

张均田 主编

# 人参冠百草

——人参化学、生物学活性  
和药代动力学研究进展

【第二版】



化学工业出版社

阅 览

R282.71  
2005.2

张均田 主编

# 人参冠百草

——人参化学、生物学活性和药代动力学研究进展

【第二版】



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在第一版的基础上对人参研究的最新进展进行了补充、更新；在章节结构上也作了较大调整，分为植物篇、化学篇、代谢篇、药理篇、临床篇、保健篇、理论篇共 30 章。本书由国内外相关专家联合编写，所负责章节均为其擅长领域，具有较高水平。

本书可供从事人参相关研究的人员学习参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

人参冠百草——人参化学、生物学活性和药代动力学研究进展/张均田主编.—2 版.—北京：化学工业出版社，2012.6

ISBN 978-7-122-13598-8

I. 人… II. 张… III. ①人参-化学成分-研究进展  
②人参-生物活性-研究进展③人参-药物代谢动力学-研究进展 IV. R282.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 028443 号

责任编辑：杨燕玲 郎红旗  
责任校对：顾淑云

文字编辑：王新辉  
装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 21½ 字数 559 千字 2012 年 7 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：98.00 元

版权所有 违者必究

# 编写人员名单

主 编 张均田

副主编 崔德华 陈介甫

主 审 刘干中

编写人员 (按编写章节先后排序)

彭 勇	杨崇仁	肖培根	戴均贵	朱蔚华	王金辉
刘昌达	周玉波	李 铄	廖彭莹	马晓霞	张颖君
李平亚	刘金平	卢 丹	赵 岩	刘 勇	杨 凌
刘昌孝	王玉珠	薛 燕	张均田	孟 颖	孟 云
袁汉成	萧永基	王春女	陈介甫	陈 霁	赵文杰
许 琳	刘 恣	楚世峰	贾韦国	贡岳松	王 由
张庆柱	叶 菲	刘婷婷	周 亮	李 谧	樊东升
崔德华	张 昀	邱文慧	连晓媛	李春英	黄 龙
王晓英	陈乃宏	贺文彬	于 艳	于 佳	葛 嘉
樊台平	刘 茵	朱海波	霍玉书	李跃华	申丽红
胡金凤					

# 第一版前言

人参 (*Panax ginseng* C. A. Mey.) 来源于五加科植物人参的根茎, Panax 意为长寿, 包治百病。它的应用历史在中国已经超过 2000 多年。我国现存最早的药理学专著《神农本草经》中对人参的药理学作用有这样的描述: “主补五脏, 安精神, 定魂魄, 止惊悸, 明目, 开心益智。” 亦称人衔, 鬼盖。因其具有神奇而广泛的药理学作用, 在中药领域中享有 “百草之王” 的美誉。

人参的发现和应用于中国, 其次是日本和韩国。随着现代科技的发展, 关于人参的研究也取得突飞猛进的发展, 其药用价值已经引起了全世界的关注。自 2000 年以后, 关于人参生物活性的报道已经超过了 2300 篇。每年发表在学术刊物上的人参文章如过江之鲫, 而且年年都有新发现。如果说阿司匹林历经百年仍有新发现, 那么人参新化合物、新生物活性的发现, 更是不断地给世人带来惊喜。我是从 20 世纪 80 年代初开始从事人参药理研究的。我的第一项试验是: 服用人参小鼠无论是置于低温 (10℃) 或高温 (40℃) 环境里, 存活期均显著延长。用多巴胺尾静脉注射可引起体温升高, 注射利血平则造成体温下降, 服用人参既可以拮抗体温的升高也可以拮抗体温的降低。大肠杆菌内毒素引起动物体温下降 (休克) 随后升高 (过敏), 服用人参的动物的体温始终维持在正常范围内。毋庸多说, 人参的这一作用堪称 “神奇”。我开始领略到了人参的王者风范, 从此, 我坚贞不渝地研究人参, 至今热情不减。

由我主编的《The Chemistry, Metabolism and Biological Activities of Ginseng》发行后, 国内外学者均给予一致好评。应国内广大读者要求现将此书改为中文版并增补了一些内容, 更名为《人参冠百草》, 希望能得到国内从事人参研究的科学工作者的青睐。

本书综述了人参的化学、生物学活性和药代动力学的最新进展, 作者都是从事人参研究的著名学者或在名师指导下的博士生, 积累了较丰富的理论知识和实践经验, 所以每篇文章都提供了新的观点或新的经验, 研究工作中的新发现也见于文中, 有些发现是国际上首次报道, 令人读来新鲜有趣或给人启示引人思考。在人参的化学方面, 30 多年前人们对人参有效成分的化学结构几乎一无所知, 今天, 百余种人参皂苷及非皂苷成分已被分离出来并确定了它们的化学结构。在药理学方面, 世界范围内的研究也已证明, 人参的有效成分具有神奇作用, 特别突出的是在延缓衰老和治疗老年有关疾病引起的认知功能障碍和性功能障碍方面有很好的疗效。综观人参的药理学有两个显著特点: 一是人参具有多靶点作用, 但几乎无毒性及副作用; 二是其作用机制主要是通过提高神经可塑性或动员神经保护机制 (如上调神经营养因子和神经保护性基因产物的表达以及增加抗氧酶的生成) 而发挥作用。显然, 这一特点不同于西药, 而是符合我国传统医学的观点和理论。关于人参的药物代谢, 长期以来学术

界存在两个问题：一是人参皂苷能否通过血脑屏障并在脑内有较多的积累；二是人参的生物学活性是原型还是代谢产物起作用或两者均有作用。本书均一一作了回答。

人参的现代研究已遍及全球并取得了巨大进展，当前的人参研究阶段与当年类固醇激素和前列腺素被证明有广泛生物学活性和明确的临床治疗用途的情况极其相似，因此，今后研究的主要任务如下。

(1) 将人参主要有效成分的提取或合成工艺迅速提高到工业化规模，以满足日益增长的临床需要。

(2) 不同的人参成分有不同的生物学活性，应详细阐明其作用机制和信号转导途径，把人参研究上升到理论，为人类医学的发展作出创造性贡献。

(3) 人参有效成分的构效关系以及结构、剂型改进等研究有待深入。

(4) 加强人参的临床研究，按照临床药理学原则，采用双盲随机、安慰剂对照、多中心观察，使其疗效能在世界上得到广泛认同。

最后，我向全体作者表示衷心地感谢，他们是本书得以完成的主要贡献者。我为化学工业出版社的耐心、细致、认真负责的工作态度所感动，没有他们的大力支持和协助，本书的质量和按时出版是难以实现的。我也对我夫人给予的理解、鼓励和支持表示感谢。



2008年7月

## 第二版前言

《人参冠百草》一书出版后受到广大读者的欢迎，特别是人参主产区抚松的领导、工作人员和参农踊跃购买，人手一册，让编者十分感动。第一版中我们对人参的化学、药物代谢和生物学活性的研究进展作了比较详尽的介绍，使读者了解了人参种类繁多的有效成分和广泛的药理作用，我们着重阐明人参之所以产生生物学活性的作用机制，让读者理解人参的治疗或保健作用是有充分科学根据的，从而相信它，愿意使用它。

该书出版后，人参研究又有了许多新的进展，例如人参研究已从实验室走向临床，人参皂苷提取已由小量试验发展到工业化生产，人参促智信号转导途径、人参的抗癌机制、人参对突触效能和结构可塑性的影响等研究已相当深入。过去认为人参皂苷是前药，必须在体内变成去糖基化代谢产物才发挥生物学作用。现已证明人参皂苷原型是有活性的化合物，人参皂苷原型和代谢产物共享二醇式、三醇式的生物活性，因而发展了“共享学说”来取代“前药理论”。鉴于上述情况我们认为有必要再版，以补充新的内容，并指出进一步研究和进一步使用的方向。在编排上本版也有相当大的改动，分为植物篇、化学篇、代谢篇、药理篇、临床篇、保健篇、理论篇，让从事不同专业的读者根据自己的兴趣去阅读有关篇章。

再版时已对第一版中的一些内容作了修改，但还是避免不了不当之处或对某些最新研究进展的遗漏，敬请读者批评指正。

张均田

2012年2月于北京

# 目 录

第1部分	植物篇	1
第1章	人参属植物的分类、分布和传统疗效纲要	3
第2章	人参的细胞与组织培养	8
第2部分	化学篇	25
第3章	人参的化学研究	27
第4章	三七的化学成分	41
第5章	人参、西洋参、三七化学成分的区别	52
第3部分	代谢篇	59
第6章	人参的药物代谢动力学特性	61
第7章	人参皂苷 R <sub>g1</sub> 的药代动力学及 PPT 进一步代谢的研究	79
第8章	大鼠血浆中人参皂苷 R <sub>g1</sub> 及次级苷人参皂苷 Rh <sub>1</sub> , 苷元 PPT 的 UPLC-MS 法快速测定及人参皂苷 R <sub>g1</sub> 的药代动力学研究	86
第4部分	药理篇	93
<u>人参与中枢神经系统的功能</u>		
第9章	调节神经可塑性是人参皂苷 R <sub>g1</sub> 改善认知功能的基本机制	95
第10章	人参提高记忆功能的效用	105
第11章	人参皂苷 Re 对自然衰老的大鼠和小鼠记忆障碍的改善作用	113
第12章	人参的抗衰老和免疫调节作用	117
第13章	人参皂苷的抗癌活性	131
第14章	原人参二醇: 代谢后皂苷化合物及其抗癌机制	155
第15章	人参和骨质疏松	167
第16章	人参: 糖尿病的辅助治疗药物	171
第17章	人参对神经退行性疾病的作用	177
第18章	人参的抗氧化活性	186
<u>人参与应激、性功能</u>		
第19章	人参之壮阳作用	201
第20章	人参的抗应激活性	205
第21章	人参对肾脏的作用	210
第22章	人参皂苷 R <sub>g1</sub> 对生殖系统的药理学作用和其机制研究	222
<u>人参与受体和信号转导</u>		
第23章	人参皂苷对蛋白激酶信号途径的生物活性作用	230



第 24 章	人参的成分及其对中枢神经系统的作用 .....	242
第 25 章	人参皂苷对血管新生的多样化作用和多药物抗药性 .....	253
第 5 部分	临床篇 .....	259
第 26 章	人参制剂临床应用的若干问题 .....	261
第 6 部分	保健篇 .....	293
第 27 章	人参的保健作用、特点及服用人参应注意的问题 .....	295
第 7 部分	理论篇 .....	307
第 28 章	解释人参皂苷生物活性的“共享学说” .....	309
第 29 章	人参皂苷 Rg <sub>1</sub> 对成年海马区神经发生能力的影响 .....	316
第 30 章	人参皂苷 Rg <sub>1</sub> 改善学习记忆信号转导途径的研究 .....	328

## 第 1 部分 植物篇

- 第 1 章 人参属植物的分类、分布和传统疗效纲要
- 第 2 章 人参的细胞与组织培养



# 第1章 人参属植物的分类、 分布和传统疗效纲要

彭 勇<sup>①</sup> 杨崇仁<sup>②</sup> 肖培根<sup>①</sup>

## A Synopsis on Classification, Distribution and Ethnopharmacologic Investigation of *Panax*

**Abstract** This paper deals with a synopsis on classification, distribution and ethnopharmacologic investigation of genus *Panax* L. (Araliaceae). It is noticed that there are various view points on the systematic taxonomy in this genus and it expects to elucidate through the integrative research of multi disciplinary. Based on the practical uses of medicinal plant resources, we prefer this genus including nine species and several infraspecific taxa as great majority recognized. The distribution of genus *Panax* is belonging to the eastern Asian and North American disjunct distribution, there are seven species in eastern Asian and two species in North American. The ethnopharmacologic investigation revealed all nine species of *Panax* are medicinal, used mainly as tonic and with activating blood circulation and eliminating stasis effects.

**Key words** *Panax*; classification; distribution; ethnopharmacologic investigation.

人参属 (*Panax*) 是 1735 年由林奈 (C. Linnaeus) 创立的。属的拉丁名由希腊文 pan (全面) 和 acos (药物) 组成, 也即“万能药”的含义。属的模式种为西洋参 (*Panax quinquefolius* Linn.)。现今植物分类学广泛承认人参属的 9 个种和若干种下的等级全部供药用。其中人参、三七、西洋参为名贵药材, 具有重要的医疗保健作用, 已大规模种植, 产量大。其他人参属植物由于潜在的药用价值, 也愈来愈受到世人的关注。人参属植物的物种多样性是未来药物和保健品的重要源泉。

### 1.1 人参属植物的分类

人参属植物的系统分类一直是植物分类学和药用植物学研究领域的热点和争论焦点。在经典植物分类学研究的基础上, 应用多学科手段探讨人参属植物分类问题已有大量的研究报道。例如: 化学分类<sup>[1~5]</sup>、细胞分类<sup>[6]</sup>、数量分类<sup>[7]</sup>、孢粉形态的超微结构<sup>[8]</sup>, 以及分子生物学<sup>[9~13]</sup>等。由于不同学科的研究方法与观测分析的角度不同, 研究结果常有较大的差异。有的研究结果, 将“种”的范围划分过细, 不利于这类重要药用植物资源的实际应用。人参属植物的野生资源存在着较大的变异, 种间过渡多样, 种内变异复杂,

① 中国医学科学院药用植物研究所, 北京, 100193。

② 中国科学院昆明植物研究所, 昆明, 650204。

有的种群尚有复合体的现象。因此,需要通过多学科的综合比较研究,才能阐明各类群间的关系,构建人参属植物的自然分类系统。本文综合迄今为止植物分类学研究的结果,列出检索表如下。

1. 根状茎直立,较短;肉质根肥大,种子较大,长5~8mm。
  2. 植株较小,高15~30cm;肉质根球形或近球形,小叶无柄,长椭圆形;果实淡黄色(北美东部) ..... 1. 三叶人参 *P. trifolius* L.
  2. 植株较大,高30~60cm;肉质根纺锤形或圆柱形;小叶具柄,倒卵形至倒卵形长圆形,椭圆形至长圆形;主要含达玛烷型皂苷。
    3. 伞形花序具花80朵以上;肉质根大都纺锤形;小叶片倒卵形、倒卵形长圆形;种子卵圆形,或为倒卵圆形,微三棱,种皮肿胀,长5~8mm,厚3~6mm;仅含达玛烷型皂苷。(云南南部、广西西部大量栽培) ..... 2. 三七 *P. notoginseng* (Burk.) F. H. Chen
    3. 伞形花序具花20~50朵;肉质根大都圆柱形;小叶片椭圆形至长圆形,或为倒卵形则先端长渐尖;种子两侧压扁,种皮紧贴,长5~8mm,厚2.0~2.5mm;主要含达玛烷型皂苷,也含有齐墩果酸型皂苷。
      4. 总花梗与叶柄等长或近等长;小叶片脉上刚毛疏少或无毛,叶缘锯齿不规则而稍粗大(北美东部、中国北部大量栽培) ..... 3. 西洋参 *P. quinquefolius* L.
      4. 总花梗长过于叶柄;小叶片表面脉生疏生细刚毛,叶缘锯齿细密(中国东北、朝鲜、俄罗斯远东地区、中国东北及华北栽培) ..... 4. 人参 *P. ginseng* C. A. Mey.
1. 根状茎较长,匍匐横生,通常无单一肥大而直立的肉质根;种子较小,长3~5mm,主要含齐墩果酸型皂苷。
  5. 根状茎横走不明显。
    6. 肉质根2~5条,圆柱形,簇生;叶柄和小叶柄基部均具披针形的托叶状附属物;花柱2,离生(喜马拉雅山脉中段和中国西藏南部) ..... 5. 假人参 *P. pseudo-ginseng* Wall.
    6. 肉质根姜块状或块状;花柱合生。
      7. 肉质根姜块状;小叶无柄或近无柄,不分裂,花柱2,在中部以下合生(云南南部,越南北部,缅甸) ..... 6. 姜状三七 *P. zingiberensis* C. Y. Wu et K. M. Feng
      7. 肉质根姜块状;小叶有近羽状的分裂;花柱2,合生为1个。(云南南部,越南北部) ..... 7. 屏边三七 *P. stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng
  5. 根状茎横走明显,呈竹节状或节间延伸呈竹鞭状或串球状。
    8. 根状茎呈明显竹节状。
      9. 肉质根明显,呈纺锤形,圆锥状。小叶长卵状椭圆形,先端尾状渐尖,叶两面沿脉密被网毛;花柱1~2,种子1~2枚(越南) ..... 8. 越南人参 *P. vietnamensis* Ha et Grushv.
      9. 肉质根少见。小叶椭圆形,先端急尖,叶两面沿脉疏被短刚毛;花柱2~4,种子2~4枚。(日本,我国四川、贵州、湖南、江西、福建、浙江) ..... 9a. 竹节人参原变种 *P. japonicus* C. A. Mey var *japonicus*
    8. 根状茎节间延伸而纤细,节膨大呈球形,或基部竹鞭状,呈串球状。
      10. 小叶倒卵形椭圆形,先端急尖;叶缘锯齿状,不分裂(河南,陕西,甘肃,宁夏,湖北,四川) ..... 9b. 珠子参 *P. japonicus* var. *major* (Burk.) C. Y. Wu et K. M. Feng
      10. 根状茎延伸竹鞭状,节部膨大呈类球形,小叶二回羽状分裂(云南,四川,西藏,贵州,湖北,陕西) ..... 9c. 羽状三七 *P. japonicus* var. *bipinnatifidus* (Seem.) C. Y. Wu et K. M. Feng

## 1.2 人参属植物的分布

从植物区系地理学的角度而言, 人参属为东亚和北美间断分布的类型<sup>[14]</sup>。东亚(包括东喜马拉雅至我国西部和西南部, 以及越南、老挝、缅甸等)分布有7种, 北美东部分布有2种。

分布于北美东部的西洋参早期作为人参的代用品, 已大量种植, 并在我国华北和东北地区引种栽培, 成为我国重要的药用植物。另一种三叶人参具有球状肉质根, 分布于北美温带阔叶林中, 是当地印第安人的民间药物。

人参属植物在东亚的种类比较丰富。人参分布于我国华北、东北, 以及朝鲜和俄罗斯与我国接壤的地区。人参在华北地区已然灭绝, 东北地区的野生数量亦日益稀少, 除人工种植外, 正在研究野生人工抚育的方法。三七在滇南和桂南山地大量栽培, 野生植株已很难寻觅。

竹节人参是人参属植物中的广布种, 分布于中国西部至日本, 是一个多变化的复合群, 有人将其再分为若干独立的种<sup>[9]</sup>。而传统的分类则按种下等级处理。除根茎竹节状的原变种外, 按根状茎和叶片的形态特征, 分为若干变种, 例如: 珠子参 (*var. major*)、狭叶竹节参 (*var. angustifolius*)、羽叶三七 (*var. bipinatifidus*) 等。这个复合群的化学成分、染色体数目、孢粉形态、叶片和地下部的形态等方面均存在差异和过渡。特别是分布于尼泊尔至我国西南地区的类群变异甚大, 种下类群很难区分。竹节参的不同变异类型均作为民间药物广泛应用。假人参分布于我国西藏南部和尼泊尔, 是藏族民间药物。此外, 在我国西南部至中南半岛(越南、老挝、缅甸)分布着由屏边三七、姜状三七<sup>[15]</sup>、越南人参等组成的种群。近年, 在云南南部还发现了越南人参的新变种。在云南南部均将这些种类称为“野三七”入药。而越南将越南人参开发为产品, 缅甸将姜状三七称为“缅甸人参”进行开发利用。如果考虑到三七原产于这一地区, 以及多种类型的竹节参的存在, 显然, 可以认为这一地区是人参属植物的现代物种多样性的中心。

按地下部分的形态特征, 人参属植物可以分为两大类群, 即具有发达的肉质主根的种类和根状茎发达的种类。结合形态特征、化学成分, 以及细胞学研究结果, 可以认为具肉质化主根的人参属植物(人参、三七、西洋参)属于较原始的种类, 具有发达根状茎的种类则属比较进化的种类。假人参是肉质根肥大的类群与根状茎发达类群间的过渡种。

## 1.3 人参属植物的传统疗效调查与整理

人参属植物9个种及其种下等级, 在民间均作药用。根据其应用情况, 大致可以分为三个类型:

- I. 产量大, 最为常用者, 包括人参、西洋参和三七;
- II. 产量较大, 比较常用者, 包括越南人参、竹节参、珠子参;
- III. 产量较小, 比较少用者, 包括假人参、屏边三七、姜状三七和三叶人参。

调查整理的结果参见表 1-1。

由上表可以看出: 人参属植物的传统疗效中, 补气、滋补强壮和活血化瘀作用并与此作用相关的疗效占有很大的比重, 提示我们: 为深入研究现代医学与之相关的领域, 如: 免疫系统和循环系统的病证, 提供了线索和依据。

表 1-1 人参属植物传统疗效归纳

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I. <i>Panax ginseng</i> (人参)	12/12*			1/12	1/12		7/12	4/12	8/12	6/12	5/12	
<i>P. quinquefolius</i> (西洋参)	9/10						2/10	7/10	6/10	3/10	2/10	
<i>P. notoginseng</i> (三七)	3/15	15/15	15/15	3/15	7/15	7/15	1/15			2/15		
II. <i>P. japonicus</i> s. l. (竹节参, 竹节三七, 水三七)	8/11	11/11	9/11	5/11	2/11	7/11		5/11				2/11
<i>P. japonicus</i> var. <i>major</i> var. <i>bipinatifidus</i> (珠子参, 纽子七, 疙瘩七)	5/12	10/12	9/12	7/12	3/12	6/12						
<i>P. vietnamensis</i> (越南人参, 盘龙七, 竹根七)	5/8	6/8	5/8	4/8	4/8	5/8					2/2	
III. <i>P. pseudo-ginseng</i> (假人参, 藏三七, 参三七)	1/4	4/4	4/4	3/4	1/4	4/4						
<i>P. stipuleanatus</i> (屏边三七, 野三七, 白三七)	1/3	3/3	3/3	2/3	2/3	3/3		1/3				
<i>P. zingiberensis</i> (姜状三七, 鸡蛋七, 野三七)	1/3	3/3	3/3	1/3	3/3	2/3		1/3				
<i>P. trifolius</i> (三叶人参)		1/1										

\* 表示: 该传统疗效出现次数/调查次数

	滋补强壮传统疗效集中或较集中
--	----------------

	活血化瘀传统疗效集中或较集中
--	----------------

1 补气, 滋补强壮

2 活血化瘀

3 止血

4 治经闭, 月经不调

5 治贫血

6 治跌打

7 治心悸

8 肺虚咳嗽

9 安神

10 治健忘

11 治阳痿

12 健脾助消化

## 1.4 小结

人参属植物是一个具有高度药用和保健价值的药用植物类群, 其野生类群均已处在濒危的状态, 需要积极采取保护措施。

人参属植物表现出的生物多样性, 是利用保护的物质基础。我国是人参属植物生物多样性的王国, 对其生物多样性展开深入研究, 不但造福人民, 而且对中医药现代化乃至生物多样性的保护均具有十分重大的价值。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院云南植物研究所. 人参属的三萜成分与亲缘系统地理分布的关系. 植物分类学报, 1975, 13 (2): 29-45.
- [2] 周荣汉, 段金廛主编. 植物化学分类学. 上海: 上海科学技术出版社, 2005: 895-914.
- [3] Tananka O. Recent Studies on glycosis from plant drugs of Himalaya and South-western China: Chemogeographical correlation of *Panax* species, Pure Appl. Chem, 1990, 62: 1281-1284.
- [4] Zhu S, Zou K, Cai SQ, et al. Simultaneous determination of triterpene saponins in ginseng drugs by high-performance liquid chromatography. Chem Pharm Bull, 2004, 25 (8): 995-998.
- [5] Zhu S, Zou K, Fushim H, et al. Comparative study on triterpene saponins of Ginseng drugs. Plant Med, 2004, 70 (7): 666-667.
- [6] 杨涤清. 人参属植物细胞染色体分类. 植物分类学报, 1981, 19: 298-303.
- [7] 徐克学等. 人参属的数量分类. 植物分类学报, 1983, 21 (1): 34-43.
- [8] Wen J and Newick JW. Pollen ultrastructure of *Panax* (the ginseng genus, Araliaceae), an eastern Asian and North American disjunct genus. Am J Bot, 1999, 86: 1624-1636.
- [9] Lee C and Wen J. Phylogeny of *Panax* using Chloroplast trnC-trnD intergenic region and the utility of trnC-trnD in interspecific studies of Plants. Mol. Phylogenet. Evol, 2004, 31 (3): 894-903.
- [10] Wen J and Zimmer EA. Phylogeny and biogeography of *Panax* L. (the ginseng genus, Araliaceae); inferences from

- ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. *Mol. Phylogen Evol*, 1996, 6: 167-177.
- [11] Choi HK and Wen J. A phylogenetic analysis of *Panax* (Araliaceae) . integrating evidence of Chloroplast DNA and the ITS sequences of nrDNA. *Plant Syst. Fvol*, 2000, 224: 109-120.
- [12] Zhu S, Fushimi H, Cai SQ, *et al.* Phylogenetic relationship in the genus *Panax*: inferred from Chloroplast trnk gene and nuclear 18 srRNA gene sequences, *Pl. Med.* , 2003, 69 (7): 647-653.
- [13] Kamatsu K, Zhu S, Fushimi H, *et al.* Phylogenetic analysis based on 18 srRNA gene and matK gene sequences of *Panax vietnamensis* and its related species. *Plant Med*, 2001, 67 (5): 461-465.
- [14] 吴征镒, 路安民, 汤彦承等. 中国被子植物科属综论. 北京: 科学出版社, 2003: 839-842.
- [15] Tran QL, Than MM, Tezaka Y, *et al.* Wild ginseng grows in Myanmar, *Chem. Pharm. Bull*, 2003, 51 (6): 679-682.



## 第2章 人参的细胞与组织培养

戴均贵<sup>①</sup> 朱蔚华<sup>①</sup>

### Cell and Tissue Culture of *Panax ginseng*

**Abstract** *Panax ginseng* is one of the most important medicinal plants in orient countries. The research on its tissue and cell culture have been attracted numerous attentions from 1960s. In this chapter, the tissue and cell culture of *P. ginseng*, including callus induction, callus culture, cell suspension culture, adventitious root and hairy root culture, protoplast culture, plantlet regeneration, and bioreactor cell culture, are summarized. In addition, the effects of various factors, such as basal media, plant growth regulators, additives, etc, on the growth and ginseng saponin production of the cultures are presented in detail. Chemical analyses display that the tissue and cell cultures of *P. ginseng* contain almost the same ginseng saponin and amino acids as cultivated roots; and a variant obtained from  $\gamma$ -ray irradiation and characterized as pigment cell lines could produce anthocyanins besides ginseng saponin. These results reveal that the tissue and cell cultures of *P. ginseng* possess the capacity of producing ginseng saponin, and can be scaled-up industrially.

**Key words** tissue and cell culture; ginseng saponin; adventitious root; hairy root; pigment cells; anthocyanin.

#### 2.1 引言

植物来源的天然产物或次生代谢产物如香料、色素及药物等吸引了众多化学家、酶学家、生物工程学家以及工业界的广泛兴趣，有的针对其结构，有的针对其化学合成，有的针对其经济价值，不一而足。显然，对这些化合物的化学全合成是获得它们的常用方法。但是，对一些结构复杂的化合物，化学合成的方法往往并不是最有效的。在某种情况下，虽然全合成可以成功，但并无商业应用价值，这里有很多先例，如长春新碱、紫杉醇等，它们的化学全合成只能带给人们对化学合成的一种艺术享受。

事实上，植物次生代谢产物也可从离体培养的组织与细胞中获得，包括离体的器官培养、组织培养以及细胞悬浮培养。以植物次生代谢研究为目的的细胞培养技术的持续发展使对次生代谢产物生物合成基本机制的详细分析成为可能。

现在普遍认为植物细胞培养技术已经成为植物次生代谢研究的一个重要且不可替代的工具。事实上，植物细胞培养的应用已经为了解天然产物化学、生理学、酶学以及基因的调控提供了崭新的视角。植物细胞可以培养成相对均一的悬浮物，其规模可以为实验室的摇瓶水

① 中国医学科学院 中国协和医科大学 药物研究所，北京，100050。