

国家自然科学基金资助学术著作



人参、西洋参

化感作用研究

张爱华 雷锋杰 张连学

著



RENSHEN
XIYANGSHEN
HUAGAN
ZUOYONG
YANJIU

学工业出版社

国家自然科学基金资助学术著作

人参、西洋参 化感作用研究

张爱华 雷锋杰 张连学 著



RENSHEN
XIYANGSHEN
HUAGAN
ZUOYONG
YANJIU



化学工业出版社

· 北京 ·

人参、西洋参是重要的中药材，其在药用植物研究中的地位 and 作用是非同寻常的。为了对其濒危性及其适应进化进行深入阐述，本书总结了自 2000 年来对人参、西洋参化感作用的研究，特别是从 2003 年起得到国家自然科学基金委资助，作者及其团队先后获得国家自然科学基金委 4 项资助，同时也得到吉林省科技厅相关项目的支持，为了更加全面客观地反映国内外同行研究成果。本书综合了其他学者目前报道的研究内容，全方位展现了人参、西洋参化感作用的相关内容，以期更明晰地看清人参、西洋参化感作用研究的趋势和方向，同时也期待与同行进行学术交流。

本书适合从事中药资源学、生态学、植物保护学和环境科学方面相关专业的科技工作者阅读，本书也可以作为农业院校和综合性院校相关专业的师生以及从事中药材种植连作障碍研究工作者的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

人参、西洋参化感作用研究/张爱华，雷锋杰，张连学
著. —北京：化学工业出版社，2017.8

ISBN 978-7-122-30001-0

I. ①人… II. ①张…②雷…③张… III. ①人参-中
药化学成分-相互作用-研究②西洋参-中药化学成分-相互
作用-研究 IV. ①R282.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 144999 号

责任编辑：李 丽
责任校对：王 静

文字编辑：焦欣渝
装帧设计：韩 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：三河市航远印刷有限公司

装 订：三河市岷发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 15½ 字数 294 千字 2018 年 2 月北京第 1 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

前言

中医药是我们中华民族的瑰宝，是我国最传统的、对全世界最重要的贡献之一。中医药不分家，医学家要懂如何治病，如何用药；药学家要懂药材功效，炮制方法，如何防病治病。在众多中草药中，人参可谓群药之首、百草之王。所谓群药之首是从中医学治家治病、防病角度分析，百草之王是从药学家的视野方面认识。因此，历来中医药家都重视人参的医药作用。与此相当的是，西洋参和人参同属五加科人参属植物，就像双胞胎的兄妹，从地理位置方面来说，它们都分布在北纬 $30^{\circ}\sim 48^{\circ}$ 附近。

人参、西洋参的研究尤为重要，可以说是中药材研究的风向标和典范。当然，随着学科门类的发展，不同领域的学者专家都从自己擅长的科研学术领域进行研究。医学家关注人参治病作用机制、临床疗效；药学家关注人参药材成分化学与药理作用、炮制配伍；生态学家关注人参种群适应、生境变迁；食品学家关注人参保健品开发，源于人参药食同源的深入研究与开发；作物栽培学家关注人参、西洋参生产与加工，优质高产理论和应用。不同的学者从不同的角度研究人参、西洋参。

人参目前主要集中在东北亚地区的北纬 $30^{\circ}\sim 48^{\circ}$ 、东经 $110^{\circ}\sim 130^{\circ}$ ，主要包括中国东北的小兴安岭、长白山等地，朝鲜北部，韩国中部，日本中部和北部，俄罗斯远东地区南部与中国相邻的山区地带。野生人参属于一级濒危植物，几乎很难发现成片的野生人参在一起生长。它为什么会濒危？濒危的机制是什么？能否通过野生抚育模式逐级强化野生人参的种群繁衍？栽培人参生产中的连作障碍为什么突出？野生人参种子掉落在周围为什么不能发芽生长？百年人参如何抵御病虫害的侵袭，特别是在原始森林中如何面对各种鸟虫和禽兽的破坏、致病微生物的侵染？这些问题的解决单纯依靠某一学科的学者专家是不能给出满意答案的。这需要生态学家、药用植物学家、作物栽培学家、生物保护学家等共同努力。人参、西洋参化感作用的研究背景起源于人参连作障碍和野生人参濒危这个大的科研问题。人参、西洋参化感作用研究的共性和差异性也是很明显的，这与其生物学特性和栽培方式、田间管理有密切关系。

植物化感作用研究现状的蓬勃发展给药材化感作用的研究带来了契机，人

参、西洋参化感作用的研究也遵循此。从年度学术主题词中就会发现，人参、西洋参在野生状态表现为自疏或自毒，在人工栽培中表现为连作障碍。这个研究阶段可以分为三个阶段：土壤理化性质，土壤微生物，化感作用。

本书成稿是以吉林省人参工程研究中心多年的研究成果为基础，有很大一部分数据首次公开，其学术思想也是首次进行系统阐述。同时，为了完整地展现人参、西洋参研究成果，也查阅和融入了同行部分研究者的部分研究结果，在此表示感谢。

本书共 14 章。第一章是基础章，指出人参、西洋参分布地区、生境因子、植物学特性、目前生产现状和规模。第二章对人参、西洋参生产中化感作用表现形式进行分析，同时在水参连作障碍成因剖析的基础上，指出人参、西洋参生物学特性和栽培管理等方面导致的人参、西洋参化感作用产生的重要途径和方式。第三章主要从几大方面进行化感物质的种类和物质种属性及复杂性阐述。第四章到第八章从不同角度分析人参、西洋参化感物质对人参、西洋参的种子、愈伤组织、病原菌的化感作用。第九章从不同角度对人参、西洋参化感作用机理进行分析。第十章单独论述了人参化感物质对人参根尖组织的影响。第十一章到第十三章从人参、西洋参化感物质对土壤酶和土壤微生物及对植株生长发育的影响方面进行论述。第十四章是提出目前缓解人参、西洋参化感作用所采取的研究手段和调控措施，分析总结了目前研究中存在的问题和发展趋势，同时对本书及本研究领域学术提出展望。

为了体现本著作的完整性，为了更加全貌地反映本学术领域的最新成果，笔者查阅了其他学者的部分研究结果并加以引用。鉴于笔者的能力、水平和知识结构的差异，研究工作只取得了阶段成果，还有待进一步完善和提高，敬请各位专家、同行指教，并提出宝贵意见。

人参、西洋参化感作用研究先后得到国家自然科学基金委 4 项资助。在此感谢国家自然科学基金项目、农业部公益性行业（农业）科研专项“人参产业技术研究与示范”（201303111）项目以及吉林省科学技术厅科技攻关计划等多个国家及省部级科研计划经费的资助。

著者

2017 年 12 月

目 录

导论	1
第一章 人参、西洋参生产种植现状	5
第一节 人参生长状况分析	5
第二节 西洋参生长状况分析	12
第三节 人参、西洋参生产现状	13
第二章 化感作用在人参、西洋参连作障碍中的作用和地位	18
第一节 人参、西洋参连作障碍研究进展	18
第二节 人参连作障碍植株表现	22
第三节 人参、西洋参化感作用在连作障碍中的地位和作用	24
第三章 人参、西洋参化感物质的分离鉴定	37
第一节 人参、西洋参化感物质的收集提取方法	37
第二节 人参、西洋参化感物质的鉴定	40
第三节 人参主要化感物质在土壤中的迁移	55
第四节 人参、西洋参种子中化感物质	59
第四章 不同释放途径的人参、西洋参化感物质对人参、西洋参种子的化感作用	61
第一节 人参、西洋参根际土壤提取物对其种子的化感作用	61
第二节 人参根系分泌物对人参、西洋参种子的化感作用	64
第三节 人参残株腐解物对人参种子的化感作用	68
第四节 人参、西洋参种子中的化感物质	69
第五章 人参、西洋参不同种类化感物质对人参、西洋参种子的化感作用	71

第一节	人参化感物质中酚酸类物质对种子的化感作用	71
第二节	人参特有化感物质人参皂苷对人参、西洋参种子的化感作用	79
第六章	人参、西洋参化感物质对其愈伤组织的化感作用	82
第一节	人参根际土中化感物质对人参愈伤组织的影响	82
第二节	人参特有化感物质人参皂苷对人参愈伤组织的影响	85
第三节	人参根系分泌物对人参根源愈伤组织的化感作用	89
第七章	人参化感物质对其他植物的化感作用	95
第一节	人参根系分泌物中化感物质对其他植物的化感作用	95
第二节	人参残株腐解物对其他植物的化感作用	99
第三节	人参根际土中化感物质的化感作用	102
第四节	西洋参老参地土壤中化感物质的化感作用	108
第八章	人参、西洋参化感物质对病原菌的化感作用	114
第一节	人参根系分泌物中化感物质对人参病菌和有益菌的化感作用	114
第二节	人参、西洋参特有化感物质人参皂苷对人参、西洋参病原菌的 化感作用	121
第三节	人参根际土中化感物质对人参病原真菌和拮抗菌的化感作用	130
第四节	酚酸类化感物质对西洋参病原真菌的作用	132
第五节	人参腐解物中化感物质对人参主要病菌的化感作用	137
第九章	人参、西洋参化感作用机理研究	141
第一节	人参根系分泌物对抗氧化酶活性的影响	141
第二节	人参根系腐解物对抗氧化酶活性的影响	147
第三节	酚酸类物质对人参根系抗氧化酶活性的影响	151
第四节	人参皂苷对人参幼根抗氧化酶活性的影响	155
第五节	人参根际土中化感物质对人参幼苗根系保护酶的影响	159
第六节	人参根系分泌物对人参幼苗抗性的影响	162
第七节	人参根系腐解物对人参幼苗抗性影响	166
第八节	人参、西洋参化感物质对人参、西洋参光合作用的影响	168
第十章	人参化感物质对人参根尖的影响	171

第一节 人参根际土中化感物质对根尖结构影响 171

第二节 栽参土壤中人参化感物质对根尖结构影响 176

第三节 人参皂苷对人参、西洋参根尖影响 178

第十一章 人参化感物质对土壤酶活性的影响 181

第一节 化感物质对土壤蛋白酶活性的影响 182

第二节 化感物质对土壤多酚氧化酶活性的影响 183

第三节 化感物质对土壤脲酶活性的影响 184

第四节 化感物质对土壤酸性磷酸酶活性的影响 185

第十二章 人参化感物质对土壤微生物的影响 188

第一节 人参酚酸类化感物质对土壤微生物功能多样性的影响 188

第二节 人参总皂苷对新林土中土壤微生物功能多样性的影响 205

第十三章 人参、西洋参化感物质对植株生长发育的影响 208

第一节 人参化感物质对人参生长发育的影响 208

第二节 西洋参化感物质对西洋参生长的影响 211

第十四章 人参、西洋参化感作用调控及研究现状分析 217

第一节 改良剂应用探索缓解人参化感作用解决人参连作途径 217

第二节 人参化感物质降解细菌的研究 229

第三节 人参、西洋参化感作用中存在的问题及分析 233

参考文献 237

导 论

生物种间、种内以化学物质为媒介的相互关系的化学生态学是生态学与化学融合交叉的学科，是现代生态学的一个重要分支学科。生物之间的化学关系是自然界的普遍关系，从某种意义而言，生物间的关系就是化学关系。化学生态作用体现在生物的各个组织层次中，包括个体、种群、群落和生态系统。

在生物群落中，相互依存、相互斗争、相互联系、协同发展的现象是普遍存在的。生态系统尺度的化学生态过程体现在生产者、消费者和分解者以及功能组分之间的相互作用中。首先，植物是第一生产者，通过光合作用形成有机物，其他生物依赖这些有机物获得营养而生存发展。营养代谢产物相互联系，形成营养链、营养网的基础。与此同时，在生物群落协同进化过程中，通过次生化合物形成的各种联系，影响着物种形成和分化的过程，形成丰富多彩的生物世界。生产者植物与植物之间通过次生代谢物质产生相互影响，如种间的化感抑制作用、种内的自毒作用以及专性寄生植物与寄主植物之间的相互促进作用等。生产者植物还通过次生代谢产物与消费者之间产生化学生态关系，或防御昆虫取食，或招引传媒传粉授精。同样，消费者动物之间也通过信息素产生相互作用。许多作物受到取食伤害后释放挥发物吸引取食动物的捕食性天敌，这种次生代谢物质在三级营养关系中的作用是生态系统中的化学生态关系的最佳体现。

生物多样性是自然界生物种间长期以来相互竞争、相互依赖、协同进化的结果，也是生态系统的基本功能之一。随着化学生态学的发展，我们有必要进一步探索物种间的化学生态关系，了解生态系统各主要功能组分间化学关系的本质，阐明组分间化学生态物质的组成、结构、转化的过程及其作用方式等，通过人工合成这些化学生态物质对受损生态系统进行调控，重建种间的相互依存或相互制约的关系，恢复生态系统的多样性功能。同时，对于人工生态系统，特别是那些组成相对单一的农、林生态系统，化学生态学原理的实践则可以避免化学合成农药所带来的负面生态效应和对环境的影响。特别是植物种间化感作用或自毒作用的研究将有助于对作物或树种间关系的认知，并用于指导作物混作、树种混交以

及农林复合生态系统的经营与管理。

植物不同于动物，不能够自由移动，不能够进行声音或者情感上的交流，而自然界中几十万种植物在生态系统中并不是孤立存在的。因此，植物在种间、与其他生物或环境之间必然存在着某种信息的交流方式，这种信息交流的载体是化学物质，已逐渐被科学研究所证实。大约 35 万种植物中，不同分类类群（科、属、种）都有特殊的次生化合物。次生化合物的进化和分化，与防御其他生物的侵害有密切的关系。假如一种生物没有这些起防御作用的次生化合物，各种生物（微生物、昆虫及其他生物）都来侵袭和干扰，这种生物将难以继续生存和发展。例如，一种植物的根分泌物，对大多数其他植物根的生长有抑制作用，对绝大多数微生物有抑制作用；然而一些植物和微生物却通过生理机制适应了这些防御化合物，从而形成专一性的共生、寄生关系。植物能够合成并向环境中释放一种或几种化学物质进行通信联系，是在长期适应生态环境的过程中获得的一种重要的生存能力，是自然选择和生存竞争的结果，这种化学关系可以协助植物完成群体的演替、扩张、避逆、预警及防御等，被称为化学语言（chemical languages），甚至在生物入侵研究领域被称为化学武器（chemical weapon）。

植物次生化合物的研究和应用已有很长的历史。植物与植物、植物与其他生物之间的化感作用及其应用，更是近年来国际上愈来愈受到重视和不断取得进展的研究领域。植物释放的化学物质主要是次生代谢物质，如单宁、酚酸、类萜、黄酮、生物碱等，这些化学物质通过植物根系分泌、叶片淋溶、挥发及残体分解等形式进入土壤或空气中，影响了自身或周边植物的生长和发育，在学术界被称为化感作用（allelopathy），这种作用表现为有益或有害两个方面。植物体内合成的次生物质种类繁多，数量不一，而合成途径也多样化，这是在长期适应和抵抗逆境过程中进化出来的。植物化感作用广泛存在于农林生态系统中，与植物的种群分布、密度调节、作物连作障碍以及生物入侵等过程都密切相关，反映出植物在自身调节和适应环境方面的巨大潜力。植物化感作用的研究目的在于揭示植物与植物、植物与其他生物以及植物与生存环境之间的化学互作规律，进而能够充分利用这些化学生态学原理更好地为农业生产服务。

人参（*Panax ginseng* C. A. Mey.）、西洋参（*Panax quinquefolium* L.）不仅是珍贵的中药材，也是轻工、化工、保健等领域许多产品的主要原料。其中，人参是五加科人参属多年生草本植物，是我国名贵药用植物，并具有明显的资源优势，是第三纪北半球温带大陆孑遗植物，距今已有 6000 多万年的历史，素有“百草之王，群药之首”的美誉。有一个说法，小草和小树保护人参。放山采挖野山参者经常会发现一个奇怪的现象，每到白天，太阳出来后，长在野山参周围的草和小树便向四周弯去，将野山参闪出来，让其充分享受透过大树的阳光；每到太阳落山后，小树和草则直立起来，向野山参靠拢，仿佛将人参保护起来。于

是放山挖参人说，人参是“百草之王”，名副其实。人参之神奇，由此可见一斑。人参自古生活在北半球温带的茂密森林中，森林的生态环境养育了人参。我国发现和利用人参已有 4000 多年的历史，栽培人参也有 1600 多年的历史，可以说，我国是世界上发现和生产人参最早的国家。现代医学证明，人参与其制品能加强新陈代谢，调节生理机能，在恢复体质及保持身体健康上有明显的作用，对治疗心血管疾病、不同类型的神经衰弱症等均有较好的疗效。由于人参的作用非常广泛，因此备受广大中医药专家、学者的青睐。

人参产业（人参和西洋参）涉及第一、第二、第三产业等诸多领域。从改革开放至今，我国人参产业发展大致可分为 4 个时期。改革开放到 20 世纪 80 年代末，是人参产业的扩张期，随着改革开放逐步深入，人参种植面积迅速扩大，产量迅速提高，种植经验日趋成熟。20 世纪 90 年代初到 2002 年，是人参产业动荡期，人参价格急剧下滑，产业发展缓慢。2003 年至 2012 年，是人参产业恢复期，政府更加重视人参产业，利用科技支撑人参产业（王军，2011）。2012 年至今，是人参产业飞速增长期，人参被批准为“新资源食品”后，随着政府的重视、龙头企业的参与、研究机构的科技支撑等，人参产业进一步壮大，具备了跨越式发展的条件。

人参产于我国东北三省，是吉林省优势产业，产量占全国的 85%，占全世界的 65%。2004 年人参种植面积约 $4.5 \times 10^7 \text{ m}^2$ ，95% 是伐林栽参，鲜参产量约 1.5 万吨，产值约 5 亿元，加工后的人参（干参）约 5000t，加工增值约 2 亿元，此外还有部分用于深加工和作为礼品参，这一部分的产值约 1.2 亿元，合计人参产业年产值 8 亿多元。到了 2014 年，吉林省鲜参总产 2 万吨，人参留存面积 $5 \times 10^7 \text{ m}^2$ ，人参产值实现 404.5 亿元，其中，人参种植实现产值 69.3 亿元，原料初加工及产品开发实现产值 335.2 亿元。

2002 年《中药材生产质量管理规范（试行）》（GAP）施行后，人参规范化种植基地在 2004 年成为全国首批、吉林省内第一个通过 GAP 现场认证的中药材，至今已经先后组建了 6 个人参规范化种植基地，其中已经有 4 个人参基地先后通过了国家 GAP 认证，人参已成为单品种通过国家 GAP 基地认证数量最多的中药材。

人参栽培土地严重短缺是制约我国人参产业发展的主要问题之一。2006 年以前我国长期采用伐林栽参方式，即将森林全部砍伐后再栽参。由于人参忌连作，栽过一茬人参的地要 30 年后才能再栽参。为了追求种参的经济效益，大量森林被破坏，导致水土流失、山体滑坡等一系列生态问题，发展参业和发展林业形成尖锐的矛盾。而且人参对土地要求严格，我国宜参林地资源有限，再生周期长，随着参业生产的发展，宜参林地资源濒临枯竭。国务院曾经针对全国水土流失严重的现状，做出了严格控制砍伐，逐渐由伐林变为造林的英明决策，但同时

将对土地资源已经十分紧张的参业生产发展造成更大的困难。中国、韩国、日本、美国和加拿大等世界主要产参国家均对人参忌连作问题做过大量研究，在忌连作原因上，提出的观点也较多，大多数研究者认为土壤理化性状变劣和病原微生物是人参忌连作的主要原因，但通过改良土壤、土壤灭菌及灭线虫，只能在一定程度上缓解人参连作的症状，栽参后仍存在病害重、产量低的问题，因此上述观点并未被普遍接受。现阶段国内外主要采用人参-绿肥和人参-水、旱田轮作并辅之以土壤改良和消毒等措施来缩短人参轮作周期。韩国的轮作周期为 10~15 年，我国为 15~20 年。

人参、西洋参生产种植现状

第一节 人参生长状况分析

一、人参的栽培分布与生态环境

1. 人参的栽培分布

现代栽培的人参，是由野生人参经长期引种驯化、栽培而形成的一种经济价值很高的作物。世界人参产地主要分布在亚洲东北部地区。这一地区大致位于北纬 $30^{\circ}\sim 48^{\circ}$ 、东经 $110^{\circ}\sim 130^{\circ}$ 之间，主要包括我国东北的小兴安岭、长白山、张广才岭等地，朝鲜北部，韩国中部，日本中部和北部，以及俄罗斯远东地区南部与我国相邻的山区地带。现代栽培的人参主要分布在野生人参的产区。栽培人参也称园参。我国园参的主要产区在东北东部和南部的广大山林地带，南起辽宁省宽甸，北至黑龙江省伊春市的山区、半山区；吉林省是园参的主要产区，多集中在东部长白山区的各市县，其中以长白朝鲜族自治县、抚松县、集安市、靖宇县栽培面积最大。

世界栽培人参的其他国家主要有韩国、朝鲜、日本及俄罗斯。韩国、朝鲜栽培人参的主要产区分布在北纬 $33^{\circ}\sim 42^{\circ}$ 之间，主要产地有京畿、忠南、忠北、江华、龙仁、锦山、丰基和开城等地。日本人参产区主要分布在北纬 $35^{\circ}\sim 44^{\circ}$ 的长野、岛根、北海道和福岛等地。俄罗斯栽培人参主要分布在远东沿海边区，近年来在莫斯科近郊及外高加索地区也有引种试栽。

2. 人参的生态环境

人参是第三纪北半球温带大陆孑遗植物，距今已有 6000 多万年的历史。由于长期生长在潮湿、冷凉的阔叶林下，在其自身系统发育过程中形成对遮阴、冷凉、湿润气候的适应性。从世界人参栽培区的生态环境看，大体与人参喜湿润、冷凉特性相一致。

我国人参主产区分布在东北东部长白山区，南起辽宁宽甸，北至黑龙江伊春，

其中心产区为长白山的抚松、靖宇、长白、集安一带。主产区境内有长白山地，包括张广才岭、老爷岭、穆稜窝集岭、完达山，海拔 500~1000m，最高点白头山 2744m。全区地处中纬度季风带，属大陆季风性湿润气候。区域内的气温和降雨从北向东南递增；大于等于 10℃ 积温为 2500℃，1 月平均气温为 -28~-24℃，7 月气温为 20~24℃，无霜期 130 天左右；年降雨量 700~1000mm，年平均湿度为 70%，8 月达 80% 以上。植被为针叶阔叶混交林，土壤类型为暗棕壤，pH 值 5.5 左右。由于境内山岭纵横，垂直高度变化大，因此各产区的气候状况有一定的差异。

二、人参生物学特性

人参是多年生宿根草本（图 1-1），高 30~60cm，主根肥厚，肉质，黄白色，圆柱形或纺锤形，下面稍有分枝；根状茎（芦头）短，直立。人参茎直立，圆柱形，不分枝；人参复叶掌状，小叶 3~6 片，中间 3 片近等大，有小叶柄；小叶片椭圆形或微呈倒卵形，长 4~15cm，宽 2~6cm，先端渐尖，基部楔形，边缘有细锯齿，上面脉上散生少数刚毛，下面无毛，最下 1 对小叶甚小，无小叶柄。人参夏季开花，伞形花序单一顶生叶丛中，总花梗长达 30cm，每花序有 4~40 余花，小花梗长约 0.5cm。苞片小，条状披针形；萼钟形，与子房愈合，裂片



图 1-1 人参生物学特征

5, 绿色; 花瓣 5, 卵形, 全缘, 淡黄绿色; 雄蕊 5, 花丝短; 雌蕊 1, 子房下位, 2 室, 花柱 2, 上部分离, 下部合生。人参浆果扁圆形或肾形, 成熟时鲜红色, 内有两粒半圆形种子。花期 6 月, 果期 7~8 月。

三、人参分类

1. 按照地区分类

通常把野生者称为“山参”或“野山参”, 野山参生长几十年。将人工栽培的人参称为“园参”。四年生以上的园参即发育成熟。园参再按地区及其本身所具有的特征来分, 可分为“普通参”“边条参”“石柱参”三大类。

普通参采用一倒制(移栽 1 次), 育苗 2 年或 3 年, 移栽后生长 4 年或 3 年, 6 年生收获作货。多在土壤有机质含量较高、水分充足、气候较冷凉的条件下培植出来。产品主要特征为根茎粗短, 主体短大, 须根多, 呈刷把状。

边条参采用二倒制(移栽 2 次), 参苗移栽时整形下须, 7~9 年才收获, 多在气候较温暖的山区, 沙壤土, 有机质含量中下, 透水、透气性好的条件下培植出来。产品主要特征为主体长, 根茎长, 有体有腿, 如人形美观。

石柱参采用籽趴(播种后不移栽, 直至收获)或苗趴(播种育苗, 用苗移栽后不再移动, 直至收获), 多在沙性较大的山地土壤中培育而成, 产品主要特征为根茎细长, 主体短小, 两条支根, 须根少。

2. 按照根形态分类

按根形来分, 可分为大马牙、二马牙和长脖三类。这三类也被称为农家品种, 由于每一类都不纯, 所以也有人称其为农家类型, 究竟称农家类型好还是称农家品种好, 尚无定论。当然, 在各个类型的基础上进一步选择优化是可以形成品种的。三大农家品种(类型)的特点主要如下。

(1) 大马牙 根茎粗短, 芽胞大, 根主体短而粗, 侧根多且集中生长于主体尾部呈刷锅的刷把状, 植株高大。总体来说, 大马牙生长快, 产量高。

(2) 长脖 根茎细长, 参根细小, 生长很慢, 植株小, 其中根体短小的称灵体, 根体粗长的称顺笨体, 根体粗短的称笨体。

(3) 二马牙 与大马牙相比根茎稍长, 参根细小, 生长很慢, 植株小; 与长脖相比而言, 生长较快, 产量也较高。还有一个最大的特点, 就是根主体长, 支根少, 在边条参区经整形移栽后, 脖子(根茎)较长, 身长具两条粗长腿, 单株重甚至超过大马牙。

园参除以上三个农家类型外, 尚有圆膀圆芦和竹节芦。圆膀圆芦的大小介于二马牙与长脖之间, 主根根茎细长(但比长脖要粗), 体形优美, 主根上端与根茎均呈圆形。竹节芦主根最短, 也较细, 肩稍尖, 但根茎细长, 节间明显, 近似

于竹子的地下根茎。由于圆膀圆芦和竹节芦的数量极少，分散于少数地区，没有形成农家类型，更没有专门的产区。

四、人参野生状态

1. 山参资源分布

山参，又称野山参或野生人参，与栽培人参属同种（*Panax ginseng* C. A. Mey）。古代我国山参主要分布在以太行山为中心的华北地区和以长白山为中心的东北地区。近代，华北地区山参基本绝迹。据肖培根院士 1955 年和 1962 年调查，我国野生人参分布在长白山和小兴安岭东南坡、辽宁绥中地区的山地及河北兴隆县雾灵山、青龙县的都山等地区。另外，俄罗斯远东地区及朝鲜半岛北部也有山参分布。从地理分布看，目前山参大致分布在北纬 $40^{\circ}\sim 48^{\circ}$ 、东经 $117^{\circ}\sim 134^{\circ}$ 范围内的山林地带。近年来，东北地区的千山和大、小兴安岭的野生人参也基本绝迹。长白山脉延伸的各市县成为我国山参唯一产区。

由于山参生长缓慢，周期长，要求生态条件苛刻，加之人们对其进行掠夺性采挖，使其野生资源已濒临绝迹。我国虽已把野生人参列入重点保护的珍稀濒危植物之列，但目前尚未采取积极有效的措施以抢救这一古老植物。目前，野山参的产量已远远满足不了市场的需求。

野山参可以生长几十年乃至百年，是因为人参的再生能力特别强。这种能力不仅超过其他植物、动物，而且也超过人类。野山参不怕冻， -400°C 以下在土中也冻不死；不怕旱，几个月不下雨也不干不坏；不怕野兽的践踏，即使把芦头（芽胞）踩坏也没关系，可以重新发出新芽，继续生长。令人惊奇的是，人参的根须上也能生出芽胞，使人参不死。人参的芦头由一个个芦碗儿组成，每个芦碗儿上都有后备芽胞。第一个芦碗儿如遭受意外损伤，其后备芽胞便可继续生长，成为新的芦碗儿。如果后备的芦碗儿也受到伤害甚至断掉，人参也不会死，几年之后，又长出新芽胞，继续生长。就算是从肩膀头断掉，人参也不死，可再憋出芽胞。人参的主根烂掉，剩余的须子仍可生长，几十年或上百年后，有的可变成主根继续生长。人参的茎叶由小至大可分为三花、五叶、二角子、灯台（三匹叶）、四匹叶、五匹叶、六匹叶（亦称六品叶）。一般最大为六匹叶。也有七匹叶和八匹叶的人参，这是人参的变异现象，比较罕见。不论五匹叶或六匹叶的野山参，如果芽胞受到伤害，再生的芽胞，就从三花、五叶或二角子开始生长，如此循环。所以有时发现茎叶是三花或二角子的小参，采挖后却发现是大人参。

2. 山参的生态条件及生育特性

（1）地形地势 山参多生长在海拔 $400\sim 1000\text{m}$ 之间的山冈地带或各种类型的山地上半部。坡度为 $5^{\circ}\sim 44^{\circ}$ ，地表起伏不平，既能保水又能排水的地方

最有利于山参生长。低洼渍水的地方，绝对不能生长山参。平原地区则完全没有野生种。

(2) 气候 我国长白山山参分布区的气候属于温带山地针阔叶混交林气候型。本气候带为长白山地区垂直带的下层。气候特点是冬季长寒，夏季温暖；年平均气温 3℃左右；1 月平均气温为 -15~-17℃，7 月平均气温为 17~19℃，大于等于 10℃积温 1500℃以上，无霜期 100 天左右。年太阳总辐射热为 519.10~523.32kJ/cm²，年平均日照 2400h 左右。年降雨量 700~900mm，多集中在 6~9 月，年平均相对湿度 70%左右。冬季雪量丰富，积雪深度一般可达 30~40cm，雪盖稳定在 2 个月以上。

(3) 土壤及营养 山参生长地的土壤为棕色森林土或山地灰化棕色森林土，富含有机质，排水透气良好，呈微酸性 (pH5.5~6.5)。

山参生长地的土壤表层富集枯枝落叶，并且分解较快。据调查，枯枝落叶分解强度的 A_{00}/A_0 值为 0.66 (A_{00} 为未曾分解的枯枝落叶层， A_0 为半分解的枯枝落叶层)，表土层 (3~11cm) 中有机质含量为 6.66%~27.55%，腐殖质含量 (总碳) 为 3.86%~15.99% (许广山, 1980)。山参生长地土壤物理性状，据王韵秋测定，土壤相对密度为 2.36~2.55；容重为 0.49~0.71；总孔度为 72%~79%；固、液、气三相比协调，固相 20.70%~27.62%，液相 23.62%~25.73%，气相 48.86%~55.70%。另据王铁生等测定，吉林大山参生长地土壤中无机元素有 23 种，其中含量较高的有 Al、Na、Fe、Ca、K、Mg、Ti、B，其次是 Zn、Mn、Ba、P、As、Sr、Cu、V、Cr、Co、Ni、Li、La、Hg、Cd 含量较少。各种元素在不同土壤层次中的含量大体均衡，唯 Cu 元素集中分布于 B₂ 层 (28~37cm)，Hg 元素集中分布在 A₂ 层 (8~17cm) 和 B₁ 层 (18~27cm)。

(4) 植被 山参主要生长在针阔叶混交林或杂木林下，由乔木、灌木、草本植物构成天然屏障，为其遮阴创造良好的条件。山参一般不生长在柳树林、杨桦林和纯针叶林中。据调查，山参生长地的植被组成见表 1-1。

表 1-1 山参生长地的植被特征表

乔木类	灌木类	草本类	藤本类	蕨类	苔藓类	真菌类
红松 <i>Pinus. koraiensis</i> Sieb. et Zucc.	刺五加 <i>Eleutherococcus senticosus</i> Maxim.	假茵芹 <i>Spuriopimi- nella brachy- carpa</i> (kom.) kitag.	五味子 <i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Bail- lon.	凤尾蕨 <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	葫芦藓 <i>Funaria hy- grometrica</i> Hedw.	松蘑 <i>Armillaria mutsutake</i> S. Ito et Imai.
油松 <i>P. tabulaeformis</i> Carr.	鸡树条荚蒾 <i>Viburnum sar- genti koehne</i> Herder.	庵蒿 <i>Artemisia kei- keana</i> Miq.	山葡萄 <i>Vitis amurensis</i> Rupr.	粗茎鳞毛蕨 <i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai.	金发藓 <i>Polytrichum inflexum</i> (Lindb. Par.)	蜜环菌 (榛蘑) <i>Armillaria mellea</i> (Fr. Quel.)