

# 基于主成分分析的嘉峪关产区马瑟兰葡萄最佳采收期确定

姜有虎<sup>1</sup>, 李玉梅<sup>2</sup>, 李旭林<sup>1</sup>, 景俊生<sup>1</sup>, 郑立全<sup>1</sup>

(1. 甘肃酒钢集团宏源新实业有限公司, 甘肃 嘉峪关 735100; 2. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 以2019年嘉峪关产区马瑟兰葡萄为研究对象, 对不同采收期浆果的可溶性固形物、pH、百粒重、纵径、横径、果形指数、可溶性糖、可滴定酸、总酚、单宁、糖酸比、葡萄糖、果糖、蔗糖、苹果酸、酒石酸、柠檬、酸草酸等18项品质指标进行研究, 结合主成分分析法对其品质进行综合评价。结果表明, 可将马瑟兰葡萄的18项品质指标综合为3个主成分, 其累计贡献率为96.01%, 能够反应果实的大部分品质性状; 确定2019年嘉峪关产区马瑟兰葡萄的可采收时间为9月5至17日, 9月9日为最佳采收期。

**关键词:** 嘉峪关产区; 马瑟兰葡萄; 采收期

**中图分类号:** S663.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2022)01-0094-05

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.022)

## Determination of the Optimum Harvest Time of 'Marselan' Grape Based on Principal Component Analysis in Jiayuguan Producing Area

JIANG Youhu<sup>1</sup>, LI Yumei<sup>2</sup>, LI Xuling<sup>1</sup>, JIN Junsheng<sup>1</sup>, ZHENG Liqian<sup>1</sup>

(1. Hongyuan New Industrial Co. Ltd. of Gansu Jiugang Group, Jiayuguan Gansu 735100, China; 2. Gansu Agricultural University College of Horticulture, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In this experiment, the grapes of 'Marselan' in the Jiayuguan production area in 2019 were selected as the research object. The grape fruits were picked from August 28 to September 17, and 18 quality indexes of berries at different harvest periods were analyzed as follows: soluble solids, PH, 100-grain weight, vertical diameter, horizontal diameter, fruit shape index, soluble sugar, titratable acid, total phenol, tannin, sugar to acid ratio, glucose, fructose, sucrose, malic acid, tartaric acid, lemon, acid oxalic acid. The quality was comprehensively evaluated by principal component analysis. The results showed that the 18 quality indexes of 'Marselan' grape could be integrated into 3 principal components, with a cumulative contribution rate of 96.01%, which could reflect most of the quality traits of fruit. The harvest time of 'Marselan' grape in Jiayuguan producing area in 2019 is from September 5 to September 17, and September 9 is the best harvest time.

**Key words:** Jiayuguan producing area; 'Marselan' grapes; Harvest time

收稿日期: 2021-07-26

作者简介: 姜有虎(1970—), 男, 甘肃古浪人, 农艺师, 主要从事农业技术与推广工作。Email: jiangyouhu@jiugang.com。

- 析的梨酒品质分析与综合评价[J]. 中国酿造, 2018, 37(2): 111-116.
- [8] 高京草, 王长柱, 王进国, 等. 枣树抗寒性测定方法研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(5): 72-75.
- [9] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [10] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [11] STEPONKUSP L. Role of the plasma membrane in freezing injury and cold acclimation[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1984, 35(1): 543-584.
- [12] 刘荣, 刘清国, 范建新, 等. 植物脂肪酸不饱和性对植物抗寒性影响的研究[J]. 草业科学, 2017, 15(5): 2028-2834.
- [13] 樊丁宇, 靳娟, 杨磊, 等. 不同枣砧木1年生枝抗寒性研究[J]. 经济林研究, 2018, 36(2): 195-199.
- [14] 郭佳欢, 冯会丽, 史彦江, 等. 灰枣优系抗寒性综合评价[J]. 西南农业学报, 2018, 31(10): 2060-2068.

葡萄是世界上栽培最广泛的水果之一,其品质主要受葡萄品种本身和外界生长环境光、热、水、土壤条件和成熟度等的影响<sup>[1]</sup>。葡萄果实的品质直接影响着葡萄酒的品质,葡萄浆果中的糖、酸、酚类物质和芳香物质等对葡萄酒的质量都有一定的影响<sup>[2]</sup>。不同成熟度的酿酒葡萄,其浆果中糖、酸、酚类物质和香气物质等的含量差异较大,因此在生产实践中,确定酿酒葡萄的最佳采收期是提高葡萄酒品质的关键<sup>[3-4]</sup>。目前,常见的确定酿酒葡萄采收期的指标有糖含量、酸含量、酚类物质含量等<sup>[5-6]</sup>。为获得高品质的葡萄酒,确定酿酒葡萄的最佳采收期至关重要。

甘肃酿酒葡萄最重要的种植区域为河西走廊,这里的葡萄种植历史悠久,葡萄与葡萄酒产业已初具规模<sup>[7]</sup>。河西走廊位于祁连山与合黎山、龙首山等山脉之间,属温带大陆性气候,土地资源丰富,气候干旱少雨,光照充足,昼夜温差大,具有种植酿酒葡萄得天独厚的地理优势和气候条件。但在该地区酿酒葡萄产业发展中也存在着一些问题,河西走廊不同产区酿酒葡萄采收期差异较大,葡萄酒同质化现象较为严重,难以形成产区特色<sup>[8]</sup>。目前关于河西走廊嘉峪关产区主栽酿酒葡萄采收期的研究较少,针对马瑟兰葡萄最佳采收期的研究尚未见报道。

我们选取甘肃省酒钢(集团)宏丰实业分公司葡萄园为研究区,以马瑟兰葡萄为试验材料,通过测定不同采收期马瑟兰葡萄的果实品质指标,结合主成分分析,评价不同采收期马瑟兰葡萄的综合品质,以研判嘉峪关产区马瑟兰葡萄年度最佳采收期,为河西走廊嘉峪关产区酿酒葡萄产业的发展提供支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于2019年在甘肃省酒钢(集团)宏丰实业分公司葡萄园进行,以马瑟兰葡萄为试验材料,该果园马瑟兰葡萄于2005年定植,株行距4.0 m×1.0 m,南北行向,单臂篱架,整形方式为多

主蔓扇形,灌溉方式为滴灌。

### 1.2 试验地概况

试验地位于河西走廊西部,地处N 39° 37'~39° 58', E 97° 49'~98° 31',年均自然降水量85.30 mm,蒸发量2 149.00 mm,全年无霜期130 d左右。灌淤土类占耕地总面积的94.13%,占总土地面积的4.19%。土壤pH 8.50,属于碱性土壤。

### 1.3 采样方法

在葡萄果实转色后15 d开始采样,期间每隔3 d采样1次。在取样地选取10株葡萄,在每株葡萄树树体的阴阳两面的上、中、下各采1穗果实,放入冰盒带回实验室,储存于-20℃的冰箱中备用。

### 1.4 测定方法

1.4.1 基本品质的测定 用游标卡尺测量果实的纵径和横径,以纵径与横径之比为果形指数;将果实榨汁后,用折光仪测定果汁中可溶性固形物的含量,用酸度计测定其pH;用NaOH滴定法测定可滴定酸含量<sup>[9]</sup>;用蒽酮试剂法测定可溶性糖含量<sup>[10]</sup>;用Folin酚法测定总酚含量<sup>[11]</sup>;用福林丹尼斯法测定单宁含量<sup>[12]</sup>。

1.4.2 糖和有机酸组分与含量的测定 糖组分与含量的测定参照辛秀兰等<sup>[13]</sup>的方法,有机酸组分与含量的测定参照刘玉莲<sup>[14]</sup>的方法。

### 1.5 数据处理与分析

采用Excel软件进行数据统计和分析,采用SPSS 22.0软件进行差异显著性分析和主成分分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同采收期马瑟兰葡萄的品质

2.1.1 外观品质 由表1可知,随着采收期的推移,马瑟兰葡萄的外观品质百粒重、纵径和横径都呈现先增加后降低的趋势。其中,9月9日马瑟兰葡萄纵径和横径都达到了最大值,9月13日百粒重达到最大值。果形指数在1.12~1.39波动。

2.1.2 内在品质 由表2可知,马瑟兰葡萄的可溶性固形物、pH、可溶性糖、总酚、糖酸比呈先增加后下降或趋于稳定的趋势,可滴定酸和单宁

含量呈下降后稳定的趋势。不同采收期果实可溶性固形物、可溶性糖、总酚含量均存在显著差异,且均在9月9日达到最大值,分别为23.30%、25.21%、28.49 mg/g。不同采收期果实糖酸比为13.10~42.07,前期果实糖酸比较少,9月5日后增长迅速,至9月13日达到最大值(42.07)。8月28日果实可滴定酸和单宁含量较高,分别为1.27%和14.71 mg/g,此后不断减少,自9月9日后趋于稳定。

用液相色谱仪分离出了马瑟兰葡萄果实中的蔗糖、葡萄糖、果糖、草酸、酒石酸、苹果酸和柠檬酸,其含量见表3。从糖的组分来看,葡萄糖和果糖的含量较多,蔗糖含量较少。从酸的组分看,酒石酸和苹果酸含量较多而草酸和柠檬酸含量较少。葡萄果实中3种糖的含量呈先增加后下降或趋于稳定的趋势,其中蔗糖含量在9月9日有最大值7.98 mg/g,葡萄糖和果糖含量在9月13日有最大值,分别为122.86 mg/g和132.87 mg/g。

表1 不同采收期马瑟兰葡萄外观品质

采收时间 (日/月)	百粒重 /g	纵径 /mm	横径 /mm	果形 指数
28/8	73.03±0.61d	11.34±0.27c	8.30±0.77c	1.39±0.12a
1/9	83.43±1.79c	11.57±0.03bc	9.80±0.06b	1.18±0.01b
5/9	92.03±1.63b	11.90±0.62bc	10.62±0.17b	1.12±0.08b
9/9	105.70±0.59a	13.16±0.23a	11.80±0.15a	1.12±0.01b
13/9	107.80±1.25a	12.58±0.05ab	10.72±0.31ab	1.18±0.03b
17/9	104.37±0.67a	11.89±0.27bc	10.44±0.19b	1.14±0.04b

表2 不同采收期马瑟兰葡萄内在品质

采收时间 (日/月)	可溶性固形物 /%	pH	可溶性糖 /%	可滴定酸 /%	总酚 (mg/g)	单宁 (mg/g)	糖酸比
28/8	14.97±0.15d	3.18±0.03c	16.58±0.42e	1.27±0.01a	17.01±0.78d	14.71±0.74a	13.10±0.45d
1/9	17.87±0.34c	3.28±0.04bc	19.70±0.43d	1.10±0.06b	23.66±0.70c	11.65±0.66b	17.93±0.81c
5/9	21.03±0.33b	3.34±0.02bc	21.82±0.16c	0.85±0.03c	23.16±0.31c	13.11±0.19ab	25.66±1.09b
9/9	23.30±0.49a	3.48±0.05a	25.21±0.23a	0.66±0.03d	28.49±0.22a	11.66±0.84b	38.35±1.73a
13/9	22.27±0.44a	3.56±0.03a	23.76±0.26ab	0.57±0.03d	25.60±0.52b	8.04±0.20c	42.07±1.50a
17/9	22.47±0.15a	3.47±0.01a	23.35±0.92b	0.57±0.01d	27.36±0.46a	7.82±0.40c	40.94±1.23a

表3 不同采收期马瑟兰葡萄的糖和有机酸组分与含量

采收时间 (日/月)	蔗糖 (mg/g)	葡萄糖 (mg/g)	果糖 (mg/g)	草酸 (mg/g)	酒石酸 (mg/g)	苹果酸 (mg/g)	柠檬酸 (mg/g)
28/8	1.68±0.31b	74.43±4.00c	83.41±3.49d	0.25±0.01a	6.73±0.68a	4.15±0.80a	0.47±0.19a
1/9	4.21±2.35a	90.43±5.44bc	97.3±5.47cd	0.25±0.01a	5.63±0.44ab	4.16±0.48a	0.41±0.09a
5/9	3.2±1.82a	100.37±0.56b	104.93±0.96bc	0.24±0.01a	5.74±1.15ab	3.88±1.16a	0.58±0.21a
9/9	7.98±2.89a	110.87±0.70ab	121.01±3.09ab	0.16±0.03b	3.89±0.18bc	1.40±0.26b	0.19±0.03a
13/9	6.69±2.51a	122.86±13.64a	132.87±13.04a	0.20±0.04ab	3.47±0.55c	1.54±0.33b	0.34±0.14a
17/9	6.95±1.88a	102.86±2.97ab	113.3±1.61abc	0.21±0.02ab	3.25±0.27c	1.63±0.31b	0.37±0.18a

有机酸的含量呈波动下降的趋势，草酸、苹果酸、柠檬酸的含量在9月9日最小，分别为0.16、1.40、0.19 mg/g，而酒石酸的含量在9月17日最小，为3.25 mg/g。

### 2.2 主成分分析

利用极差变换法对上述各品质指标测定值进行标准化处理<sup>[15]</sup>，然后对标准化后的数据进行主成分分析，结果从18项品质指标中共提取出了3个主成分，其特征值、方差贡献率、累积方差贡献率见表4，其特征向量见表5。由表4可知，主成分1、2、3对方差的贡献率分别为83.22%、6.87%、5.92%，前3个主成分的累计方差贡献率为96.01%，能够反应马瑟兰葡萄大部分的品质情况。

表4 不同采收期马瑟兰葡萄品质指标主成分的特征值和方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%
1	14.98	83.22	83.22
2	1.24	6.87	90.09
3	1.07	5.92	96.01

对18个品质指标数据进行标准化处理，由标准化的数据与主成分的特征向量可得到各主成分(P)的函数表达式：

$$P_1=0.25X_1-0.25X_2+0.24X_3-0.2X_4+0.25X_5+0.25X_6+0.26X_7+0.22X_8+0.23X_9-0.2X_{10}+0.25X_{11}+0.25X_{12}+0.24X_{13}+0.25X_{14}-0.23X_{15}-0.25X_{16}-0.24X_{17}-0.18X_{18}$$

$$P_2=0.05X_1-0.18X_2+0.06X_3-0.26X_4+0.16X_5+0.07X_6+0.09X_7-0.32X_8+0.03X_9-0.37X_{10}+0.06X_{11}-0.16X_{12}+0.14X_{13}+0.06X_{14}+0.41X_{15}-0.04X_{16}+0.19X_{17}+0.6X_{18}$$

$$P_3=0.18X_1+0.1X_2+0.14X_3+0.51X_4+0.16X_5-0.14X_6-0.04X_7+0.27X_8+0.42X_9-0.43X_{10}-0.18X_{11}-0.07X_{12}+0.01X_{13}-0.07X_{14}-0.11X_{15}+0.28X_{16}+0.24X_{17}+0.07X_{18}$$

式中， $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ 、 $X_9$ 、 $X_{10}$ 、 $X_{11}$ 、 $X_{12}$ 、 $X_{13}$ 、 $X_{14}$ 、 $X_{15}$ 、 $X_{16}$ 、 $X_{17}$ 、 $X_{18}$ 分别代表标准化后的可溶性糖、可滴定酸、总酚、单宁、可溶性固形物、pH、百粒重、纵径、横径、果形指

数、糖酸比、蔗糖、葡萄糖、果糖、草酸、酒石酸、苹果酸、柠檬酸含量。

表5 不同采收期马瑟兰葡萄果实品质指标的特征向量

果实品质指标	主成分1	主成分2	主成分3
可溶性糖( $X_1$ )	0.25	0.05	0.18
可滴定酸( $X_2$ )	-0.25	-0.18	0.1
总酚( $X_3$ )	0.24	0.06	0.14
单宁( $X_4$ )	-0.2	-0.26	0.51
可溶性固形物( $X_5$ )	0.25	0.16	0.16
pH( $X_6$ )	0.25	0.07	-0.14
百粒重( $X_7$ )	0.26	0.09	-0.04
纵径( $X_8$ )	0.22	-0.32	0.27
横径( $X_9$ )	0.23	0.03	0.42
果形指数( $X_{10}$ )	-0.2	-0.37	-0.43
糖酸比( $X_{11}$ )	0.25	0.06	-0.18
蔗糖( $X_{12}$ )	0.25	-0.16	-0.07
葡萄糖( $X_{13}$ )	0.24	0.14	0.01
果糖( $X_{14}$ )	0.25	0.06	-0.07
草酸( $X_{15}$ )	-0.23	0.41	-0.11
酒石酸( $X_{16}$ )	-0.25	-0.04	0.28
苹果酸( $X_{17}$ )	-0.24	0.19	0.24
柠檬酸( $X_{18}$ )	-0.18	0.6	0.07

利用 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 与其方差贡献率构建各产区果实品质的预测模型Q，Q是关于 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 的线性函数， $Q=0.832 2P_1+0.068 7P_2+0.059 2 P_3$ ，Q值越高代表果实综合品质越好。由表6可知，从8月28日至9月17日，不同采收期马瑟兰葡萄的综合品质从高到低依次为9月9日、9月13

表6 不同采收期马瑟兰葡萄品质综合评价结果

采收时间/(日/月)	主成分1	主成分2	主成分3	综合得分(Q)	排序
28/8	-5.95	-1.03	-0.61	-5.06	6
1/9	-2.51	0.25	0.26	-2.06	5
5/9	-1.21	1.45	1.29	-0.83	4
9/9	3.88	-1.57	1.08	3.18	1
13/9	3.38	0.22	-0.97	2.77	2
17/9	2.41	0.68	-1.05	1.99	3

日、9月17日、9月5日、9月1日、8月28日。

### 3 结论与讨论

果实品质指标主要分为内在指标与外在指标两大类，其中内在指标主要包括糖、酸、酚类物质等，外在品质主要包括果实大小、重量、色泽、果形指数等<sup>[16]</sup>。马瑟兰葡萄的可溶性固形物、pH、百粒重、纵横径、可溶性糖、总酚和糖酸均随着采收时间的推移呈先增加后下降或趋于稳定的趋势，这与丁琦等<sup>[17]</sup>的研究类似。浆果可滴定酸和单宁含量随采收期的推移逐渐减少，这与彭媛媛等<sup>[18]</sup>的研究有相似之处。马瑟兰葡萄的可溶性糖和可滴定酸满足酿造高品质葡萄酒的要求，从9月9日起，糖酸比开始满足酿造高品质葡萄酒的要求。

通过主成分分析的方式得出，2019年甘肃嘉峪关产区马瑟兰葡萄的可采收时间范围为9月5—17日，最佳采收时间为9月9日。丁琦等<sup>[17]</sup>的研究表明，宁夏贺兰山东麓产区马瑟兰葡萄的适宜采收期在9月10—20日，最佳采收期为9月13日，略迟于甘肃嘉峪关产区，这可能与两地不同的气象及土壤条件有关。

我们只研究了嘉峪关产区2019年的数据，且未研究气象、土壤等因素对酿酒葡萄品质的影响，研究结果具有一定的局限性，对嘉峪关产区马瑟兰葡萄的最佳采收期的确定有待更加深入的研究。

### 参考文献

- [1] 边彩燕, 姜寒玉, 朱永永, 等. 河西地区赤霞珠葡萄果实发育期糖代谢及相关酶活性的变化[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(6): 42-48.
- [2] 孙万金. 产量控制和灌溉方式对烟台山地蛇龙珠葡萄与葡萄酒质量的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [3] 孟江飞, 杨学威, 房玉林, 等. 不同采收期对梅尔洛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.
- [4] 苏鹏飞, 杨丽, 张世杰, 等. 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.
- [5] 牛立新, 贺普超. 酿酒葡萄的最佳采收期[J]. 果树学报, 1991, 8(4): 229-232.
- [6] 郑瑜琬, 任章成, 杜展成, 等. 干热地区葡萄成熟度对霞多丽葡萄酒中酚类物质及抗氧化活性的影响[J]. 中国食品学报, 2013, 13(11): 90-96.
- [7] 杨中杰, 王兴刚, 李守强. 民勤县发展酿酒葡萄产业优势及建议[J]. 甘肃农业科技, 2020(9): 71-75.
- [8] 李利, 郝燕. 甘肃河西走廊葡萄酒产业发展的思考与建议[J]. 农业科技与信息, 2019(11): 57-61.
- [9] 张瑜, 王鹏飞, 穆霄鹏, 等. 喷施不同叶面肥对‘农大4号’欧李果实糖酸含量的影响[J]. 山东农业科学, 2019, 51(3): 77-80, 91.
- [10] 张自强, 王森, 胡琼, 等. 南方鲜食枣正常果与裂果不同时期内含物含量的比较[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(1): 37-42.
- [11] LIANG Z C, CHEN L L, ZHONG G Y, et al. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Twenty-Four Vitisvinifera Grapes [J]. Plos One, 2014, 9(8): 9-10.
- [12] 叶杰, 倪莉. Folin-ciocalteu 法测定黄酒中总多酚含量[J]. 福建轻纺, 2006, 19(11): 66-69.
- [13] 辛秀兰, 李小萍, 马越, 等. HPLC-ELSD 法测定红树莓果实中水溶性糖含量[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(5): 624-627.
- [14] 刘玉莲. 不同色泽类型苹果着色期糖酸变化及花青苷合成特性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [15] GIRSCHIK L, JONES J E, KERSLAKE F L, et al. Apple variety and maturity profiling of base ciders using UV spectroscopy[J]. Food Chemistry, 2017, 228: 323-329.
- [16] 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.
- [17] 丁琦, 李琪, 张晓煜, 等. 宁夏贺兰山东麓产区马瑟兰葡萄最佳采收期的确定[J]. 果树学报, 2020, 37(4): 533-539.
- [18] 彭媛媛, 高展, 董凯向, 等. 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): 1252-1263.