 2005.
- [21] 李记明. 关于葡萄品质的评价指标[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 1999(1): 54-57.
- LI Jiming. Evaluation index for grape quality[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine, 1999(1): 54-57.
- [22] 彭媛媛,高展,董凯向,周龙,杜展成. 不同采收期对新疆焉耆盆地酿酒葡萄及葡萄酒品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2018, 55(7): 82-93.
- PENG Yuanyuan, GAO Zhan, DONG Kaixiang, ZHOU Long, DU Zhancheng. Effects of the suitable harvest time for main wine grapes and wine quality in Xinjiang Yanqi Basin[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2018, 55(7): 82-93.