

doi:10.11937/bfyy.20170305

“绿宝”苹果与不同砧木嫁接的解剖学研究

骆建霞, 郑鑫, 史燕山, 李首正, 王燕, 张志晓

(天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384)

摘要:以八棱海棠(*Malus robusta*)、平顶海棠(*M. prunifolia*)、圆叶海棠(*M. prunifolia* var. *ringo*)、西府海棠(*M. micromalus*)、红果海棠(*M. sieboldii*)和珠美海棠(*M. zumi*)为砧木,嫁接“绿宝”苹果(*M. domestica* ‘Bramley’s seedling’),对接穗与砧木新梢的解剖结构以及嫁接口的解剖结构进行了观察测定,以了解“绿宝”苹果与不同砧木的嫁接亲和性。结果表明:“绿宝”苹果与八棱海棠、平顶海棠的枝皮率差异不显著,新梢横断面的组织结构相差较小,而与珠美海棠和红果海棠的枝皮率存在显著差异,且组织结构相差较大;“绿宝”苹果嫁接在八棱海棠和平顶海棠上,其嫁接口砧穗的结构差异较小,愈合良好;而嫁接在珠美海棠和红果海棠上,接口砧穗的结构差异较大,愈合较差,砧穗较易分离。综合分析认为,八棱海棠、平顶海棠和圆叶海棠为“绿宝”苹果适宜的嫁接砧木。

关键词:“绿宝”苹果;嫁接;砧木;解剖结构;亲和性

中图分类号: S 661.104⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)14-0025-07

“绿宝”苹果(*Malus domestica* ‘Bramley’s Seedling’)为1809年在英国发现的自然实生种,其亲本不详为三倍体品种,1925年前后由英国侨民首次传入中国,但因其鲜食品质不符合国人需要,并未得到推广种植^[1]。至20世纪初,陕西省良种繁育中心从英国引入“绿宝”苹果试种,经在陕西铜川、甘肃天水等地区的多年试验,该品种表现出较好的适应性和优良的加工品质,为优良的高酸苹果品种,具发展前景。

众所周知,嫁接砧木对接穗品种的各方面表现都有着重要影响,而目前国内外“绿宝”苹果嫁接用砧木类型较少,国内仅见有高接在MM₁₀₆为中间砧的“红富士”品种^[2]和以圆叶海棠为嫁接砧

木^[3]的报道,且嫁接在圆叶海棠上有“小脚”不亲和现象;国外有施肥^[4]和种植密度^[5]对嫁接在M₉、M₂₆、M₂₇和MM₁₀₆上的“绿宝”苹果生长发育影响的报道。为提高“绿宝”苹果的栽培适应性,选择适宜的嫁接砧木类型,该研究以蔷薇科苹果属中的八棱海棠(*Malus robusta*)、平顶海棠(*M. prunifolia*)、圆叶海棠(*M. prunifolia* var. *ringo*)、西府海棠(*M. micromalus*)、红果海棠(*M. sieboldii*)和珠美海棠(*M. zumi*)为砧木嫁接“绿宝”苹果,对接穗与砧木新梢的组织解剖结构以及嫁接口的解剖结构进行观察测定,以期从解剖学的角度对“绿宝”苹果与不同砧木的嫁接亲和性做出早期鉴定,从而为“绿宝”苹果苗木繁殖时选择适宜砧木提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

从河北省怀来县采集八棱海棠(*Malus robusta*)和平顶海棠(*M. prunifolia*)种子,西府海棠(*M. micromalus*)、红果海棠(*M. sieboldii*)和

第一作者简介:骆建霞(1957-),女,本科,教授,现主要从事果树及园林地被植物适应性等研究工作。E-mail: tjluojianxia@126.com.

基金项目:天津市科委基础与前沿技术计划资助项目(14JCYBJC30200);天津市农委新品种引进及示范推广资助项目(201101120)。

收稿日期: 2017-04-13

珠美海棠(*M. zumi*)种子采集于天津农学院校园内。收集的种子同时进行沙藏、播种、育苗;圆叶海棠(*M. prunifolia* var. *ringo*)一年生砧木苗和“绿宝”苹果接穗由天津市樱桃谷试验基地提供。

1.2 试验方法

1.2.1 嫁接成活率及新梢生长测定

2014年8月底和2015年8月底,采用“丁”字型芽接法,将“绿宝”苹果同时嫁接在生长发育基本一致的1年生6种海棠砧木上,每种砧木每年至少接40个接芽。嫁接45 d后,统计嫁接成活率,取2年均值进行分析。嫁接后第2年春天,当接穗新梢生长1 cm左右时开始测定新梢长度(每个组合选有代表性的新梢10个左右),每周测定1次,至新梢停止生长为止,同时用游标卡尺测定新梢粗度(基部2~3 cm处)。

1.2.2 接穗与砧木新梢解剖结构观测

选取粗度在0.5~0.7 cm范围内、生长发育基本一致的6种砧木及“绿宝”苹果的新梢,测定枝皮率和细胞相似度。

1.2.3 嫁接解剖结构观测

于嫁接50 d和9个月后,分别取6个嫁接组合接口,剪成0.2~0.5 cm的枝段,经FAA固定液固定,采用石蜡切片法制片,观察嫁接接口愈合情况并测定砧、穗细胞大小及密度、导管大小及密度。制片和测定方法见1.3。

1.3 项目测定

枝皮率:用游标卡尺测新梢横断面直径(交叉垂直2个方向取均值),同一部位,剥去皮层,测木质部直径,计算枝皮率、材皮比。每种植物重复测定30次。 $\text{枝皮率}(\%) = \text{皮层面积} / \text{横断面面积} \times 100$; $\text{材皮比} = \text{木质部面积} / \text{皮层面积}$ 。

细胞相似度测定:将新梢剪成0.2~0.5 cm长的枝段,进行石蜡切片。材料经固定(FAA固定液)→脱水、透明(叔丁醇,5级,每级8 h)→浸蜡(1/2叔丁醇+1/2石蜡中浸8 h,纯蜡浸7 h,2次)→包埋→切片(12 μm厚)→染色(番红—固绿)→封片→镜检→照相→用Motic BA600Motic显微镜(中国生产)进行测定分析。测定指标有木质部、韧皮部细胞大小与密度,导管及筛管大小与密度。细胞大小至少测定40个细胞,导管及筛管至少测定20个,密度至少观察12个视野。细胞

大小、导管及筛管均取纵横径均值为结果。

1.4 数据分析

采用SPSS 17.0软件进行试验数据的方差分析,SSR法进行平均数差异多重比较。

2 结果与分析

2.1 嫁接成活率和新梢生长

由表1可知,“绿宝”苹果与不同砧木嫁接后的成活率有极显著差异,嫁接在八棱海棠上的成活率极显著高于嫁接在其它砧木上,其次是嫁接在红果海棠、平顶海棠上的,嫁接在珠美海棠上的成活率最低。从表1还可看出,嫁接砧木对“绿宝”苹果的新梢生长有较大影响。在第一次快速生长结束时,嫁接在八棱海棠、平顶海棠以及圆叶海棠上的“绿宝”苹果,新梢长度显著或极显著高于嫁接在西府海棠和珠美海棠上,至新梢停止生长时,嫁接在八棱海棠上的新梢长度极显著高于其它嫁接组合,嫁接在珠美海棠上的新梢长度最小(因嫁接在平顶海棠上的“绿宝”新梢在生长后期受到意外损伤而使其最终新梢长度和粗度数据缺失)。嫁接在西府海棠上的新梢最粗,但新梢粗与嫁接在八棱海棠和圆叶海棠上无极显著差异。总的来看,新梢粗度间的差异较新梢长度间的小。

2.2 接穗与砧木新梢解剖结构分析

表2表明,“绿宝”苹果与6种砧木的枝皮率和材皮比均有明显差异,显示了“绿宝”苹果与6种砧木解剖结构上的差异。其中八棱海棠和平顶海棠的枝皮率与“绿宝”苹果差异不显著,圆叶海棠、西府海棠与“绿宝”苹果未达极显著差异,珠美海棠和红果海棠的枝皮率极显著低于“绿宝”苹果的枝皮率。材皮比的差异及显著性结果与枝皮率的表现基本一致。

由表3可以看出,“绿宝”苹果新梢导管的密度与八棱海棠和平顶海棠未达差异显著或极显著,而与其它4种砧木均达极显著差异水平;“绿宝”苹果的导管直径与平顶海棠差异不显著,与八棱海棠、圆叶海棠和西府海棠的未达极显著差异,而与珠美海棠和红果海棠的差异极显著。表3还显示,“绿宝”苹果的筛管密度与八棱海棠、平顶海棠和红果海棠的差异不显著,与圆叶海棠未达差异极显著水平,而与西府海棠和珠美海棠的差异

表 1 “绿宝”苹果与不同砧木的嫁接成活率及接穗新梢生长

Table 1 Survival rates and shoot growth of ‘Bramley’s Seedling’ grafted on different rootstocks

品种 Species	成活率 Survival ratio/%	新梢长度 Shoot length/cm		新梢粗度 Shoot diameter/cm
八棱海棠 <i>M. robusta</i>	84.29aA	40.25aA	159.27aA	0.880bAB
平顶海棠 <i>M. prunifolia</i>	72.22cC	38.83abAB	—	—
圆叶海棠 <i>M. prunifolia</i> var. <i>ringo</i>	60.42dD	38.01abAB	88.50cC	0.900bAB
西府海棠 <i>M. micromalus</i>	60.28dD	34.71cCD	126.40bB	1.261aA
红果海棠 <i>M. sieboldii</i>	75.85bB	36.95bBC	57.33dD	0.644bB
珠美海棠 <i>M. zumi</i>	57.39eE	32.29dD	49.50eD	0.590bB

注：表中新梢长度的 2 列数据，分别为新梢第一次快速生长结束及新梢停止生长时的结果。同列下的小写和大写字母分别代表平均数间差异达 0.05 和 0.01 显著水平。以下同。

Note: The two columns of data under descriptive cell of shoot length stand for the shoot length in the end of first fast growth and of growing season respectively. Lowercase and capital letters in the same column mean significance difference at 0.05 and 0.01 respectively. The same as below.

表 2 “绿宝”苹果与 6 种砧木新梢枝皮率的比较

Table 2 Comparison of ‘Bramley’s Seedling’ apple with six tested rootstocks in branch-cortex and xylem-cortexratios

品种 Species	枝皮率 Branch-cortex ratio/%	材皮比 Wood/Bark
“绿宝”苹果 <i>M. domestica</i> ‘Bramley’s seedling’	31.99aA	2.126dD
平顶海棠 <i>M. prunifolia</i>	30.66abA	2.315cdCD
八棱海棠 <i>M. robusta</i>	30.25abA	2.364cdCD
圆叶海棠 <i>M. prunifolia</i> var. <i>ringo</i>	28.42bAB	2.574cCD
西府海棠 <i>M. micromalus</i>	29.04bA	2.597cC
珠美海棠 <i>M. zumi</i>	25.24cBC	3.021bB
红果海棠 <i>M. sieboldii</i>	22.02dC	3.787aA

表 3 “绿宝”苹果与 6 种砧木新梢导管和筛管解剖结构的比较

Table 3 Comparison of ‘Bramley’s Seedling’ apple with six tested rootstocks in anatomical structure of vessel and sieve cell

品种 Species	导管密度 Vessel density/(个·mm ⁻²)	导管直径 Vessel diameter/μm	筛管密度 Sieve tube density/(个·mm ⁻²)	筛管直径 Sieve tube diameter/μm
“绿宝”苹果 <i>M. domestica</i> ‘Bramley’s Seedling’	458bB	30.333aAB	383aAB	22.583dC
平顶海棠 <i>M. prunifolia</i>	433cB	31.208aA	400aA	19.583eD
八棱海棠 <i>M. robusta</i>	467bB	27.875bBC	400aA	25.250bB
圆叶海棠 <i>M. prunifolia</i> var. <i>ringo</i>	400dC	28.000bBC	358bB	23.833cC
西府海棠 <i>M. micromalus</i>	517aA	27.875bBC	30cC	27.667aA
珠美海棠 <i>M. zumi</i>	342eD	27.417bCD	317cC	25.958bB
红果海棠 <i>M. sieboldii</i>	525aA	25.125cD	392aAB	20.292eD

极显著；从筛管直径看，除圆叶海棠外，其余砧木与“绿宝”苹果的筛管直径均达差异极显著水平。综合上述分析，八棱海棠和平顶海棠新梢中导管和筛管的结构与“绿宝”苹果的最相似，其次是圆叶海棠，珠美海棠和红果海棠与“绿宝”苹果的

差异较大。

由表 4 可知，无论是木质部还是韧皮部，八棱海棠细胞的密度和直径与“绿宝”苹果的差异均不显著；平顶海棠和西府海棠与“绿宝”苹果的未达差异显著或极显著水平；红果海棠和圆叶海棠除

表 4 “绿宝”苹果与 6 种砧木新梢细胞解剖结构的比较

Table 4 Comparison of cell construction of ‘Bramley’s seedling’ and six tested rootstocks

品种 Species	木质部细胞密度 Xylem cells density /(个·mm ⁻²)	木质部细胞直径 Xylem cells diameter /μm	韧皮部细胞密度 Phloem cells density /(个·mm ⁻²)	韧皮部细胞直径 Phloem cells diameter /μm
“绿宝”苹果 <i>M. domestica</i> ‘Bramley’s Seedling’	3 000deDE	10.754bB	4 233bcABC	10.167bC
平顶海棠 <i>M. prunifolia</i>	2 967deDE	10.083cB	4 467aA	9.104cD
八棱海棠 <i>M. robusta</i>	3 167cdCD	10.708bB	4 367abAB	10.375bBC
圆叶海棠 <i>M. prunifolia</i> var. <i>ringo</i>	3 333bcBC	11.792aA	4 067cdCD	10.958aAB
西府海棠 <i>M. micromalus</i>	2 800eE	10.133cB	3 933dD	9.854bC
珠美海棠 <i>M. zumi</i>	3 500bB	12.000aA	3 067eE	11.167aA
红果海棠 <i>M. sieboldii</i>	4 500aA	8.667dC	4 133cBCD	7.479dE

了韧皮部的细胞密度外,其它3个指标均与“绿宝”苹果的差异极显著;珠美海棠则有4个指标均与“绿宝”苹果达差异极显著水平。总的看,八棱海棠新梢的细胞结构与“绿宝”苹果最相似,平顶海棠次之,珠美海棠与“绿宝”苹果的差异较大。

综合新梢导管、筛管、细胞的结构分析可知,八棱海棠和平顶海棠的新梢解剖结构与“绿宝”苹果的最相似,圆叶海棠和西府海棠次之,红果海棠和珠美海棠与“绿宝”苹果的差异较大。有报道^[6-7],砧、穗解剖结构的相似度越大,则亲和性越好。由上述结果可知,八棱海棠和平顶海棠应与“绿宝”苹果应有较强的嫁接亲和性,圆叶海棠和西府海棠次之,红果海棠和珠美海棠则与“绿宝”苹果的嫁接亲和性较弱。

2.3 嫁接口的解剖观测

对嫁接口处砧木与接穗(“绿宝”苹果)木质部中的导管和薄壁细胞的差异以及嫁接口的愈合情况进行了解剖观测,结果见表5、6和图1、2。

表5 嫁接口处接穗与不同砧木导管密度及面积的差异

Table 5 Differences between scion and rootstocks of graft union in vessel cell density and area

砧木 Rootstocks	导管密度差值 D-value of density /(个·mm ⁻²)	导管面积差值 D-value of area /μm ²
八棱海棠 <i>M. robusta</i>	17.7cD	79.943 3bB
平顶海棠 <i>M. pruni folia</i>	58.3bBC	68.397 2bB
圆叶海棠 <i>M. pruni folia</i> var. <i>ringo</i>	33.3cCD	98.546 1bB
西府海棠 <i>M. micromalus</i>	100.0aA	255.648 3aA
红果海棠 <i>M. sieboldii</i>	83.3aAB	239.952 0aA
珠美海棠 <i>M. zumi</i>	100.0aA	79.346 3bB

注:表中的差值表示“绿宝”苹果与不同砧木差值的绝对值,以下同。

Note: D-value in the table stands for the absolute D-value between the apple and different rootstocks. The same as below.

从表5可看出,“绿宝”苹果嫁接在西府海棠、珠美海棠和红果海棠上,砧穗间的导管密度差异不显著,但均极显著或显著的高于其它3种组合;嫁接在八棱海棠和圆叶海棠上时,砧穗间的差异最小。从砧穗间导管面积的差值看,“绿宝”苹果嫁接在西府海棠和红果海棠上的差值最大,均极显著高于嫁接在其它4种砧木上,其它4种嫁接组合间的差异不显著。由表6可知,“绿宝”苹果嫁接在不同砧木上,其嫁接口处砧穗间的细胞面

积差值的均未达显著水平差异,但细胞密度的差值达极显著差异水平,以嫁接在西府海棠和红果海棠上的差值最高,极显著高于其它嫁接组合,嫁接在珠美海棠上的次之,而嫁接在八棱海棠、圆叶海棠和平顶海棠砧木上的差值最小。

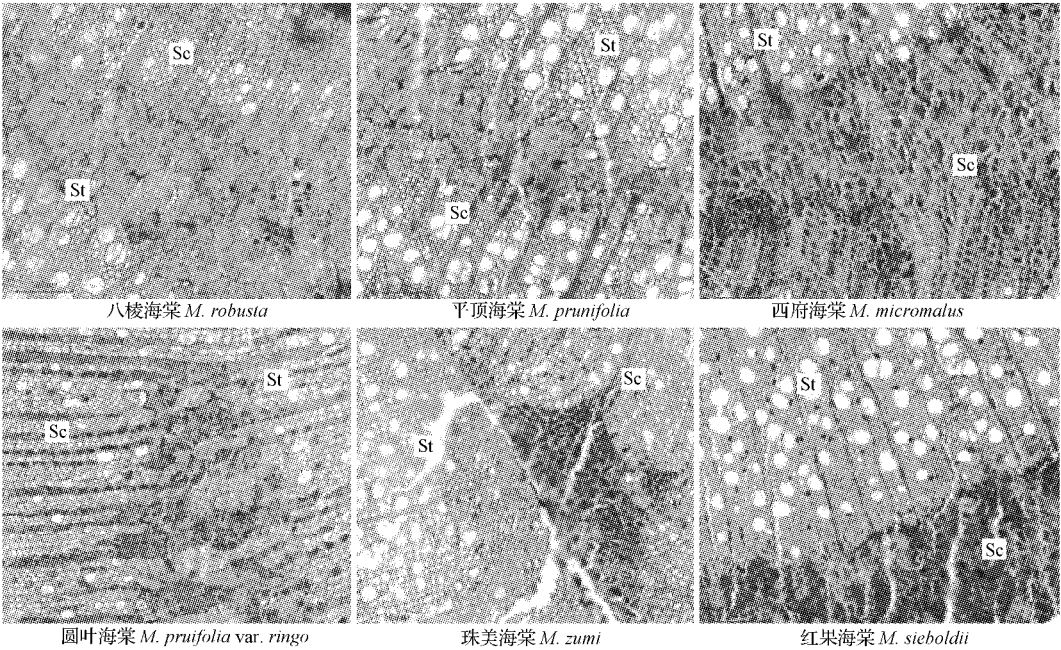
表6 嫁接口处砧穗间薄壁细胞密度和面积的差异

Table 6 Differences between scion and rootstocks of graft union in parenchyma cell density and area

砧木 Rootstocks	细胞密度差值 D-value of cell density /(个·mm ⁻²)	细胞面积差值 D-value of cell area/μm ²
八棱海棠 <i>M. robusta</i>	244.4cC	9.762 1a
平顶海棠 <i>M. pruni folia</i>	366.6cC	9.478 6a
圆叶海棠 <i>M. pruni folia</i> var. <i>ringo</i>	244.4cC	8.414 2a
西府海棠 <i>M. micromalus</i>	1 566.6aA	10.067 4a
红果海棠 <i>M. sieboldii</i>	1 644.4aA	8.205 7a
珠美海棠 <i>M. zumi</i>	866.6bB	8.010 8a

综合表5、6的分析结果,可以看出“绿宝”苹果嫁接在西府海棠和红果海棠上,砧穗间导管和薄壁细胞的密度及面积相差最大,其次是嫁接在珠美海棠上,而嫁接在八棱海棠、圆叶海棠以及平顶海棠上,砧穗间的相差较小,说明导管和薄壁细胞的结构比较相近。接口处砧穗间的解剖结构相差越小,其接穗与砧木的嫁接亲和性越好,由此可反映出,“绿宝”苹果与八棱海棠、圆叶海棠以及平顶海棠的嫁接亲和性较强,而与红果海棠、西府海棠及珠美海棠的嫁接亲和性较弱。

嫁接口的解剖结构图(图1、2)可直观地看出砧穗间的愈合情况,从而反映“绿宝”苹果与不同砧木的嫁接亲和性。从“绿宝”苹果与不同砧木嫁接50 d后砧穗的愈合情况(图1)可以看出,各嫁接组合接合处均已形成愈伤组织,而且“绿宝”苹果与八棱海棠、平顶海棠以及圆叶海棠的接口处染色较深的死细胞极少^[8],已形成输导组织,砧穗结构的相似性较好;而与西府海棠、红果海棠和珠美海棠嫁接时,其接口处有较多死细胞,且与红果海棠、珠美海棠的接口愈合较差,石蜡切片时砧、穗易裂开。嫁接9个月后,再次对嫁接口进行解剖观察发现(图2),“绿宝”苹果与八棱海棠、平顶海棠的接口愈合好,输导组织连接更加通畅;与圆叶海棠和西府海棠的接口愈合较好,砧穗间部分输导组织连接,但与西府海棠接口处仍存在较多



注: St 表示砧木; Sc 表示接穗, 下图同。

Note: St stand for rootstock, Sc stand for scion. The same as Fig. 2.

图 1 “绿宝”苹果与 6 种砧木嫁接 50 d 后嫁接接口解剖结构

Fig. 1 Anatomical structures of the six graft unions in 50 days after grafting

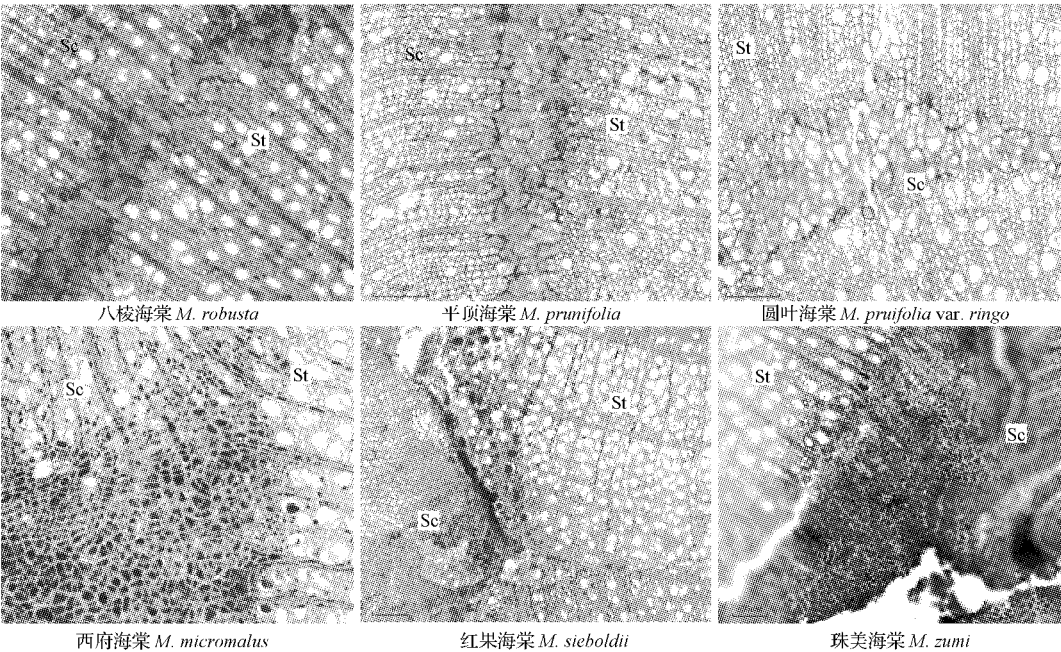


图 2 “绿宝”苹果与 6 种砧木嫁接 9 个月后嫁接接口解剖结构

Fig. 2 Anatomical structures of the six graft unions in 9 months after grafting

染色较深的死细胞;与红果海棠和珠美海棠的接口处砧穗部分连接,虽染色较深的死细胞数量有所减少,但接口愈合牢固度相对较差,石蜡切片时砧穗仍易分离。

综合表 5、6 及图 1、2 可知,“绿宝”苹果与八棱海棠、平顶海棠嫁接愈合好,砧穗间细胞结构、导管结构的差异小;其次是与圆叶海棠嫁接的愈合良好;与西府海棠嫁接,砧木与接穗间细胞及导管的结构有一定差异,接口处有较多死细胞存在,砧穗间输导组织的连通受到影响;与珠美海棠、红果海棠嫁接,砧穗间细胞及导管的结构差异较大,接口处也有较多死细胞,且接口愈合不良,砧穗结合的牢固度相对较差。

3 讨论与结论

果树的嫁接亲和性可以从嫁接成活率、生长、结果、生理及光合特性,抗逆性、解剖结构以及嫁接接口形态表现等多方面来反映,且植物不同表现嫁接亲和性结果所需的时间长短不等。而从解剖结构来反映果树嫁接亲和性的优势是用时短,结果准确,可提早了解嫁接亲和性的强弱^[6],从而为果树生产及科研提供相应参考。

接穗与砧木的组织结构是否相近,与嫁接亲和性强弱有关系,因此对砧木与接穗的内部组织结构进行解剖观察,有助于研究嫁接亲和性。当内部组织结构、生理及遗传性上都彼此相同或相近时,嫁接更易成活^[6,9];砧木与接穗间的形成层薄壁细胞大小相近,解剖结构相似度越大,嫁接亲和性越好^[10];枝皮率、导管数目及大小越接近的,嫁接亲和性越强,否则反之^[11]。而高志红等^[12]对不同甜柿品种的嫁接接合部的解剖研究得出,解剖结构的相似程度不能预测植株的嫁接亲和性。该试验中,“绿宝”苹果(接穗)的枝皮率与八棱海棠、平顶海棠的差异不显著,与圆叶海棠、西府海棠的未达差异极显著,而极显著高于珠美海棠和红果海棠的枝皮率;对导管、筛管的密度及直径,木质部、韧皮部中细胞的密度及直径的分析结果显示,“绿宝”苹果与八棱海棠和平顶海棠的组织结构较为相似,与红果海棠和珠美海棠的结构相差较大。结合嫁接成活率、嫁接口的解剖观察以及嫁接苗的生长表现,该试验结果支持前人关于砧穗组织结构越相似,嫁接亲和性越强的观点。

有关果树嫁接愈合过程多有报道,但不同植物砧穗间的愈合过程大致相同^[13],即隔离层形成、愈伤组织形成及隔离层消失、新形成层的分化与连接以及砧穗间输导组织连接 4 个阶段^[14]。丁平海等^[15]对核桃嫁接的研究表明,嫁接后 40 d 左右完全愈合;梨树嫁接 20 d 后会分化出维管束^[16];“秋富 1”嫁接在八棱海棠等砧木上 7 d 后开始形成愈伤组织^[17];“红富士”葡萄嫁接在“华东”葡萄等砧木上,60 d 后砧穗间维管束连接^[18];山核桃嫁接 24 d 后^[19]、油茶嫁接嫁接 35 d 后^[20]有维管束桥的形成;银杏树嫁接 30 d 后可愈合^[21];亲和性好的“里扎马特/白香蕉”葡萄嫁接组合,嫁接 15 d 后愈伤组织完全形成,35 d 后疏导组织形成^[14]。可见,嫁接成活的时间与植物种类及品种有很大关系。该试验中,嫁接 50 d 后,“绿宝”苹果与八棱海棠、平顶海棠和圆叶海棠的愈合状况较好,砧穗间能形成良好的疏导组织,而“绿宝”苹果嫁接在西府海棠、红果海棠和珠美海棠上,其接口处存在有较多的死细胞的,这可能影响到愈伤组织、新形成层以及输导组织的形成及质量,因而嫁接的牢固度较差,石蜡切片时砧穗易分开。

解剖结构虽然可从一定角度反映砧穗的嫁接亲和性,但若结合嫁接成活率,接穗的生长,则可对砧穗嫁接亲和性给予更客观的评价。该试验中,“绿宝”苹果与 6 种砧木嫁接均能成活,以嫁接在八棱海棠上的成活率最高、新梢生长量最大,嫁接在珠美海棠上的成活率最低,新梢生长量最小。从新梢长势及形态表现看,“绿宝”苹果嫁接在八棱海棠和圆叶海棠上,其嫁接口上下生长粗细较为一致,新梢长势好,而嫁接在珠美海棠上的新梢较细弱,与西府海棠和红果海棠的嫁接接口处表现有“小脚”现象。因此,综合“绿宝”苹果和 6 种砧木新梢的解剖结构、“绿宝”苹果与不同砧木嫁接后接口的解剖结构的试验结果,并结合嫁接成活率、嫁接口的形态表现、新梢长势等方面,可认为 6 种砧木与“绿宝”苹果的嫁接亲和性强弱依次为:八棱海棠、平顶海棠、圆叶海棠、西府海棠、红果海棠、珠美海棠,前 3 种为“绿宝”苹果适宜的嫁接砧木。

(该文作者还有曾丽蓉,单位同第一作者。)

参考文献

- [1] 陈景新. 河北省苹果志[M]. 北京: 农业出版社, 1985.
- [2] 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.
- [3] 张婷, 江文, 王凯平, 等. 树龄对“绿宝”苹果生长及光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2014(14): 31-33.
- [4] MARKS M J, ANDREWS L. The response of Bramley's Seedling apple trees grown on different rootstocks to spring and autumn applied nitrogen[J]. Acta Horticulturae, 1990, 274: 321-329.
- [5] TSAOIR S M A, HARUN R, LAVALLE K. Millennium planting density trial of 'Bramley's seedling' apple on M₉ and M₂₇ rootstocks[J]. Acta Horticulturae, 2011, 903: 627-631.
- [6] 张玉星. 果树栽培学[M]. 4版. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [7] 黄曼娜, 孙华丽, 宋健坤, 等. '杏叶梨/杜梨'嫁接愈合过程的解剖学与生理学研究[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2014, 31(3): 177-182.
- [8] 李鸿莉, 彭宏祥, 朱建华, 等. 毛葡萄嫁接换种砧穗及其接合部位剖面结构观察[J]. 广西农业科学, 2005(5): 415-416.
- [9] 曹建华, 林位夫, 陈俊明. 砧木与接穗嫁接亲和力[J]. 热带农业科学, 2005, 25(4): 64-69.
- [10] 李淑玲. 红松嫁接愈合原理及影响成活的主要因素[J]. 中国林副特产, 2008(4): 83-84.
- [11] 贺普超. 葡萄学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [12] 高志红, 章镇, 段锋. 甜柿砧、穗及其接合部解剖结构观察[J]. 江苏林业科技, 1996(23): 21-24.
- [13] 罗正荣, 胡春根, 蔡礼鸿. 嫁接及其在植物繁殖和改良中的作用[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(1): 59-63.
- [14] 武季玲. 葡萄品种嫁接亲和力的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001.
- [15] 丁平海, 郝荣庭. 核桃枝接愈合过程的解剖学观察[J]. 林业科学, 1991, 27(4): 457-460.
- [16] 初庆刚, 张长胜. 梨树嫁接愈合的解剖观察[J]. 莱阳农学院学报, 1992(9): 256-259.
- [17] 张新忠, 章德明, 张建阁, 等. 矮砧及乔砧苹果树嫁接接口的解剖观察[J]. 园艺学报, 1995, 22(2): 117-122.
- [18] 王淑英, 石雪晖, 谷继成. 葡萄嫁接愈合过程[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1998(4): 12-14.
- [19] 黄坚钦, 章滨森, 陆建伟, 等. 山核桃嫁接愈合过程的解剖学观察[J]. 浙江林学院学报, 2001(18): 111-114.
- [20] 杨志坚, 冯金玲, 陈辉. 油茶芽苗砧嫁接接口愈合过程解剖学研究[J]. 植物科学学报, 2013, 31(3): 313-320.
- [21] 杨雄, 李正理, 沈雪珍, 等. 银杏雌雄株间嫁接的愈伤组织发生[J]. 植物学报, 1995, 37(11): 909-912.

Anatomical Study on Graft Trees of 'Bramley's Seedling' Apple and Different Rootstocks

LUO Jianxia, ZHENG Xin, SHI Yanshan, LI Shouzheng, WANG Yan, ZHANG Zhixiao, ZENG Lirong
(College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

Abstract: The buds of *Malus domestica* 'Bramley's Seedling' being grafted respectively on *M. robusta*, *M. prunifolia*, *M. prunifolia* var. *ringo*, *M. micromalus*, *M. sieboldii* and *M. zumi*, the anatomical structures of graft union and of shoots sprouted from grafting buds and rootstocks were observed and measured to understand the graft compatibility of six *Malus* species with the apple. The results showed that there was no significant difference between the apple and the three species *M. robusta*, *M. prunifolia* and *M. prunifolia* var. *ringo* in aspect of branch-cortex ratio, and relative smaller differences existed between the scion and the rootstocks in the tissue structure of shoot cross section. Significant differences appeared between the apple and the other two species *M. sieboldii* and *M. zumi* in aspect of branch-cortex ratio, and relative bigger differences emerged between the scion and the rootstocks in the tissue structure of shoot cross section. The graft unions with *M. prunifolia*, *M. robusta* and *M. prunifolia* var. *ringo* had small differences in the tissue structures between the scion and the rootstocks and healed normally. The graft unions with *M. zumi* and *M. sieboldii* had relative bigger difference in the tissue structure between the scion and rootstocks and healed abnormally. It was more likely for the shoots grafted on *M. zumi* and *M. sieboldii* to split from the rootstocks. According to comprehensive analysis, *M. robusta*, *M. prunifolia* and *M. prunifolia* var. *ringo* could be considered as the rootstocks with appropriate graft compatibility to 'Bramley's Seedling' apple.

Keywords: 'Bramley's Seedling' apple; graft; rootstock; anatomical structure; compatibility