

‘21 世纪’桃对其砧木毛桃根系导管分子性状的影响

郭学民¹, 肖 啸², 梁丽松⁴, 张立彬², 高荣孚³, 王贵禧^{4,*}

(¹ 河北科技师范学院生命科学科技学院, 河北秦皇岛 066600; ² 河北科技师范学院园艺科技学院, 河北秦皇岛 066600; ³ 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100083; ⁴ 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘 要: 采用组织离析法和显微照相技术, 观测了以毛桃为砧木, ‘21 世纪’桃品种为接穗的嫁接树与非嫁接树根系导管分子类型和大小。结果表明: 与未嫁接的实生砧木树相比, 嫁接树的根系中导管分子侧壁次生增厚和木质化的方式、纹孔式及穿孔板类型未见变化, 但两端具尾的导管分子数明显减少, 导管分子端壁向一端壁水平一端壁倾斜的中间类型变化, 导管分子长度变化不大, 但直径明显变小。这意味着桃树接穗对砧木根系导管分子的类型与直径产生了一定的影响。

关键词: 桃; 砧木; 接穗; 根系; 导管分子

中图分类号: S 662.1

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2011) 06-1147-06

Effects of Grafted *Prunus persica* ‘21th Century’ on the Characters of Vessel Elements in Root System of *P. persica* Stock

GUO Xue-min¹, XIAO Xiao², LIANG Li-song⁴, ZHANG Li-bin², GAO Rong-fu³, and WANG Gui-xi^{4,*}

(¹College of Life Science & Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Qinhuangdao, Hebei 066600, China; ²College of Horticulture Science and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Qinhuangdao, Hebei 066600, China; ³College of Life Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; ⁴The Research Institute of Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The type and size of vessel elements in root system of both grafted peach trees in which *Prunus persica* ‘21th Century’ scion were grafted onto *P. persica* rootstocks and non-grafted *P. persica* were examined using tissue segregation procedure and micrograph. The results showed that compared with seedling tree rootstocks which were not grafted, in root system of grafted trees, there were no changes in the mode of secondary wall thickening and lignifications, pitting pattern and types of perforation plates, but the number of vessel elements with tails in both end walls significantly reduced; Vessel element end wall changed to the middle type in which one end wall was horizontal and the other was sloping; The changes of vessel element length were not significant while its diameter decreased significantly. These results indicate peach scion had a certain impact on the type and diameter of vessel elements in root system of stock.

Key words: peach; stock; scion; root system; vessel element

收稿日期: 2010 - 11 - 01; 修回日期: 2011 - 05 - 23

基金项目: 河北科技师范学院博士基金项目 (2008YB002)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: wanggx@caf.ac.cn)

土壤冻结或接近冰点时,因光照强烈或大风作用,植物地上部分过度蒸腾,根系吸水速率又减慢,对植物所造成的干旱伤害,即为冬害(Kramer, 1940)。*‘21 世纪’*桃是河北科技师范学院园艺科技学院培育的优质晚熟桃品种。在栽培中,发现该桃树干迎风面容易发生冬害,背风面可安全越冬,这种伤害可能主要与冀东地区冬季大风作用有关,大风首当其冲地作用于树干迎风面,主要影响其蒸腾强度,蒸腾散失的水分直接或间接地来源于树干次生木质部的导管。导管分子是木质部输导水分和矿质营养的基本结构单位,导管直径的大小对木质部水分输导效率具有深远影响,且与木质部栓塞脆弱性和抗旱性有关(Lo Gullo et al., 1995; 安锋 等, 2002)。郭学民等(2008)观察发现, *‘21 世纪’*桃树干迎风面导管分子直径比背风面大 14.5% ($P < 0.01$),这暗示,在冬季 *‘21 世纪’*桃树干迎风面的伤害可能与根系供水不足有关,而根系供水能力与其导管分子性状有关, *‘21 世纪’*桃树砧木根系导管分子性状如何,与接穗导管分子性状相互关系如何,成为颇受关注的课题。

导管分子的分化是典型的细胞程序性死亡过程(Hosokawa et al., 2001),受内在因素如脱落酸、生长素等以及钙离子和钙离子结合蛋白,外在因素如阳光、水分、养分及温度等(樊汝汶等, 1999)以及不同生长环境选择压力(Fahn, 1990)影响。而嫁接可引起嫁接结合部的水分输导(Soumelidou et al., 1994; Atkinson et al., 2003)及植物体水分状况(Berman & DeJong, 1997; Cohen & Naor, 2002; Basile et al., 2003; Solari et al., 2006)和营养与激素分布(Jones, 1976; Richards et al., 1986; Sorce et al., 2002)的改变,这些变化可能影响导管分子的分化,进而改变导管分子的性状。

在园艺科研实践中,人们往往更关注砧木对接穗生长的影响,而接穗对砧木的影响尚未引起足够重视。然而,接穗生长发育所需水分和矿物质均来自砧木根系导管分子的供应,接穗对砧木根系导管分子性状的影响必将对接穗生长活动产生反馈作用,因此,探索接穗对砧木根系导管分子的影响很有必要。

1 材料与方法

试验于 2003—2008 年在河北科技师范学院园艺科技学院试验基地进行。2003 年播种野生毛桃(*Prunus persica* L.)种子获得实生苗。2004 年分成两组,其中一组以毛桃为砧木,4 年生 *‘21 世纪’*(*P. persica* *‘21th Century’*)桃的 1 年生枝条为接穗进行芽接,获得嫁接树,另一组毛桃不嫁接。2008 年 10 月,嫁接树结果相对稳定后,考虑到桃树根系的分布、导管分子发育的成熟度及肉质根皮与木质部的比例,分别在距嫁接树和非嫁接树树干 1.2~1.5 m、深 60~100 cm 处,取距根尖 6~8 cm、直径为 1.0 mm 左右的根段。嫁接树与非嫁接树分别随机选 3 株,每株树随机取 3 个根段,去根皮后,将木质部劈为细丝状,分别混合后作为嫁接树根系样品和非嫁接树根系样品。

材料经离析液(李正理, 1996)离析,1%番红染色制片,显微镜观察并拍照,每个样品测定 100 个导管分子,依据 Tippe (1941)的方法对导管分子进行描述。

利用 DPS v3.01 专业版数据处理系统对两个样品的导管分子长度和直径分别进行 t 检验,比较嫁接树与非嫁接树导管分子性状的差异。

2 结果与分析

2.1 嫁接对砧木导管分子类型的影响

在嫁接与非嫁接两个样品的桃树根次生木质部的离析材料中,均发现有多种类型的导管分子(图 1, 图 2)。从导管分子侧壁次生增厚和木质化的方式看,都属于孔纹导管。导管分子管间纹孔均为

互列纹孔式。

从尾的长短来看, 在两个样品的材料中可观察到具长尾导管分子(图 1, J; 图 2, E)、具短尾导管分子(图 1, E~K; 图 2, A~D)以及在有尾和无尾间过渡阶段的导管(图 1, B、D; 图 2, H、I)。

从尾的有无来看, 在两个样品导管分子中, 有的两端具尾(图 1, F、G、J、K; 图 2, A、D、E、H), 有的一端具尾、一端无尾(图 1, B、D、E; 图 2, B、C、G、I), 有的两端无尾(图 1, A、C、H、I; 图 2, F、J), 但两种材料导管分子具尾的类型所占的比例不同。与非嫁接树相比, 嫁接树两端具尾的导管分子数少 27.0%, 而一端具尾和无尾的导管分子数分别多 15.2%和 11.1%(图 3), 即嫁接以后两端具尾的导管分子数量明显减少。

从穿孔板的式样看, 在所观察的材料中, 导管分子均为单穿孔(图 1, 图 2)。

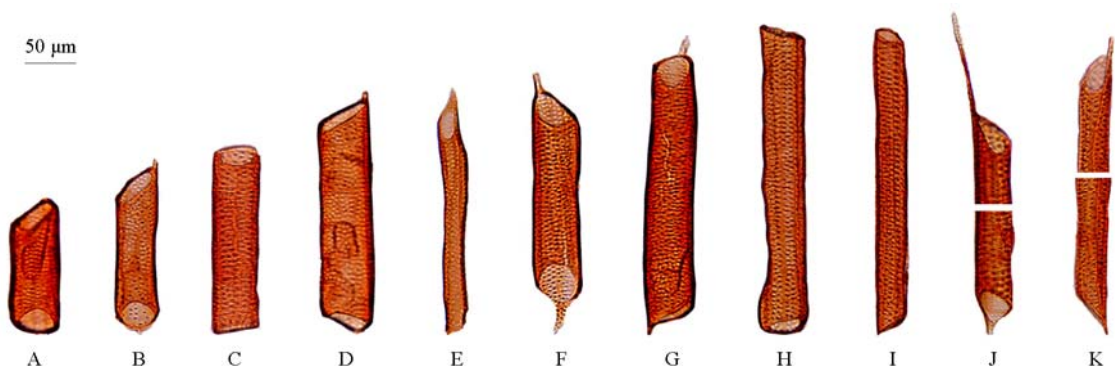


图 1 嫁接树根系导管分子形态

A、I: 一端壁水平, 一端壁倾斜; B、D、E: 两端倾斜, 一端具尾; C、H: 两端近水平, 无尾; F、G、J、K: 两端倾斜且具尾。

Fig. 1 Vessel element shape in root system of grafted tree

A, I: One end wall is horizontal, and the other slope; B, D, E: Both end walls are slope, and tail in one end wall; C, H: Both end walls are near horizontal, and no tail in one end wall; F, G, J, K: Both end walls are slope, and tails in both end walls.

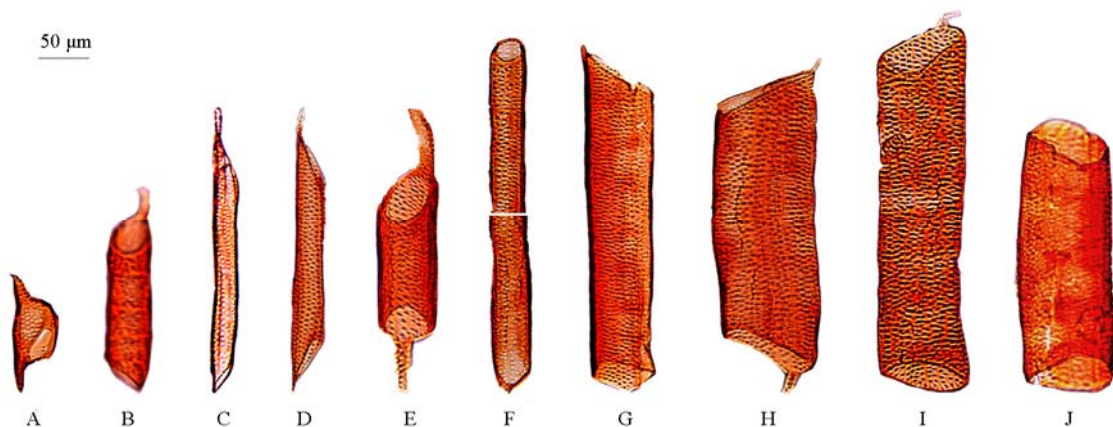


图 2 非嫁接树根系导管分子形态

A、D、E、H: 两端倾斜, 两端具尾; B、C: 两端倾斜, 一端具尾;
F: 两端倾斜, 无尾; G、I: 一端近水平, 一端具尾; J: 两端近水平, 无尾。

Fig. 2 Vessel element shape in root system of non-grafted tree

A, D, E, H: Both end walls are slope, tails in both end walls; B, C: Both end walls are slope, tail in one end wall;
F: Both end walls are slope, no tail in one end wall; G, I: One end wall is near horizontal, tail in one end wall;
J: Both end walls are near horizontal, no tail in one end wall.

从导管分子端壁倾斜性来看,从比较倾斜的端壁(图1, B、E、J、K; 图2, A~D)经中间过渡类型(图1, A、G、I; 图2, F~I)一直到两端壁水平(图1, C、H; 图2, J)。但是,两个样品材料导管分子端壁倾斜度类型所占比例不同。与非嫁接树相比较,嫁接树一端壁水平一端壁倾斜的导管分子所占的比例提高 50.0%,而两端壁均倾斜的导管分子数和两端壁均为水平的分别降低 18.6%和 28.9%(图4),即嫁接后导管分子的端壁向一端壁水平一端壁倾斜的中间类型过渡变化。

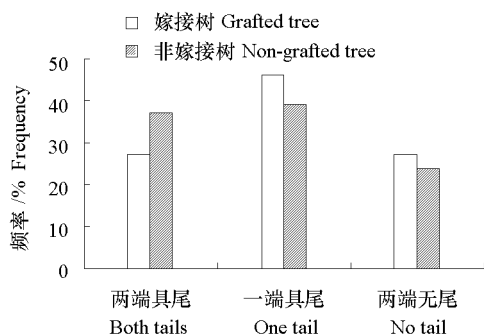


图3 根系导管分子不同尾类型出现的频率
Fig. 3 Frequency of different tail types of vessel element

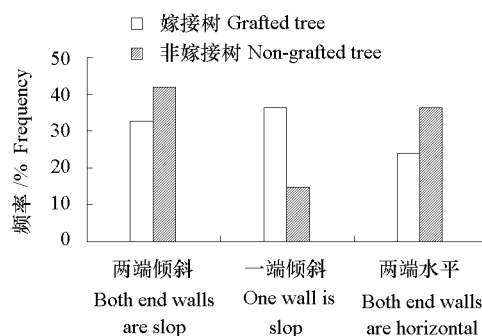


图4 根系导管分子端壁倾斜度类型的情况
Fig. 4 Frequency of different end wall angle types in vessel elements

2.2 嫁接对砧木导管分子长度和直径的影响

两个样品材料导管分子长度主要分布在 151 ~ 350 μm , 其分布趋势相似。嫁接后接穗对砧木根系导管分子长度影响不大(图5)。

两个样品材料导管分子直径均分布在 15 ~ 75 μm 之间(图6)。但嫁接树根系导管分子平均直径较非嫁接树根系小 16.3% ($P < 0.01$)(图5)。非嫁接树根系中直径大于 76 μm 的导管分子占 19%, 而嫁接树根系中为 0。可见,嫁接后砧木根系导管分子直径有变小的趋势。

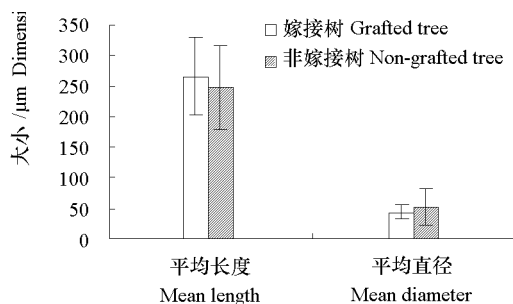


图5 根系导管分子平均长度与平均直径
Fig. 5 Mean length and mean diameter of vessel elements

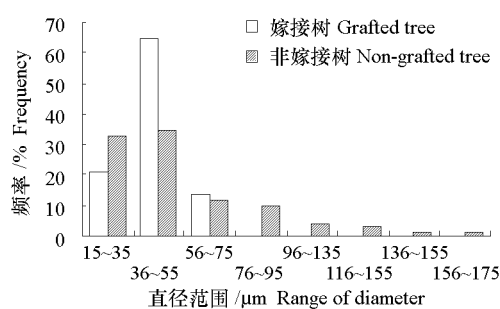


图6 根系导管分子直径分布情况
Fig. 6 Distribution of the diameter of vessel elements in root system

3 讨论

从本研究看,利用组织离析法,一方面可定性观察导管分子尾、穿孔板、导管网间纹孔式及侧壁次生增厚和木质化的方式等特性,另一方面可获得导管分子大样本以对其长度、直径与类型等数据进行定量分析。与木材切片法相比,组织离析法简便易行,获得信息丰富,是研究嫁接对砧木根系木质部结构影响的有效方法。

在本研究中,‘21 世纪’桃品种嫁接到毛桃砧木后,砧木根系中不同导管形态的构成比例发生

变化, 导管分子的直径也显著变小。嫁接后砧木根系导管分子直径的变化与刘世彪等(2000)在巴西橡胶树根系的观察结果相近。上述结果在其它桃品种上是否出现需要进一步研究。

大管径导管分子输水能力强, 小管径导管分子输水能力则弱。本研究发现毛桃嫁接栽培品种后砧木根系导管分子直径变小, 意味着嫁接后根系导管分子输水能力将有所降低, 进而可能影响到树体的水分供应。但大管径导管分子容易形成空穴与栓塞, 致使水力结构破坏, 导管内的水柱断裂, 输水系统受限(李吉跃和翟红波, 2000; 刘晓燕 等, 2003)。研究发现, 桦树、杨树、枫树等双子叶树木以及单子叶树木中, 从枝条、树干到根系其导管直径依次增大(Zimmermann, 1978; Zimmermann & Potter, 1982; Anoli, 1987), 这种导管直径的梯度变化可能是树体生长和越冬期间保证水分正常供应的重要基础。郭学民等(2008)观察发现, ‘21 世纪’桃树干迎风面和背风面导管分子直径分别为 57.19 和 48.96 μm , 分别比毛桃砧木根系导管分子直径(43.8 μm)大 23.4%和 10.5%, 这与上述树种根系导管分子直径大于树干的结果相反, 此差异一方面可能导致 ‘21 世纪’桃根系越冬期间供水能力不足, 另一方面在冬季地上部分的剧烈蒸腾及茎干迎风面较大直径的导管可能引起空穴与栓塞的形成, 进而使茎干受害, 这可能是 ‘21 世纪’桃易受冬害的重要原因之一。

为提高果树的适应性和抗逆性, 实践中人们较多关注对砧木的选择, 以及研究砧木对地上部分的影响(刘广 等, 2009; 施先锋 等, 2009)。然而, 嫁接果树作为一个统一体, 砧木与接穗相互影响是必然的, 包括地上部分对地下的影响(周开兵 等, 2005; Alonia et al., 2010; Carmen Martínez-Ballesta et al., 2010; 丁璇 等, 2010)。这一点, 本试验结果已经提供了数据支持。因此, 在果树栽培中选择砧穗组合时, 不仅要考虑砧木对接穗的影响, 还要考虑接穗对砧木的影响。或许, 接穗与砧木导管分子直径的差异应成为筛选嫁接组合的一个参考指标。

References

- Alonia B, Cohen B, Karnia L, Aktas H, Edelstein M. 2010. Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127: 119 – 126.
- An Feng, Zhang Shuo-xin, Zhao Ping-juan. 2002. Progress on study of vulnerability of xylem embolism in woody plants. *Journal of Northwest Forestry University*, 17 (3): 30 – 34. (in Chinese)
- 安 锋, 张硕新, 赵平娟. 2002. 木本植物木质部栓塞脆弱性研究进展. *西北林学院学报*, 17 (3): 30 – 34.
- Anoli R. 1987. Differentiation of vascular tissues. *Ann Rev Plant Physiol*, (38): 179 – 204.
- Atkinson C J, Else M A, Taylor L, Dover C J. 2003. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.). *J Exp Bot*, 54: 1221 – 1229.
- Basile B, Marsal J, DeJong T M. 2003. Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth to daily dynamics of stem water potential. *Tree Physiol*, 23: 695 – 704.
- Berman M E, DeJong T M. 1997. Diurnal patterns of stem extension growth in peach (*Prunus persica*): Temperature and fluctuations in water status determine growth rate. *Physiol Plant*, 100: 361 – 370.
- Carmen Martínez-Ballesta M, Alcaraz-López C, Muries Bz, Mota-Cadenasa C, Carvajal M. 2010. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127: 112 – 118.
- Cohen S, Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductances. *Plant Cell Environ*, 25: 17 – 28.
- Ding Xuan, Yuan Kun, Cao Jian-hua, Xu Zhi-juan, He Zhe, Lin Wei-fu. 2010. Research progress on interaction between rootstock and scion. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 30 (5): 68 – 71. (in Chinese)
- 丁 璇, 袁 坤, 曹建华, 徐智娟, 何 哲, 林位夫. 2010. 嫁接树砧穗互作研究进展. *热带农业科学*, 30 (5): 68 – 71.
- Fahn A. 1990. Plant anatomy. Wu Shu-ming trans. Tianjin: Nankai University Press: 102 – 113, 106 – 107. (in Chinese)
- Fahn A. 1990. 植物解剖学. 吴树明译. 天津: 南开大学出版社: 102 – 113, 106 – 107.
- Fan Ru-wen, Yin Zeng-fang, Zhou Jian. 1999. A review of the study on the developmental biology of xylem. *Chinese Bulletin of Botany*, 16 (4):

- 387 - 397. (in Chinese)
- 樊汝汶, 尹增芳, 周 坚. 1999. 植物木质部发育生物学研究. 植物学通报, 16 (4): 387 - 397.
- Guo Xue-min, Xiao Xiao, Xu Xing-you, Dongfang Yang, Zhang Li-bin. 2008. Observation on the vessel elements of secondary xylem in late-ripening peach trees. Journal of Fruit Science, 25 (1): 22 - 26. (in Chinese)
- 郭学民, 肖 啸, 徐兴友, 东方阳, 张立彬. 2008. 21 世纪桃树次生木质部导管分子特征的观察. 果树学报, 25 (1): 22 - 26.
- Hosokawa M, Suzuki S, Umezawa T. 2001. Progress of lignification mediated by intercellular transportation of monolignols during tracheary element differentiation of isolated *Zinnia* mesophyll cell. Plant Cell Physiol, 42 (9): 959 - 968.
- Jones O P. 1976. Effect of dwarfing interstocks on xylem sap composition in apple trees: Effect on nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, and magnesium content. Ann Bot, 40: 1231 - 1235.
- Kramer P J. 1940. Root resistance as a cause of decreased water absorption by plants at low temperatures. Plant Physiol, 15: 63 - 79.
- Li Ji-yue, Zhai Hong-bo. 2000. Hydraulic architecture and drought resistance of woody plant. Chinese Journal of Applied Ecology, 11 (2): 301 - 305. (in Chinese)
- 李吉跃, 翟红波. 2000. 木本植物水力结构与抗旱性. 应用生态学报, 11 (2): 301 - 305.
- Li Zheng-li. 1996. Anatomy of plant tissue. Beijing: Peking University Press: 91 - 92. (in Chinese)
- 李正理. 1996. 植物组织制片学. 北京: 北京大学出版社: 91 - 92.
- Liu Guang, Yang Xing-ping, Xu Jin-hua, Gao Chang-zhou. 2009. Development of grafting culture technology in watermelon and melon. China Cucurbits and Vegetables, (1): 28 - 31. (in Chinese)
- 刘 广, 羊杏平, 徐锦华, 高长洲. 2009. 西瓜甜瓜嫁接栽培技术研究进展. 中国瓜菜, (1): 28 - 31.
- Liu Shi-biao, Lin Wei-fu, Hao Bing-zhong. 2000. Vessel structural characters in different parts of the rubber tree (*Hevea brasiliensis*) and their effect on the vessel of graft union of patch grafts. Chinese Journal of Tropical Crops, 21 (4): 7 - 14. (in Chinese)
- 刘世彪, 林位夫, 郝秉中. 2000. 巴西橡胶树不同高度导管的结构特征及其对嫁接树导管结构的影响. 热带作物学报, 21 (4): 7 - 14.
- Liu Xiao-yan, Li Ji-yue, Zhai Hong-bo, Zhu Guo-bin. 2003. Discussion on drought resistance through hydraulic architecture of trees. Journal of Beijing Forestry University, 25 (3): 48 - 54. (in Chinese)
- 刘晓燕, 李吉跃, 翟洪波, 朱国彬. 2003. 从树木水力结构特征探讨植物耐旱性. 北京林业大学学报, 25 (3): 48 - 54.
- Lo Gullo M A, Salleo S, Piaceri E C, Rosso R. 1995. Relations between vulnerability to xylem embolism and xylem conduit dimensions in young trees of *Quercus cerris*. Plant Cell Environ, 18: 661 - 669.
- Richards D, Thompson W K, Pharis R P. 1986. The influence of dwarfing apple interstocks on the distribution and metabolism of xylem applied [^3H] gibberellin A₄. Plant Physiol, 82: 1090 - 1095.
- Shi Xian-feng, Peng Jin-guang, Wang Hong-tai, Tong Zheng-fu, Zeng Hong-xia, Du Nian-hua. 2009. Research progress of effects of grafting on physiology in cucurbitaceous vegetable crops. Journal of Changjiang Vegetables, (2b): 6 - 9. (in Chinese)
- 施先锋, 彭金光, 王宏太, 童正富, 曾红霞, 杜念华. 2009. 嫁接对瓜菜生理影响的研究进展. 长江蔬菜, (2b): 6 - 9.
- Solari L I, Johnson S, DeJong T M. 2006. Hydraulic conductance characteristics of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks are related to biomass production and distribution. Tree Physiol, 26: 1343 - 1350.
- Sorce C, Massai R, Picciarelli P, Lorenzi R. 2002. Hormonal relationships in xylem sap of grafted and ungrafted *Prunus* rootstocks. Sci Hortic, 93: 333 - 342.
- Soumelidou K, Battey N H, John P, Barnett J R. 1994. The anatomy of developing bud union and its relationship to dwarfing in apple. Ann Bot, 74: 605 - 611.
- Tippo O. 1941. A list of diagnostic characteristics for description of dicotyledonous woods. Illinois Acad Sci, 34: 105 - 106.
- Zhou Kai-bing, Guo Wen-wu, Xia Ren-xue, Hu Li-ming, Huang Ren-hua. 2005. Influence of scion on the growth and some physiological and biochemical characters of rootstocks for citrus. Subtropical Plant Science, 34 (3): 1 - 14. (in Chinese)
- 周开兵, 郭文武, 夏仁学, 胡利明, 黄仁华. 2005. 柑桔接穗对砧木生长及若干生理生化特性的影响. 亚热带植物科学, 34 (3): 1 - 14.
- Zimmermann M H. 1978. Hydraulic architecture of some diffuse-porous trees. Canadian Journal of Botany, (56): 2286 - 2295.
- Zimmermann M H, Potter D. 1982. Vessel-length distribution in branches, stem and roots of *Acer rubrum*. IAWA Bull, (3): 103 - 109.