

基于主成分分析法的红枣1年生枝条抗寒性研究

田晓萍, 占玉芳, 郭自钰, 甄伟玲, 滕玉凤

(张掖市林业科学研究院, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 以6个红枣品种临泽小枣、俊优2号、脆枣、骏枣、爆米花和子弹头的1年生枝条为试材, 测定相对电导率、可溶性糖、可溶性蛋白、丙二醛、游离脯氨酸含量等指标, 研究其在低温处理下的生理变化特征, 并用主成分分析法对其抗寒性进行综合评价。结果表明, 6个品种枣树的半致死温度值(LT₅₀)为-23.73~-16.06℃, 俊优2号的最低、子弹头的最高。不同红枣品种的生理指标变化趋势具有较强的规律性, 随温度的降低, 相对电导率和丙二醛含量呈上升趋势, 可溶性糖、可溶性蛋白及游离脯氨酸含量先升高后降低。用Logistic方程拟合求出的各供试砧木低温半致死温度(LT₅₀)及主成分分析结果均显示, 不同品种红枣枝条的抗寒性差异较大, 抗寒性由强到弱依次为俊优2号、临泽小枣、脆枣、爆米花、骏枣、子弹头。

关键词: 红枣; 低温胁迫; 抗寒性; 主成分分析

中图分类号: S665.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)01-0089-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.021

Study on Cold Resistance of One-year-old jujube Branches of Jujube Based on Principal Component Analysis

TIAN Xiaoping, ZHAN Yufang, GUO Ziyu, ZHEN Weiling, TENG Yufeng

(Zhangye Academy of Forestry Sciences, Zhangye Gansu 734000, China)

Abstract: Using one-year-old branches of 6 red date varieties from Linzexiaozao, Junyou No. 2, Crisp jujube, Crispy date, Junzao, pPopcorn jujube and one-year-old branches of Bullet varieties, as test materials, the relative conductivity, soluble sugar, soluble protein, malondialdehyde and free proline contents were determined. The content of proline and other indicators were used to study its physiological change characteristics under low temperature treatment, and its cold resistance was comprehensively evaluated by principal component analysis. The results showed that the half-lethal temperature (LT₅₀) of the 6 varieties of jujube trees was -23.73~-16.06℃, among which Junyou 2 had the lowest and the highest bullet. The change trend of physiological indicators of different red jujube varieties has a strong regularity. With the decrease of temperature, the relative conductivity and malondialdehyde content increased, while the contents of soluble sugar, soluble protein and free proline increased first and then decreased. The relative conductivity and the content of malondialdehyde show an upward trend. The content of soluble sugar, soluble protein and free proline increases first and then decreases. The results of Logistic equation fitting and principal component analysis showed that the cold resistance of branches of different red jujube cultivars differed greatly, and the cold resistance was the low-temperature semi-lethal temperature (LT₅₀) and principal component analysis results of the tested rootstocks calculated by the Logistic equation fitting show that the cold resistance of different varieties of red jujube branches is quite different, Junyou No. 2, Linze xiaozao, Linze jujube, Crisp jujube, pPopcorn jujube, popcorn, Jun jujube, Bullet variety, bullet from strongest to weakest respectively.

Key words: Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.); Low temperature stress; Cold resistance; Principal component analysis

枣原产中国, 是我国北方地区重要的经济林和生态保护树种之一^[1]。随着红枣产业发展, 管理粗放、肥水投入不合理、有机肥投入不足等现象的出现, 造成枣树抗逆性差。在河西地区的冬季, 红枣常常受到严寒的危害, 导致树体出现抽干枝枯或死亡, 严重影响产量^[2]。植物抗寒性是

衡量植物承受低温冷害能力的指标。目前, 国内学者主要从植物生理代谢、细胞形态结构、基因工程等多方面开展果树抗寒性研究^[3-4], 采用人工模拟低温胁迫研究植物的抗寒性与有关生理指标的关系并对抗寒性作出评价, 是植物抗寒性研究的主要方法之一^[5-6]。

收稿日期: 2021-08-26

基金项目: 甘肃省科技计划项目(18CX3FG021)。

作者简介: 田晓萍(1981—), 女, 甘肃张掖人, 副研究员, 硕士, 主要研究方向为果树引种栽培。Email: tianxiaoping8018@163.com。

主成分分析是指在众多植物生理指标中选出对结果有显著影响的指标,并将不同的指标转化为综合指标进行评价^[7]。我们通过低温模拟试验,对6种红枣1年生枝条进行低温胁迫处理,测定不同低温处理下枝条各抗寒指标并进行主成分分析,对不同枣品种的抗寒性进行评价,以寻找优良的抗寒资源,为红枣育种筛选优异抗寒种质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试试验材料采自临泽平川镇红枣栽培试验示范基地。选6个枣品种(临泽小枣、俊优2号、脆枣、骏枣、爆米花、子弹头),每个品种选择树龄为3年、长势基本一致的3株,分别从东、南、西、北4个方位剪取树冠中部外围生长健壮、粗细相近的1年生休眠枝。放入0℃恒温冰箱中保存待用。

1.2 低温胁迫处理

将供试枝条剪成10cm的枝段,用自来水冲洗干净后再用蒸馏水冲洗3次,吸干水分后两端封蜡,装入自封袋。每袋6个枝段,每个品种7袋,分别放置在FS-DW-100型可控低温冰箱中冷冻处理。本试验共设8个处理温度(包括使样本全部成活和全部死亡的温度),分别为5、-10、-15、-20、-25、-20、-35、-40℃,5℃为对照。低温处理时,到达目标温度后维持12h,然后将温度上升至0℃维持12h,取出测定。温度下降及上升的速度均为4℃/h。避开芽眼,将不同温度处理下的枝段切成2mm的薄片混合后待测。

1.3 测定指标及测定方法

测定指标有相对电导率、丙二醛含量、可溶性糖和可溶性蛋白含量。相对电导率和半致死温

度的测定参照高京草等^[8]的方法,丙二醛含量参照张志良等^[9]方法。可溶性糖、可溶性蛋白含量参照邹琦^[10]的方法测定。

1.4 数据统计与分析

采用Microsoft Excel进行数据统计和图表制作,主成分分析法采用SPSS降维中的主成分分析法。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对枣树枝条相对电导率的影响

图1为低温胁迫下各品种相对电导率的变化趋势。可以看出,各枣品种枝条经低温处理后相对电导率均随着温度的降低而增大,即相对电导率与温度变化呈反比。利用Logistic方程拟合不同低温处理下红枣枝条的相对电导率,拟合度均达到显著水平(表1)。各品种枣树枝条的半致死温度值(LT₅₀)为-23.73~-16.06℃,由低到高依次为俊优2号、临泽小枣、脆枣、爆米花、骏枣、子弹头。说明俊优2号的抗寒性最好,其次为临泽小枣和爆米花,子弹头的抗寒性最差。

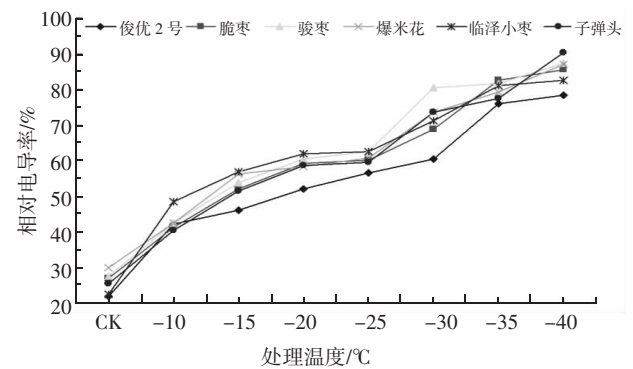


图1 低温胁迫对6种枣树枝条相对电导率的影响

2.2 低温胁迫对枣树枝条可溶性糖含量的影响

由表2可以看出,不同品种枣树的枝条除骏枣外可溶性糖含量随处理温度的降低均先升后降,

表1 低温胁迫下不同枣树品种相对电导率拟合方程和半致死温度

品种	Logistic回归方程	半致死温度/℃	相关系数R ²
俊优2号	$Y=111.107/(1+4.429e^{-0.063x})$	-23.73	0.898 0
临泽小枣	$Y=119.061/(1+3.170e^{-0.052x})$	-21.98	0.955 2
脆枣	$Y=111.674/(1+3.389e^{-0.057x})$	-21.43	0.887 5
爆米花	$Y=116.357/(1+3.718e^{-0.064x})$	-20.52	0.932 0
骏枣	$Y=123.019/(1+2.979e^{-0.056x})$	-19.47	0.957 1
子弹头	$Y=122.157/(1+3.182e^{-0.072x})$	-16.06	0.963 5

俊优2号、脆枣、骏枣、爆米花、临泽小枣、子弹头可溶性糖含量均在-35℃时达到最高,分别较对照增加64.17%、62.74%、92.26%、96.54%、70.87%、95.06%。低温处理下,俊优2号可溶性糖含量最高(-35℃时,高达 $4.17 \pm 0.06\%$),其次是临泽小枣,骏枣和子弹头的较低。不同低温胁迫下,各品种红枣的枝条可溶性糖含量差异达极显著水平。

2.3 低温胁迫对枣树枝条可溶性蛋白含量的影响

由表3可知,不同品种枣树的枝条可溶性蛋

白含量的差异达到极显著水平,随着胁迫温度的降低均呈先升后降的变化趋势,且均在-35℃时达到最大值。在整个降温过程中,俊优2号的可溶性蛋白含量基本处于较高水平,表明俊优2号的耐寒性相对较强,而骏枣和子弹头的可溶性蛋白含量较低,耐寒性相对较弱。

2.4 低温胁迫对枣树枝条丙二醛含量的影响

不同低温处理下红枣枝条中丙二醛含量变化见表4。可以看出,俊优2号在-40℃时丙二醛含量最大,其他品种均在-35℃时丙二醛含量达到

表2 低温胁迫下不同枣树品种枝条可溶性糖含量

品种	可溶性糖含量/%							
	CK	-10℃	-15℃	-20℃	-25℃	-30℃	-35℃	-40℃
俊优2号	2.54±0.02Aa	2.63±0.12Aa	2.85±0.29Aa	3.07±0.07Aa	3.21±0.10Aa	3.99±0.09Aa	4.17±0.06Aa	3.99±0.08Aa
脆枣	2.12±0.14Bc	2.21±0.07Bb	2.51±0.17ABb	2.86±0.26ABb	3.07±0.12Aab	3.32±0.19Bbc	3.45±0.08Bc	3.32±0.07Bc
骏枣	1.68±0.07Cd	1.68±0.07Cd	1.25±0.07Cd	2.56±0.13BCd	2.56±0.13BCd	3.16±0.17Cc	3.23±0.13BCc	3.16±0.08BCc
爆米花	2.08±0.13Bc	2.28±0.19ABb	2.65±0.17Bc	2.74±0.17Bc	2.99±0.16Aab	3.44±0.15Bb	3.88±0.05Bb	3.44±0.43ABb
临泽小枣	2.30±0.01Bb	2.44±0.16Aab	2.76±0.12Aab	2.93±0.05Aab	3.15±0.16Aab	3.71±0.18Aab	3.93±0.19Ab	3.70±0.08Aab
子弹头	1.62±0.05Cd	1.88±0.05Cd	2.20±0.09Bc	2.38±0.08Cc	2.53±0.12Bc	3.08±0.25Cc	3.16±0.07BCd	3.08±0.10Cc

表3 低温胁迫下不同枣树品种枝条可溶性蛋白含量

品种	可溶性蛋白含量/(mg/g)							
	CK	-10℃	-15℃	-20℃	-25℃	-30℃	-35℃	-40℃
俊优2号	2.82±0.07Aa	3.51±0.37Aa	4.73±0.32Aa	6.07±0.23Aa	8.19±0.06Aa	9.41±0.41Aa	11.54±0.22Aa	9.88±0.05Aa
脆枣	2.24±0.69ABb	3.11±0.15Ab	4.29±0.25Aab	5.62±0.12Aab	7.47±0.15Aab	8.91±0.58Abc	10.14±0.10ABb	9.38±0.60Aab
骏枣	1.70±0.01Bc	2.73±0.32ABc	3.56±0.26Ab	4.68±0.22Ab	6.52±0.36Aab	8.27±0.60ABc	9.80±0.33Bc	8.56±0.18ABb
爆米花	2.04±0.25Bbc	2.85±0.21Bb	3.75±0.45Ab	5.06±0.12Aab	6.73±0.14Aab	8.31±0.22ABb	10.04±0.70ABb	9.31±0.11Aab
临泽小枣	2.61±0.41ABab	3.36±0.23Aab	4.45±0.37Aab	5.72±0.22Aab	7.67±0.34Aa	9.26±0.76Aab	10.55±0.20Aab	9.67±0.16Aa
子弹头	1.54±0.48Bc	2.14±0.45Bc	3.50±0.19Ab	4.54±0.24Ab	5.56±0.25Ab	7.26±0.17Bc	9.74±0.32Bc	9.21±0.16ABb

表4 低温胁迫下不同枣树品种枝条丙二醛含量

品种	丙二醛含量/(μmol/g)							
	CK	-10℃	-15℃	-20℃	-25℃	-30℃	-35℃	-40℃
俊优2号	2.09±0.06Bc	2.12±0.03Bb	2.30±0.02Bb	2.35±0.05Bb	2.79±0.05ABb	3.13±0.09Bb	3.48±0.08Bb	3.86±0.08Bb
脆枣	2.46±0.04ABb	2.50±0.06ABb	2.74±0.02ABb	3.01±0.05ABb	3.07±0.12Aab	3.57±0.14Aa	3.80±0.20ABb	3.64±0.10ABb
骏枣	2.53±0.03Aa	2.73±0.32Aab	3.02±0.01Aa	3.13±0.03Aab	3.43±0.05Aa	3.46±0.28ABa	4.03±0.10Aa	3.78±0.15ABa
爆米花	2.49±0.02ABa	2.51±0.03ABb	2.84±0.12ABb	3.08±0.08Aab	3.21±0.08Aab	3.75±0.08Aa	3.99±0.21Aa	3.68±0.03ABb
临泽小枣	2.32±0.06Bc	2.41±0.03Bb	2.56±0.01Bb	2.72±0.01Bb	2.98±0.07ABb	3.15±0.09Bb	3.56±0.07Bb	3.42±0.24Bb
子弹头	2.65±0.14Aa	2.97±0.07Aa	3.19±0.02Aa	3.18±0.08Aa	3.46±0.12Aa	3.61±0.14Aa	4.05±0.10Aa	3.24±0.13Bb

最大值,即枝条受到的低温伤害最大。低温胁迫下不同红枣品种的枝条丙二醛含量差异达极显著水平,除-40℃低温条件下,子弹头的丙二醛含量明显高于其他品种。俊优2号和临泽小枣的丙二醛含量差异不显著。

2.5 低温胁迫对枣树枝条游离脯氨酸含量的影响

在低温胁迫下,脆枣、骏枣、爆米花和临泽小枣均在处理温度为-30℃时,枝条中脯氨酸含量达到峰值,而俊优2号在-35℃时枝条中游离脯氨酸含量达到最大值;子弹头在-40℃时枝条中游离脯氨酸含量达到最大值。低温处理下,俊优2号游离脯氨酸含量最高(-35℃时,6.58±0.15%),骏枣和子弹头的最低。不同低温胁迫下,各品种红枣的枝条游离脯氨酸含量差异达到极显著水平(表5)。

2.6 抗寒指标间的相关性分析

对红枣枝条不同抗寒指标的相关性分析结果(表6)显示,各抗寒性指标之间具有一定的相关性。其中,相对电导率与可溶性糖含量、可溶性蛋白含量和脯氨酸含量呈负相关,与丙二醛含量

正相关;可溶性糖含量与可溶性蛋白含量极显著正相关,与脯氨酸含量显著正相关,与丙二醛含量极显著负相关;可溶性蛋白含量与脯氨酸含量极显著正相关,与丙二醛含量极显著负相关;脯氨酸含量与丙二醛含量极显著负相关。

2.7 基于主成分分析法的抗寒性综合评价

通过对5个抗寒指标进行主成分分析,从中提取了1个主成分,其特征值为4.361,贡献率及累计贡献率均为87.230%,包含了所测定的5个指标中的绝大部分信息,故用这1个主成分对6个供试红枣品种的枝条进行抗寒性评价。

在主成分1中,不同抗寒指标间的主成分系数分别为相对电导率-0.459、可溶性糖0.452、可溶性蛋白0.468、丙二醛含量-0.476、脯氨酸含量0.373,各指标作用由大到小依次是丙二醛含量、可溶性蛋白含量、相对电导率、可溶性糖含量、脯氨酸含量。

6个供试红枣品种的枝条在所提取主成分中的得分见表7,得分越高说明其抗寒能力越强,反之抗寒能力越弱。不同品种红枣的抗寒因子综合得

表5 低温胁迫下不同枣树品种枝条游离脯氨酸含量

品种	游离脯氨酸含量/(mg/g)							
	CK	-10℃	-15℃	-20℃	-25℃	-30℃	-35℃	-40℃
俊优2号	2.88±0.04Aa	3.04±0.01Aa	3.40±0.05Aa	4.49±0.19Aa	5.62±0.14Aa	6.42±0.02Aa	6.58±0.15Aa	5.95±0.09Aa
脆枣	2.58±0.01ABb	2.86±0.01Aab	3.24±0.11ABb	4.08±0.20ABb	5.17±0.12Bb	5.94±0.02ABb	5.38±0.04Bb	5.29±0.07Bb
骏枣	2.13±0.03Bb	2.44±0.01Bc	2.99±0.01Bb	3.67±0.1Bbc	4.20±0.13Bbc	5.35±0.02Bbc	4.95±0.07Bc	5.07±0.10Bbc
爆米花	2.43±0.02Bb	2.69±0.15ABb	3.01±0.04ABb	3.74±0.10Bb	3.10±0.10Bbc	5.74±0.01Bb	5.26±0.12BCc	5.19±0.17Bb
临泽小枣	2.70±0.07Aab	2.92±0.01Aa	3.35±0.23Aab	4.28±0.11ABa	5.34±0.17ABb	6.24±0.02Aa	6.17±0.13Aab	5.40±0.17ABb
子弹头	2.09±0.08Bc	2.13±0.02Bc	2.61±0.04Bc	3.18±0.19Bc	4.12±0.14Bc	4.83±0.02Bc	4.39±0.13Cd	4.93±0.17Bc

表6 不同品种红枣枝条各抗寒指标间的相关性分析^①

指标	相对电导率	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量	丙二醛含量	脯氨酸含量
相对电导率	1				
可溶性糖含量	-0.064	1			
可溶性蛋白含量	-0.644	0.928**	1		
丙二醛含量	0.792	-0.925**	-0.960**	1	
脯氨酸含量	-0.622	0.882*	0.993**	-0.949**	1

①表中*表示显著相关($P<0.05$),**表示极显著相关($P<0.01$)。

分为-2.15~3.36, 俊优2号得分最高(3.36), 子弹头最低(-2.15)。表明不同品种红枣的抗寒性从高到低依次为俊优2号、临泽小枣、脆枣、爆米花、骏枣、子弹头。

表7 不同品种枝条主成分的得分

品种	得分	抗寒性排序
俊优2号	3.41	1
临泽小枣	1.08	2
脆枣	0.25	3
爆米花	-0.68	4
骏枣	-2.02	5
子弹头	-2.04	6

3 结论与讨论

本研究表明, 不同品种红枣的枝条抗寒性差异较大, Logistic 方程拟合的不同品种枝条半致死温度值(LT_{50})为-23.73~-16.06℃, 俊优2号最低、子弹头的最高。不同品种的红枣生理指标变化趋势具有较强的规律性, 相对电导率和丙二醛含量随温度的降低而增大, 可溶性糖、可溶性蛋白及游离脯氨酸含量随温度的降低先升高后降低。主成分分析和抗寒指标间相关分析表明, 丙二醛含量、可溶性糖含量、相对电导率可作为红枣品种抗寒性的有效指标。利用 Logistic 方程拟合的 LT_{50} 与主成分分析结果都表明, 不同品种红枣抗寒性由强到弱依次为俊优2号、临泽小枣、脆枣、爆米花、骏枣、子弹头。

温度作为果树重要的生存因素之一, 对其生长发育有重要作用。大量研究表明, 细胞膜系统是植物冻害发生的主要部位, 低温胁迫下细胞膜透性增大, 造成电导率发生变化^[4]。通过测定相对电导率的变化可反映细胞及膜系统受损伤的程度^[9]。半致死温度(LT_{50})是目前广泛应用于评价植物抗寒性的重要指标^[10-11]。本研究显示, 各品种红枣的枝条相对电导率随着处理温度的降低持续升高, 说明低温使枝条膜系统的受伤程度加深。低温胁迫下, 俊优2号的相对电导率变化幅度较小, 抗寒性最强; 子弹头的相对电导率变化幅度较大, 抗寒性最差。利用 Logistic 方程拟合各品种

的半致死温度, 根据半致死温度得出不同品种的红枣抗寒性由强到弱依次为俊优2号、临泽小枣、脆枣、爆米花、骏枣、子弹头。

低温胁迫下, 植物体内会产生响应积累大量有机渗透调节物质, 如丙二醛(MDA)、可溶性蛋白、可溶性糖等, 降低冰点, 增强赋予植物渗透调节的能力和原生质保水能力^[9], 从而保护蛋白质胶体不致遇冷变性凝聚。脂膜氧化的最终产物之一是MDA, 因此细胞膜系统的受伤害程度可用MDA含量表示^[12]。本文研究中, 各品种枝条的丙二醛含量随着处理温度的降低均呈上升趋势, 其含量与抗寒性呈负相关, 这与樊丁宇等^[13]在红枣的研究结果一致。各品种枣树枝条的可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量均随处理温度的降低呈先升高后降低的趋势, 这与郭佳欢等^[14]的研究一致。

主成分分析结果显示, 主成分系数最大的是丙二醛含量, 可溶性蛋白含量次之, 之后依次是相对电导率、可溶性糖含量和脯氨酸含量。同时, 丙二醛含量、可溶性糖含量、相对电导率这3个指标间的相关系数较高, 可作为鉴定红枣品种抗寒性的有效指标。综合分析来看, 引进品种俊优2号和地方品种临泽小枣的抗寒性较强。

参考文献:

- [1] 刘孟军, 汪民. 中国枣种质资源[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [2] 段玉忠. 枣树冻害调查分析及可持续发展的思考[J]. 中国造纸学报, 2004(增刊): 615-616.
- [3] 杨馥霞, 汤玲, 贺欢, 等. 低温下7个草莓品种的抗性生理指标比较[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(4): 14-17.
- [4] 曹晓敏, 迟馨, 弟豆豆, 等. 6种苹果砧木的抗寒性比较研究[J]. 中国果树, 2020(4): 12-17.
- [5] 王晨冰, 王发林, 万信, 等. 低温胁迫下桃子房和幼果的过冷却点及生理响应[J]. 甘肃农业科技, 2020(9): 18-22.
- [6] 艾鹏飞, 金晓静, 靳占忠, 等. 仁用杏抗寒性生理指标评价的研究[J]. 河北科技大学学报, 2013, 38(1): 48-59.
- [7] 赵国群, 赵一凡, 张晓腾, 等. 基于主成分与聚类分

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¹, 李玉梅², 李旭林¹, 景俊生¹, 郑立全¹

(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 Youhu¹, LI Yumei², LI Xuling¹, JIN Junsheng¹, ZHENG Liqian¹

(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.