

‘树上干’杏抗寒性研究与评价

王 瑾, 卢 磊, 尚振江, 林德胜, 赵 兵, 何 东

(新疆伊犁州林业科学研究院, 新疆 伊宁 835000)

摘 要:‘树上干’杏是伊犁河谷特有的杏树资源,为了研究‘树上干’杏抵御冻害的能力及其在伊犁河谷的栽培适宜区,该试验以3个类型‘树上干’杏1年生休眠枝条为试材,利用电导法对‘树上干’杏3个类型的枝条在不同低温处理下的电解质渗透率进行测定,通过 Logistic 方程计算‘树上干’杏枝条的低温半致死温度。结果表明:随着处理温度的降低,‘树上干’杏枝条组织的电解质渗透率变化表现出慢-快-慢的‘S’形曲线;同时结合低温处理后的冻害分级及恢复生长,确定‘树上干’杏的半致死温度(LT_{50}) 在 $-26\sim-28\text{ }^{\circ}\text{C}$,3个‘树上干’杏类型的抗寒性强弱依次为大果‘树上干’杏>小果‘树上干’杏>早熟‘树上干’杏;‘树上干’杏在伊犁河谷沿山逆温带可安全越冬,平原区不宜栽植。

关键词:‘树上干’杏;电解质渗透率;半致死温度;抗寒性

中图分类号:S 662.203.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0016-04

‘树上干’杏属蔷薇科(Rosaceae)李亚科(Prunoideae)杏属(*Prunus*)^[1],是伊犁河谷特有的栽培杏品种,该杏果实个体形态小、质量轻,成熟后在树枝上脱水风干不落果,俗称“吊死干”,汉语为“梅孜吴尔克”,维语为“古丽卡克”,商品名‘树上干’杏。尚振江等^[2]将‘树上干’杏分为大果型、小果型和早熟型3个类型。‘树上干’杏鲜果金黄圆润,肉实饱满,品质优;果壳薄,杏仁香甜;既可鲜食也可制干,干杏果肉绵甜可口,一杏两吃,风味俱佳。‘树上干’杏果实营养含量丰富,杏仁中 K、Ca 含量较高,分别是 $753.50\text{ mg}\cdot(100\text{g})^{-1}$ 和 $254.80\text{ mg}\cdot(100\text{g})^{-1}$,同时含有17种氨基酸和丰富的脂肪和蛋白质;‘树上干’杏果肉可溶性固形物和水解后还原糖含量也较高,含量分别达到22.8%和16.7%^[3]。

电导法是实验室内测定植物抗寒性的重要方法之一。电导法测定抗寒力的理论依据是由于不同树种品种及冻害程度不同,其细胞内电解质的外渗量不同,因而使电导值有差异。一般来说,抗寒力越低的树种、受

冻后细胞透性变化越大,电解质的外渗程度越强,电导值就越高^[4]。用电导值作为果树枝条抗寒性的指标比较直观^[5]。以果树组织受到冻害胁迫后细胞渗透液的电导率值的变化情况来确定果树受害程度的研究,在苹果^[6]、梨^[7]、葡萄^[8]、欧洲李^[9]和樱桃^[10]等果树上得到广泛地应用。

LYONS^[11]认为低温之所以造成伤害,主要是生物膜结构改变,导致电解质的外渗。SUKUMARAN 等^[12]曾提出以50%电解质渗透率相对应的温度作为植株的半致死温度,但在实际应用中存在较大的误差。因为在不同低温胁迫下,植株的电解质渗透率值与处理低温不是直线相关,而呈现出符合 Logistic 方程的‘S’型曲线相关^[13],求出拐点值,此时拐点的温度则是引起膜不可逆损伤的临界值,即低温半致死温度 LT_{50} ,通过半致死温度的估计值,可对植物的抗冻能力进行更深一步了解^[14-15]。应用电导法配以 Logistic 方程求拐点温度来求植物的低温半致死温度具有相当程度的准确性与灵敏性^[16]。RAJESHEKEVAR 等^[17]也把低温对植物细胞膜的伤害用 Logistic 曲线进行表示,将曲线的拐点作为低温半致死温度。

新疆杏资源极为丰富,生产中的抗寒问题是影响经济栽培和分布的重要因素,在寒冷地区甚为重要。因此对杏资源进行抗寒性鉴定,可为杏的栽培和有效利用种质资源提供依据^[18]。目前,市场上对‘树上干’杏果实的需求不断增加,随着栽培面积的增加,许多不适宜区域也出现大面积的‘树上干’杏种植,不断出现树体冻害或由冻害造成只生长不结果的现象,果农利益受到重创,

第一作者简介:王瑾(1983-),女,四川西充人,硕士,工程师,现主要从事果树种质资源及栽培管理等工作。E-mail:wangjin9961@163.com.

责任作者:尚振江(1959-),男,湖北宜城人,本科,高级农艺师,现主要从事果树栽培管理及研究等工作。E-mail:szj8212480@sina.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(201442137-25)。

收稿日期:2016-07-25

不论是冬季低温冻害还是春季倒春寒对树体造成的伤害,都直接导致果树产量下降或无产量的结果,该试验以‘树上干’杏1年生枝条为试材,分别研究其在不同低温条件下相对电导率的变化规律,结合冻害分级和恢复生长法对‘树上干’杏的抗寒能力进行综合评价,以期为‘树上干’杏在伊犁河谷地区选择适宜的栽培地提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试‘树上干’杏取自新疆霍城县 61 团园林 4 连,树龄 10 年,树体生长良好,对照品种选择‘银香白’杏和‘亚美尼亚’杏。

1.2 试验方法

1.2.1 采样 在树体外围选取粗度、长势基本一致的 1 年生枝条作为试验材料,采回实验室后将枝条剪成长 40 cm,均匀分成 7 组,做好标记,用塑料袋包住,放在冰箱冷藏室(0~4 ℃)储存备用。

1.2.2 低温处理 试验于 2016 年 1 月开始,共设 7 个处理温度。低温处理在超低温冰箱中进行,以 4 ℃·h⁻¹ 的速度进行降温 and 升温处理,每当降到所需要的温度后保持 12 h^[19]。将处理后的枝条在室温下放置 2 h,然后进行电解质渗透率测定。

1.3 项目测定

1.3.1 电解质渗透率测定 用蒸馏水将处理后的枝条冲洗干净,擦拭干净,避开芽眼,均匀剪成 0.3 cm 的小段,称取 1.000 g,放入试管中,同时加入 20 mL 双重蒸馏水,摇匀后静置 10 h,测出初电导值(S₁)。然后封口,在沸水中煮 30 min,取出后凉至室温,测出终电导值(S₂),每个温度处理重复 4 次。按照电解质渗透率公式, $Y(\%) = (S_1/S_2) \times 100$,计算出电解质渗透率值^[20-21]。

1.3.2 冻害分级 分级方法:将低温处理后的枝条在室温条件下放置 24 h 后进行分级,剪去枝条一端 5 cm 长,然后在剪口处斜剪,根据冻害分级标准进行冻害分级。分级标准:0 级-正常;I 级-1 年生枝髓部轻微变褐可恢复;II 级-1 年生枝髓部严重变褐,木质部轻微变褐;III 级-1 年生枝木质部严重变褐,韧皮部轻微变褐;IV 级-1 年生枝皮层变黑,韧皮部变褐。

1.3.3 恢复生长 为检验不同品种对各梯度低温处理可逆性反应,将低温处理后的枝条在室温条件下放置 24 h 后,于 19~21 ℃室温条件下,插入瓶中水培,观察其枝条及芽眼的萌发情况。

2 结果与分析

2.1 低温对‘树上干’杏枝条电解质渗透率的影响

由图 1 可以看出,大果‘树上干’杏、小果‘树上干’杏和早熟‘树上干’杏枝条经过低温处理后,枝条电解质渗透率增加的速率和幅度随着处理温度的下降呈增加的趋势,且增长的速率表现不同。当处理温度为-20 ℃时,大果‘树上干’杏的电解质渗透率为 27.87%,小果‘树上干’杏和早熟‘树上干’杏的电解质渗透率分别为 32.21%和 31.15%;当温度降至-28 ℃时,大果‘树上干’杏电解质渗透率升高至 56.73%,小果“树上干”杏和早熟“树上干”杏的分别为 55.91%和 62.00%。在相同的低温处理下,对照品种‘亚美尼亚’杏和‘银香白’杏枝条的电解质渗透率分别从 27.46%和 29.56%上升到 56.24%和 48.09%,这 5 个杏品种(类型)间的电解质渗透率值差别不大。

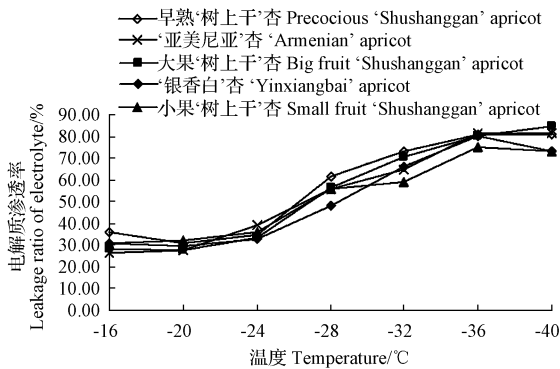


图 1 5 个杏品种(类型)枝条在不同低温处理下电解质渗透率情况

Fig. 1 Effects of low temperature on leakage ratio of electrolyte of five apricot cultivars (types) branches

2.2 ‘树上干’杏半致死温度

将 3 个‘树上干’杏类型及对照杏品种枝条电解质渗透率值用 Origin 软件进行处理分析,通过 Logistic 方程 $Y = k/(1 + ae^{-bx})$ 进行拟合后,求出拐点的温度(LT₅₀)。结果表明,3 个‘树上干’杏枝条电解质渗透率

表 1 5 个杏品种(类型)的半致死温度
Table 1 LT₅₀ of five apricot cultivars (types) branches

品种 Variety	回归方程 Regression equation	半致死温度 LT ₅₀ /℃	相关系数 R ² Correlation coefficient
早熟‘树上干’杏 Precocious ‘Shushanggan’ apricot	$Y=104.576\ 8/(1+16.195\ 8e^{-0.106\ 78x})$	-26.08	0.89
大果‘树上干’杏 Big fruit ‘Shushanggan’ apricot	$Y=107.619\ 6/(1+28.079\ 5e^{-0.119\ 97x})$	-27.80	0.96
小果‘树上干’杏 Small fruit ‘Shushanggan’ apricot	$Y=100.381\ 1/(1+12.258\ 9e^{-0.091\ 90x})$	-27.27	0.94
‘亚美尼亚’杏 ‘Armenian’ apricot	$Y=102.091\ 0/(1+26.472\ 0e^{-0.121\ 96x})$	-26.86	0.98
‘银香白’杏 ‘Yinxiangbai’ apricot	$Y=103.626\ 2/(1+17.978\ 9e^{-0.102\ 63x})$	-28.15	0.90

的相关系数范围在 0.89~0.98, 远高于相关系数显著临界值 0.708 4^[22]。由表 1 可以看出, ‘树上干’杏 3 个类型的抗寒能力相当, 其中大果‘树上干’杏的抗寒能力稍强, 其半致死温度为-27.80℃, 小果‘树上干’杏和早熟‘树上干’杏的半致死温度分别为-27.27℃和-26.08℃, 银香白杏在 5 个供试品种中抗寒能力表现最强, 其半致死温度为-28.15℃, 而‘亚美尼亚’杏抗寒能力表现较弱, 其半致死温度为-26.86℃。

2.3 低温处理后的冻害分级及恢复生长

供试枝条经过低温处理后, 在室温条件下放置 24 h 后进行冻害分级和恢复生长试验。通过综合评级可以看到在-20℃时, ‘树上干’杏就有枝条表现出可恢复的 I 级冻害, 对照品种‘亚美尼亚’杏也有不同程度的冻害。

表 2 低温处理后杏品种枝条冻害分级综合评级

Table 2 Apricot branches cold injury classification comprehensive rating after low-temperature treatment

品种	温度 Temperature/℃						
Variety	—16	—20	—24	—28	—32	—36	—40
大果‘树上干’杏 Big fruit ‘Shushanggan’ apricot	0	0～Ⅰ	0～Ⅰ	0～Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ～Ⅳ	Ⅳ
早熟‘树上干’杏 Precocious ‘Shushanggan’ apricot	0	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ～Ⅱ	Ⅱ～Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
‘银香白’杏 ‘Yinxiangbai’ apricot	0	0	0	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
‘亚美尼亚’杏 ‘Armenian’ apricot	0	0～Ⅰ	0～Ⅰ	Ⅰ～Ⅱ	Ⅱ～Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
小果‘树上干’杏 Small fruit ‘Shushanggan’ apricot	0	0	0～Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ～Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ

表 3 低温处理后杏品种枝条恢复生长发芽率

Table 3 The apricot branches germination rate of recovery growth after low-temperature treatment

品种 Variety	温度 Temperature/℃						%
	-20	-24	-28	-32	-36	-40	
大果‘树上干’杏 Big fruit ‘Shushanggan’ apricot	55.56	29.41	5.88	0	0	0	
早熟‘树上干’杏 Precocious ‘Shushanggan’ apricot	50.00	7.14	0.00	0	0	0	
‘银香白’杏 ‘Yinxiangbai’ apricot	76.92	38.46	7.69	0	0	0	
‘亚美尼亚’杏 ‘Armenian’ apricot	42.86	14.29	0.00	0	0	0	
小果‘树上干’杏 Small fruit ‘Shushanggan’ apricot	80.00	20.00	0.00	0	0	0	

3 结论

通过对 3 个‘树上干’杏类型及 2 个对照杏品种的抗寒能力进行测定分析, 5 个供试品种(类型)枝条经不同低温处理后, 枝条组织的电解质渗透率呈慢-快-慢的速度变化, 即‘S’型曲线变化, 当温度在-28℃左右时, 杏品种的拐点(LT_{50})出现, 此时的温度是其受到冻害的敏感温度, 通过冻害分级和恢复试验, 验证了电解质渗透率测定的结果。试验过程中对照品种‘银香白’杏的抗寒性比‘树上干’杏的抗寒性稍强, 但是各测试样树之间的差异不大, 它们的抗寒性强弱依次是‘银香白’杏>大果‘树上干’杏>小果‘树上干’杏>‘亚美尼亚’杏>早熟‘树上干’杏。在伊犁河谷平原区冬季的气温较逆温带要低, 并且在生产栽培过程中, 平原区栽植的‘树上干’杏常常发生冻害, 而在伊犁河谷逆温带区域栽植‘树上干’杏除个别极端气候的年份外, 发生冻害的几率不大。结合‘树上干’杏生产实际表现情况及室内冻害试验结果, 认为‘树上干’杏可以在伊犁河谷阳坡沿山逆温

到-28℃时供试枝条出现 II 级冻害, 其中大果‘树上干’杏出现 0~II 级的冻害分布, 小果‘树上干’杏和对照品种‘银香白’杏均表现为 I 级冻害。当温度降到-32℃时, 大部分枝条表现出 III 级冻害, 此时大果‘树上干’杏和‘银香白’杏均为 II 级冻害(表 2)。恢复生长试验结果表明, 当处理温度为-20℃时供试枝条均发芽, 小果‘树上干’杏和‘银香白’杏的发芽率较高, 发芽率分别为 80.00% 和 76.92%。当处理温度为-28℃时, 只有大果‘树上干’杏和‘银香白’杏的枝条发芽, 发芽率分别为 5.88% 和 7.69%(表 3)。在 5 个供试品种中‘银香白’杏表现出较强的抗寒能力, ‘树上干’杏 3 个类型里大果‘树上干’杏抗寒能力表现较强。

带 800~1 200 m 和阴坡 820~1 400 m 的区域栽植, 平原区不宜栽植。

低温冻害对果树的生产和分布影响严重, 并且是在果树生产中常遇到的一种自然灾害。北方果树生长周期较长, 若是受到低温冻害会严重影响果树产量和效益^[23]。冬季低温是造成果树冻害的主要原因。冬季的极端低温及其持续时间是果树冻害的影响因子。冬季低温来源于寒潮, 冷风产生平流降温。在山区, 由于辐射的影响, 冷空气下沉, 热空气上升, 谷地冬季最冷, 坡地的中部有一个逆温层, 呈带状分布, 可以作为避冻区划^[24]。

利用电解质渗透率测定杏的抗寒力, 能较客观地反映不同低温条件下品种间抗寒力的差异, 其数值随温度下降而递增, 当温度降到一定程度时电解质渗透率大幅度剧增, 此后则呈缓慢上升, 这种大幅度剧增的低温范围, 可视为杏属植物组织产生冻害的临界低温^[18]。但是电导法是一种常规使用的测定方法, 它会受到外界环境条件的影响, 所以果树的抗寒能力不能完全依靠试验结

果进行确定,并且室内测定也不可能完全反映出自然条件下的冻害情况,果树在生长过程中它的抗寒能力受到许多因素的影响,并且它的抗寒生理过程也比较复杂,所以实验室里测定的树体抗寒能力大小只是相对而言的。若要对一个树体的抗寒性进行全方位的了解,还需在生产实践过程中多进行调查了解,综合栽培管理水平、自然环境的变化等各方面因素对树体抗性的影响,再着手对其抗寒能力进行综合评价。

参考文献

- [1] 张加延,张钊. 中国果树志·杏卷[M]. 北京:中国林业出版社,2003.
- [2] 尚振江,殷洪华,刘刚,等. 新疆伊犁河谷树上千杏调查初报[J]. 北方果树,2010(1):34-35.
- [3] 王瑾,丛桂芝,尚振江,等. “树上干”杏营养成分分析及发展前景探讨[J]. 北方果树,2014,184(6):5-7.
- [4] 王丽雪,余茂莉,张作民,等. 果树抗寒生理测定的初步探讨[J]. 内蒙古农牧学院学报,1980(1):81-96.
- [5] 吴经柔. 果树抗寒性的鉴定[J]. 中国果树,1980(2):44-47.
- [6] 成明昊. 苹果抗寒力的测定-枝条电阻法的探讨[J]. 园艺学报,1982(9):4-11.
- [7] 孙秉均. 利用电解质渗出率方法测定梨的抗寒性[J]. 中国果树,1987(1):15-16.
- [8] 贺普超. 我国葡萄属野生种质资源的抗寒性分析[J]. 园艺学报,1982(3):17.
- [9] 赵蕾,廖康,王瑾,等. 野生欧洲李抗寒性研究初探[J]. 中国农学通报,2009,25(6):97-100.
- [10] 李勃,刘成连,杨瑞红,等. 樱桃砧木抗寒性鉴定[J]. 果树学报,2006,23(2):196-199.
- [11] LYONS J M. Chilling injury in plants[J]. Plant Physiology,1973(24):445-466.
- [12] SUKUMARAN N P,WEISER C J. Method of determining cold hardiness by electrical conductivity in potato[J]. Hort Science,1972(7):467-468.
- [13] 朱根海,刘祖祺,朱培仁. 应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度的研究[J]. 南京农业大学学报,1986(3):11-16.
- [14] 唐士勇. Logistic 方程在果树半致死温度测定中的应用[J]. 北方果树,1993(4):23-24.
- [15] 王丽雪. 果树耐寒生理测定的初步探讨[J]. 内蒙古农牧学院学报,1980(1):82-96.
- [16] 杨家骊,刘祖祺,刘谷良. 电导法测定柑桔耐寒性的灵敏度和精确度的检验[J]. 南京农业学报,1980(1):87-94.
- [17] RAJESHEKEVAR C,GUSTAL V,BURKEM J. Frost damage in hardy species[M]. Academic Press,1979:255-274.
- [18] 廖明康,郭丽霞,张平. 新疆杏抗寒力的鉴定[J]. 八一农学院学报,1980,18(4):30-34.
- [19] 黄永红,沈洪波,陈学森. 杏树抗寒生理研究初报[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(2):191-195.
- [20] 邹琦. 植物生理学试验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000:159-160.
- [21] 王瑾,廖康,赵蕾,等. 野生樱桃李枝条抗寒性鉴定[J]. 新疆农业科学,2009,46(2):289-292.
- [22] 赵蕾. 野生欧洲李抗寒特性研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2009.
- [23] 沙广利,郭长城,唯薇,等. 梨抗寒性遗传的研究[J]. 果树科学,1996,13(3):167-170.
- [24] 章文才. 果树的抗寒性及抗寒育种[J]. 果树科学,1956(2):1-12.

Research and Evaluation in Freezing Resistance of ‘Shushanggan’ Apricot

WANG Jin, LU Lei, SHANG Zhenjiang, LIN Desheng, ZHAO Bing, HE Dong
(Ili Academy of Forestry Sciences, Yining, Xinjiang 835000)

Abstract: ‘Shushanggan’ is an unique apricot resource in Ili river valley. In order to study the cold hardiness on low temperature stress of ‘Shushanggan’ apricot, and the fitting cultivating region in Ili river valley. Conductivity method was used to observe the changes of leakage ratio of electrolyte (REC) after low-temperature treatment for investigating three varieties of apricot annual branch semilethal temperature (LT_{50}). The results showed that, electrolyte leakage rate increased like ‘S’ curve when the temperature was reducing. At the same time combined with cold injury classification and recovery growth after low-temperature treatment, the semilethal temperature of ‘Shushanggan’ apricot was from -26°C to -28°C . The order of cold tolerance was the big fruit ‘Shushanggan’ apricot > small fruit ‘Shushanggan’ apricot > precocious ‘Shushanggan’ apricot. According to the freezing injury classification, ‘Shushanggan’ apricot was safe in the Ili temperature inversion area in winter. It should not be planted in flat area.

Keywords: ‘Shushanggan’ apricot; leakage ratio of electrolyte; semilethal temperature; cold tolerance