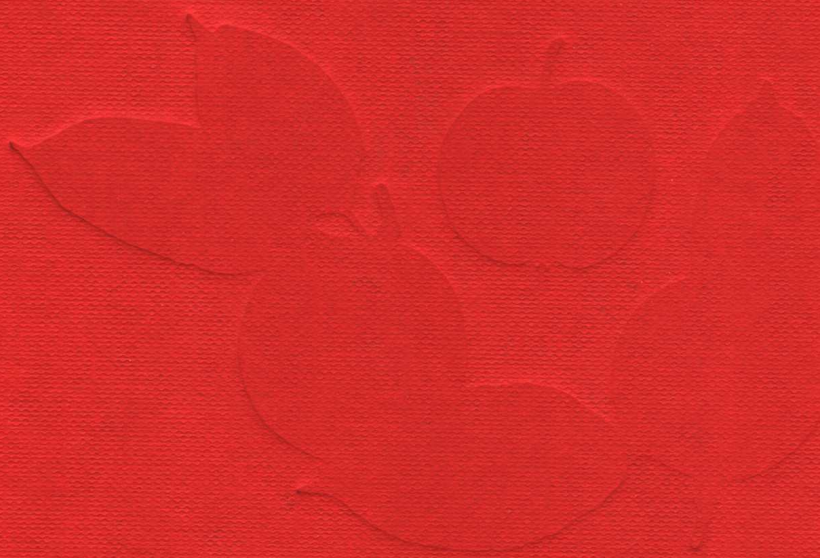


# 苹果属植物 种质资源研究

RESEARCHES OF GERMPLASM RESOURCES  
OF MALUS MILL.

李育农 编著

Compiled by Li Yunong



中国农业出版社

CHINA AGRICULTURE PRESS

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

# 苹果属植物种质资源研究

RESEARCHES OF GERMPLASM  
RESOURCES OF *MALUS* MILL.

李育农 编著

Compiled by Li Yunong

中国农业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

苹果属植物种质资源研究/李育农编著. —北京:中国农业出版社, 2001.6

ISBN 7-109-06805-6

I. 苹 ... II. 李 ... III. 苹果属-种质资源-研究  
IV. Q949.751.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 01599 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人:沈镇昭

责任编辑 杨天桥

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月北京第 1 次印刷

---

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:13.375 插页:4

字数:318 千字 印数:1~1 000 册

定价:60.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误,请向出版社发行部调换)

植物种质资源研究近年在中国出现了可喜的进展。《苹果属植物种质资源研究》的问世，再清楚不过地说明了这一点。

苹果属植物的种质资源丰富。中国是世界苹果属植物最大的起源中心，居有重要地位。苹果属植物不仅种类多、分布广，且利用历史悠久，在果树栽培、观赏植物生产和育种上经济价值很高。但是有关研究长期落后：原产中国的种类，最基本的采集、分类定名，过去也主要依赖外国人。这一情况在中华人民共和国成立后才有了根本性转变。

随着植物形态分类在 20 世纪初逐步走向实验分类阶段后，中国植物分类学家俞德浚首先在中国苹果属植物分类研究上对苹果属分类作出了重大贡献，他当时也已提出实验分类学的必要性。随后，中国学者纷纷从资源调查、孢粉学、细胞学、遗传学、酶学、化学分类学、生态地理学等各个方面对苹果属植物资源进行了有益的探索，取得了丰硕的成果。

李育农教授在教学的同时，早年即从事这方面的研究。他除了潜心研读前人文献资料，综合近人研究成果外，还亲赴原生地区考察、采集，建立了原始材料圃，主持了苹果属植物研究项目，有步骤

地进行各项试验，对苹果属种类作了详尽的研讨。他先后发表了不少论文，有些在国际学术会议上取得很高的荣誉。他曾多次在国内外获奖，在离休后应各方要求，将多年钻研所得整理编著成书。

2

《苹果属植物种质资源研究》是一本基础理论和应用技术兼顾，对苹果属资源具有周密研究的专著。对苹果属植物的种类、特征特性、分布、起源、演化直到利用，都作了深入的探讨。每章都有所侧重，各具特色。从理论到实际，从前人研究到最新成果，一一评述。广征博引，穷源溯流，反复剖析论证，择善而从。文笔流畅，犹如“悬河泻水，注而不竭”，而且丝丝入扣，读来实在是一种享受。特别是所有创新之处，见解精确独到，持论严谨，实事求是，令人折服。

书中澄清了不少久悬未决的问题。如中国苹果属野生种和栽培种的来历；中国苹果和西洋苹果起源演化的不同途径及其共同祖先塞威士苹果演化的变迁；中国苹果在分类系统中的地位等。由于过去对种的概念认识不一，或是栽培种、野生种不分，因而分类上莫衷一是。认真研究论证后的分类新体系，显得更加切合实际，受到读者普遍好评。

说来有趣，我与作者虽然心仪已久，但仅有一面之缘。40年前(1961年)，他来参观我们的野生果树原始材料圃，很感兴趣。时中山植物园正值复建初期，所收苹果属植物不过20种。不幸后在“文革”中荡然无存，使他大为惋惜。20世纪90年代初开始，承他不时邮赐论文和信函。信总是长篇累牍地商讨他所关切的学术问题。他那种虚怀若谷、不耻下问的态度令人感动。而数十年如一日，他孜孜不倦地从原材料搜集、保存到深入研究，终于完成这一巨著的毅力更加可佩。我仅从搜集、保存少量原材料的那一小段时间切身体会，已深感艰辛不易。可见若没有锲而不舍的精神，很难设想能完成这一业绩，尤觉得难能可贵。现在由我来评价他的专著，自知绌短汲深，力不从心，但就此一

面之缘，令我也非常愿意为他作序，借以祝贺他的学术成就，也用以纪念我们之间诚挚的友谊。

张宇和

2000年2月

自从 1871 年栽培苹果引入中国后,百余年来逐步取代了中国苹果(绵苹果)和沙果等栽培品种。与此同时,“苹果为外来种”的概念也几乎成为人们的共识。其实中国苹果及其近缘种的栽培历史至少可追溯到西汉时期,已有两千多年的历史。世界苹果属植物资源约 27 种,而中国即占 19 种。有鉴于此,作者从 20 世纪 40 年代起就在西南地区从事苹果引种驯化工作,逐步深入,锲而不舍,到 20 世纪 90 年代,创立了苹果属植物种质资源研究中心,对世界苹果种的数量、分布、演化进行了广泛研究,并先后考察了美国康乃尔大学苹果种质资源圃,俄罗斯、哈萨克斯坦和中国新疆伊犁地区、云贵川高原等苹果属野生种的集中分布区,广泛收集了大量苹果属植物资源并建种质圃,对其进行观察比较和生物学等方面的深入研究。本书重点反映了作者的研究成果。

一、在参考了有关物种起源中心和多样化中心的关系,以及对有关中国野生种的数量、分布历史和演化的研究后,认同了中国川滇古陆是世界上苹果属植物最大的也是最古老的起源中心,又是多样化中心之一。

二、提出了中国苹果和西洋苹果同源异化的见解,认为中国苹果和西洋苹果栽培历史同样悠久,均起源于新疆野苹果,即塞威士苹果 *M. sieversii* (Led.)

Roem., 只是彼此发展的方向不同, 并存在自然隔离。塞威士苹果在向西发展的过程中, 先后掺杂了东方苹果和森林苹果的种质, 故西洋苹果的同工酶酶谱较复杂, 染色体倍性多样化; 而塞威士苹果在向东发展的过程中, 变化不大, 故中国苹果的种质仍较单纯, 同工酶酶谱与新疆野苹果接近, 染色体仅有 2 倍体。这也是把中国苹果定为苹果亚种的依据, 并且初步划清了两者的渊源关系。

2 三、苹果属的分类过去大多沿用 Rehder 的系统, 20 世纪 50 年代后期, 俞德浚把中国原产的一些种纳入这一分类系统, 初步体现了中国的特色。在本书中, 作者根据中国原有种质的地理分布、种间亲缘关系、新种的发现以及近 20 年来苹果属植物的孢粉学、酶学、遗传学和细胞学等方面研究的进展, 提出了新的苹果属植物分类方法; 建议野生种可按自然分类法而栽培种则应另行分类。因此, 对 Rehder 的分类系统作了部分修正, 并列出了中国苹果属植物栽培种的分类系统。虽然后者尚较粗略, 然也算一种新说, 有利于对自然的进一步认识和对栽培果树分类的探讨。

四、以理论指导生产是本书的另一特点。作者收集了近 40 年来中国对苹果砧木、育种资源的抗性(抗病、虫及自然灾害等)以及其他用途等多方面的研究成果, 并进行了评述, 这将对当今及以后中国苹果生产的发展起到良好的推动作用。

近年来, 中国已出版了《苹果学》和《中国果树志·苹果卷》, 本书的出版是又一部有关苹果理论的重要专著, 这反映了在中国苹果生产飞跃发展的同时, 也带来了理论成果的丰收。

本书是 1996 年由中国农业出版社向作者组稿的, 多年来, 作者对编撰内容常来函进行切磋和商讨。对作者锲而不舍、求真考实、数易其稿的艰辛劳动深表钦佩。承邀述感, 并以自励。

陆秋农

2000 年仲夏



苹果属植物是一属珍贵的经济植物，在果树栽培、育种及观赏植物的研究和应用方面，在世界上都占有重要地位。

从植物资源的角度言之，中国是世界上苹果属植物种类最多的国家，也是苹果属植物起源演化的一个大基因中心，在有关的基础研究和应用研究中，对中国苹果属植物资源的研究有举足轻重之势。过去由于中国的资源流失加上后来的闭关锁国，形成了起源中心在中国、研究在外国的状况，出现了中外研究进展上的巨大差距。

对苹果属植物进行较系统的研究，国外始于17世纪70年代的林奈(Linnaeus)，而国内则始于20世纪50年代的俞德浚。因此中国对苹果属植物进行系统研究的时间较西方晚180年，且在材料上多限于国产的种类，在研究方法上又大多没有越过形态解剖学的范畴。近30年来国内学者才开始拓宽视野，研究取材已不局限于国产的种类；在研究方法上已跨过形态解剖的领域，深入到细胞水平或非结构性的生理遗传和分子水平的研究；在内容上不论是种内和种间亲缘关系、起源演化、分类和种质特性，较之半个世纪以前都取得了新的进展，从而缩小了中外研究工作上的一些差距，为国内外研究工作的接轨创造了条件。因此，有必要在中国对

苹果属植物今昔研究的基础上进行一次检阅和对比, 编纂成书, 供作同行研究的参考。

《苹果属植物种质资源研究》共分 12 章, 各章中心内容除在题上标明之外, 其内容特点尚有稍加说明的必要。

第一章 介绍世界苹果属植物种类和分布, 首先将栽培种和野生种分开叙述, 从而澄清了一些对栽培种与野生种混淆不清的概念。同时将野生种自然分布的 5 大基因中心及栽培种人为分布的领域分别加以图示, 明确野生种自然分布和栽培种人为分布的界限, 并将此概念贯穿到其他各章中。

2 第二章 对世界苹果属植物进行种的描述, 将中国原产的野生种和栽培种及国外引进的野生种和栽培种分开描述。澄清中国苹果属植物野生种和栽培种来历不清的局面, 同时也明确了原产中国苹果属植物资源现知的家底。

本章在描述中国原生种的形态特征中, 以俞德浚氏的描述和附图为准。而对国内外其他种类的描述和取材出处不一。因此, 记载和绘图稍有不够规范之处。

第三章 在苹果属植物的起源演化中, 介绍了诸家对于苹果属植物起源演化的论据和论点, 包括苹果属系统发育的图谱。但截至目前为止, 苹果属植物的起源演化大多仍是根据现有野生植株的形态解剖进行分析论证, 而物种演化的历程年代久远, 在缺少化石证据的情况下, 有的问题尚不能立下结论。

第四章 在苹果种的起源演化中, 介绍了中国苹果和西洋苹果起源演化的不同途径, 明确了共同的祖先种塞威士苹果在演化过程中的变迁, 更正了前人将中国苹果作为一个品种纳入西洋苹果品种之中, 或将西洋苹果列为中国苹果属植物中的一个种的概念。

第五章 综述和评论了苹果属植物分类研究的历史, 肯定了前人研究取得的成就, 提出了分类上存在的问题。例如, 将栽培种与野生种并列于自然分类的体系中; 将只有连续变异而没有中

断变异的类型或变种定为种，使种的数目不断膨胀，给苹果属植物分类造成了许多亟待解决的难题。

第六章 按照有无自然分布区的原则将栽培种与野生种分开，又按照种的多型性原则缩简了种的数目。同时，根据细胞学、酶学、孢粉学及授粉受精生物学等微观研究的结果，将一些在分类上有争论的种，给以接近实际的处理，从而提出苹果属植物分类的新体系。

第七章 在苹果属植物的生殖特性中，主要阐述了苹果属植物染色体的数目和核型、小孢子染色体的联会构型和苹果属植物单价染色体基数  $x=17$  的由来；染色体数目整倍性结构的变异在进化中的作用；多倍体的来源及其在种的扩散上的作用；无融合生殖种的机制及其在育种上的功用；种间授粉受精的亲合性与亲缘关系的远近关系等。

第八章 在苹果属植物的抗逆性和抗病虫性方面，反映国内外先期和近代对苹果属植物的抗逆性和抗病虫性系统研究的结果，并列出苹果属植物在研究工作中筛选出来的抗旱、抗涝、抗寒、抗盐碱和抗病虫较强的种类，最后介绍中国对不同的野生种类抗病毒病的鉴定结果，供作继续试验研究的参考。

第九章 苹果属植物用作砧木资源的评价。总结中国在 20 世纪中叶对苹果属植物用作砧木的调查研究；概述国外 20 世纪对苹果属植物实生砧和营养系砧木的应用研究；最后对苹果属植物无融合生殖种类用作砧木进行评价和比较；阐述了 EM 和 MM 砧抗病毒病的能力及病毒对嫁接亲和力的影响。

第十章 苹果属植物在育种上用作亲本的评价。总评苹果属植物野生种用作育种亲本的优缺点，对野生种用作抗寒育种和抗病育种分别进行了评价；对栽培品种作为品质育种的亲本进行了较详细的分析，最后对亲本基因元进行的探索和对育种有用基因的来历和效应及基因符的确定作了较详细的报道。

第十一章 苹果属植物观赏价值的评价。对苹果属植物具有

观赏价值的种类、花色、花形、花量和果色、果形及果量，从感观的角度进行了定性的评价；再从亲本的名称、数量进行了亲本的追踪和阐述了其利用上的意义；最后附录了苹果属植物观赏种类亲本的系统图解，供作观赏新品种选育的参考。

第十二章 苹果属植物野生种类的调查、采集和保存。概述了国内外对苹果属植物野生种类调查研究的成绩和存在的问题，严格规定野外调查的方法、步骤和采集、保存的具体措施，指明了应设自然保护区的种类和地域，强调了建立苹果属植物种质园和数据库的重要性，并对编写种类目录的规范化提出了具体要求。

4 总之，12章30余万字，主要围绕国内外学者19世纪以来对苹果属植物野生种的研究进展，以及栽培种的研究及品种的问题进行了研讨，但与《苹果志》和《苹果学》的内容不相重复。苹果属植物野生种的研究在中国所留空白较大，与中国是苹果属野生种的起源中心殊不相称。欲改变此种状况，特寄希望从此作始。本书前数章内容着重基础理论研究的报道，后数章着重于应用基础研究的报道，冀能为今后中国开展苹果属植物的应用研究提供参考。

离休十年潜心研究，虽数易其稿，仍感诸多不善。初版面市之后，恭请读者多赐教言。

李育农

2000年1月10日于重庆北碚

# Introduction

---

The apple plants of genus *Malus* Miller is an economic crop of great value. The *Malus* species has very important roles in the scientific research and practical use in fruit cultivation, breeding and ornamental plant production.

China has the most *Malus* species in terms of wild apple genetic resources and is one of the biggest origins and evolution center of genus. The research on the genetic resources in China is of great significance to the world apple germplasm study in respect to both academic and practical application. In the past, because the genetic resources ran off and lacked of the communications with outside world, the researches in China lagged far behind the world, resulting in the outward situation that the origin center of *Malus* has been in China but the research about it was in other countries.

The systematics study on the genus *Malus* outside of China started in Linnaeus' time of 1770s. However, it was not until 1950s, one hundred and eighty years later, that the same study was initiated by Yu tesun in China. The

early study were mainly confined the species originated in China and the methods used were morphological and anatomical. Only in recent 30 years, the Chinese *Malus* scholars began to broaden their research fields and had made much important progress. The materials used in the studies included not only species of Chinese origin but also the introduced ones. The research methods were not only traditional morphological and anatomic methods, but also modern cytological or physiological genetics and molecular tools. They have made new advances in the fields of the phylogenetic relationships of both taxa and intra-species, the origin and evolution, the classification and the germplasm characteristics than the last half century. These achievements shorten the gap between the researches in China and those of abroad and laid the base for bringing the China's apple germplasm study into world apple research work. Therefore, it's necessary in this book to have a review and comparison of the old and new studies on genus *Malus* and compiled the information into different Chapters for the reference of apple research colleagues both in China and abroad.

This book contains twelve chapters, the main contents of which are indicated by the titles of the corresponding chapters. The following is a brief explanation to the feature of each chapter.

**Chapter one** A brief introduction to the number of species and their distribution of genus *Malus* in the world. First there are a separate descriptions of the cultivated and wild species, this discrimination of wild and cultivated species clarifies the long confused conception of wild and cultivated species in the past. At the same the five gene centers of the natural distributions of wild species and the non-natural distributions of cultivated species are mapped separately to show clearly the delimitation between the natural distributions of

wild species and non-natural distributions of cultivated species. This idea of distinguishing wild and cultivated species goes through the whole book.

**Chapter two** A description of the species of genus *Malus* in the world. The wild and cultivated species of both introduced and Chinese origin are described separately in this chapter. The unclear origin or phylogeny of the wild and cultivated species of genus *Malus* in China are greatly clarified and this leads us to know what are the *Malus* species which are originated in China. In the morphological descriptions of the Chinese origin species in this chapter, both the terms and figures of Yu tesun(1956) are followed. As for the other species, however, there are regrettably some irregularity in figures because of the different sources of literatures. 3

**Chapter three** In the section of the origin and evolution of genus *Malus* Mill. In this chapter, the different evolution and origin standpoint of different scholars in the world, including their arguments, evidences and phylogenetic trees of the genus, are introduced. But till now the most point of views on the origin and evolution of the genus are based on the modern morphological and anatomic evidences. Without fossil evidence, many questions still need further studying to have reasonable conclusion because of the long history of the species evolution.

**Chapter four** In the section of the species evolution in this chapter, the different ways of origin and evolution, both Chinese soft apple and western apple are introduced. The evolutionary changes of *Malus sieversii* (Led.) Roem., the common ancestral species of soft apple and western apple, are clarified. The errors, which included the Chinese soft apple as a cultivar into the cultivated western apple and list *Malus pumila* Mill. as a true species in the species list of

genus *Malus* in China, are corrected.

**Chapter five** A critical review and some comments on the history of taxonomy of genus *Malus* are given and the achievements of taxonomic study by former world scholars are fully affirmed in this chapter. The unsolved problems in the existing classification of genus *Malus* are also put forward to for discussion, for example, list both the wild and cultivated species in a natural classification system, name the taxonomic form or variety which have only continuous morphological variation as a species. This kind of classification treatment lead to the number of the species increase endlessly and brought about many taxonomic problems with the classification of the genus.

**Chapter six** Following the principles of having or having not natural distribution areas the cultivated species are separated from the wild species. The number of the species are also reduced according to polymorphism of species. At the same time, using the modern microscopic results from cytology, zymology, palynology and reproduction biology studies, some disputable species in the classification of genus *Malus* are re-named and a new systematics of the genus *Malus* Mill. is suggested.

**Chapter seven** In the section of the reproduction characters of genus *Malus* in this chapter, the chromosome number of species and their karyotypes, the synapsis of pollen mother cells and the origin of the base chromosome number of  $x = 17$  in *Malus* species are expounded. The evolutionary role of polyploidy changes of species, the origin of polyploid and its function in species spreading, the mechanism of apomixis and its use in apple breeding, the pollination and fertilization compatibility between species and the phylogenetic relationships among species are also introduced in this chapter.

**Chapter eight** In the environmental stresses and pest insects



and diseases resistance of *Malus* species part of this chapter, the researches on the *Malus* species carried out by apple scholars of the world in early and modern time are reviewed systematically. The draught, water-logging, cold and salt tolerance and pests and diseases resistance *Malus* species or types selected from the existing studies are listed in this part of book. At the end of this chapter, the preliminary study results on the virus resistance of different wild species carried out both in China and abroad are introduced in an attempt to supply the reference for future study.

**Chapter nine** Use of *Malus* species as a genetic resources for apple rootstocks. The investigations in 1950s in China on the use of *Malus* species as apple rootstocks are summarized and a brief introduction on the studies outside China of using seedlings or clonal rootstocks is given in this chapter. The use of apomictic species as apple rootstocks is evaluated and compared with that of non-apomictic species. The virus resistant ability of EM and MM rootstocks and the influence of virus on the graft compatibility are also elaborated at the end of the chapter. 5

**Chapter ten** Evaluation on using *Malus* species as breeding parents. A general review on the advantages and disadvantages in using of the wild *Malus* species as parents in apple cultivar breeding and the use of wild species in the cold tolerance and disease resistance breeding are introduced. The use of apple cultivars as parents in apple breeding for good quality was analyzed in details. At the end of this chapter the exploitation and use of the useful genes in apple germplasm, the original and genetic effects of some useful gene in apple breeding and how to establish their genetic markers are reported.

**Chapter eleven** Evaluation on the ornamental values of