

云贵高原野生葡萄种质资源叶片 抗霜冻能力评价

孙鲁龙^{1,3}, 段秋艳², 胡政³, 谭圆圆³, 田彦³, 刘进平³

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100; 2. 山东省德州市园林管理局, 山东德州 253000; 3. 贵州大学农学院, 贵州贵阳 271018)

摘要: 为了评价和比较云贵高原地区不同葡萄种质资源叶片的耐霜冻能力, 为野生葡萄资源开发与利用提供依据, 本试验对6种野生葡萄资源以及1种栽培品种的嫩叶进行了人工霜冻处理, 建立嫩叶的冻害比例与低温关系的Logistics模型, 获得反映叶片耐霜冻能力的3个参数LT10、LT50和LT90, 并将其用于不同种质资源耐霜冻能力的比较。结果发现, 云贵高原地区葡萄种质资源的霜冻敏感范围为 - 6.48 ~ - 2.26 °C; 在参试资源中, 最耐霜冻的是刺葡萄, 最不耐霜冻的是网脉葡萄。综上所述, 云贵高原地区7种葡萄种质资源的抗霜冻能力较强, 其对霜冻低温的适应范围较宽, 这些特性均有利于其在恶劣的突发性降温天气中存活, 具有较高的开发利用价值。

关键词: 葡萄; 种质资源; 霜冻; 评价; 云贵高原

中图分类号: S663.1 **文献标志码:** A

DOI: 10.13414/j.cnki.zwpp.2020.04.004

Evaluation of the frost sensitivity in leaves of grapevine germplasm resources in Yun-Gui plateau region

SUN Lulong^{1,3}, DUAN Qiuyan², HU Zheng³, TAN Yuanyuan³, TIAN Yan³, LIU Jinping³

(1. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling 712100, China; 2. Dezhou Municipal Gardening Administration Bureau, Dezhou 253000, China; 3. College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to evaluate and compare the frost resistance in leaves of different grapevine germplasm resources in the Yun-Gui plateau, and to provide a basis for the development and utilization of wild resources, artificial frost treatments were conducted in leaves of six wild grapevine germplasm resources and one cultivar. A Logistics model was used to establish the relationship between the freezing damage ratio and low temperature. LT10, LT50 and LT90 were calculated from Logistics model when the injury ratio were 10%, 50% and 90% to reflect the differences in frost sensitivity of leaves. It was found that, the sensitive temperature range that grapevine germplasm resources leaves to frost was from - 6.48 °C to - 2.26 °C in Yun-Gui plateau. The most frost-tolerant was *V. bellula* (Rehd.) W. T. Wang, the most frost-sensitive was *V. wilsonae* Veitch. Therefore, seven grape germplasm resources in the Yun-Gui plateau have strong frost resistance and a wide range of adaptation to frost and low temperature, which are conducive to their survival in harsh cooling temperatures. These germplasm resources are of high value in development and utilization.

Key words: grapevine; germplasm resource; frost; evaluation; Yun-Gui plateau

收稿日期: 2020-05-01

基金项目: 贵州大学引进人才科研项目 (贵大人基合字 (2017) 52号)

作者简介: 孙鲁龙 (1987—), 讲师, 主要从事果树生理生态研究。E-mail: lulongsun@126.com

*通信作者: 刘进平 (1962—), 实验师, 主要从事园艺植物栽培研究。E-mail: jinpingsun0726@sina.com

随着全球气候变化加剧,近年来云贵高原葡萄产区春季出现异常低温天气越来越频繁。据媒体报道,2017—2019连续3年云南省内均发生过0℃以下不同程度的霜冻害,其中以2018年霜冻影响最为严重,元谋、蒙自等地葡萄新梢几乎全部受害。2018、2020年贵州威宁等高海拔地区也发生过不同程度的霜冻天气。春季霜冻对云贵高原葡萄产业的威胁越来越大。

开发并利用适应当地生态环境的野生葡萄种质资源,是应对云贵高原地区霜冻威胁的重要策略。我国是葡萄属植物重要的起源中心之一^[1],云贵高原地区因其具备独特的生态条件而保留较为丰富的野生葡萄种质资源^[2-5]。然而,长期以来,研究者对云贵地区野生葡萄种质资源的鉴定重点放在抗旱性鉴定方面^[6-7],较少涉及寒性特别是抗春季霜冻性的鉴定。

本研究以从云南、贵州收集到的6种野生葡萄种质资源为试材,采用人工模拟霜冻的方式对其叶片抗霜冻能力进行鉴定,旨在筛选抗春季霜冻的野生种质资源,为云贵高原葡萄产区品种改良提供材料基础。

1 材料与方法

本试验于2019年4—5月,在贵州大学农学院园艺实验室进行。此时所有种质资源都已经处于萌芽状态。

1.1 样品的采集

2017—2019年分别从云南宾川、丽江、蒙自、元谋、临沧、曲靖,贵州花溪、平坝、六盘水、遵义、黔西、威宁、罗甸等地收集到华东葡萄(*V. pseudoreticulata* W.T.Wang)、毛葡萄(*V. quinquangularis* Rehd.)、腺枝葡萄(*V. adenoclata* Hand-Mass.)、美丽葡萄(*V. bellula* (Rehd.) W. T. Wang)、网脉葡萄(*V. wilsonae* Veitch.)、刺葡萄(*V. davidii* (Roman.) Foex),以及栽培品种‘水晶葡萄’(*V. vinifera* cv. Guizhou Crystalgrape)共7种种质资源,单株定植于花盆中,置于林学院试验场常规管理。

2019年4月23日—5月6日期间,采集7种葡萄的嫩叶用于霜冻处理。参考孙鲁龙等^[8-9]的方法进行样品收集。采样时,将新梢尖下第一片展开叶连同叶柄采下,立即用于试验。

1.2 霜冻处理

叶片的霜冻处理在高低温湿热试验箱(苏州智河环

境试验设备有限公司)内进行,每10片嫩叶作为单次霜冻处理的一个重复。将10片嫩叶在铝箔纸上均匀摆放互不重叠,并用铝箔纸进行包裹,防止低温处理过程中失水。根据预试验结果,设定-1、-2、-3、-4、-5、-6、-7、-8℃8个目标低温,参考孙鲁龙等^[8-9]的方法设定霜冻降温程序。重复3次。

1.3 霜冻伤害的判定

霜冻处理结束后,打开铝箔纸,依次检验每个叶片的受冻情况。受冻的嫩叶表现为整个叶片萎蔫、变褐。

1.4 数据分析

统计每次试验中10片嫩叶的冻害比例,冻害比例=受冻叶片的数目/10。用Origin 9.0做出冻害比例和温度之间的散点图,并采用Logistic为模型进行曲线拟合,获得拟合曲线的方程后,计算冻害比例为10%、50%和100%时的温度LT10、LT50和LT90。采用SPSS 21.0对品种的抗旱霜能力进行聚类分析。采用隶属函数法计算不同品种LT10、LT50和LT90的隶属函数值,并求出平均隶属函数值,用于比较不同品种的耐霜冻能力^[10]。

2 结果与分析

2.1 葡萄嫩叶对低温的敏感性

随着霜冻处理温度的降低,不同葡萄种质资源嫩叶的冻害比例越来越大。叶片冻害比例与低温之间存在Logistics非线性回归关系(图1)。

根据Logistics模型计算出每个品种嫩叶伤害比例分别为10%、50%和90%时的温度参数LT10、LT50和LT90(表1)。对于同一种葡萄种质资源,其LT10、LT50和LT90依次降低;而不同葡萄种质资源具有不同的LT10、LT50和LT90。在所调查的7种种质资源中,刺葡萄叶片的LT10最低,网脉葡萄叶片的LT10最高;美丽葡萄叶片的LT50最低,网脉葡萄叶片的LT50最高;美丽葡萄叶片的LT90最低,华东葡萄叶片的LT90最高。在-6.48~-2.26℃,所调查的7种葡萄种质资源嫩叶均可发生不同程度的伤害。

2.2 不同葡萄种质资源嫩叶耐晚霜能力的聚类分析

根据不同葡萄种质资源嫩叶的LT10、LT50和LT90对其进行K-均值聚类,设定聚类数目为3,得到不同葡萄种质资源嫩叶耐霜冻能力的分类结果(表2、表3)。第1类只有1种,为网脉葡萄,占调查种质资源总数的14.29%,在3类中对霜冻最为敏感;第2类有华东葡萄、

毛葡萄、腺枝葡萄3种，占调查种质资源总数的42.86%，在3类中耐霜冻能力适中；第3类有美丽葡萄、刺葡萄、水晶葡萄，占所调查种质资源总数的42.86%，在3类中最耐霜冻。

2.3 不同葡萄种质资源嫩叶耐晚霜能力的隶属函数分析

根据7种葡萄种质资源的LT10、LT50和LT90分别计

算各参数的隶属函数值，并以3个参数的隶属函数值的平均值综合反映品种耐霜冻能力，对平均隶属函数值进行排序，获得供试资源耐霜冻能力的相对排序，结果如表4所示。从表4可以看出，对霜冻抗性最强的是刺葡萄，最弱的是网脉葡萄，其他种质资源的霜冻敏感性介于二者之间。

3 讨论与结论

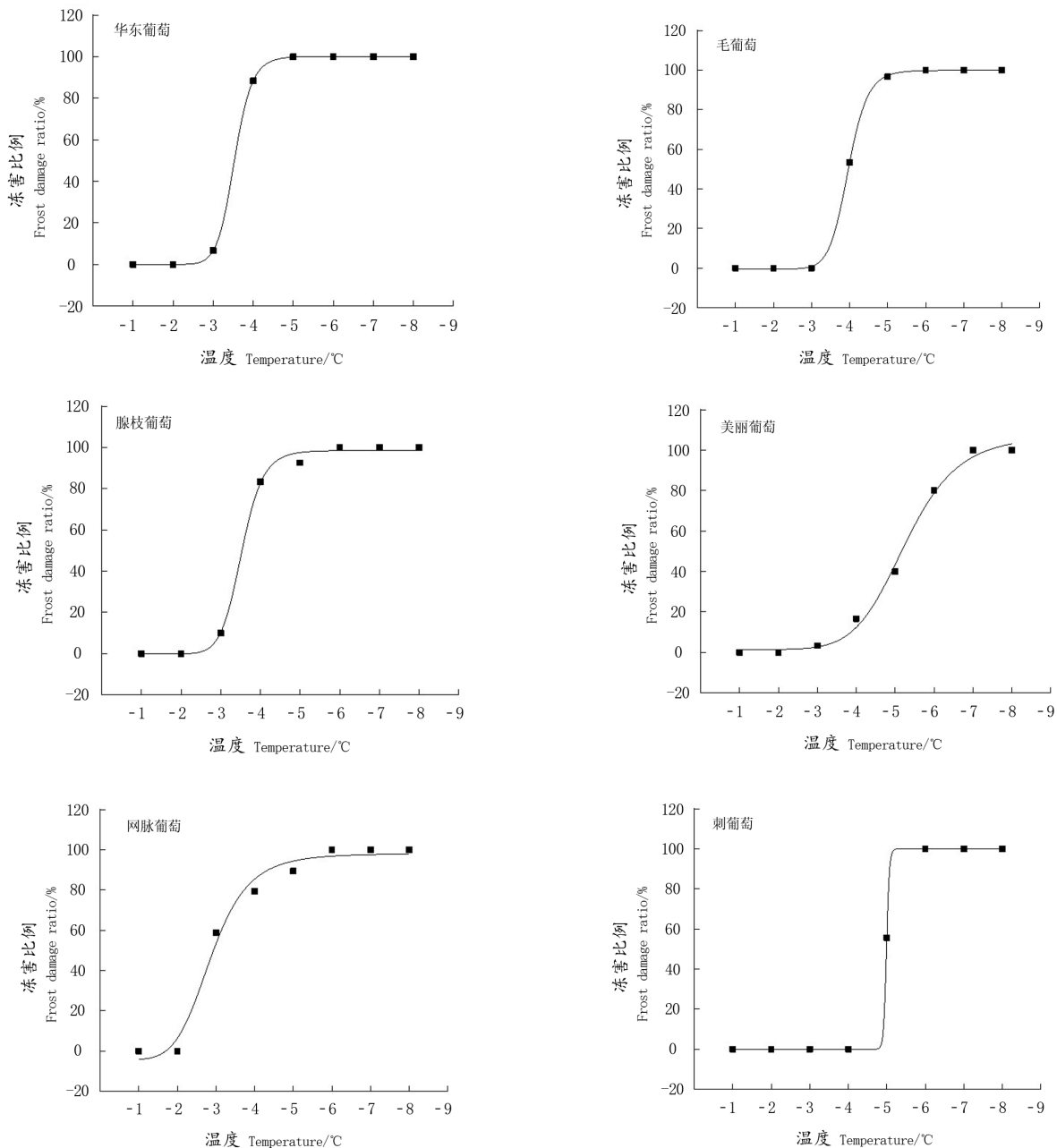


图1 不同野生葡萄种质嫩叶的霜冻敏感性

Figure 1 Frost sensitivity in fresh leaves of different wild grape germplasms

表 1 葡萄种质资源的晚霜敏感性

Table 1 Frost sensitivity of seven kinds of grape germplasm resources

种质资源 Germplasm resources	LT10±SE	LT50±SE	LT90±SE
华东葡萄 <i>V. pseudoreticulata</i> W. T. Wang	- 3.56±0.29	- 3.64±0.30	- 3.73±0.30
毛葡萄 <i>V. quinquangularis</i> Rehd.	- 3.91±0.04	- 4.13±0.17	- 4.36±0.32
腺枝葡萄 <i>V. adenoclata</i> Hand-Mass.	- 3.22±0.30	- 3.61±0.28	- 4.14±0.63
美丽葡萄 <i>V. bellula</i> (Rehd.) W. T. Wang	- 3.89±0.22	- 5.16±0.11	- 6.48±0.03
网脉葡萄 <i>V. wilsonae</i> Veitch.	- 2.26±0.01	- 3.01±0.32	- 4.15±0.83
刺葡萄 <i>V. davidii</i> (Roman.) Foex	- 4.91±0.32	- 4.99±0.53	- 5.07±0.30
水晶葡萄 <i>V. vinifera</i> cv. Guizhou Crystalgrape	- 4.20±0.26	- 5.15±0.36	- 6.07±0.41

表 2 葡萄嫩叶耐晚霜能力K-均值聚类

Table 2 K-means clustering of frost resistance in leaves of grape

种质资源 Germplasm resources	类别 Cluster	距离 Distance
网脉葡萄 <i>V. wilsonae</i> Veitch.	1	0.000
华东葡萄 <i>V. pseudoreticulata</i> W. T. Wang	2	0.382
毛葡萄 <i>V. quinquangularis</i> Rehd.	2	0.561
腺枝葡萄 <i>V. adenoclata</i> Hand-Mass.	2	0.395
美丽葡萄 <i>V. bellula</i> (Rehd.) W. T. Wang	3	0.754
刺葡萄 <i>V. davidii</i> (Roman.) Foex	3	0.994
水晶葡萄 <i>V. vinifera</i> cv. Guizhou Crystalgrape	3	0.242

表3 葡萄叶片耐晚霜能力K-均值聚类中心

Table 3 K-means clustering center of frost resistance in leaves of grape

	类别 Clusters		
	1	2	3
LT10	- 2.26	- 3.91	- 3.89
LT50	- 3.01	- 4.13	- 5.16
LT90	- 4.15	- 4.36	- 6.48

表4 葡萄种质叶片耐晚霜能力的隶属函数分析

Table 4 Membership function analysis of frost sensitivity in leaves of grape germplasms

种质资源 Germplasm resources	LT10	LT50	LT90	平均值 Average
华东葡萄 <i>V. pseudoreticulata</i> W. T. Wang	0.49	0.29	0.49	0.42
毛葡萄 <i>V. quinquangularis</i> Rehd.	0.62	0.52	0.62	0.59
腺枝葡萄 <i>V. adenoclata</i> Hand-Mass.	0.36	0.28	0.36	0.33
美丽葡萄 <i>V. bellula</i> (Rehd.) W. T. Wang	0.62	1	0.62	0.74
网脉葡萄 <i>V. wilsonae</i> Veitch.	0	0	0	0
刺葡萄 <i>V. davidii</i> (Roman.) Foex	1	0.92	1	0.97
水晶葡萄 <i>V. vinifera</i> cv. Guizhou Crystalgrape	0.73	0.99	0.73	0.82

春季霜冻是一种较为特殊的冻害，其发生频率及低温程度都远弱于冬季冻害。然而，由于春季霜冻发生时，葡萄大多处于旺盛的营养生长期，对低温的抵御能力较弱，因此春季霜冻往往会对葡萄造成严重的低温伤害，对葡萄当年产量和品质造成巨大的影响。近年来，春季霜冻对葡萄产业的影响变得越来越突出^[11-13]。云贵高原地区是我国的新兴葡萄产区，因其气候多样，光照充足，昼夜温差大，年均温度高，已成为我国优质早熟葡萄主产区。在历史上，虽然云贵高原产区也存在霜冻灾害，然而近年来，该产区春季霜冻发生频率越来越高，霜冻灾害越来越难以防控，严重威胁该产区葡萄

产业的稳定发展。选用抗霜冻资源从中挖掘抗性功能基因并用于葡萄品种改良是云贵高原产区应对未来霜冻胁迫的重要策略，而对种质资源的抗霜冻能力进行评价则是实现这一策略的关键环节。云贵高原地区拥有丰富的野生葡萄种质资源，对当地生态环境拥有较强的适应能力^[2-5]，然而，长期以来并未有对其抗霜冻能力进行评价的研究报道。

本研究对云贵高原野生葡萄种质资源的抗霜冻能力进行了综合评价，发现云贵高原地区野生葡萄种质资源的霜冻敏感范围在 - 6.48 ~ - 2.26 °C，其霜冻敏感范围较栽培品种略宽^[8]，说明野生种质资源对春季冻害拥

有更强的适应能力。孙鲁龙等^[8]将10%致死温度LT10引入,以反映葡萄叶片对霜冻低温的敏感性,并对12个栽培品种抗霜冻能力进行评价发现,‘巨峰’对霜冻低温最为敏感(LT10 = -2.30 °C),‘SO4’最不敏感(LT10 = -3.80)^[8]。本研究表明,云贵高原地区的7种葡萄资源中,对霜冻低温最敏感的是网脉葡萄(LT10 = -2.26 °C),与栽培品种‘巨峰’较为接近,最不敏感的是刺葡萄(LT10 = -4.91),显著低于砧木品种中的‘SO4’,且有4种种质资源(毛葡萄、美丽葡萄、刺葡萄、水晶)对霜冻低温的敏感性低于‘SO4’,说明云贵地区的野生葡萄资源较栽培品种对霜冻普遍不敏感,这可能与其萌芽迟表现为避霜有关^[14]。

本研究中的7种葡萄种质资源的LT50范围为-5.16 ~ -3.01 °C,极差为2.15 °C。而前期研究中12个栽培品种的LT50范围为-4.39 ~ -2.51 °C,极差为1.88 °C^[8],二者极差相近,但是云贵高原地区7种种质资源的LT50显著低于栽培品种,在LT90方面的结果与LT50类似^[8],说明云贵高原地区的葡萄种质资源对霜冻的耐受力更强。

将云贵地区葡萄种质资源嫩叶的耐霜冻能力分为3类(表2),在所调查的7种种质资源中,霜冻抗性中间类型和耐霜冻型的比例均为42.86%,其耐霜冻温度范围在-4.36 ~ -3.91 °C。大多数栽培品种的耐霜冻能力为中间型,其耐霜冻温度范围在-3.9 ~ -3.4 °C^[8],比云贵高原地区霜冻抗性中间类型的耐霜冻低温较高,但二者对低温适应范围都比较窄。云贵高原地区葡萄种质资源抗霜冻类型的LT10、LT50和LT90分别为-3.89 °C、-5.16 °C和-6.48 °C,其耐霜冻温度范围在-6.48 ~ -3.89 °C,表现出较宽的低温适应范围。

综上所述,本研究中所调查的云贵高原地区7种葡萄种质资源表现出较强的抗霜冻能力。具体而言,这些种质资源与栽培品种相比对霜冻低温不敏感,绝大多数资源可以忍受较低的霜冻低温,对低温的适应范围较宽。这些特性均有利于其在恶劣的突发性降温天气中存活,具有较高的开发价值。

参考文献

[1] 贺普超. 葡萄学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 562-564.
[2] 樊卫国, 朱维藩, 范恩普, 等. 贵州野生果树种质资源的调查研究[J]. 贵州大学学报(农业与生物科学版), 2002(1): 32-38.

[3] 潘学军, 李德燕, 张文娥, 等. 贵州葡萄属野生种植物资源调查分析[J]. 果树学报, 2010, 27(6): 898-901, 1073.
[4] 刘崇怀. 中国葡萄属 (*Vitis L.*) 植物分类与地理分布研究[D]. 河南农业大学, 2012.
[5] 周小明. 葡萄属野生资源在云南的分布及葡萄品种资源圃构建[D]. 云南大学, 2017.
[6] 潘学军, 张文娥, 杨秀永, 等. 贵州喀斯特山区野生葡萄实生苗抗旱机理研究[J]. 西北植物学报, 2010, 30(5): 955-961.
[7] 任菲宏, 仲伟敏, 张文娥, 等. 喀斯特山区野生葡萄幼苗的抗旱性评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2019, 47(1): 98-106.
[8] 孙鲁龙, 杜远鹏, 翟衡. 12个葡萄品种叶片耐霜冻能力评价[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2017(1): 18-22.
[9] 孙鲁龙, 段秋艳, 杜远鹏, 等. 熟性和季节因素与葡萄叶片耐霜冻能力的关系研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2020(1): 44-48, 55.
[10] 高振. 基于温度—伤害度关系分析葡萄抗寒性及其影响因素[D]. 山东农业大学, 2014: 19-20.
[11] KARTSCHALL T, WODINSKI M, VON BLOH W, et al. Changes in phenology and frost risks of *Vitis vinifera* (cv Riesling)[J]. Meteorologische Zeitschrift, 2015(2), 189-200.
[12] MOSEDALE J R, WILSON R J, MACLEAN I M. Climate change and crop exposure to adverse weather: changes to frost risk and grapevine flowering conditions[J]. PloS One, 2015, 10: e0141218.
[13] SGUBIN G, SWINGEDOUW D, DAYON G, et al. The risk of tardive frost damage in French vineyards in a changing climate[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2018, 250-251.
[14] 张剑侠. 葡萄种质资源对晚霜冻害的抗性表现[J]. 果树学报, 2019, 36(2): 137-142.