

嫁接砧木对‘猩红’平滑山楂抗寒性的影响

曹泽文,徐 瑾,刘 燕*

(花卉种质创新与分子育种北京市重点实验室/国家花卉工程技术研究中心/城乡生态环境北京实验室/北京林业大学 园林学院,北京 100083)

摘 要:为了筛选‘猩红’平滑山楂适宜的嫁接砧木,以山楂、辽宁山楂作为嫁接砧木,引种的‘猩红’平滑山楂/单子山楂嫁接植株为对照,对2年生‘猩红’平滑山楂嫁接苗进行了抗寒性研究。结果表明,2组合的嫁接苗抗寒性均强于引种的‘猩红’平滑山楂/单子山楂植株,山楂更适宜作为‘猩红’平滑山楂北京地区推广的砧木。越冬过程中,2组合嫁接苗秋梢受冻害程度较引种的成熟树明显降低,其当年生枝条均保持了较低相对电导率和丙二醛含量,可溶性糖积累明显,但脯氨酸积累不明显。相比之下,‘猩红’平滑山楂/山楂组合的抗寒性强于‘猩红’平滑山楂/辽宁山楂组合。

关键词:‘猩红’平滑山楂;嫁接苗;抗寒性;冻害指数;生理指标

中图分类号:S661.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)01-0116-04

Effect of Rootstocks on the Cold Resistance of Grafted *Crataegus laevigata* ‘Paul’s Scarlet’

CAO Ze-wen, XU Jin, LIU Yan*

(Beijing Key Laboratory of Ornamental Plants Germplasm Innovation & Molecular Breeding/National Engineering Research Center for Floriculture/Beijing Laboratory of Urban and Rural Ecological Environment/College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to screen suitable rootstock for *Crataegus laevigata* ‘Paul’s Scarlet’, this paper studied the cold resistance of 2-year-old grafting seedlings of *C. laevigata* ‘Paul’s Scarlet’, using *C. pinnatifida* and *C. sanguinea* as grafting rootstocks and taking the combination of *C. laevigata* ‘Paul’s Scarlet’-*C. monogyna* as a control. The results showed that the cold resistance of both two grafting combinations was higher than the combination of *C. laevigata* ‘Paul’s Scarlet’-*C. monogyna*. *C. pinnatifida* was more suitable to be the rootstock for grafting *C. laevigata* ‘Paul’s Scarlet’ widely growing in Beijing. During the natural overwintering period, the chilling injury index of the grafted combinations significantly decreased compared with the introduction of mature trees. In addition, two types of 1-year-old branches all kept relatively low electrolytic leakage and malondialdehyde content and accumulated more soluble sugar. However, the accumulation of the poline was not obvious. The cold resistance of *C. laevigata* ‘Paul’s Scarlet’-*C. pinnatifida* was better than that of *C. laevigata* ‘Paul’s Scarlet’-*C. sanguinea*.

Key words: *Crataegus laevigata* ‘Paul’s Scarlet’; grafted seedling; cold resistance; chilling injury index; physiological index

‘猩红’平滑山楂(*Crataegus laevigata* ‘Paul’s Scarlet’)原产欧洲、北美,树型直立、姿态优美、花朵重瓣密集、花色鲜艳,具有很高的观赏价值,于2003年引入北京地区^[1],由于自然花期正处夏季,

丰富了北京地区初夏开花乔木的种类和园林景观。‘猩红’平滑山楂在欧洲主要采用单子山楂(*C. monogyna*)为砧木,以嫁接体引种北京后,由于地理、气候等条件与原产地差异较大,‘猩红’平滑山楂嫁

收稿日期:2014-04-23 修回日期:2014-07-21

作者简介:曹泽文,男,硕士研究生,研究方向:现代花卉生产技术。E-mail:czwen0515@163.com

*通信作者:刘燕,女,教授,博士生导师,博士,研究方向:园林植物栽培应用,花卉现代化生产,园林植物资源保存与利用。
E-mail:chblyan@163.com

接植株不能很好地适应北京气候,但仍具有引种可能,初期若不做防寒保护,秋梢极容易受到冻害,抗寒性明显差于同属的山楂^[2],直接影响第 2 年的萌动,从而降低了开花的品质,极大地影响了其观赏价值。

目前,采用同属乡土树种嫁接是提高植株抗逆性的有效途径。中国原产的山楂属植物有 18 个种 6 个变种,集中分布在云贵高原以及淮河以北两大地区,课题组前期采用不同时期、不同嫁接方式对‘猩红’平滑山楂进行了砧木筛选,其中山楂春季采用嵌芽接、辽宁山楂冬季采用切腹接的成活率均能达到 100%^[2-3]。从地理位置看,山楂及辽宁山楂分布北至黑龙江省牡丹江地区,辽宁山楂仅达到黄河流域,而山楂分布范围更广,南至淮河。两者适应性强,是北方地区山楂属植物嫁接常用的砧木类型^[4]。因此,本试验以嫁接组合‘猩红’平滑山楂/单子山楂为对照,采用田间冻害调查和生理指标测定的方法,进一步研究了山楂和辽宁山楂为砧木嫁接‘猩红’平滑山楂的嫁接苗抗寒性,为北京地区‘猩红’平滑山楂的推广应用选择适宜的砧木。

1 材料与方法

1.1 材料

山楂(Cp)、辽宁山楂(Cs)种子于 2010 年 10 月采自沈阳农业大学国家山楂资源圃,经过裂壳和层积处理,于 2011 年 3 月初在温室进行穴盘播种、营养钵育苗。2011 年 12 月 20 日—22 日,用得到的 1 年生实生苗作为砧木,种植在国家花卉工程中心以单子山楂(Cm)为砧木的 7 年生‘猩红’平滑山楂(Clps)当年生枝条作为接穗,在温室采用枝接方式获得 2 组嫁接苗,于 2012 年春移栽到大田生长。2013 年冬季用引种的‘猩红’平滑山楂/单子山楂(Clps/Cm)和 2 组嫁接苗(Clps/Cp 和 Clps/Cs)当年生枝条作为测定材料。

1.2 方法

1.2.1 田间冻害调查 参照中华人民共和国国家标准(GB/T14175-93)^[5],结合引种苗木田间生长状况,制定适宜本试验抗寒性评价标准(表 1)。2013 年 1 月随机选取 2 组嫁接苗各 80 株,通过形态观察,采用表 1 的标准评价单株植物的抗寒性。

统计各级别植株数量,计算冻害指数。
冻害指数 = $\sum_{i=1}^5 ix_i / \sum_{i=1}^5 x_i$ (1)
式中 $i=1,2,\dots,5$ 表示冻害级别, x_i 表示受第 i 级冻害的株数。

1.2.2 自然越冬情况下生理指标的测定 分别于

2013 年 11 月 20 日、12 月 20 日、1 月 20 日、2 月 20 日取样 4 次,每次随机剪取对照组 Clps/Cm、嫁接组 Clps/Cp 和 Clps/Cs 自然越冬情况下当年生枝条,准确称取枝条 0.5 g,剪成 0.2~0.3 cm 长用于试验,重复 3 次。相对电导率采用电导率仪测定,丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定,可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法测定,脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法测定,所有指标测定参照李合生^[6]的方法。

表 1 单株植物抗寒性评价标准		
Table 1 Evaluation standards of cold-resistance for single plant		
级别	评价	形态描述
1 级	抗寒性最强	全株基本无冻害。
2 级	抗寒性强	主干无冻害,秋梢约 1/3 受冻,无冻害裂口。
3 级	抗寒性中等	主干无冻害,秋梢 1/3~1/2,出现裂口。
4 级	抗寒性弱	主干冻害在 50% 左右,秋梢受冻严重。
5 级	抗寒性最弱	主干及主枝全部受冻,植株地上部死亡,次年不能萌发。

2 结果与分析

2.1 嫁接组自然越冬条件下枝条受冻程度调查

2 组嫁接苗均受到不同程度的冻害,通过田间观察,所有嫁接苗均能顺利越冬。相比之下,Clps/Cp 组合植株冻害程度较轻,冻害指数为 1.19,随机选取的 80 棵植株中,全株基本无冻害的植株为 69 株,约占 86%;而 Clps/Cs 组合冻害指数为 1.30,全株基本无冻害的植株只有 58 株,约占 73%。而对照组植株并未做调查,但从每年观察看,‘猩红’平滑山每年有很大程度的冻害,甚至死亡现象。因此可以得出,采用山楂和辽宁山楂嫁接,‘猩红’平滑山楂的抗寒性均有所提高,但前者组合的抗寒性大于后者(表 2)。

表 2 2 组嫁接苗越冬冻害情况调查							
Table 2 A comparison study on frost damage of two grafted combinations over wintering period							
嫁接组合	调查株数/株	冻害级别及株数					冻害指数
		1	2	3	4	5	
Clps/Cp	80	69	7	4	0	0	1.19
Clps/Cs	80	58	20	2	0	0	1.30

2.2 越冬期间 3 组嫁接苗枝条电导率变化

由图 1 可以看出,随时间进程,3 组当年生枝条相对电导率变化规律一致,均呈现先上升后下降趋势,12 月 20 日以后,两嫁接组合苗当年生枝条相对电导率明显低于对照组,表现出两嫁接组合枝条细胞膜受伤害程度较小,但两嫁接组合对低温的敏感也表现出差异,整个越冬过程,Clps/Cp 组合的枝条

电导率均大于 Clps/Cs,表明 Clps/Cp 组合对低温逆境的适应能力稍强于 Clps/Cs 组合,这与田间冻害调查结果相吻合。

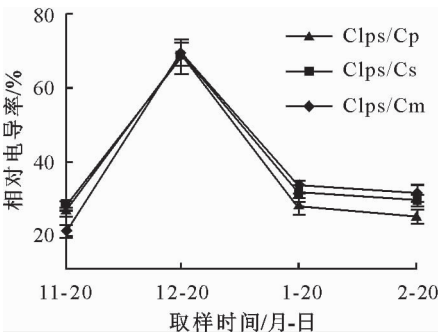


图 1 越冬期间 3 组嫁接苗枝条相对电导率变化
Fig. 1 The change in the relative electric conductivity of three grafted combinations during wintering period

2.3 越冬期间 3 组嫁接苗枝条丙二醛含量变化

图 2 显示,3 组枝条丙二醛含量变化规律与相对电导率保持一致。在北京地区较冷的 12 月和 1 月,两嫁接组合枝条丙二醛含量均低于对照组,表明低温对细胞膜的伤害较小。从 2 组嫁接小苗看,自 11 月入冬到 2 月,Clps/Cp 组合枝条的丙二醛含量始终高于 Clps/Cs 组合,差异显著,与电导率变化和田间冻害调查结果一致,显示出丙二醛含量与抗寒性呈现正相关。山楂砧木苗细胞膜伤害更小。

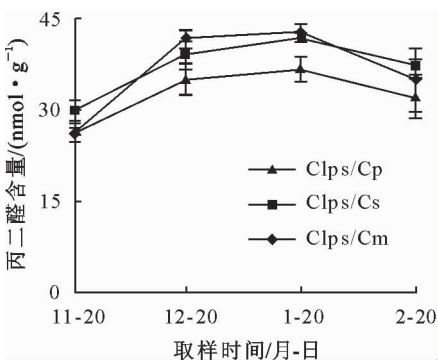


图 2 越冬期间 3 组嫁接苗枝条丙二醛含量变化
Fig. 2 The change in MDA content of three grafted combinations during wintering period

2.4 越冬期间 3 组嫁接苗枝条可溶性糖含量变化

11 月初冬时期,3 组当年生枝条可溶性糖含量无差异(图 3)。但随温度的降低,两嫁接组合枝条糖含量增加幅度明显快于对照组,到 12 月 20 日测定时,Clps/Cs 组合枝条可溶性糖最高积累到 $0.90 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$,而 Clps/Cp 为 $0.83 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$,均显著高于对照组($0.65 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)。但随后 Clps/Cs 的糖含量一直呈现下降趋势,而嫁接组合 Clps/Cp 和对照组仍在持续积累,1 月 20 日后才缓慢下降。结合田间观察,表明可溶糖含量积累有助于提高‘猩红’山楂

越冬抗寒性。

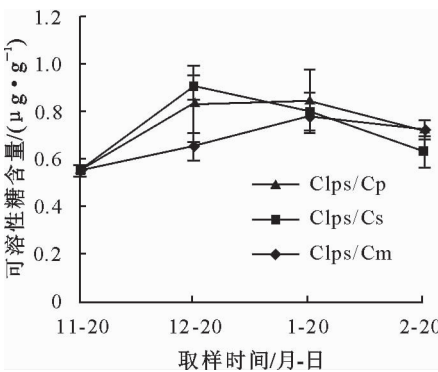


图 3 越冬期间 3 组嫁接苗枝条可溶性糖含量变化
Fig. 3 The change insoluble sugar content of three grafted combinations during wintering period

2.5 越冬期间 3 组嫁接苗枝条脯氨酸含量变化

与可溶性糖变化不同,整个越冬过程中,受冻害程度大的对照组和嫁接组合 Clps/Cs 当年生枝条脯氨酸积累一直显著高于 Clps/Cp 组合(图 4)。没有显示出脯氨酸含量积累与越冬抗寒性的一致性。

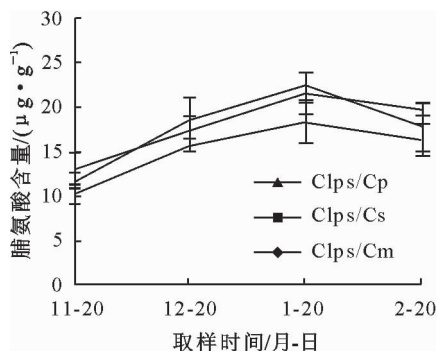


图 4 越冬期间 3 组嫁接苗枝条脯氨酸含量变化
Fig. 4 The change in the proline content of three grafted combinations during wintering period

3 结论与讨论

山楂更适宜作为‘猩红’平滑山楂北京地区推广的砧木。相对电导率、MDA 含量、可溶性糖含量与‘猩红’平滑山楂抗寒能力呈现正相关,而脯氨酸含量变化则呈现负相关,均可作为‘猩红’平滑山楂抗寒能力的预判指标。

植物细胞膜是低温伤害作用于细胞的原初部位,在低温胁迫下,生物膜发生由液晶相向凝胶相的变化,膜流动性降低,通透性变大,细胞内溶质外渗^[7],因此,电解质渗透率高低可以反映植物组织和器官遭受冷害程度^[8]。同时植物体内的 O_2^- 、 $\cdot\text{HO}$ 等自由基增加,使膜质过氧化作用加强,而 MDA 则是生物膜系统膜脂过氧化的产物,常作为膜脂过氧化的指标。研究表明,在山楂等果树方面,以 MDA

含量作为抗寒力鉴定指标更为灵敏和精确^[9]。本试验结果表明,抗寒能力强的嫁接组合 Clps/Cp 当年生枝条保持较低的电导率和 MDA 含量。除此之外,在低温、干旱等逆境胁迫时,可溶性糖可以作为渗透调节物质和防脱水剂,降低细胞水势,增加植物组织束缚水的含量,增强持水力,进而提高植物抗寒性^[10],本试验结果支持这一结论。关于脯氨酸含量在植物在逆境胁迫下的变化情况,有学者认为游离脯氨酸的积累是植物体受伤害的一种适应性反应^[11],与植物抗逆境能力成正相关^[12-14],但也有认为,脯氨酸的积累与抗寒性关系不明显^[15-17],这可能与植物种类有关。本试验表明,脯氨酸含量的积累不利于山楂属植物抗寒性的提高。

采用原产我国山楂、辽宁山楂作为‘猩红’平滑山楂嫁接砧木,均明显提高了‘猩红’平滑山楂在北京地区的越冬能力,并且 2 组合嫁接苗越冬能力也存在差异,Clps/Cp 组合的嫁接苗抗寒性强于 Clps/Cs 组合。从文献报道看,两种山楂均能很好的适应北京冬季低温的气候^[3],而且相比山楂作为砧木,采用辽宁山楂嫁接初期的成活率高、生长势好^[2-3]。但本研究结果显示,采用嫁接组合 Clps/Cs,2 a 后嫁接苗的抗寒性反而差于 Clps/Cp 组合,主要由于该组合嫁接亲和性较弱,砧穗的共生性稍差影响了接穗的生长发育,导致的抗寒性的下降。王威^[3]通过解剖结构观察和生理生化指标测定也证实了这一点。所以,从抗寒性方面也能间接地反映亲和性强弱。因此,抗寒性可以与嫁接成活率、生长势、解剖观察以及生理生化指标共同作为‘猩红’平滑山楂嫁接亲和性的判定指标。

参考文献:

[1] 刘江华. 金链花和红花山楂扩繁技术和关键栽培技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.

[2] 丛磊. 金链花与欧洲红花山楂引种及繁殖技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.

[3] 王威. ‘猩红’平滑山楂嫁接繁殖研究[D]. 北京:北京林业大学,2012..

[4] 赵焕淳,丰宝田. 中国果树志·山楂卷[M]. 北京:中国林业出版社,1996.

[5] 游应天,潘志刚,傅紫菱,等. 林木引种 GB/T 14175-93[S]. 北京:中国标准出版社,1993.

[6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

[7] 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.

GAO J C,WANG C Z,WANG J G,*et al.* Determination methods of cold resistance of Chinese jujube[J]. Journal of Northwest Forestry University,2011,26(5):72-75. (in Chinese)

[8] PAULA S C, VIRGINIA Q, JOSE C R, *et al.* Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants[J]. Journal of Plant Physiology, 2003, 160: 283-293.

[9] 郭太君,杨金茹. 山楂等果树越冬期枝条丙二醛含量与抗寒性的关系[J]. 特产研究,1993(1):22-23,64.

[10] 王淑杰. 果树抗寒流生理研究进展[J]. 北方园艺,1998(5): 28-29.

[11] 董丽. 北京园林中几种常绿阔叶植物越冬适应性的研究[D]. 北京:北京林业大学,1998.

[12] 李刚,姜卫兵,翁忙玲,等. 木兰科 6 种常绿树幼苗抗寒性的初步研究[J]. 园艺学报,2007,34(3):783-786.

LI G,JIANG W B,WENG M L,*et al.* A preliminary study on cold resistance of six magnolia species seedlings [J]. Acta Horticulturae Sinica,2007,34(3):783-786. (in Chinese)

[13] 刘晓东,翟晓宇,施冰. 金叶风箱果和紫叶风箱果的抗寒性[J]. 东北林业大学学报,2011,39(4):18-20.

LIU X D,HUO X Y,SHI B. Cold Resistances of *Physocarpus opulifolius* ‘Lutein’ and *P. opulifolius* ‘Summer Wine’ [J]. Journal of Northeast Forestry University,2011,39(4): 18-20. (in Chinese)

[14] 张刚,魏典典,邹佳宝,等. 干旱胁迫下不同种源文冠果幼苗的生理反应及其抗旱性分析[J]. 西北林学院学报,2014,29(1): 1-7.

ZHANG G,WEI D D,WU J B,*et al.* Effect of drought stress on physiological of *Xanthoceras sorbifolia* from differernt provenances and analysis on drought-resistance in seedling stage[J]. Journal of Northwest Forestry University,2014,29(1):1-7. (in Chinese)

[15] YELENOSKY G. Accumulation of free proline in citrus leaves during cold hardening of young trees in controlled[J]. Plant Physiology,1979,64:425-427.

[16] 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

LI B,LIU C L,YANG R H,*et al.* Study on the cold resistance of cherry rootstocks[J]. Journal of Fruit Science,2006,23(2): 196-199. (in Chinese)

[17] 杨途熙,魏安智,李晓,等. 越冬过程中花椒抗寒性与组织水和渗透调节物质的变化[J]. 植物生理学通讯,2010,46(6):579-582.

YANG T X,WEI A Z,LI X,*et al.* Changes of cold resistance and tissue water and osmoregulation substances of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. during winter[J]. Plant Physiology Communications,2010,46(6):579-582. (in Chinese)