

# 新疆野苹果研究进展

张艳敏<sup>1</sup>, 冯涛<sup>2</sup>, 张春雨<sup>3</sup>, 何天明<sup>4</sup>, 张小燕<sup>5</sup>, 刘遵春<sup>1</sup>, 王艳玲<sup>1</sup>,  
束怀瑞<sup>1</sup>, 陈学森<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>山东农业大学作物生物学国家重点实验室, 山东泰安 271018; <sup>2</sup>天津农学院, 天津 300384; <sup>3</sup>吉林大学植物科学学院, 长春 130062; <sup>4</sup>新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052; <sup>5</sup>浙江大学, 杭州 310058)

**摘要:** 新疆野苹果 [*Malus sieversii* (Lebed.) Roem.] 可能是栽培苹果 (*Malus domestica* Borkh.) 的祖先, 主要分布在中亚地区的天山山脉, 包括中国新疆伊犁的巩留、新源、霍城及裕民等, 遗传多样性极为丰富。作者对新疆野苹果的发生、分类学地位、群体遗传结构、遗传多样性、生存现状及核心种质构建与新疆野苹果的保护保存等作一综述, 旨在为新疆野苹果这一珍贵资源的科学保护与有效利用提供参考。

**关键词:** 苹果; 新疆野苹果; 遗传多样性; 群体遗传结构; 核心种质

**中图分类号:** S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 03-0447-06

## Advances in Research of the *Malus sieversii* (Lebed.) Roem.

ZHANG Yan-min<sup>1</sup>, FENG Tao<sup>2</sup>, ZHANG Chun-yu<sup>3</sup>, HE Tian-ming<sup>4</sup>, ZHANG Xiao-yan<sup>5</sup>, LIU Zun-chun<sup>1</sup>,  
WANG Yan-ling<sup>1</sup>, SHU Huai-rui<sup>1</sup>, and CHEN Xue-sen<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>State Key Laboratory of Crop Biology, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; <sup>2</sup>Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; <sup>3</sup>College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062, China; <sup>4</sup>Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; <sup>5</sup>Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

**Abstract:** *Malus sieversii* (Lebed.) Roem., the main progenitor of domesticated apple (*Malus domestica* Borkh.), is rich in genetic diversity. *M. sieversii* mainly distributed in Tianshan Mountains in Central Asia including Gongliu population, Xinyuan population, Huocheng population and Yumin population in China. The occurrence, taxonomic status, population genetic structure, genetic diversity and core collection construction of *Malus sieversii* were reviewed, in order to provide the reference for efficacious conservation and utilization of *Malus sieversii*.

**Key words:** *Malus*; *Malus sieversii* (Lebed.) Roem.; population genetic structure; genetic diversity; core collection

我国是世界苹果属植物重要的起源中心, 种质资源极为丰富。起源于我国的苹果属植物野生种有 21 个, 其中新疆野苹果 [或塞威士苹果, *Malus sieversii* (Lebed.) Roem.] 可能是现代栽培苹果 (*Malus domestica* Borkh.) 的祖先种 (李育农, 2001), 仅分布于天山山脉, 包括中国新疆伊犁地区、哈萨克斯坦的阿拉木图州、塔尔迪库勒干州及吉尔吉斯斯坦的伊塞克湖州 (林培钧和崔乃然, 2000)。

新疆野苹果属第三纪孑遗物种 (张新时, 1973), 其果实形态、着色、风味, 植株高矮、树形等变异很多, 而且由于自然选择形成了许多抗旱、抗寒、抗病虫、耐瘠薄的特异单株。丰富的变异使新

收稿日期: 2008 - 09 - 28; 修回日期: 2009 - 02 - 23

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30871679); 国家 '863' 计划重点项目 (2006AA100108); 山东省农业良种工程项目

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: chenxs@sdau.edu.cn)

疆野苹果赢得了众多研究者的关注。但是由于农田开发、过度放牧、人为砍伐及苹果小吉丁虫危害,新疆野苹果已被列为国家濒危二级保护植物。近年来新疆野苹果群落面积急剧减少(冯涛等, 2006b), 有效保护这一宝贵种质迫在眉睫。

本文对国内外学者 1926年以来, 尤其是作者近几年来有关新疆野苹果的研究进展综述如下, 旨在进一步引起国家及有关专家对新疆野苹果的重视, 为有效保护及科学利用这一宝贵资源提供基本资料。

## 1 新疆野苹果的发生、分类地位及其与栽培苹果的亲缘关系

### 1.1 新疆野苹果及伊犁野果林的发生

以新疆野苹果为主要建群种的伊犁野果林是第三纪古温带阔叶林的残遗群落, 是在荒漠地带山地中出现的罕见的“海洋性”阔叶林类型, 具有宝贵的生态地理学意义(张新时, 1973)。其分布与当地丰富的降水、显著的冬季逆温层及免于寒潮侵袭的地形等特殊生态因子有关。伊犁地区是个向西开口的山间谷地, 南部、东部和北部的雪山成为天然屏障, 使北冰洋的寒潮、东部蒙古—西伯利亚大陆反气旋和南部塔克拉玛干酷热的沙漠气流对伊犁谷地的影响大为减弱。向西开敞的缺口有利于里海湿气和巴尔喀什暖流的进入, 带来丰富的降水, 又有冰川积雪夏溶。这样, 在伊犁构成了新疆最温和、湿润的气候条件和最丰足的水利资源。伊犁地区的前山由于未遭受到第三纪末至第四纪初冰期山地冰川迭次下降的侵袭, 又较少受间冰期和后冰期荒漠干旱气候的影响, 遂成为喜暖中生阔叶树的“避难所”, 残遗分布有野果林(张新时, 1973)。林培钧和崔乃然(2000)对伊犁地区和哈萨克斯坦的阿拉木图州考察后认为, 第四纪古冰川规模巨大, 很难做出中亚天山环境条件不变, 是第三纪残遗野果林避难所的结论。他认为随着第四纪冰川的进退, 野果林连同整个古植物水平图谱, 曾在广阔的中亚平原, 包括伊犁谷地和阿拉木图州在内的范围内发生多次往返迁移, 发展至末次冰期消失后, 迁移方向由西向东, 逐渐演变至今日野果林现状。虽然这两位学者在野果林存留过程方面存在分歧, 但都认同野果林是第三纪古温带阔叶林的残遗群落。

### 1.2 分类学地位

1984年俞德浚在《中国果树分类学》中将新疆野苹果(*Malus sieversii*)列入真苹果组(*Eumalus* Zabel)的苹果系(*Pumila* Rehd), 首次赋予新疆野苹果在苹果属中的分类地位。这一划分得到了Ponomarenko(1991)的认同, 并被纳入世界苹果属植物分类系统。李育农和李晓琳(1995)对苹果属植物过氧化物酶同工酶谱进行研究, 发现苹果系种间具有两条相同的特征带, 印证了这种分类方法。该分类方法也被分子系统学研究结果所证实: Robinson等(2001)对苹果属植物叶绿体基因组的*matK*序列和Stephen等(2002)对苹果属植物核DNA序列的分析结果均支持将新疆野苹果列入苹果系。

### 1.3 新疆野苹果与栽培苹果的亲缘关系

Vavilov(1926, 1930)认为“多样性中心即起源中心”, 推测土耳其斯坦的野生苹果和它的近缘种是栽培苹果的祖先。同样, Ponomarenko(1991)及Janick(1996)也认为中亚地区是栽培苹果的起源中心, 并提出新疆野苹果是栽培苹果祖先。阎国荣(1997)对中国境内的新疆野苹果与多个栽培苹果品种的8种叶片外部性状数据进行主成分分析显示, 新疆野苹果的红肉苹果变型*M. sieversii* f. *neidzvetzkyana*(Dieck)Langenf与金冠品种亲缘关系最近。Chen等(2007)研究结果表明, 栽培苹果与新疆野苹果果实的主要挥发性化合物成分基本一致, 支持“新疆野苹果可能是栽培苹果的祖先种”的结论, 但不能排除栽培苹果是杂种起源的可能。而且, 现在新疆仍有10余个野苹果向栽培苹果转变的中间类型在当地广泛栽培(张钊, 1982), 可作为野苹果人工驯化的证据; 对苹果属植物的*matK*成熟酶基因的末端片段、ITS1、ITS2及5.8S rRNA序列的比较结果也表明, 新疆野苹果是与栽

培苹果亲缘关系最近的野生种 (Forte et al, 2002)。

对于栽培苹果起源问题, 尚有其他观点。Rehder (1940) 认为, 森林苹果 (*M. sylvestris* Miller) 等可能参与了栽培苹果的形成。随后, 新疆野苹果、东方苹果 (*M. orientalis* Uglitz) 等也被认为可能是栽培苹果的祖先, 其中新疆野苹果被认为是最主要的祖先 (Korban & Skirvin, 1984; Dunemann et al, 1994; Lamboy et al, 1996; Hokanson et al, 1997); 西洋苹果不但具有新疆野苹果的所有谱带, 且尚有其他谱带 (李育农和李晓琳, 1995)。Dunemann等 (1994) 对苹果属植物进行 RAPD 标记分析发现, 森林苹果与栽培苹果亲缘关系最近。Stephen等 (2002) 对苹果属植物核 DNA 和叶绿体 DNA 序列分析表明, 栽培苹果与一系列苹果属植物亲缘关系较近, 但新疆野苹果与栽培苹果共有的一段 18 bp 的重复序列, 支持这两个种亲缘关系最近的观点。所以, 在找到更富于变异且能提供系统发生信息的标记之前, 栽培苹果杂种起源的观点不能被完全拒绝。

## 2 群体遗传结构

群体遗传结构是指遗传变异在物种或群体中的一种非随机分布, 即遗传变异在群体内、群体间的分布样式以及在时间上的变化 (Hamrick & Loveless, 1989)。为了阐明生物进化的过程、式样和机理, 必须首先探讨生物群体遗传变异大小、遗传结构及其变化规律以及影响群体遗传结构的各种因素 (Hamrick, 1983; 葛颂和洪德元, 1994; 葛颂, 1997)。此外, 群体遗传结构的研究也是种质资源利用和物种保护的基础 (葛颂, 1997)。

Lamboy等 (1996) 对中亚的 259株实生苗的进行同工酶分子变异分析, 结果发现, 85%同工酶变异是由居群内部野生单株间差异造成的, 另外 15%变异是由采样区域间差异造成的, 且同一区域内的各居群间差异没有造成同工酶变异。Volk等 (2005) 采用 SSR 技术对来自中亚的 591个单株进行遗传多样性分析发现, 在同一采样地内的野生单株间遗传分化远大于采样地间的遗传分化, 表明大部分遗传分化是由居群内部野生单株间差异造成的。李天俊等 (2003) 对伊犁的新疆野苹果进行过氧化物酶同工酶谱分析表明, 不同野苹果居群之间存在明显的差异, 而同一居群内差异不显著。

在对新疆伊犁和塔城地区 4个新疆野苹果居群进行 SSR 及 SRAP分析显示, 其遗传分化大部分存在于居群内部, 且群体间的遗传距离与地理距离显著相关; 而基因流水平较高, 表明新疆野苹果可能属外杂交物种。在参试的 4个居群中, 以巩留居群遗传多样性最丰富, 应优先保护 (Zhang et al, 2007; 张春雨等, 2009)。

## 3 形态及化学成分的遗传多样性

张钊 (1982) 根据果实形态将新疆野苹果分为 43种类型。林培均和崔乃然等 (2000) 对伊犁地区的新疆野苹果林进行了普遍考察, 并结合多年定点观测, 发现新疆野苹果果实形状及成熟期等变异广泛, 并将新疆野苹果分为 84个类型。冯涛等 (2006b) 研究表明: 新疆野苹果的果实形状、大小、颜色和果柄长度等形态性状的变异系数均在 10%以上, 表现出较丰富的遗传多样性, 其中巩留县居群单果质量的变异幅度最大, 形状有扁圆形、近圆形、圆形和圆锥形等, 果皮颜色有绿、黄、橘黄、粉红、红和深红等, 具有栽培苹果的典型特征。Geibel等 (2000) 及 Forsline 和 Aldwinckle (2004) 研究发现, 新疆野苹果果实大小变异幅度最大, 而且有高品质单株, 甚至认为它具有栽培苹果的全部品质。

化学组成是植物产品品质优劣与潜在价值的基本信息。冯涛等 (2006b) 对伊犁地区巩留县莫合乡的 78个新疆野苹果实生株果肉中矿质营养元素进行测定, 结果表明每种矿质元素含量单株间差异显著, 多样性丰富。冯涛等 (2006a) 和 Chen等 (2007) 从新疆野苹果 30个实生株系中鉴定出 11

类化合物 177种香气成分,其种类、含量及遗传分离比率都存在广泛变异,遗传多样性极为丰富,其中 90种成分为新疆野苹果特有成分,7种为特征香气成分。Streĭtsina等 (1995)报道新疆野苹果的一些单株果实富含儿茶酚、绿原酸、原花青素和黄酮醇类物质。张小燕等 (2008a, 2008b)对新疆野苹果糖、酸及酚类物质组分的研究表明,变异系数均在 20%以上,遗传多样性丰富,单株间差异显著,进一步筛选的潜力很大;与栽培苹果比较发现,新疆野苹果属于果糖/蔗糖积累型,而栽培苹果属于果糖/葡萄糖积累型。

#### 4 新疆野苹果的生存现状与保护保存

冯涛等 (2006b)对新疆野苹果的生存现状进行的调查与研究结果表明:野苹果林面积日渐减少,1959年野苹果林面积曾达 9 300 hm<sup>2</sup>,时隔半个世纪,目前不足 1 800 hm<sup>2</sup>;野苹果遗传多样性及固有的繁育体系正被破坏。在野果林中难以见到新生的更新树,也难以见到不同树龄同在的“天然野苹果林”。危及新疆野苹果生存安全的另外一个因素是苹果小吉丁虫的传播与蔓延,其平均发病率达 70%以上,野苹果的生存环境受到严重威胁。冯涛等 (2007)对新疆野苹果种群结构的初步研究结果表明:巩留新疆野苹果种群年龄结构属老衰类型,新源新疆野苹果种群年龄结构属稳定类型,且新源新疆野苹果种群郁闭度远大于巩留。因此,巩留新疆野苹果种群破坏严重,亟待加强保护。

尽管新疆野苹果正遭到严重破坏,群落面积急剧减少,但目前仍有 1 800 hm<sup>2</sup>近 100万份资源,如此巨大的种质资源数量进行异地或离体保存的难度极大。核心种质概念的提出和不断完善,为种质资源的深入评价和有效保护利用开拓了新的途径。作者所在团队在前期研究工作的基础上,借鉴一年生作物核心种质构建的方法,联合遗传距离和等位基因数,初步研究建立了依据分子数据构建核心种质的技术体系,为新疆野苹果核心种质的构建及异地建圃保存奠定了基础;研究并建立新疆野苹果原生境保存、异地建圃保存、离体保存和利用保存等多层次保护保存体系,对于切实保护新疆野苹果这一珍贵资源具有重要意义(待发表)。吴传金等 (2008)初步研究建立了新疆野苹果茎尖超低温保存技术体系,为新疆野苹果资源的离体保存提供了技术支撑。

在资源评价基础上,对这些特异单株抗性基因或优异基因进行分子标记定位,进而克隆和功能鉴定,可以获得新的可用于苹果遗传操作的目的基因。为此,山东农业大学课题组已构建了栽培苹果 × 新疆野苹果的杂种分离群体,为进一步的功能基因挖掘、实现新疆野苹果的“利用保存”奠定了基础。

#### References

- Chen Xue-Sen, Feng Tao, Zhang Yan-min, He Tian-ming, Feng Jian-rong, Zhang Chun-yu. 2007. Genetic diversity of volatile components in Xinjiang wild apple (*Malus sieversii*). *Journal of Genetic and Genomics*, 34 (2): 171 - 179.
- Dunemann F, Kahnau R, Schmidt H. 1994. Genetic relationships in *Malus* evaluated by RAPD “fingerprinting” of cultivars and wild species. *Plant Breeding*, 113: 150 - 159.
- Feng Tao, Chen Xue-sen, Zhang Yan-min, He Tian-ming, Zhang Chun-yu, Wang Li-ping, Liu Yang-min. 2006a. Comparison study of volatile constituents in *Malus sieversii* (Ldb.) Roem. and in *Malus domestica* Borkh. *Acta Horticulturae Sinica*, 33 (6): 1295 - 1298. (in Chinese)
- 冯涛,陈学森,张艳敏,何天明,张春雨,王立平,刘杨岷. 2006a. 新疆野苹果 [*Malus sieversii* (Ldb.) Roem.] 与栽培苹果香气成分的比较研究. *园艺学报*, 33 (6): 1295 - 1298.
- Feng Tao, Zhang Hong, Chen Xue-sen, Zhang Yan-min, He Tian-ming, Feng Jian-rong, Xu Zhang. 2006b. Genetic diversity of morphological traits and content of mineral element in *Malus sieversii* (Ldb.) Roem. and its elite seedlings. *Journal of Plant Genetic Resources*, 7 (3): 270 - 276. (in Chinese)
- 冯涛,张红,陈学森,张艳敏,何天明,冯建荣,许正. 2006b. 新疆野苹果形态与矿质元素含量多样性以及特异性状单株. *植物遗传资源学报*, 7 (3): 270 - 276.

- Feng Tao, Zhang Yan-min, Chen Xue-sen. 2007. A preliminary study of population structure of *Malus sieversii* (Ldb.) Roem. populations in Gongliu and in Xinyuan Xinjiang. *Journal of Fruit Science*, 24 (5): 571 - 573. (in Chinese)
- 冯涛, 张艳敏, 陈学森. 2007. 新疆野苹果居群年龄结构及郁闭度研究. *果树学报*, 24 (5): 571 - 573.
- Forsline P L, Aldwinckle H S. 2004. Evaluation of *Malus sieversii* seedling populations for disease resistance and horticultural traits. *Acta Horticulturae*, 663: 529 - 534.
- Forte A V, Ignatov A N, Ponomarenko V V, Dorokhov D B, Savelyev N I. 2002. Phylogeny of the *Malus* (apple tree) species, inferred from the morphological traits and molecular DNA analysis. *Russian Journal of Genetics*, 38 (12): 1150 - 1161.
- Ge Song, Hong De-yuan. 1994. Principles and methodologies of biodiversity studies. Beijing: Chinese Science and Technology Press: 123 - 140. (in Chinese)
- 葛颂, 洪德元. 1994. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学与技术出版社: 123 - 140.
- Ge Song. 1997. Conservation biology. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press: 11 - 19. (in Chinese)
- 葛颂. 1997. 保护生物学. 杭州: 科学技术出版社: 11 - 19.
- Geibel M, Dehmer K J, Forsline P L. 2000. Biological diversity in *Malus sieversii* populations from central Asia. *Acta Horticulturae*, 538: 43 - 49.
- Hamrick J L, Loveless M D. 1989. Associations between the breeding system and the genetic structure of tropical tree populations. Bock J, Linhart Y B. *Evolutionary ecology of plants*. Boulder: Westview Press.
- Hamrick J L. 1983. Plant population genetics and evolution. *American Journal of Botany*, 69: 1685 - 1693.
- Hokanson S C, McFerson J R, Forsline P L, Lamboy W F, Luby J J, Djangaliev A D, Aldwinckle H S. 1997. Collecting and managing wild *Malus* germplasm in its center of diversity. *Horticultural Science*, 32: 173 - 176.
- Janick J. 1996. Apples // Janick J, Moore J N. *Fruit breeding: Tree and tropical fruits*. New York: John Wiley & Sons.
- Korban S S, Skirvin R M. 1984. Nomenclature of the cultivated apple. *Horticultural Science*, 19: 177 - 180.
- Lamboy W F, Yu J, Forsline P L, Weeden N F. 1996. Partitioning of allozyme diversity in wild populations of *Malus sieversii* L. and implications for germplasm collection. *The American Society for Horticultural Science*, 121: 982 - 987.
- Li Tian-jun, Hu Zhong-hui, Wang Li. 2003. Primary studies on genetic diversity of the pox isoenzyme banding patterns of Xinjiang wild apple [*Malus sieversii* (Lebed.) Roem.]. *Agricultural Sciences in Tianjin*, 9 (3): 27 - 29. (in Chinese)
- 李天俊, 胡忠惠, 王丽. 2003. 利用过氧化物酶同工酶测定新疆野苹果多态性试验简报. *天津农业科学*, 9 (3): 27 - 29.
- Li Yu-nong, Li Xiao-lin. 1995. Studies on the pox isoenzyme banding patterns of genus *Malus* in the world. *Journal of Southwest Agricultural University*, 17 (5): 371 - 377. (in Chinese)
- 李育农, 李晓琳. 1995. 苹果属植物过氧化物酶同工酶酶谱的研究. *西南农业大学学报*, 17 (5): 371 - 377.
- Li Yu-nong. 2001. Researches of germplasm resources of *Malus* Mill. Beijing: China Agriculture Press: 20 - 134. (in Chinese)
- 李育农. 2001. 苹果属植物种质资源研究. 北京: 中国农业出版社: 20 - 134.
- Lin Pei-jun, Cui Nai-ran. 2000. Tianshan wild fruit forest resources in Tianshan Mountains-Comprehensive research on 15 wild fruit forests in Xinjiang, China. Beijing: China Forestry Press: 6 - 140. (in Chinese)
- 林培钧, 崔乃然. 2000. 天山野果林资源——伊犁野果林综合研究. 北京: 中国林业出版社: 6 - 140.
- Ponomarenko V V. 1991. The polymorphism and the characteristics of *Malus* species in Russian [Ph. D. Dissertation]. Russian: Vavilov Institute of Plant Industry: 12 - 70, 77 - 110.
- Rehder A. 1940. *Malus* Mill. // *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America*. New York: MacMillan Company.
- Robinson J P, Harris S A, Juniper B E. 2001. Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh. *Plant Systematics and Evolution*, 226: 35 - 58.
- Stephen A H, Julian P R, Barrie E J. 2002. Genetic clues to the origin of the apple. *Trends Genet*, 18: 426 - 430.
- Streletsina S A, Aminov M Kh, Samorodova B ianki G B, Ponomarenko V V. 1995. Phenolic compounds of *Malus sieversii* (Lebed.) M. Roem. fruits. *Rastitel'nye Resursy*, 31 (4): 44 - 59.
- Vavilov N I. 1926. Studies on the origin of cultivated plants. *Trudy Byuro Prikl Bot*, 16: 139 - 245.
- Vavilov N I. 1930. Wild progenitors of the fruit trees of turkistan and the caucasus and the problem of the origin of fruit trees. London: Praeger Hort.
- Volk M G, Richards M C, Reilley A A, Henk D A. 2005. Ex situ conservation of vegetatively propagated species: Development of a seed-based core collection for *Malus sieversii*. *The American Society for Horticultural Science*, 130: 203 - 210.
- Wu Chuan-jin, Chen Xue-sen, Zeng Ji-wu, Yi Gan-jun, Liu Chong-qi, Zhang Da-hai. 2008. Cryopreservation of *in vitro* shoot tips of *Malus*

- sieversii by vitrification and its regeneration. Journal of Plant Genetic Resources, 9 (2): 243 - 247. (in Chinese)
- 吴传金, 陈学森, 曾继吾, 易干军, 刘崇琪, 张大海. 2008. 新疆野苹果 (*Malus sieversii*) 超低温保存与植株再生. 植物遗传资源学报, 9 (2): 243 - 247.
- Yan Guo-rong. 1997. The Application of principal-component analysis method in the researches of the genetic relationships between *Malus sieversii* and several cultivars. The Environmental Protection of Xinjiang, 19 (1): 41 - 45. (in Chinese)
- 阎国荣. 1997. 主分量分析法在新疆野苹果与数种栽培品种亲缘关系研究中的应用. 新疆环境保护, 19 (1): 41 - 45.
- Zhang Chun-yu, Chen Xue-sen, He Tian-ming, Liu Xiao-li, Feng Tao, Yuan Zhao-he. 2007. Genetic diversity in *Malus sieversii* (Lebed.) Roem. . Population genetic structure in *Malus sieversii* revealed by SSR markers in Xinjiang, China. Journal of Genetic and Genomics, 34 (10): 947 - 955.
- Zhang Chun-yu, Chen Xue-sen, Lin Qun, Yuan Zhao-he, Zhang Hong, Zhang Xiao-yan, Liu Chong-qi, Wu Chuan-jin. 2009. SRAP markers for population genetic structure and genetic diversity in *Malus sieversii* from Xinjiang, China. Acta Horticulturae Sinica, 36 (1): 7 - 14. (in Chinese)
- 张春雨, 陈学森, 林 群, 苑兆和, 张 红, 张小燕, 刘崇琪, 吴传金. 2009. 新疆野苹果群体遗传结构和遗传多样性的 SRAP 分析. 园艺学报, 36 (1): 7 - 14.
- Zhang Xiao-yan, Chen Xue-sen, Peng Yong, Wang Hai-bo, Shi Jun, Zhang Hong. 2008a. Genetic diversity of mineral elements, sugar and acid components in *Malus sieversii*. Acta Horticulturae Sinica, 35 (2): 277 - 280. (in Chinese)
- 张小燕, 陈学森, 彭 勇, 王海波, 石 俊, 张 红. 2008a. 新疆野苹果矿质元素与糖酸组分的遗传多样性. 园艺学报, 35 (2): 277 - 280.
- Zhang Xiao-yan, Chen Xue-sen, Peng Yong, Liu Zun-chun, Shi Jun, Wang Hai-bo. 2008b. Genetic diversity of phenolic compounds in *Malus sieversii*. Horticulturae Sinica, 35 (9): 1351 - 1356. (in Chinese)
- 张小燕, 陈学森, 彭 勇, 刘遵春, 石 俊, 王海波. 2008b. 新疆野苹果酚类物质组分的遗传多样性. 园艺学报, 35 (9): 1351 - 1356.
- Zhang Xin-shi. 1973. On the eco-geographical characters and the problems of classification of the wild fruit-tree forest in the Ili valley of Sinkiang. Acta Botanica Sinica, 15 (2): 239 - 253. (in Chinese)
- 张新时. 1973. 伊犁野果林的生态地理特征和群落学问题. 植物学报, 15 (2): 239 - 253.
- Zhang Zhao. 1982. Xinjiang apple. Urumchi: The people's publishing house of Xinjiang: 318 - 325. (in Chinese)
- 张 钊. 1982. 新疆苹果. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社: 315 - 325.

## 会议

## 第六届国际核桃论坛在澳大利亚墨尔本召开

第六届国际核桃论坛于 2009 年 2 月 20—27 日在澳大利亚墨尔本召开。会议由澳大利亚 Webster 有限责任公司主办, 来自澳大利亚、新西兰、中国、美国、法国、意大利、西班牙、智利等 14 个国家的 108 位代表参加了会议, 国际园艺学会干果委员会主任 Damiano Avanzato 博士出席了会议。中国有 11 位代表出席会议, 分别来自山西、山东、河北、河南 4 省。

论坛分为会前专业考察和会议论坛两部分。专业考察主要包括: Webster 有限责任公司位于新南威尔士 Tabbita 的 865 hm<sup>2</sup> 核桃园, 主要品种为 Ashley, Chandler, Howard, Lara, Serx, Tulare, Vina, 砧木为黑核桃和奇异核桃; Orchard 股份公司的核桃园; Select Harvests 公司的扁桃园及 Pioneer Pistachios 公司的阿月浑子园。

会议论坛包括 11 个专题: 中国核桃业发展、澳洲核桃业发展、区域核桃业发展、核桃育种、生物技术、果园管理、生理、采后、育苗、果园节水和果园病虫害防治。中国代表做了大会发言和墙报交流。

山西省农业科学院果树研究所的田建保研究员做了发言, 在参会中国代表的共同努力下, 赢得了第七届国际核桃论坛 (2013 年) 的主办权。Damiano Avanzato 博士及澳洲、美国、智利的专家纷纷向中国代表祝贺, 预祝 2013 年在中国召开的第七届国际核桃论坛圆满成功。

田建保、王国平、武彦霞、陈秋芳  
山西省农业科学院果树研究所