

不同栽培处理对马瑟兰葡萄果实生长发育及品质特征的影响

白晓雪¹,焦志谦²,武运¹,张珍珍¹,张利利¹,游鸿瑞¹,李海燕¹,唐江北¹,黄文书^{1,3*}

(1.新疆农业大学 食品科学与药学学院,新疆 乌鲁木齐 830052;2.新疆天塞酒庄有限责任公司,新疆 库尔勒 841100;
3.新疆维吾尔自治区特色果蔬加工工程研究中心,新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:为了考察不同栽培处理对新疆焉耆产区酿酒葡萄品质的影响,以马瑟兰葡萄为试材,以未疏穗处理为对照(CK>30果穗/株),分别设置新梢密度(10条/m架面、15条/m架面)、负载量(1个果穗/新梢、2个果穗/新梢),测定成熟期葡萄果实的生长指标、理化指标及颜色参数,并对结果进行主成分分析(PCA)及葡萄果实品质综合评价。结果表明,T2(10条/m架面,2个果穗/新梢)处理葡萄穗质量(235.62 g)、穗宽(119.01 cm)、百粒质量(113.99 g)、可溶性固形物(26.90%)、还原糖(281.60 g/L)、a*值(0.30)、b*值(2.17)、L*值(18.10)、ΔE值(2.64)、C值(2.19)及花色苷含量(126.38 mg/100 g)明显高于其他处理,总酸含量较低(5.24 g/L)。主成分综合评价表明,T2处理综合得分最高(0.786)。综上所述,新梢密度为10条/m架面、负载量为2个果穗/新梢栽培措施能显著提升葡萄品质。

关键词:新梢密度;负载量;马瑟兰葡萄;生长;品质特征

中图分类号:TS262.6;S663.1

文章编号:0254-5071(2026)02-0224-06

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2026.02.031

引文格式:白晓雪,焦志谦,武运,等.不同栽培处理对马瑟兰葡萄果实生长发育及品质特征的影响[J].中国酿造,2026,45(2):224-229.

Effect of different cultivation treatments on the growth and quality characteristics of Marselan grape

BAI Xiaoxue¹, JIAO Zhiqian², WU Yun¹, ZHANG Zhenzhen¹, ZHANG Lili¹, YOU Hongrui¹, LI Haiyan¹, TANG Jiangbei¹,
HUANG Wenshu^{1,3*}

(1.College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2.Xinjiang Tiansai Winery Co., Ltd., Korla 841100, China; 3.Xinjiang Uygur Autonomous Region Special Fruits and Vegetables Processing Engineering Research Center, Urumqi 830052, China)

Abstract: To evaluate the effects of different cultivation treatments on the quality of wine grapes in the Yanqi region of Xinjiang, using Marselan grapes as the test material, with the non-thinned panicles treatment as the control (CK>30 bunches per plant), new shoot density (10 shoots per meter trellis, 15 shoots per meter trellis) and crop loads (1 cluster per shoot, 2 clusters per shoot) were set, the growth indexes, physicochemical indexes, and color parameters of the grapes at maturity were measured, the principal component analysis (PCA) based on the results, and the comprehensive evaluation of grape fruit quality were carried out. The results indicated that the T2 (10 shoots per meter trellis, 2 clusters per shoot) treatment with cluster mass (235.62 g), cluster width (119.01 cm), hundred-grain mass (113.99 g), soluble solids content (26.90%), reducing sugar content (281.60 g/L), a* value (0.30), b* value (2.17), L* value (18.10), ΔE value (2.64), C value (2.19), and anthocyanin content (126.38 mg/100 g) were significantly higher than those of other treatments, while total acid content was lower (5.24 g/L). Principal component comprehensive evaluation revealed that the T2 treatment had the highest comprehensive score (0.786). In conclusion, the cultivation measures of 10 shoots per meter trellis and 2 clusters per shoot significantly improved grape quality.

Key words: shoot density; load level; Marselan grape; growth; quality characteristic

新疆因其独特的地理位置,形成了四大葡萄酒产区,分别是天山北麓、焉耆盆地、吐哈盆地和伊犁河谷。截至2023年,新疆的酿酒葡萄种植面积已达到20 000 hm²[1]。焉耆盆地位于新疆维吾尔自治区的中部,巴音郭楞蒙古自治州的东北部,面积约为1.3×10⁴ km²[2]。焉耆盆地内的和硕、焉耆和博湖三县是巴州酿酒葡萄的主要产区,主要种植的酿酒葡萄品种包括赤霞珠、马瑟兰、西拉和霞多丽等[3]。近些年,随着中国葡萄酒产业的快速发展,以马瑟兰为原料

酿造的干红逐渐在市场和业内脱颖而出。多项理化与感官评价研究表明,马瑟兰葡萄酒具有深浓的色泽、复杂的香气谱和柔顺细腻的单宁结构,其风味特征与传统的赤霞珠等品种明显不同,品质优势突出[4-5]。

焉耆盆地属于典型的温带大陆性干旱气候,温暖干燥的气候特点以及长达185 d的无霜期和昼夜较大的温差,使其成为优质葡萄生长的理想区域[6]。不同的栽培管理方式对葡萄的产量和品质具有显著影响。随着架面新梢密度

收稿日期:2025-10-29

修回日期:2025-12-10

基金项目:2023自治区重点研发计划项目(2023B02027-1);自治区重点研发计划项目(2024B02021-3)

作者简介:白晓雪(2001-),女,硕士研究生,研究方向为农产品加工及贮藏工程。

*通讯作者:黄文书(1975-),女,教授,博士,研究方向为食品营养、农产品加工与贮藏。

的增加,葡萄的产量呈现上升趋势。但过高的密度会导致葡萄的颜色和酚类物质含量下降,所以适当减少新梢密度能够有效提高酿酒葡萄的果实产量,同时提升葡萄果实的质量和成熟度^[7]。架面新梢密度疏剪被认为是调控每株酿酒葡萄产量的重要农业管理措施,它能够显著提高葡萄中酚类和糖类等含量^[8]。研究表明,通过调节植株体内“源-库”关系,适当减少果穗数量,从而降低养分负载,可以有效促进采收期果实中可溶性固形物的积累^[9-10]。闫可等^[11]通过对‘着色香’葡萄进行枝果比的负载量研究,结果表明,葡萄果实的品质随着复载量的增加而降低。PIERNAS J等^[12]研究表明,对葡萄每串果穗减少50%的果粒数量可以显著提高可溶性固形物总量和总酚类物质含量以及疏果处理使葡萄酒获得更佳感官指标,包括果香(气味与风味)及色泽。葡萄果皮中含有多种结构复杂的酚类化合物,这些物质与葡萄酒的风味和品质形成密切联系^[13]。因此,酿酒葡萄架面新梢密度控制负载量是影响葡萄品质的重要因素,适当的负载量有助于果穗的形态、葡萄的均匀性以及着色的改善。常见的调节负载量的方法之一是通过疏穗来控制。

新疆地区因其独特的地理位置与气候条件,非常适合酿酒葡萄的种植。与此同时,焉耆地区部分种植户因投入资金不足、管理方式较为粗放、苗木匮乏以及葡萄果实品质参差不齐等问题仍然较为普遍^[14-15]。为了考察不同栽培处理对新疆焉耆产区酿酒葡萄品质的影响,本研究以新疆天塞酒庄马瑟兰葡萄作为试材,在植株生长坐果期以未疏穗处理(>30果穗/株)作为对照(CK),分别设置新梢密度(10条/m架面,15条/m架面)、负载量(1个果穗/新梢,2个果穗/新梢),测定成熟期葡萄果实的生长指标、理化指标及颜色参数,并对结果进行主成分分析(principal component analysis,PCA)及葡萄果实品质综合评价。旨在探讨不同栽培处理对新疆焉耆产区酿酒葡萄生长及品质特征的影响,为新疆焉耆地区葡萄及葡萄酒的品质提升提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 材料

马瑟兰葡萄:来自新疆焉耆县天塞酒庄葡萄园为试验地,定植于2016年,南北行向,3.5 m行距,75 cm株距,架势为多主蔓扇形,树势基本一致,采取滴灌方式浇灌。

选择生长发育良好长势相似的马瑟兰葡萄植株,每15株为一个处理,每个处理3个重复。以未做疏穗处理为对照(CK>30个果穗/新梢),设置4个栽培处理:①T1(10条/m架面,1个果穗/新梢);②T2(10条/m架面,2个果穗/新梢);③T3(15条/m架面,1个果穗/新梢);④T4(15条/m架面,2个果穗/新梢)。

1.1.2 化学试剂

氢氧化钠、盐酸、酚酞、无水葡萄糖、次甲基蓝、福林-

肖卡试剂、无水碳酸钠(均为分析纯):南京化学试剂股份有限公司。

1.2 仪器与设备

HH-2数显恒温水浴锅:国华(常州)仪器制造有限公司;WZ-1110/ATC手持糖度计:浙江托普云农科技股份有限公司;Bkc-PH100 pH计:浙江保路仪器科技有限公司;GTR-216C高速离心机:湖南科成仪器设备有限公司;T6新世纪紫外可见分光光度计:北京普析通用仪器有限责任公司;CR-10Plus色差计:深圳市三恩时科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 马瑟兰葡萄果实样品采集

采样工作于2025年8月23日开始,在焉耆天塞葡萄园内随机采样,采样时间为当天9~12时采样,每个处理随机采收35穗无病害的葡萄带回实验室。每个处理选择10穗测定马瑟兰葡萄生长指标,同时每个处理剪下400粒果实,随机选取其中100粒左右,随后将果实放入-80℃冰箱中保存,用于测定果实总酚、单宁、总花色苷含量等理化指标。

1.3.2 分析检测

(1)生长指标

果穗尺寸测定:随机选取马瑟兰葡萄果穗,使用卷尺测量其长度和宽度;果实大小测定:使用游标卡尺随机测量果粒的横径与纵径;穗质量、百粒质量:使用电子天平测定。

(2)理化指标

可溶性固形物:使用手持式阿贝折射糖度计测定;还原糖含量:采用斐林直接滴定法^[16]测定;总酸含量:采用酸碱滴定法测定;pH值:使用pH计测定;总酚含量(以没食子酸计):福林-肖卡法^[17]测定;单宁含量(以单宁酸计):福林丹尼斯法^[18]测定;总花色苷含量(以矢车菊素-3-葡萄糖苷计):用pH示差法^[19]测定。

(3)颜色参数

颜色参数:采用色差计测定。参照CIE Lab法^[20]计算葡萄色差、色度和色调,其中 L^* 值表示明亮度; a^* 值表示红绿度; b^* 值表示黄蓝度; ΔE 值表示色差; C 值表示色度; h 值表示色调。色差 ΔE 、色度 C 和色调 h 计算公式如下:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

$$\Delta L = L_{CK}^* - L^*, \Delta a = a_{CK}^* - a^*, \Delta b = b_{CK}^* - b^*$$

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h = \arctan \frac{a^*}{b^*}$$

1.3.3 数据处理及分析

所有数据均平行测定3次,结果以“平均值±标准差”表示。采用Excel 2016进行数据统计,Origin 2021作图,SPSS 23.0对数据进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同栽培处理对马瑟兰葡萄生长指标的影响

不同栽培处理对马瑟兰葡萄生长指标的影响结果见表1。由表1可知,4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均穗质量为210.06~235.62 g,其中T2处理穗质量(235.62 g)比CK高13.39%,显著高于T1、T3、T4处理($P<0.05$),穗质量由高到低顺序为T2>T1>T4>T3>CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均穗长为146.67~149.54 cm,其中T3处理穗长(149.54 cm)比CK高14.11%,显著高于T2处理($P<0.05$),T1、T2、T3处理间穗长无显著差异,穗长由高到低顺序为T3>T4>T1>T2>CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均穗宽为98.36~119.01 cm,其中T2处理穗宽(119.01 cm)比CK高21%,显著高于CK、T1、T3、T4处理($P<0.05$),穗宽由高到低顺序为T2>T1>T3>CK>T4。4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均百粒质量为107.95~113.99 g,其中T2处理葡

萄百粒质量(113.99 g)比CK高10.03%,显著高于T1处理($P<0.05$)。T2、T3、T4处理间百粒质量无显著差异,百粒质量由高到低顺序为T2>T3>T4>T1>CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均横径为11.16~12.94 mm,T1、T3、T4处理间横径无显著差异,横径由高到低顺序为T1>T3>T2>CK>T4。4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均纵径为10.37~11.87 mm,其中T1处理葡萄纵径(11.87 mm)显著高于CK、T2、T3、T4处理($P<0.05$),纵径由大到小顺序为T1>T3>T2>T4=CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄平均产量为28.19~50.43 kg,CK产量(54.31 kg)显著高于T1、T2、T3处理($P<0.05$),说明酿酒葡萄留穗量对葡萄的产量有显著影响。结果表明,T2处理的马瑟兰葡萄果实的生长发育最优。

表1 不同栽培处理对马瑟兰葡萄生长指标的影响
Table 1 Effects of different cultivation treatments on growth indexes of Marselan grape

栽培处理	穗质量/g	穗长/cm	穗宽/cm	百粒质量/g	横径/mm	纵径/mm	产量/kg
CK	206.80±0.35d	131.05±0.62c	102.68±0.69c	103.60±1.28c	11.66±0.17abc	10.37±0.14d	54.31±2.51a
T1	225.02±1.03b	147.05±0.79ab	113.87±0.85b	107.95±1.54bc	12.94±0.43a	11.87±0.06a	28.19±1.04c
T2	235.62±1.08a	146.67±0.89b	119.01±0.73a	113.99±0.80a	12.23±0.10ab	10.72±0.10c	40.73±1.59b
T3	210.06±0.33cd	149.54±0.44a	103.85±1.90c	113.68±2.09a	12.85±0.07a	11.23±0.19b	34.91±2.12b
T4	211.35±1.36c	148.87±0.73ab	98.36±0.40d	109.21±0.41ab	11.16±0.14c	10.37±0.11d	50.43±1.77a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

2.2 不同栽培处理对马瑟兰葡萄基本理化指标的影响

不同栽培处理对马瑟兰葡萄基本理化指标的影响结果见表2。

表2 不同栽培处理对马瑟兰葡萄基本理化指标的影响
Table 2 Effects of different cultivation treatments on basic physicochemical indicators of Marselan grape

栽培处理	可溶性固形物含量/%	总酸含量/(g·L ⁻¹)	还原糖含量/(g·L ⁻¹)	pH值
CK	25.65±0.15b	5.52±0.14c	268.45±2.55b	3.64±0.04b
T1	24.93±0.24c	5.56±0.05c	257.67±2.80c	3.76±0.01a
T2	26.90±0.21a	5.24±0.02d	281.60±2.62a	3.75±0.02a
T3	23.80±0.21d	5.95±0.04b	246.70±1.73d	3.63±0.01b
T4	23.80±0.06d	7.49±0.04a	242.57±0.71d	3.71±0.01a

由表2可知,4种栽培处理的马瑟兰葡萄可溶性固形物含量为23.8%~26.9%,其中T2处理可溶性固形物含量(26.9%)显著高于CK、T1、T3和T4($P<0.05$),可溶性固形物含量由高到低顺序为T2>CK>T1>T3=T4。4种栽培处理的马瑟兰葡萄总酸为5.24~7.49 g/L,其中T4处理总酸(7.49 g/L)显著高于其他所有处理($P<0.05$),总酸含量由高到低顺序为T4>T3>T1>CK>T2。4种栽培处理的马瑟兰葡萄还原糖含量为242.57~281.60 g/L,其中T2处理还原糖含量(281.60 g/L)显著高于CK、T1、T3和T4($P<0.05$),还

原糖含量由高到低顺序为T2>CK>T1>T3>T4。4种栽培处理的马瑟兰葡萄的pH值为3.63~3.76,T1、T2和T4处理pH值显著高于CK、T3处理($P<0.05$),pH值由高到低顺序为T1>T2>T4>CK>T3。适度降低负载量或进行疏穗处理,可以提高叶果比和果穗光热环境,从而促进糖分积累、加速有机酸呼吸消耗并改善酚类物质的合成,有利于提高葡萄果实的成熟度和整体品质^[21]。结果表明,T2处理的马瑟兰葡萄理化指标最佳。

2.3 不同栽培处理对马瑟兰葡萄的颜色参数的影响

不同栽培处理对马瑟兰葡萄颜色参数的影响结果见表3。由表3可知,4种栽培处理的马瑟兰葡萄L*值为16.43~18.10,其中T2处理葡萄L*值(18.10)显著高于其他处理($P<0.05$),比CK高15.81%,表明T2处理葡萄果实颜色更亮,L*值由高到低顺序为T2>T3>T4>T1>CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄a*值在-0.19~0.30之间,其中T2处理葡萄a*值(0.30)显著高于其他处理($P<0.05$),果实红色度增强,CK和T1处理葡萄的a*值为负数,表现为绿色倾向,a*值由高到低顺序为T2>T4>T3>T1>CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄b*值在1.38~2.17之间,其中T2处理葡萄b*值(2.17)显著高于T1、T3处理($P<0.05$),果实偏黄程度最明显,b*值由高到低顺序为T2>T4>T1>T3>CK。4种栽培处理的马瑟兰葡萄的色差ΔE值在0.88~2.64之间,其中

T2处理色差变化最大,为2.64,显著高于其他处理($P<0.05$), ΔE 值由高到低顺序为 $T2>T3>T4>T1>CK$ 。4种栽培处理的马瑟兰葡萄C值为1.45~2.19,其中T2处理葡萄C值(2.19)显著高于T1、T3处理($P<0.05$),比最低的CK高57.55%,说明T2处理葡萄果实颜色更鲜艳,C值由高到低顺序为 $T2>T4>T1>T3>CK$;4种栽培处理的马瑟兰葡萄h值为-1.44~-1.45,T2、T3、T4处理葡萄h值均显著高于CK与T1处理($P<$

0.05),h值由高到低顺序为 $T3>T4=T2>T1>CK$ 。结果表明,T2处理的马瑟兰葡萄在明亮度、红绿度、黄蓝度、色度均显著优于其他处理,表现出最佳的果实色泽品质,果皮颜色更加鲜亮、饱满,这可能是通过改善果穗周围的光热与通风条件、降低叶幕遮阴并调节树体负载,促进果皮糖分和花青素等色素的合成与均匀分布,同时减少色素降解,从而获得更好的果皮色泽^[22-23]。

表3 不同栽培处理对马瑟兰葡萄颜色参数的影响
Table 3 Effects of different cultivation treatments on color parameter of Marselan grape

栽培处理	L*值	a*值	b*值	ΔE 值	C值	h值
CK	15.63±0.28d	-0.17±0.02c	1.38±0.23b	0±0e	1.39±0.23b	-1.45±0.01b
T1	16.43±0.21c	-0.19±0.03c	1.45±0.26b	0.88±0.29c	1.49±0.18b	-1.44±0.03b
T2	18.10±0.06a	0.30±0.04a	2.17±0.11a	2.64±0.18a	2.19±0.12a	1.43±0.01a
T3	17.18±0.20b	0.18±0.03b	1.44±0.10b	1.59±0.08b	1.45±0.10b	1.45±0.02a
T4	16.55±0.2bc	0.25±0.03ab	1.74±0.17a	1.15±0.12bc	1.76±0.16a	1.43±0.03a

2.4 不同栽培措施对马瑟兰葡萄酚类物质的影响

不同栽培措施对马瑟兰葡萄酚类物质的影响结果见图1。由图1A可知,T3处理的葡萄总酚含量最高,为6.66 mg/100 g,显著于其他处理($P<0.05$),这可能是因为疏穗处理可以造成葡萄树负载量降低,进而增加了多酚的底物合成^[24]。除了T1处理外,T2、T3、T4处理葡萄的总酚含量均显著高于CK葡萄总酚含量(5.59 mg/100 g)($P<0.05$)。表明过低的负载量也会导致葡萄果实的营养成分降低^[25],且随着留穗数的增加,总酚含量呈现出先上升后下降的趋势。

由图1B可知,T2处理葡萄的花色苷含量最高,为126.38 mg/100 g,T1、T2、T3处理的葡萄花色苷含量均显著高于CK($P<0.05$)。随着留穗数的增加,花色苷含量呈现出先上升后下降的趋势。

由图1C可知,T3处理葡萄单宁含量最高,为0.71 mg/g,显著高于其他处理($P<0.05$)。CK、T4处理的单宁含量较低,随着留穗数的增加,单宁含量呈现出先上升后下降的趋势,表明适当的疏穗处理对葡萄的单宁含量有提升作用。

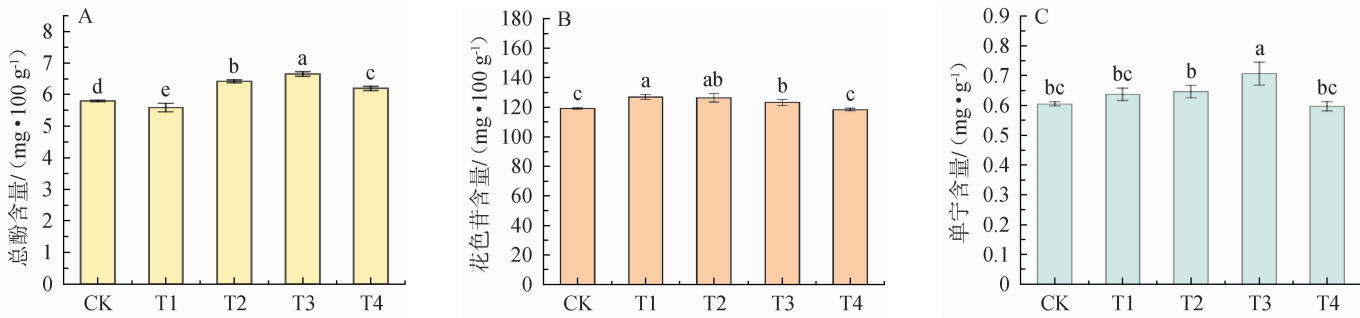


图1 不同栽培措施对马瑟兰葡萄总酚(A)、花色苷(B)及单宁(C)含量的影响

Fig. 1 Effects of different cultivation treatments on contents of total phenols (A), anthocyanins (B), and tannins (C) of Marselan grape

2.5 马瑟兰葡萄生长指标、理化指标及颜色参数主成分分析

为了综合评价不同栽培处理对‘马瑟兰’葡萄生长指标、品质指标及颜色参数的影响,分析对5个处理的20个指标(生长指标、理化指标及颜色参数)进行主成分分析(PCA),马瑟兰葡萄品质主成分因子特征值及方差贡献率见表4,葡萄品质综合评价结果见表5,载荷图及主成分分析得分图见图2。

由表4可知,第1主成分(principal component 1,PC1)、PC2、PC3、PC4方差贡献率分别为39.238%、25.437%、18.346%、9.936%,累计方差贡献率为92.957%(>85%),表明该模型

涵盖马瑟兰葡萄品质的绝大多数原始信息。

表4 主成分因子特征值及方差贡献率
Table 4 Eigenvalues and variance contribution rates of principal component factors

主成分	特征值(λ)	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%
1	7.848	39.238	39.238
2	5.087	25.437	64.675
3	3.669	18.346	83.021
4	1.987	9.936	92.957

在主成分分析基础上,以前4个主成分对应的方差贡献率为权重,对马瑟兰葡萄果实品质进行综合评价,利用公式计算出综合得分, $F=F_1\times\lambda_1/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)+F_2\times\lambda_2/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)+F_3\times\lambda_3/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)+F_4\times\lambda_4/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)$, 其中 λ_i 代表第*i*个主成分因子的特征值。

表5 不同栽培处理马瑟兰葡萄品质的综合评价
Table 5 Comprehensive evaluation of quality of Marselan grape with different cultivation treatments

栽培处理	PC1 得分 F_1	PC2 得分 F_2	PC3 得分 F_3	PC4 得分 F_4	综合 得分 F	排名
CK	-1.126	-0.979	0.781	-0.902	-0.686	5
T1	-1.118	1.307	-0.170	0.777	-0.064	3
T2	1.094	-0.083	1.294	0.854	0.786	1
T3	0.877	0.820	-0.478	-1.325	0.359	2
T4	0.273	-1.064	-1.427	0.596	-0.394	4

由表5可知,以综合得分值(F 值)对不同栽培处理的葡萄进行综合评判^[26]。 F 值越高,说明葡萄的整体品质越好,其中T2处理葡萄果实综合品质最好,各处理葡萄果实综合得分值(F 值)由高到低顺序为T2>T3>T1>T4>CK。

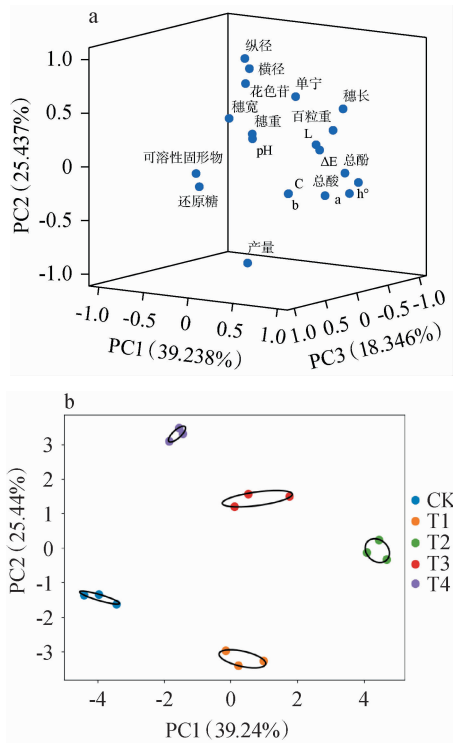


图2 不同栽培处理马瑟兰葡萄品质指标载荷图(a)及主成分分析得分图(b)
Fig. 2 Loading plot (a) and principal component analysis score plot (b) of quality indexes of Marselan grape with different cultivation treatments

由图2a可知,主成分分析结果表明,可溶性固形物、还原糖及生长指标在旋转后的空间中集中分布于同一区域,

提示糖分积累与植株生长过程具有较强的一致性,颜色参数则与总酚、单宁及总酸共同聚集于另一区域,说明果实颜色与酚类物质含量、酸度之间存在紧密联系。产量在主成分空间中的投影位置相对孤立,与多数品质相关性状载荷向量夹角较大,相关性较弱。由图2b可知,各处理椭圆之间依然保持较好的分离度,表明PCA结果具有良好的稳定性与重现性。结果表明,通过PCA能够较好区分不同栽培处理葡萄果实。

3 结论

本研究以新疆天塞酒庄马瑟兰葡萄作为试材,在植株生长坐果期以未疏穗处理为对照(CK),分别设置新梢密度(10条/m架面,15条/m架面)、负载量(1个果穗/新梢,2个果穗/新梢),测定成熟期葡萄果实的生长指标、理化指标及颜色参数,并对结果进行主成分分析。结果表明,T2(10条/m架面,2个果穗/新梢)处理葡萄穗质量(235.62 g)、穗宽(119.01 cm)、百粒质量(113.99 g)、可溶性固形物(26.90%)、还原糖(281.60 g/L)、 a^* 值(0.30)、 b^* 值(2.17)、 ΔE 值(2.64)、 L^* 值(18.10)、 C 值(2.19)及花色苷含量(126.38 mg/100 g)明显高于其他处理,总酸含量较低(5.24 g/L)。主成分综合评价表明,T2处理综合得分最高(0.786)。不同栽培措施对新疆焉耆产区生产高品质酿酒葡萄有促进作用,新梢密度为10条/m架面、负载量为2个果穗/新梢时,对葡萄品质的影响最为有利。

参考文献:

- [1] 沈晓贺,朱占江,杨莉玲,等. 新疆酿酒葡萄生产机械化现状与发展趋势[J]. 新疆农业科学, 2024, 61(S1): 147-152.
- [2] 顾军明,努加,黄玖珺. 新疆焉耆盆地春季灾害性天气特征及对农业生产影响[J]. 农业灾害研究, 2022, 12(6): 59-61.
- [3] 黄翠. 新疆葡萄酒饮用舒适度的综合评价及影响因素研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2024.
- [4] SONG X X, YANG W X, QIAN X, et al. Comparison of chemical and sensory profiles between Cabernet Sauvignon and Marselan dry red wines in China[J]. *Foods*, 2023, 12(5): 1110.
- [5] LAN Y B, LIU M, ZHANG X K, et al. Regional variation of chemical characteristics in young Marselan (*Vitis vinifera* L.) red wines from five regions of China[J]. *Foods*, 2022, 11(6): 787.
- [6] 张艳,古丽努尔·买买提,杨华峰,等. 微波-酸法优化提取葡萄皮渣水溶性膳食纤维[J]. 中国调味品, 2025, 50(7): 1-6, 30.
- [7] 葛谦,张媛珂,闫玥,等. 不同采收期下负载量对赤霞珠葡萄及葡萄酒品质的影响[J]. 食品科学, 2025, 46(3): 128-137.
- [8] PETTINELLI S, SALVO-COMINO C, PEREZ-GONZALEZ C, et al. Using multivariate techniques to evaluate the effect of cluster thinning in the wine quality: a comprehensive analysis on Tempranillo variety[J]. *J Agr Food Res*, 2025, 24: 102492.
- [9] CHOI K O, IM D, PARK S J, et al. Effects of berry thinning on the physicochemical, aromatic, and sensory properties of Shine Muscat grapes[J]. *Horticulturae*, 2021, 7(11): 487.

- [10] ZHANG X, LI Q, WANG L. Thinning of cluster improves berry composition and sugar accumulation in grape berries[J]. **Food Chem**, 2022, 386: 132884.
- [11] 闫可,白瑞雯,邹利人,等. 负载量对‘着色香’葡萄生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2024(12): 21-27.
- [12] PIERNAS J, GIMENÉNEZ M J, NOGUERA-ARTIAGA L, et al. Influence of bunch compactness and berry thinning methods on wine grape quality and sensory attributes of wine in *Vitis vinifera* L. cv. 'Monastrell' [J]. **Agronomy**, 2022; 12(3): 680.
- [13] PAISSONI M A, WAFFO-TEGUO, JOURDES M, et al. Composition and biological potential of grape and wine phenolic compounds[J]. **Sci Rep**, 2018, 8: 7098.
- [14] SU L J, TAO W H, SUN Y, et al. Mathematical models of leaf area index and yield for grapevines grown in the Turpan Area, Xinjiang, China [J]. **Agronomy**, 2022, 12(5): 988.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.7—2016 食品安全国家标准: 食品中还原糖的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [17] 徐洪宇, 张京芳, 成冰, 等. 26种酿酒葡萄中抗氧化物质含量测定及品种分类[J]. 中国食品学报, 2016, 16(2): 233-241.
- [18] 马军, 单守明, 李光宗, 等. 贺兰山东麓不同酿酒葡萄品种的酚类物质及其相关性分析[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2024(6): 40-49.
- [19] 韦婷, 杨艳宇, 李茨艳, 等. pH示差法测定苹果皮花色苷含量[J]. 食品与发酵科技, 2022, 58(2): 130-136.
- [20] 汤晓宏, 丁燕, 高德艳, 等. 基于CIE Lab色空间法分析海底陈酿对葡萄酒色泽的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2022(5): 88-92.
- [21] 曾桂花, 高飞飞, 高邦牢, 等. 疏穗处理对‘赤霞珠’葡萄果皮类黄酮物质的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(22): 215-221.
- [22] LI W P, LIU M, CHEN K Q, et al. The roles of different photosensitive nets in the targeted regulation of metabolite accumulation, wine aroma and sensory profiles in warm viticulture regions[J]. **Food Chem**, 2022, 396: 133629.
- [23] ZHANG P A, LU S W, LIU Z J, et al. Transcriptomic and metabolomic profiling reveals the effect of LED light quality on fruit ripening and anthocyanin accumulation in Cabernet Sauvignon grape[J]. **Front Nutr**, 2021, 8: 790697.
- [24] 张小月, 戚金生, 刘晓燕, 等. 不同单株负载量对赤霞珠葡萄果实生长及品质指标的影响[J]. 中国酿造, 2021, 40(10): 70-75.
- [25] 王明洁, 鲁会玲, 肖丽珍, 等. 负载量对酿酒葡萄公酿1号果实品质的影响[J]. 中国果树, 2023(11): 99-103.
- [26] 陈黄翌, 陈文静, 王姝, 等. 7个早熟红色酿酒葡萄资源果实品质分析与种质筛选[J/OL]. 食品与发酵工业, 1-10[2025-12-05]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.042308>.