

绿宝苹果与不同砧木嫁接亲和性初探

郑 鑫¹,李首正¹,王 燕¹,张志晓¹,江 文²,曾丽蓉¹,骆建霞^{1*}

(1. 天津农学院 园艺园林学院,天津 300384; 2. 天津樱桃谷农业科技发展有限公司,天津 301908)

摘要:为了解绿宝苹果的嫁接亲和性,将绿宝苹果嫁接于4种海棠砧木上,研究不同砧木对其嫁接成活率、新梢生长、生理及光合特性的影响,结果表明:绿宝苹果嫁接在红果海棠上成活率最高;嫁接在西府海棠上的新梢长度和粗度均极显著高于其他组合;嫁接在圆叶海棠上的净光合速率(P_n)极显著高于其他组合,而多酚氧化酶(PPO)和超氧化物歧化酶(SOD)活性最低;嫁接在珠美海棠上的成活率、新梢长度和粗度以及 P_n 均最低,而PPO、SOD活性最高;圆叶海棠的隶属函数平均值最高,珠美海棠的最低。综合各测试指标及隶属函数分析结果认为:4种海棠均可用作绿宝苹果的嫁接砧木,嫁接亲和性强弱依次为:圆叶海棠>红果海棠>西府海棠>珠美海棠。

关键词:绿宝苹果;嫁接亲和性;成活率;新梢生长;光合特性;隶属函数

中图分类号:S661.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2016)11-0096-04

Preliminary Exploration on Graft Compatibility between Bramley Apple and Different Rootstocks

ZHENG Xin¹, LI Shouzheng¹, WANG Yan¹, ZHANG Zhixiao¹, JIANG Wen², ZENG Lirong¹, LUO Jianxia^{1*}

(1. College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Cherry Valley Agricultural Technological Development Co., Ltd., Tianjin 301908, China)

Abstract: Bramley apple grafted on 4 distinctive rootstocks from *Malus* spp. was studied to learn its graft compatibility to different rootstocks by determining and analyzing graft survival rate, shoots growth, photosynthetic and physiological characteristics. The results showed that Bramley apple grafted on *M. sieboldii* had the highest survival rate. The graft combination between Bramley and *M. micromalus* had the highest shoot length and diameter among all the tested combinations. *M. prunifolia* var. *ringo* and Bramley graft union had the very significantly higher net photosynthetic rate than the other combinations but the lowest PPO and SOD activities among the four combinations, with the highest mean value of membership function in all. Graft combination of *M. zhumei* and Bramley had the lowest survival rate, shoot length, diameter, net photosynthetic rate and mean value of membership function but the highest PPO and SOD activities in all. Conclusions can be drawn from the indexes quoted above and membership function analysis that four *Malus* spp. tested in the experiment can be used as rootstocks for Bramley apple and their graft compatibility can be ordered as *M. prunifolia* var. *ringo* > *M. sieboldii* > *M. micromalus* > *M. zhumei*.

Key words: Bramley apple; grafting compatibility; survival rate; shoots growth; photosynthetic characteristics; membership function

优质浓缩苹果汁生产以高酸苹果为加工原料,而目前我国苹果栽培中的品种绝大部分为鲜食品

种,用于加工的高酸苹果品种种植极少,致使浓缩苹果汁的加工原料严重不足,故高酸苹果的栽培生产

收稿日期:2016-04-06

基金项目:天津市科委基础与前沿技术研究计划资助项目(14JCYBJC30200);天津市农委资助项目(201101120)

作者简介:郑 鑫(1989-),女,黑龙江齐齐哈尔人,在读硕士研究生,研究方向:果树栽培。E-mail:570819078@qq.com

* 通讯作者:骆建霞(1957-),女,河北涿州人,教授,主要从事果树及园林地被植物资源及其适应性研究。

E-mail:tjluojianxia@126.com

有着广阔前景。绿宝(Bramley)苹果是高酸苹果中的一个优良品种,极具推广价值。目前我国对绿宝苹果的理论研究比较薄弱,主要有徐世彦等^[1,2]、高彦明等^[3]、张婷等^[4]对绿宝苹果引种、组织培养、光合特性的相关报道,尚未见对绿宝苹果嫁接亲和性研究的报道。目前,在天津地区种植的绿宝苹果,大多以无性繁殖的圆叶海棠为砧木,但部分植株有嫁接不亲和现象(“小脚”),其原因可能是由于砧穗组合不适应天津的立地条件或者圆叶海棠并非是绿宝苹果适宜的嫁接砧木,进而影响到绿宝苹果在天津地区种植的适应性。为了丰富绿宝苹果嫁接砧木的类型,培育优质的绿宝苹果苗木,将绿宝苹果高接在西府海棠、珠美海棠、红果海棠、圆叶海棠上,通过对嫁接成活率、新梢生长、叶片光合特性、抗氧化酶活性等指标的测定与分析,研究绿宝苹果与不同砧木的嫁接亲和性,旨在筛选出与绿宝苹果嫁接亲和性好的砧木类型,为其栽培生产提供理论参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试4种砧木分别为西府海棠(*Malus micromalus*)、珠美海棠(*M. zhumei*)、红果海棠(*M. sieboldii*)、圆叶海棠(*M. prunifolia* var. *ringo*)的成龄树。接穗为取自生长发育正常的成龄绿宝植株上生长发育良好的新梢。

1.2 试验方法

2014年8月28日将绿宝苹果同时高接在4种海棠砧木上。嫁接时选择粗度基本一致的1年生新梢为砧木,采用“丁”字形芽接,每种砧木至少接30个接芽。

1.3 指标测定

嫁接45 d后统计成活率。当翌年新梢长出1 cm左右时,用卷尺测定全部新梢的长度,以后每周

测定1次。最后1次测定时,于新梢基部2~3 cm处用游标卡尺测定新梢粗度。

随机选取新梢中部具有代表性的成熟叶片进行光合及生理指标^[5]的测定。于晴天10:00—12:00,使用CI-340(美国生产)手持式光合作用测量系统进行净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)及胞间CO₂浓度(Ci)等指标的测定。采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量,氮蓝四唑(NBT)法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性,邻苯二酚法测定多酚氧化酶(PPO)活性。同时采用画纸称质量法测定叶片面积,徒手制片,用显微镜测微尺测定叶片厚度。上述指标测定均重复4次。

1.4 数据处理

利用SPSS V17.0软件进行试验数据统计分析。计算各嫁接组合的隶属函数值,隶属函数值计算公式: $R_1 = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$,反隶属函数值计算公式: $R_2 = 1 - (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$,式中, X_i 为指标测定值, X_{\min} 、 X_{\max} 为所有参试材料某一指标的最小值和最大值。

2 结果与分析

2.1 砧木对绿宝苹果嫁接成活率及新梢和叶片生长的影响

由表1可知,绿宝苹果嫁接在不同砧木其成活率显著不同,嫁接在红果海棠上的成活率极显著高于其他嫁接组合,嫁接在珠美海棠上的成活率最低,但各组合的嫁接成活率均高于55%。嫁接砧木对绿宝苹果新梢和叶片的生长有显著影响。嫁接在珠美海棠上的新梢长度及粗度、叶片面积、叶片厚度均极显著低于其他组合,嫁接在西府海棠上的新梢长度和新梢粗度最高,嫁接在圆叶海棠上的叶片厚度最大,嫁接在红果海棠、西府海棠上的叶片面积差异不大。

表1 砧木对绿宝苹果嫁接成活率及新梢和叶片生长的影响

砧木	成活率/%	新梢长度/cm	新梢粗度/cm	叶片面积/cm ²	叶片厚度/μm
圆叶海棠	60.42bB	88.50B	0.897B	35.605bA	65.208A
红果海棠	75.85aA	57.33C	0.644C	39.675aA	57.500B
西府海棠	60.28bB	126.40A	1.261A	38.041abA	47.500C
珠美海棠	57.39cC	49.50D	0.590D	18.733cB	41.458D

注:同列不同大、小写字母分别表示在0.01、0.05水平上差异极显著、显著。

由图1可以看出,绿宝苹果嫁接在4种砧木上,萌芽生长后2周(4月28日),嫁接在不同砧木上的新梢生长十分缓慢,生长至3周左右时,新梢表现出显著差异,嫁接在红果海棠和珠美海棠上的新梢长

度显著高于嫁接在圆叶海棠和西府海棠上的,此差异持续至新梢生长的第6周(5月27日)。第6周以后,嫁接在西府海棠和圆叶海棠上的新梢生长速度比嫁接在红果海棠和珠美海棠上的快,新梢生长

量增大。

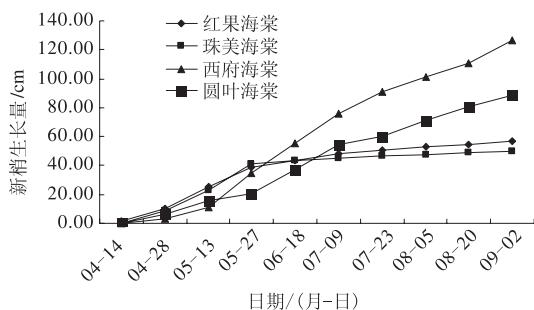


图 1 绿宝苹果嫁接在不同砧木上的新梢生长动态

表 2 砧木对绿宝苹果叶片光合特性的影响

砧木	Pn/[μmol/(m² · s)]	Tr/[mmol/(m² · s)]	Gs/[mmol/(m² · s)]	Ci/(mg/L)
圆叶海棠	14.193 3aA	2.903 3aA	72.764aA	144.30dD
红果海棠	8.834 7bB	2.426 7bB	49.057bB	180.47cC
西府海棠	8.253 3cB	1.642 5cC	43.103cC	189.09bB
珠美海棠	4.933 3dC	1.714 4cC	30.536dD	206.96aA

2.3 砧木对绿宝苹果可溶性糖含量及抗氧化酶活性的影响

由表 3 可知,将绿宝苹果嫁接在圆叶海棠、西府海棠、红果海棠上,其叶片中可溶性糖含量无显著差异,但均极显著高于嫁接在珠美海棠上的。叶片中维持较高的可溶性糖含量有利于调节生理代谢活动,可作为碳源提供能量。

PPO、SOD 是植物体内重要的保护酶,PPO 能催化多酚类物质氧化形成醌,SOD 参与清除活性氧,从而保护植物免受进一步伤害。表 3 显示,将绿宝

表 3 砧木对绿宝苹果可溶性糖含量及抗氧化酶活性的影响

砧木	可溶性糖含量/%	PPO 活性/[U/(g · min)]	SOD 活性/(U/g)
圆叶海棠	3.421aA	406.667bA	162.736bA
西府海棠	3.406aA	555.556abA	199.838abA
红果海棠	3.404aA	471.111bA	176.521abA
珠美海棠	2.253bB	793.333aA	236.114aA

2.2 砧木对绿宝苹果叶片光合特性的影响

表 2 显示,绿宝苹果与不同砧木嫁接,其叶片的 Pn、Tr、Gs 呈现相同的变化趋势,而 Ci 表现为与 Pn、Tr、Gs 相反的趋势。嫁接在圆叶海棠上的绿宝苹果,其叶片的 Pn、Tr、Gs 极显著高于其他嫁接组合,Ci 极显著低于其他嫁接组合,其中 Tr、Gs 的增大加快了气体交换,从而有利于光合作用进行,提高 CO₂ 利用率,因此 Ci 下降。综合来看,嫁接在圆叶海棠上的绿宝苹果具有较高的光合性能,嫁接在珠美海棠上则光合能力较低,嫁接在红果海棠和西府海棠上的光合能力介于其间。

苹果嫁接在 4 种砧木上,其叶片中 PPO、SOD 活性差异相对较小,均未达极显著水平,但嫁接在珠美海棠上的 2 种抗氧化酶活性最高,嫁接在圆叶海棠上的最低。

2.4 隶属函数分析

用单一指标评价果树的嫁接亲和性是片面的,应结合多指标给予综合分析,隶属函数法就是在多指标测定的基础上,综合各指标测定结果客观评价植物某种特性的一种方法,在植物的抗逆性研究中多有应用^[6]。对各嫁接组合进行的隶属函数分析结果表明(表 4),圆叶海棠的隶属函数值的平均值最大,珠美海棠的最小,而隶属函数平均值越大,表明嫁接亲和性越好,因此绿宝苹果与 4 种砧木的嫁接亲和性强弱依次为:圆叶海棠 > 红果海棠 > 西府海棠 > 珠美海棠。

表 4 嫁接在不同砧木上的绿宝苹果各指标的隶属函数分析

砧木	反隶属函数值		隶属函数值							均值	排序
	SOD 活性	PPO 活性	可溶性糖含量	Pn	新梢长度	新梢粗度	叶片面积	叶片厚度	成活率		
圆叶海棠	1.000	1.000	1.000	1.000	0.507	0.458	0.806	1.000	0.164	0.770	1
红果海棠	0.985	0.833	0.812	0.421	0.102	0.080	1.000	0.675	1.000	0.657	2
西府海棠	0.987	0.615	0.494	0.359	1.000	1.000	0.922	0.254	0.156	0.643	3
珠美海棠	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4

3 结论与讨论

在嫁接亲和性研究中,成活率可以在一定程度上反映嫁接亲和性的大小,可以作为嫁接组合短期

嫁接亲和性的判断标准^[7-8]。冯金玲等^[9]、杨世杰等^[10]研究认为,嫁接成活率可以在很大程度上反映嫁接亲和性。本试验中,以红果海棠为砧木,嫁接成活率最高;其次是以圆叶海棠、西府海棠为砧木;以

珠美海棠为砧木,嫁接成活率极显著低于其他组合,但成活率仍能达到 57.39%。马攀等^[11]、汪智军等^[12]认为,新梢长势可以反映嫁接亲和性。将绿宝苹果嫁接在 4 种海棠上,生长 45 d 后,嫁接在圆叶海棠和西府海棠上的新梢生长速度快,新梢长度及粗度均极显著高于嫁接在红果海棠和珠美海棠上,嫁接在珠美海棠上的叶片面积及厚度最低,从新梢和叶片的长势上看,珠美海棠生长较弱。通过嫁接成活率、新梢和叶片的生长等指标,可看出绿宝苹果与 4 种海棠砧木均有一定的亲和性,但以珠美海棠为砧木的嫁接亲和性较弱。

光合指标的变化可以反映植物受逆境胁迫的影响^[13-14],砧穗不亲和,相当于植株处于逆境中,因此嫁接亲和性强者光合能力也强。本试验中,将绿宝苹果嫁接在圆叶海棠上,其叶片的 Pn、Tr、Gs 极显著高于其他嫁接组合,Ci 极显著低于其他嫁接组合,说明嫁接在圆叶海棠上的绿宝苹果具有较强的光合能力,而嫁接在珠美海棠上的光合能力相对较低。

可溶性糖是植物光合作用的直接产物,是植物体内多糖、蛋白质、脂肪等大分子化合物合成的物质基础,也是碳水化合物代谢和贮藏的主要形式,在植物碳代谢中起重要位置^[15]。本试验中,以圆叶海棠、红果海棠、西府海棠为嫁接砧木,绿宝苹果叶片中可溶性糖含量无显著差异,但以珠美海棠为砧木,其可溶性糖含量极显著低于其他嫁接组合,此结果与光合指标的测试结果相一致,由此也可说明绿宝苹果与珠美海棠的嫁接亲和性相对较弱。

PPO 和 SOD 都是与嫁接愈合有关的重要保护酶。严毅等^[16]研究表明,较亲和的嫁接组合 SOD 活性较低;朱晓慧等^[17]研究认为,不亲和嫁接组合 PPO 活性比亲和嫁接组合高。本试验中,以珠美海棠为砧木叶片的 PPO、SOD 活性均最高,以圆叶海棠为砧木的最低,结合嫁接成活率、新梢和叶片生长以及净光合速率等指标分析,绿宝苹果与圆叶海棠的嫁接亲和性较强,与珠美海棠的嫁接亲和性较弱,支持了严毅等^[16]和朱晓慧等^[17]的研究结果。

根据各指标的测定分析、隶属函数分析以及新梢和叶片的长势,初步认为 4 种海棠与绿宝苹果均有一定的亲和性,可用作绿宝苹果的嫁接砧木,嫁接亲和性强弱依次为:圆叶海棠 > 红果海棠 > 西府海

棠 > 珠美海棠。

参考文献:

- [1] 徐世彦,高建国,康小亚. 苹果加工品种绿宝引种与选育[J]. 中国果树,2011(3):26-28.
- [2] 徐世彦,白海侠,郭韩玲,等. 高酸苹果的组织培养快繁技术研究[J]. 山西果树,2006(1):6-8.
- [3] 高彦明,李仲芳. 加工苹果品种绿宝在甘肃天水的引种试验[J]. 中国果树,2010(6):73-75.
- [4] 张婷,江文,刘慧芹,等.“绿宝”苹果光合特性及主要影响因子研究[J]. 北方园艺,2015(18):17-21.
- [5] 张治安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2004:138-145.
- [6] 苏国兴,洪法水. 桑品种耐盐性的隶属函数法之评价[J]. 江苏农业学报,2002,18(1):42-47.
- [7] 郭传友,黄坚钦,方炎明,等. 植物嫁接机理研究综述[J]. 江西农业大学学报,2004,26(1):144-148.
- [8] 杨邵,束庆龙,姚小华,等. 油茶不同芽苗砧嫁接组合的亲和性生理[J]. 东北林业大学学报,2015,43(7):19-22.
- [9] 冯金玲,杨志坚,陈辉,等. 油茶芽苗砧嫁接体的亲和性生理[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2011,40(1):24-30.
- [10] 杨世杰,卢善发. 植物嫁接基础理论研究(上)[J]. 生物学通报,1995,30(9):10-12.
- [11] 马攀,龚榜初,江锡兵,等. 不同砧木嫁接甜柿苗期生长生理特性及亲和性评价[J]. 林业科学研究,2015,28(4):518-523.
- [12] 汪智军,靳开颜,阿不都热西提. 不同砧木嫁接天山花楸比较试验研究[J]. 内蒙古林业科技,2014,40(4):19-21.
- [13] 梅正敏,罗世杏,伊华林,等. 不同砧木嫁接对桂脐 1 号脐橙幼树生长及光合特性的影响[J]. 南方农业学报,2014,45(3):434-441.
- [14] 赖晓桦,黄传龙,谢上海,等. 卡里佐枳橙砧对赣南纽荷尔脐橙生长结果的影响[J]. 中国南方果树,2009,38(5):25-26.
- [15] 周华,董凤祥,曹炎生,等. 核桃子苗砧嫁接及相关生理指标的研究[J]. 林业科学研究,2007,20(1):53-57.
- [16] 严毅,何承忠,李贤忠,等. 9 个葡萄柚品种与曼赛龙柚嫁接生理酶活性研究[J]. 中国南方果树,2012,41(2):50-53.
- [17] 朱晓慧,杨途熙,魏安智,等. 无刺花椒嫁接愈合过程中相关生理指标的变化[J]. 西北林学院学报,2015,30(2):134-138.