

电导法测定西洋梨的抗寒性研究

王文举, 李小伟, 顾文龙

(宁夏大学 农学院 宁夏 银川 750021)

摘要:以 1 a 生枝条为试材, 对 6 个西洋梨品种进行了电解质渗出率测定, 应用 Logistic 方程建立回归模型; 确定半致死温度在低温持续 24 h 为 $-23.42 \sim -26.86^{\circ}\text{C}$; 48 h 为 $-27.32 \sim -33.21^{\circ}\text{C}$; 72 h 为 $-28.27 \sim -32.23^{\circ}\text{C}$ 之间, 6 个西洋梨的抗寒性由强到弱依次为: 八月红 > 巴黎 > 早巴黎 > 红巴黎 > 五九香 > 红安久; 相关系数介于 0.9527 ~ 0.9909 之间, 表明不同低温持续时间的电解质渗出率遵循 Logistic 方程的变化规律, 且与半致死温度呈线性关系。

关键词:西洋梨; 电解质外渗率; 抗寒性; 半致死温度

中图分类号:S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2008)02-0001-03

西洋梨广泛分布于中国华北地区, 具有易丰产、稳产、品质优等特点, 深受消费者欢迎。宁夏地区 20 世纪 70 年代就有巴黎(香蕉梨)栽培, 但因其抗寒性较弱, 遇个别低温年份易发生冻害。近年来银川灌区又从山东引入部分西洋梨品种, 这些品种能否在宁夏栽培, 科技工作者对其抗寒性持怀疑态度。为此, 探讨西洋梨在不同低温胁迫下的生命活动规律, 为早期鉴定、选择与利用相关种质资源提供依据, 同时对调控和改善栽培技术及栽培环境, 减少生产损失、加快良种繁育和推广步伐具有重要意义。

抗寒性是植物在对低温环境长期适应中通过本身的遗传变异和自然选择而获得的一种抗寒能力。当受到寒害等逆境胁迫时, 细胞膜受到损害, 膜透性增加, 而导致细胞内的物质外渗, 使植物细胞浸取液的电解质浓度增大, 电导率提高。不同的品种, 膜结构的稳定性不同, 所以用电导法测定不同作物或同一作物不同品种在相同胁迫下膜透性的增大程度, 根据细胞导电性的差异, 确定膜透性大小, 推测膜的受伤程度和对寒冷的抗性强弱^[1]。高爱农等^[2]研究了苹果品种在不同低温处理与处理时间下的电导率与抗寒能力的关系。贺普超等^[3]用电导法测定了果树的抗寒性, 并对其方法与计量单位的选择做了进一步的研究, 认为采用电解质外渗率法来计量所反映的结果比较客观实际。相关研究结果也显示了用电导率计算分析多种果树抗寒力的简便易行性和可靠性, 但通过低温胁迫持续不同时间测定枝条的电导率, 结合恢复生长法来判断西洋梨品种(系)的抗

寒性的研究尚未见报道。现以 6 个西洋梨品种 1 a 生枝条为试材, 对其进行不同低温处理和低温持续时间, 采用电导法配合 Logistic 方程和水培观察比较, 旨在探讨西洋梨不同品种的抗寒性。

1 材料与方法

1.1 材料

试材于 2007 年 2 月 10 日取自宁夏银川市园林场(树龄 8 a 生)的早巴黎(Early Bartlett), 巴黎(Bartlett), 红巴黎(Red Bartlett), 八月红(Bayuehong), 五九香(Wujiuxiang), 红安久(Red D'Anjou) 6 个梨品种 1 a 生成熟枝条。将枝条剪成 25 cm 的枝段, 用蒸馏水冲洗 2 次, 再用无离子水冲洗 1 次, 贴上标签, 包裹聚乙烯膜, 放入冰箱($0 \sim 4^{\circ}\text{C}$)中备用。处理温度为 -15°C 、 -18°C 、 -21°C 、 -24°C 、 -27°C 、 -30°C 、 -33°C 、 -36°C 、 -39°C 。冷冻处理时, 以 $3^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 速度降温。每个温度梯度处理时间为 24、48、72 h。每处理取 20 个枝进行水培萌芽观察。

1.2 恢复生长法

将冷冻后的枝段每处理取 20 个, 在 25°C 条件下进行水培试验, 每天换水 1 次, 20 d 后调查发芽枝数和累计发芽数。待发芽数恒定后, 计算存活枝的百分率。

1.3 测定方法

每个处理选择粗细较一致的枝条, 剪成 $1 \sim 2.0$ mm 的小段, 充分混匀后称取 2.0 g 放入试管中, 加入 20 mL 蒸馏水, 真空抽气 20 min。将其取出在室温下静置 10 h, 用电导率仪 DDS-11C 型测其初电导率值, 之后放入 100°C 沸水浴中 30 min, 以杀死植物组织, 取出冷却 10 h, 测其水浴后的终电导率值。每处理重复 3 次。电解质透出率(%) = 处理电导率(B) / 煮沸电导率(C) $\times 100\%$ 。

根据处理电导率和煮沸电导率, 求出电解质透出率, 并对其回归分析, 将温度(T)和电解质透出率(%)间的关系用 Logistic 方程 $y = k / (1 + ae^{-bx})$ 进行拟

第一作者简介: 王文举(1953-), 男, 宁夏青铜峡人, 副教授, 主要从事果树栽培学研究。E-mail: wwj5318@163.com。

基金项目: 宁夏大学自然科学基金资助项目(ZR0518)。

收稿日期: 2007-08-08

合,再计算拐点温度(IPT),所有数据均借助计算机完成。以上测定每处理重复3次。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫与持续时间对西洋梨不同品种电解质外渗率的影响

由图1可见,所有参试品种随温度下降,细胞膜伤害加重而电解质渗出率上升,且呈明显的S形曲线。当温度持续下降到-30℃时,电解质渗出率上升缓慢且趋于平稳,表明随着温度的降低主动运输机制受到破坏的程度增大^[4]。从图2中看出,品种之间在相同温度不同时间下,在-27℃时,经72h持续低温处理,红安久、红

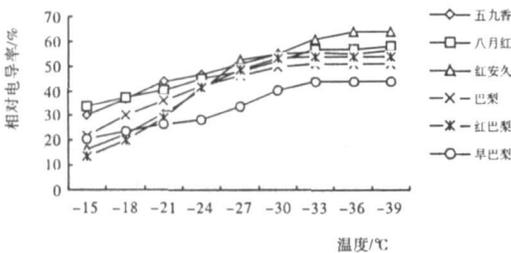


图1 不同低温24h对西洋梨电解渗率的影响

巴黎、早巴黎、八月红、巴黎、五九香电解质渗出率较24h分别相差13.71%、12.03%、9.78%、5.96%、5.21%和2.89%,经方差分析差异极显著。相同处理温度下同一品种随时间的延长,电解质外渗程度增加,膜损伤程度增大,与水培结果吻合。根据王钦等^[5]的研究,细胞的抗寒力与电解质外渗率呈负相关,在相同时间(72h)下早巴黎电解质外渗最少,脂膜损伤程度最轻,抗寒性最强,其次为巴黎、八月红、红巴黎、五九香和红安久。在温度降至-30~-39℃范围内,6个品种电解质外渗变化趋于平缓状态,此时膜透性已经完全被破坏,主动运输功能完全丧失。

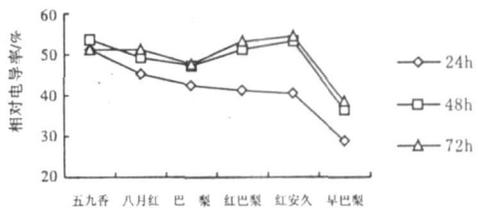


图2 同低温(-27℃)不同时间对西洋梨的电解质渗出率的影响

2.2 水培扦插

为了更准确的确定西洋梨的抗寒性,将低温处理的枝条进行水培法恢复生长试验,20d后调查各品种的萌芽情况(-18℃的全部成活,-36℃以下全部死亡,故略去不述),结果与电导率测得结果基本吻合(表1)。
-21℃处理的所有品种均发芽,萌芽率高且正常,说明此温度没有对枝条组织和芽造成不可逆的伤害。
-24℃低温持续24h,除八月红和早巴黎没有受冻外,其余品种均有不同程度受冻,至-27℃时随低温持续时间

的延长冻害加重,受冻率为红巴黎(50%)、巴黎(50%)、五九香(40%)、红安久(40%)、早巴黎(30%)和八月红(10%),此时受冻组织尚可恢复逆转;-30℃低温胁迫24h,除八月红、早巴黎萌芽率分别为80%和50%外,其余品种为25%、20%、10%、10%,说明此温度对大部分品种枝条及芽已造成不可逆的伤害,是临界温度的范围;-33℃低温胁迫24h,八月红尚有40%的萌芽率,萌芽后表现不正常,叶小、生长缓慢且很短时间内就开始萎蔫,其余品种全部死亡。

表1 西洋梨不同低温处理水培扦插成活率 %

温度/℃	八月红 萌芽率			早巴黎 萌芽率			巴黎 萌芽率			红巴黎 萌芽率			红安久 萌芽率			五九香 萌芽率		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
-21	100	100	100	100	100	100	95	90	80	100	95	90	100	100	90	90	80	75
-24	100	95	90	90	75	60	75	65	60	75	70	60	75	65	50	65	60	50
-27	90	90	85	70	55	50	50	40	30	50	40	30	40	30	25	40	30	20
-30	80	75	60	50	40	5	25	20	10	20	10	5	10	5	0	10	5	0
-33	40	30	20	25	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-36	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.3 电解质外渗率变化的 Logistic 模拟

根据陈长兰等^[9]研究,细胞的抗寒性与电解质外渗率呈负相关,并且在电解质外渗率增大过程中品种间的变化系数明显,其规律遵循 Logistic 曲线的变化规律。西洋梨休眠枝条在不同低温胁迫下电解质外渗率经 logistic 回归分析,相对电解质外渗率与温度之间的关系曲线,能较好地用 Logistic 曲线方程 $Y = k / (1 + ae^{-bx})$ 进

行拟合, r 值介于 0.9527~0.9909 之间,进行 F 值检验表明,供试西洋梨品种的拟合值均大于相关系数显著性临界值 $r_{0.01} = 0.874$,呈极显著水平,说明在该抗寒性研究中,不同低温胁迫电解质外渗率遵循 Logistic 方程的变化规律,其拟合结果十分可靠,精确度比较高(表2)。因此,降温对膜透性破坏效应的最大值,在“S”曲线上为拐点所对应的数值即为低温半致死温度(LT₅₀)。

表2 西洋梨枝细胞膜伤害率用 Logistic 方程配合及半致死温度

品种	低温持续 时间/h	$Y = k/(1 + ae^{-bx})$			拐点温度 LT ₅₀ /°C	符合度 <i>r</i>
		<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>		
巴梨	24	56.5471	11.304	-0.0920	-26.36	0.9845 **
	48	52.1092	19.808	-0.1093	-27.32	0.9904 **
	72	51.8204	20.530	-0.0997	-30.31	0.9938 **
早巴梨	24	52.5737	13.169	-0.0998	-25.83	0.9741 **
	48	69.5688	21.706	-0.0949	-32.43	0.9544 **
	72	68.3802	20.307	-0.1005	-29.96	0.9527 **
红巴梨	24	54.3796	11.055	-0.1026	-23.42	0.9847 **
	48	54.1249	15.013	-0.0963	-28.13	0.9745 **
	72	54.1374	11.502	-0.0864	-28.27	0.9735 **
八月红	24	66.9511	11.566	-0.1026	-23.86	0.9879 **
	48	65.9893	11.972	-0.0854	-29.07	0.9794 **
	72	61.3554	19.516	-0.1020	-29.13	0.9551 **
五九香	24	56.9929	15.229	-0.1065	-25.57	0.9726 **
	48	55.7045	18.902	-0.1022	-28.76	0.9593 **
	72	55.5100	17.395	-0.0962	-29.69	0.9872 **
红安久	24	65.3547	14.508	-0.1121	-23.86	0.9909 **
	48	66.9078	18.160	-0.0873	-33.21	0.9887 **
	72	66.7048	19.088	-0.0915	-32.23	0.9807 **

3 讨论与结论

试验在模拟环境下测定的6个西洋梨品种临界致死温度略高于王震星^[7]的结果,各品种在相同低温胁迫下电导率值和理论计算的拐点温度与恢复生长法的结果基本一致,但同品种在相同低温不同处理时间水培观察的萌芽率略高于电解质渗出率拐点温度。原因可能与测试中人为读数、添加试剂时产生的误差及试材降温的速度、低温持续时间的长短和解冻的快慢等有关。自然界的冻害发生条件复杂多变的,室内模拟测定不能完全反映出自然条件下的冻害情况,但试验测定是在同

一条件下进行的,其结果在品种间具有可比性,可以排列出品种间的相对抗寒性。

西洋梨各品种休眠枝低温处理表明,电解质外渗率遵循 Logistic 拟合方程且与半致死温度呈线性关系,半致死温度在低温持续 24 h 为 -23.42 ~ -26.86 °C; 48 h 为 -27.32 ~ -33.21 °C; 72 h 为 -28.27 ~ -32.23 °C 之间。6 个西洋梨的抗寒性由强到弱依次为: 八月红 > 早巴梨 > 巴梨 > 红巴梨 > 五九香 > 红安久。

低温持续时间的增加对电解质外渗率的变化起决定性的作用,其相关性呈极显著水平,与王文举等^[8]对鲜食葡萄抗寒性研究结果相一致。通过研究,确立了西洋梨半致死温度,用以评价其抗寒力,选择适宜的栽培品种以及确定有效控制温度的栽培技术措施。

参考文献

- [1] 王善广,张华云,郭郢等.生物膜与果树抗寒性[J].天津农业科学,2000,6(1):37-40.
- [2] 高爱农,姜淑荣,赵锡温,等.苹果品种抗寒性测定方法的研究[J].果树科学,2000,17(1):17-21.
- [3] 贺普超,牛立心.电导法测定果树抗寒性中确定适当计量单位的探讨[J].中国果树,1986(3):45-47.
- [4] 王淑杰,王连君,王家民,等.果树抗性生理研究进展与鉴定方法[J].北方园艺,1998(5):28-29.
- [5] 王钦,尚可政.微孔草叶细胞寒害研究[J].草业科学,1998,15(3):23-26.
- [6] 陈长兰,贾敬贤.梨属植物抗寒性鉴定初报[J].北方园艺,1991(1):1-3.
- [7] 王震星,张磊,刘玉芹,等.利用电导法测定西洋梨的抗寒性[J].农业与技术,2002(6):11-18.
- [8] 王文举,张亚红,牛锦凤,等.电导法测定鲜食葡萄的抗寒性[J].果树学报,2007,24(1):34-37.

Conductance Method Determination to the Cold Tolerance of Six Occidental Pear-Pyrus Communis

WANG Wen-ju, LI Xiao-wei, GU Wen-long

(Agricultural College of Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: The electrolyte leakage of 6 Occidental Pear-Pyrus communis cultivars were determined, 1 year old dormant shoots were taken as the materials, and regression model was established by using Logistic equation. It was determined that lethal dose -50 temperature 24 h was -23.42 to -26.86 °C, 48 h was -27.32 to -33.21 °C, 72 h was -28.27 to -32.23 °C, and the order of cold resistance ability was Bayuehong, Early Bartlett, Bartlett, Red Bartlett, Wujiuxiang, Red D'Anjou. Correlation coefficient was 0.9527 ~ 0.9909. The results showed that the change of electrolyte leakage under different low temperature and low temperature treating time followed variation regular of Logistic equation, and had a linear relationship with lethal dose -50 temperature.

Key words: Occidental Pear-Pyrus communis; Electrolyte leakage; Cold tolerance; Lethal dose -50 temperature