

中国三七大全

SANQI ZIYUAN YU YUZHONGXUE

三七资源与育种学

金 航 张金渝 主编



科学出版社

中国三七大全

三七资源与育种学

金 航 张金渝 主编

科

上

北 京

内 容 简 介

本书在总结编者多年来的科研成果和国内外最新资料的基础上,全面系统地论述三七及其近缘种的资源学和育种学研究。本书考证了三七原植物及用药历史,阐述了三七的系统分类学和分子生物学基础,对三七的种质资源分布现状、种质资源保护及系统评价以及三七的品种选育均进行了细致的叙述。

全书内容丰富、资料翔实,图文并茂,对三七及人参属的研究具有较高的参考价值,可供药用植物种质资源的相关研究人员及相关专业研究生和本科生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

三七资源与育种学/金航,张金渝主编. —北京:科学出版社,2018.5
(中国三七大全)

ISBN 978-7-03-057168-7

I.①三… II.①金… ②张… III.①三七—种质资源 ②三七—植物育种 IV.①S567.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第079029号

责任编辑:张析高微 / 责任校对:樊雅琼

责任印制:张伟 / 封面设计:东方人华

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年5月第一版 开本:720×1000 B5

2018年5月第一次印刷 印张:12 彩插:4

字数:220 000

定价:88.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“中国三七大全”丛书编委会名单

主任委员 龙 江

副主任委员 蓝 峰 陈纪军 王峥涛 兰 磊 崔秀明

编 委 王承潇 冯光泉 何月秋 刘迪秋 曲 媛 陆 地

杨 野 杨晓艳 金 航 饶高雄 夏雪山 胡旭佳

张荣平 张金渝 徐天瑞 高明菊 董 丽 熊 吟

总 主 编 崔秀明 蓝 峰

各分册主编

《三七栽培学》主编 崔秀明 杨 野 董 丽

《三七植物保护学》主编 冯光泉 何月秋 刘迪秋

《三七资源与育种学》主编 金 航 张金渝

《三七植物化学》主编 陈纪军 曲 媛 杨晓艳

《三七药理学》主编 徐天瑞 夏雪山

《三七质量分析与控制》主编 胡旭佳 崔秀明 熊 吟

《三七临床研究》主编 张荣平 陆 地 陈纪军

《三七产品加工》主编 饶高雄 王承潇 高明菊

《三七资源与育种学》编委会名单

主 编 金 航 张金渝

副主编 刘迪秋 崔秀明 左应梅

杨绍兵 杨维泽 杨天梅

编 者 (按姓氏笔画排序)

王 波 云南省农业科学院

王元忠 云南省农业科学院药用植物研究所

邓先能 云南省农业科学院药用植物研究所

左应梅 云南省农业科学院药用植物研究所

左智天 云南省农业科学院药用植物研究所

石 瑶 云南省农业科学院药用植物研究所

申时全 云南省农业科学院

刘 倩 云南省农业科学院药用植物研究所

刘迪秋 昆明理工大学

许宗亮 云南省农业科学院药用植物研究所

李纪潮 云南省农业科学院药用植物研究所

杨 莉 文山学院

杨天梅 云南省农业科学院药用植物研究所

杨绍兵 云南省农业科学院药用植物研究所

杨美权 云南省农业科学院药用植物研究所

杨维泽 云南省农业科学院药用植物研究所

张金渝 云南省农业科学院药用植物研究所

金 航 云南省农业科学院药用植物研究所

金鹏程 云南省农业科学院热区生态农业研究所

崔秀明 昆明理工大学



序言一

三七是我国近几年发展最快的中药大品种，无论是在栽培技术、质量控制，还是在产品开发、临床应用等方面均取得了长足进步。三七是我国第一批通过国家 GAP 基地认证的品种之一。三七是我国被美国药典、欧洲药典和英国药典收载的为数不多的中药材品种，由昆明理工大学、澳门科技大学、中国中医科学院中药资源中心联合提交的《三七种子种苗》《三七药材》两个国际标准获得 ISO 立项；以血塞通（血栓通）为代表的三七产品已经成为销售上百亿元的中成药大品种；三七的临床应用已由传统的治疗跌打损伤扩展到心脑血管领域。以三七为原料或配方的中成药产品超过 300 种，生产厂家更是多达 1000 余家。通过近百年的努力，国内外科学家从三七中分离鉴定了 120 种左右的单体皂苷成分；三七栽培基本告别了传统的种植模式，正在向规范化、规模化、标准化和机械化方向转变；三七产品的开发已向新食品原料、日用品、保健食品等领域拓展。三七已经成为我国中药宝库中疗效确切、成分清楚、质量可控，规模化种植的大品种。

在“十三五”开局之年，喜闻昆明理工大学崔秀明研究员、昆明圣火药业（集团）有限公司蓝峰总裁邀请一批专家学者，耗时 3 年多，将国内外近 20 年三七各个领域的研究成果，整理、编写出版“中国三七大全”系列专著，这是

三七研究史上的一件大事，也是三七产业发展中的一件喜事。“中国三七大全”的出版，不仅仅是总结前人的研究成果，展现三七在基础研究、开发应用等方面的风貌，更是为三七的进一步研究开发、科技成果的转化、市场拓展等提供了大量宝贵的资料和素材。“中国三七大全”必将为三七更大范围的推广应用、三七产业的创新和产业升级发挥重要的引领作用。

预祝三七产业目标早日实现，愿三七为全人类健康作出更大贡献。

是为序！

黄璐琦

中国工程院院士

中国中医科学院常务副院长

2016年10月于北京



序言二

三七是五加科人参属植物，是我国名贵中药材，在我国中医药行业中有重要影响，是仅次于人参的中药材大品种，也是复方丹参滴丸、云南白药、血塞通、片仔癀等我国中成药大品种的主要原料。三七是我国第一批通过国家 GAP 认证的中药材品种之一。仅产于中国，其中云南、广西是三七主产地，云南占全国种植面积和产量的 97% 左右。三七及三七总皂苷广泛应用于预防和治疗心脑血管疾病。目前，我国使用三七作为产品原料的中药企业有 1500 余家，以三七为原料的中成药制剂有 400 多种，含有三七的中成药制剂批文 3000 多个，其中国家基本药物和中药保护品种目录中有 10 种，相关产品销售收入达 500 多亿元。

近 10 年来，国家和云南省持续对三七产业发展给予大力扶持，先后投入近亿元资金，支持三七科技创新和产业发展，制订了《地理标志产品 文山三七》国家标准，建立了云南省三七产业发展技术创新战略联盟和云南省三七标准化技术创新战略联盟；文山州在 1997 年就成立了三七管理局及三七研究院；建立了文山三七产业园区和三七国际交易市场；扶持发展了一批三七企业；中国科学院昆明植物研究所、云南农业大学、昆明理工大学、云南中医学院及国内外高校和科研单位从三七生产到不同环节对三七进行了研究，以科技创新带动了整个三七产业的

快速发展。三七种植面积从 2010 年的不到 8.5 万亩发展到 2015 年的 79 万亩，产量从 450 万公斤增加到 4500 万公斤；三七主产地云南文山三七产值从 2010 年的 50 亿元增长到 2015 年的 149 亿元，成为我国发展最迅速的中药材品种。

云南省人民政府 2015 年提出通过 5~10 年的发展，要把三七产业打造成为 1000 亿产值的中药材大品种。正是在这样的背景下，昆明理工大学崔秀明研究员、昆明圣火药业（集团）有限公司蓝峰总裁邀请一批专家学者，将近 20 年三七各个领域的研究成果，整理、编写出版“中国三七大全”共 8 部专著，为三七产业的发展提供了依据。希望该系列专著的出版，能为实现三七产业发展目标，推动三七在更大范围的应用、促进三七产业升级发挥重要作用。

朱有勇

中国工程院院士

云南省科学技术协会主席

2016 年 3 月于昆明



总前言

三七是我国中药材大品种，也是云南优势特色品种，在云药产业中具有举足轻重的地位。最近几年，在各级政府有关部门的大力支持下，三七产业取得了快速发展，成为国内外相关领域学者关注的研究品种，每年发表的论文近 500 篇。越来越多的患者认识到了三七独特的功效，使用三七的人群也越来越多。三七的社会需求量从 20 世纪 90 年代的 120 万公斤增加到目前的 1000 万公斤左右；三七的种植面积也发展到几十万亩的规模；从三七中提取三七总皂苷产品血塞通（血栓通）销售已经超过百亿元大关。三七取得的成效得到了国家、云南省政府的高度重视，云南省政府提出了要把三七产业打造成为 1000 亿元产业的发展目标。

2015 年，我国科学家，中国中医科学院屠呦呦研究员获得诺贝尔生理学或医学奖；国务院批准了《中医药法》草案征求意见稿；中医药发展战略上升为国家发展战略。这一系列里程碑式的事件给我国中医药产业带来了历史上发展的春天。三七作为我国驰名中外的中药材大品种，无疑同样面临历史发展良机。

在这样的历史背景下，昆明理工大学与昆明圣火药业（集团）有限公司合作，利用云南省三七标准化技术创新战略联盟的平台，邀请一批国内著名的专家学者，通过近 3

年的努力，编写了“中国三七大全”系列专著，由科学出版社出版，目的是整理总结近 20 年来三七在各个领域的研究成果，为三七的进一步研究开发提供科学资料和依据。

本丛书的编写是各位主编、副主编及编写人员共同努力的结果。黄璐琦院士、朱有勇院士在百忙中为“中国三七大全”审稿，写序；科学出版社编辑对本丛书的出版付出了辛勤的劳动；昆明圣火药业（集团）有限公司提供了出版经费；云南省三七资源可持续利用重点实验室、国家中药材产业技术体系昆明综合试验站提供了支持；云南省科技厅龙江厅长担任丛书编委会主任。对于大家的支持和帮助，我们在此表示衷心感谢！

本丛书由于涉及领域多，知识面广，不好做统一要求，编写风格由各主编把控，所收集的资料时间、范围均由各主编自行决定。所以，本丛书在完整性、系统性方面存在一些缺失，不足之处在所难免，敬请各位专家、同行及读者批评指正。

崔秀明 蓝 峰

2016 年 2 月



前 言

三七 [*Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen] 为五加科人参属多年生草本植物，是我国传统名贵中药材，具有散瘀止血、消肿定痛、益气活血的功效，有“金不换”“南国神草”的美誉。在清朝药学著作《本草纲目拾遗》中记载：“人参补气第一，三七补血第一，味同而功亦等，故称人参三七，为中药中之最珍贵者。”现代药理药效研究得出，三七对增强人体免疫力、补血养血、延缓衰老和抗疲劳、抗肿瘤有很好的效果，尤其对心脑血管系统疾病防治有显著功效。

三七是我国特有的生物资源，也是云南省最具特色的优势生物资源，以三七为主要原料，形成药品、保健品、日用化妆品和保健食品等系列产品，全国有 1500 家左右制药企业以三七为原料，生产 400 多个产品，获 3000 多个生产批文，其中中成药品种超过了 300 多个，几乎涵盖了所有的中药制药企业。随着人们对三七功效的深入认识，对三七药材需求量不断增加，其种植面积也不断扩大。近年来除了原产地文山、红河以外，已扩大至除了怒江、迪庆以外所有地州。2016 年，云南省三七种植面积为 45 万亩（1 亩 $\approx$ 666.7m²）左右，产量达 2.3 万吨，占全国 98% 以上的种植面积及产量，农业产值达 103 亿元，总产值达 250 亿元。

云南是三七的主产区和原产地，尤以文山三七最为地



道,有“中国三七之乡”的美誉。三七在400多年的栽培历史中,一直没有形成品种甚至农家种,并且由于其分布区域有限,遗传背景狭窄,栽培过程中基因逐渐丧失,种源退化,对病害的抵抗能力弱,其独特的生长环境易诱发多种病害,随着种植面积不断扩大,加之缺乏抗病品种,三七病虫害日益突出,病害的种类、发病面积及严重程度逐年增加,三七病虫害问题已成为制约三七种植及相关产业可持续发展的重要瓶颈。

近年来,三七的优良品种选育出现的问题越来越多,相关部门和科研机构已开展了三七新品种的选育,并选育出‘文七1号’‘滇七1号’等新品种(系),但由于三七育种研究刚刚起步,与大宗农作物品种相比,目前的三七新品种离真正可应用到生产中尚有很大差距,因此我们仍需努力,选育出生产可用的稳产、优质、抗病优良品种,实现三七生产良种化,真正解决三七的生产瓶颈问题。

本书部分内容来自国家自然科学基金项目“西南人参属种质资源遗传多样性及生态适应性研究”(81260610)、云南省应用基础研究重点项目“三七RAD-seq遗传连锁图谱构建及QTLs分析”(2013FA031)及“基于转录组分析的三七产量、抗病关键基因及功能标记的研究”(2014FA003)等项目。本书在总结以往的工作基础上,归纳了近年来有关三七及其他人参属植物种质资源及新品种选育的最新研究,旨在为从事三七资源及育种研究的广大学者提供一定的帮助及研究便利。

本书的编写工作得到了云南省农业科学院药用植物研究所、昆明理工大学、昆明圣火药业(集团)有限公司、云南省科技厅、云南省三七资源可持续利用重点实验室、国家中医药管理局三七资源可持续利用重点研究室(筹)、云南省三七标准化技术创新战略联盟、国家中药材产业技术体系昆明综合试验站等单位的大力支持和帮助,得到了黄璐琦院士、朱有勇院士的指导,在此一并表示感谢。由于本书编写时间仓促,编撰人员水平有限,书中疏漏和不足之处在所难免,敬请广大专家及读者批评指正。

《三七资源与育种学》编委会

2017年8月28日



目 录

序言一

序言二

总前言

前言

第 1 章 三七资源概论 1

1.1 三七的原植物考证 1

1.2 三七的用药历史 4

参考文献 5

第 2 章 三七的系统分类学 7

2.1 三七形态分类 8

2.2 三七化学分类 9

2.3 三七细胞学及分子生物学分类 10

2.3.1 三七细胞学 10

2.3.2 三七分子鉴定与分类 12

2.4 三七及其近缘植物的系统进化 13

参考文献 16

第3章 三七的分子生物学基础	20
3.1 三七总皂苷生物合成与关键酶调控	20
3.1.1 三七皂苷生物合成途径 <i>SS</i> 、 <i>DS</i> 基因的克隆和调控研究	20
3.1.2 由 <i>RNAi</i> 介导 <i>CAS</i> 基因沉默对三七皂苷合成影响	28
3.1.3 调控三七皂苷生物合成转录因子的克隆与功能研究	36
3.1.4 调控三七皂苷生物合成 <i>PnbHLH1</i> 转录因子的功能研究	40
3.2 三七抗病基因的分离与分析	45
3.2.1 三七多聚半乳糖醛酸酶抑制蛋白基因的克隆及表达分析	45
3.2.2 三七几丁质酶基因 <i>PnChi-1</i> 的克隆及表达特性分析	49
3.2.3 三七及屏边三七 <i>PRI</i> 基因克隆	52
3.2.4 三七 <i>NAC</i> 转录因子基因 <i>PnNAC1</i> 的克隆及表达特性分析	59
参考文献	63
第4章 三七的种质资源分布现状	65
4.1 三七及其近缘种资源状况调查	65
4.1.1 三七资源状况调查	66
4.1.2 三七近缘种资源状况调查	68
4.2 三七及其近缘种资源分布现状	70
4.2.1 三七资源分布现状	70
4.2.2 三七近缘种资源分布现状	71
4.3 三七及其近缘种资源收集	76
4.3.1 三七及其近缘种资源收集情况	76
4.3.2 三七种质资源收集的思路及建议	81
参考文献	82
第5章 三七的种质资源保护	84
5.1 三七及其近缘种繁育生物学研究	84
5.1.1 三七的繁育生物学特性	84

5.1.2 三七近缘种繁育生物学特性	93
5.1.3 三七及其近缘种的繁育特性	98
5.2 三七及其近缘种种子生物学研究	98
5.2.1 三七种子生物学特征	99
5.2.2 三七近缘种种子生物学特征	102
5.3 三七及其近缘种种质资源保存及保护研究	105
5.3.1 三七及其近缘种的种质资源保存方法和现状	105
5.3.2 三七及其近缘种的种质资源保护策略	108
参考文献	109

第6章 三七种质资源的系统评价 113

6.1 三七及其近缘种资源的遗传多样性评价	113
6.1.1 三七种质资源的遗传多样性评价	114
6.1.2 三七近缘植物的遗传多样性评价	117
6.2 三七及其近缘种资源的表型性状评价	121
6.2.1 三七表型性状评价	122
6.2.2 三七近缘植物表型性状评价	124
6.3 三七及其近缘种资源的品质评价	126
6.3.1 三七及近缘种品质评价方法的研究	127
6.3.2 三七不同产地皂苷的差异研究	129
6.3.3 三七不同变异类型中皂苷的差异研究	131
6.3.4 三七及近缘种皂苷差异分析	132
6.4 三七及其近缘种资源的抗逆性评价	138
6.4.1 三七抗病性评价研究	138
6.4.2 三七抗旱性评价研究	139
6.4.3 三七抗寒性评价研究	140
6.4.4 三七及近缘种的抗逆性研究	142
参考文献	142

第 7 章 三七的品种选育	149
7.1 三七人工培育历史及遗传改良现状	149
7.1.1 三七人工培育的历史	149
7.1.2 三七选育现状	150
7.2 三七的育种目标及育种思路	151
7.2.1 三七育种目标	152
7.2.2 三七育种思路	153
7.3 三七的育种技术研究	154
7.3.1 三七的系统育种研究	154
7.3.2 三七的杂交育种研究	156
7.3.3 三七的倍性育种研究	157
7.3.4 三七繁育分子水平研究	159
7.4 三七及其近缘种品种审定及新品种保护	165
7.4.1 三七品种‘文七 1 号’	165
7.4.2 珠子参品种‘云和 1 号’	167
7.4.3 珠子参品种‘云和 2 号’	169
7.4.4 珠子参品种‘云和 3 号’	170
参考文献	171

彩图