

第 1 篇 总 论

第 1 篇为总论部分，共 8 章，主要介绍药用植物栽培学的基本理论和基本方法等内容，是学习药用植物栽培学的基础。

第 1 章 绪 论

药用植物指具有预防、诊断和控制人类疾病，增强人类自身免疫力，增强人类体魄的植物类群。其有效成分是植物体内特异的活性成分。药用植物种类繁多，是中药的主要来源。

中药（traditional chinese medicines, TCM；或 traditional chinese drugs, TCD）是根据中医药的理论和临床经验应用于医疗保健的药物，包括中药材、中药汤剂、中成药等类别。中药在我国古代叫官药或药，是我国古代劳动人民防病、治病的有力武器，为中华民族繁衍生息和文明传承做出了杰出贡献。《说文解字》将“药”训释：“治病草，从草，乐声”，指出了“药”即是治病之草的意思。鸦片战争以后，西药进入国内，由于西药在原材料、制作工艺、用法等诸多方面与我国传统药有明显不同，为了区别二者，故在鸦片战争以后，我国传统药更名为中药。由于植物药是中药的主要来源，故中药在古代也叫本草。一般认为，本草有两种意思：一是指以草为本之意，表明中药以草本植物药为主；二是指根和草。通常意义上的本草就是中药的意思，如《神农本草经》也就是“神农中药经”。中药起源于我国古代劳动人民与疾病的抗争中，人们慢慢地发现了一些植物的叶、花、果等器官能治病、防病，后来逐渐演化为“神农尝百草”的传说，实际上，中药是我国古代劳动人民和中华民族集体智慧的结晶，是我国的国粹和传统文化之一，民间草药经过一步步的验证逐步上升为中药（国药）。由于中药具有疗效确切，兼有补益作用，人体耐受性好，副作用小等优点，深受我国民众的欢迎，也深受世界各国人民尤其是华侨、华人的欢迎。

在古代，我国就开始了药用植物的驯化和人工栽培，但中药主要来源是野生药材。到了现代，随着人口的增加和人们的健康需求提高，人们对药用植物的驯化和人工栽培提出了更高的要求，药用植物人工栽培化已是大势所趋。

第 1 节 药用植物栽培学的概念、任务、意义及特点

一、药用植物栽培学的概念

药用植物栽培学（medicinal plants cultivation）是研究药用植物生长和发育、产量与品质形成规律的科学。其研究范围包括种植环境选择、繁殖（播种、移栽）、田间管理、采收、产地加工、产品贮运等整个生产过程，还包括药用植物生长、发育各阶段与环境条件之间的关系，并在此基础上采取科学技术措施以达到优质、高效、高产、稳产的目的。它是一门综合性应用学科，其研究对象主要是各种药用植物集合而成的群体。本课程以普通生物学、植物学、植物生理学、生物化学、微生物学、农业气象学、土壤肥科学、计算机基础、植物生态学、农业生态学和植物保护学等学科理论为



基础。学习药用植物栽培学,还要与中医药学密切联系,了解中医学、中药学、中药资源学、中药鉴定学、中药制药学等学科的一些基础知识,有助于明确学习药用植物栽培学的目的,实现中药材生产的“四化”——管理规范化的品质规格化、技术指标化、产品标准化。

二、药用植物栽培学的任务

药用植物栽培学的任务是根据药用植物不同种类和品种习性,提供适宜的环境条件,采取与之相配套的栽培技术措施,充分发挥其遗传潜力,探讨并建立优质、稳产、高效栽培的基本理论和技术体系,实现中药材品质“安全、有效、稳定、可控”的生产目标。药用植物栽培涉及保证“药用植物—环境—措施”这一农业生态系统稳定发展的各项农艺措施,包括掌握不同药用植物的形态特征、生态和生理特性,以及对野生药用植物进行野生抚育和人工栽培等,满足药用植物生长发育和品质形成的必要条件,控制农药残留、重金属含量,提高药用有效成分含量等,以提高药用植物的品质和产量。

三、药用植物栽培学的意义

1. 扩大药材来源,保护人民身体健康 当今,随着回归自然的世界潮流和天然药物的迅速发展,对药用植物资源的需求不断增加,然而由于不合理的掠夺式采收方式,使许多药用植物野生资源遭到破坏,濒临枯竭,甚至灭绝。因此,药用植物栽培在保护药用植物资源、保证药材供应、满足中医临床用药和中药制药企业原料供应中起着重要作用。

2. 合理利用土地,增加农业收入 由于人工栽培的药用植物属于特用经济作物,经济价值较高,因此,发展药材生产对促进农村经济发展、提高农民收入有很重要的意义。从多年的统计数据来看,从事药用植物种植的收入是一般农作物收入的2~3倍,甚至10余倍。由于药材品种繁多,生物学特性各异,容易进行间、混、套种,能合理利用地力、空间、时间。药用植物栽培已经成为许多地方的支柱产业,如吉林抚松的人参种植、宁夏中宁的枸杞种植、重庆石柱的黄连种植、河南西峡的山茱萸种植、陕西商洛的丹参种植等。

3. 满足国外用药需求,增加市场份额,增加外汇收入 中药是我国的传统出口商品,是世界人民特别是旅居海外的侨胞防病、治病所愿意选择的或必需的药品。目前,中药在国际植物药市场的份额较低,因此,大力发展药用植物栽培事业,供应出口,不仅能为世界人民的健康作出贡献,而且还可换取大量外汇收入。

4. 保护生态环境 药用植物栽培对保护生态环境 also 具有重要意义,例如,我国“三北”地区种植的甘草、防风等。以前对野生甘草、防风的恣意采挖是造成西北地区草原沙漠化、荒漠化的原因之一,现在,人工栽培甘草、防风,在满足国内外市场、出口创汇的同时,还保护了生态环境。

四、药用植物栽培学的特点

(一) 药用植物栽培种类繁多,栽培技术涉及学科范围广 我国有药用植物11 000多种,其中常用药用植物有500余种,主要依靠栽培的药用植物有350种左右。它们的生物学特性各异,栽培方法各不相同。在栽培的药用植物中,如薏苡、黑豆、补骨脂、望江南、红花等,其栽培技术与粮食、油料作物相近;当归、白芷、桔梗、地黄、丝瓜、栝楼、芡实、泽泻等与蔬菜作物相

近;枸杞、五味子、诃子、梔子、忍冬等与果树相近;卷丹、芍药、牡丹、菊花、除虫菊、曼陀罗等与花卉相近;银杏、黄柏、杜仲、厚朴、喜树、安息香等与林木相似。另外,天麻、麦角是菌类与植物共生或寄生关系;冬虫夏草、白僵蚕是菌类寄生于昆虫幼虫的产物;猪苓是菌类之间的共生生长;槲寄生、菟丝子、列当等是寄生植物。同时,在粮食作物、蔬菜、果树、花卉、林木及食用菌中,有许多也是具有药用价值的药用植物,如麦芽、莱菔子、枇杷、桃仁、乌梅、玫瑰、槐米、黄蘗和香菇等。

(二) 多数药用植物栽培的研究处于初级阶段 药用植物栽培学是一门既古老又年轻的学科。早在 2600 多年前,《诗经》就记载有枣、梅、芍等的栽培。由于药用植物栽培面积较小,无法与粮、棉、油及蔬菜相比,因此,多数中药材的生产水平处于只知怎么种的初级阶段。有些具有特殊生物学特性或适用范围较窄的品种,其生产水平提高的步伐更慢。同时,该学科体系从建立至今时间尚短,国内从事药用植物栽培和研究的专业人员也十分有限。目前,多数药用植物栽培沿用传统种植技术,依靠药农的经验进行生产。因此,积极开展药用植物栽培研究,特别是加强药用植物栽培管理的规范化、标准化、产地加工技术的革新、育种技术的应用等多方面的研究,具有重大的现实意义。

(三) 药用植物栽培对产品质量要求的特殊性 中药材是用于防治疾病的一类特殊商品,质量要求高,其生物活性或有效成分的含量必须符合最新版《中华人民共和国药典》的规定,否则,临床上用药不准,就会导致贻误病情或加重病情。中药所含药效成分、重金属含量、农药残留及生物污染等决定了中药材品质的好坏,其中重金属含量、农药残留及生物污染等必须低于限量标准以下。用于配方的药材,要求药效成分有效、稳定。用于工厂化提取某一成分的药材,则要求活性成分含量越高越好。

近年来,有关中药材活性成分积累动态以及栽培技术与活性成分关系等方面的研究较受重视。科学地制定田间管理措施,确定药材适宜的采收期和科学合理的炮制方法等,能有效提高药材的质量。

(四) 中药材生产的道地性强 道地性也叫地道性,指传统中药材中具有特定的种质、特定的产区和独特的栽培技术及贮藏加工方法所生产的中药材,这种性质就叫道地性或地道性,其药材就叫道地药材或地道药材,其品质优、品质稳定、疗效可靠,如四川的川芎,重庆、湖北的黄连,甘肃的当归,吉林的人参,宁夏的枸杞,云南的三七等。中药材的道地性受地理环境、气候条件等多种生态因素的影响,这些因素不仅限制植物的生长、发育,更影响药用植物次生代谢物和有益元素种类及其存在形态。由于道地药材产品质量好,形成了商品化的专业生产。药材的道地性有四种基本类型:一药一道地,就是一个物种一个道地产区,如四川江油附子;一药多道地,就是一个物种多个道地产区,如白芷,有川白芷、杭白芷、亳白芷、禹白芷、祁白芷等多个道地产区,冬虫夏草有青藏草和川滇草;多药一道地,就是多个物种一个道地产区,如川贝母的基原植物有川贝母、暗紫贝母、甘肃贝母、梭砂贝母,它们都集中分布在川西北高原;多药多道地,就是多个物种多个道地产区,如黄连有 3 个基原植物,4 个道地产区,味连主产于重庆石柱、湖北恩施,雅连主产于四川洪雅,云连主产于云南香格里拉(中甸)。因此,发展中药材生产,要因地制宜,优先发展道地药材,以保证药材品质。

以前,由于受科技水平的限制,缺乏有效的检测标准和手段,人们往往以道地药材作为质优的标志。将药材与地理、生境和种植技术等特异性联系起来,把药材分为关药、北药、皖药、怀药、浙药、南药、云药及川药等。在众多的药材品种中,有的药材道地性强。但应当指出,并非所有种类的药材都有很强的道地性。有的种类的道地性是由于过去受历史、人文、技术、地理、交通等原因限制形成的,这类药材引种后生长、发育、品质与原产地一致,甚至更好,



如薯蓣(山药)、芍药、忍冬、菊花、地黄等,同样,有些药材“生在深闺人未知”,尽管它们不是道地药材,但胜过道地药材。道地药材是中医治病的法宝,同时,它在客观上也对防止药用植物生产一哄而上、遍地开花的不良现象起到了抑制作用。

需要说明的是,由于受环境条件或用药习惯改变的影响,道地药材也会发生一定的变迁,道地药材不是一成不变的,它与非道地药材也并非截然可分。如人参最早的道地产区据考证是今山西上党一带,后来才演变发展到吉林抚松一带。

(五) 中药材生产计划的特殊性 中药材生产的服务对象是中医院、中药制药企业等。在药用植物栽培过程中,中药材生产计划既要强调品种全,又要强调不同品种栽培面积、比例适当,因为中药是防病、治病的物质,中药又是多味配伍入药,且组方原则有君臣佐使,一般情况下,君药用量最大,故种植面积亦宜大。各品种功效不同,不能互相替代,各中药材必须保证相对应的规模面积,才能满足供应。但是,生产面积又不能安排过大,否则会造成浪费、发霉、变质等损失,因为许多药材不耐久贮,久贮后药效降低甚至失效,如当归、白芷、肉桂、荆芥、罗勒、杏仁、桃仁、洋地黄、麦角等主含挥发性、脂肪性、易变质成分的药材,均不能久贮。

一般地说,适用于人类多发病的品种、用量大的品种,种植面积要大,这样就可以保证常年供应。同时又要留有余地,以预防不可预测的突发性流行性疾病所需用药。如2003年突然爆发的SARS,主要是用中药控制的,中药功劳巨大。也就是说,要有前瞻性,做到有备无患,种植量比常年需求量要略大一些,预留突发事件(如地震灾害、旱涝灾害等)所需用药,这也是中药材生产的风险与机遇并存的原因。

(六) 世界各国都重视药用植物栽培 据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)估计,目前全世界至少有80%的人口依靠传统药物来维护基本健康,绝大部分传统药物来源于植物。传统药物的快速发展,造成野生药用植物资源濒临枯竭,药用植物栽培是解决这一矛盾的科学明智之举。因此,与我国一样,近年来国外药用植物栽培发展十分迅速。如日本药用植物栽培产量1975年为398.5t,1991年增加到512.2t。某些特有基原植物的生产量更是大幅度增加,如三岛柴胡由1972年的0.5t上升到1994年的40t,是原来的80倍。美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)为了对天然药物原料和生产制剂进行控制,特别强调原产地的概念。1998年,欧共体提出了《药用和芳香植物规范化生产质量管理规范(草案)》,从天然药物生产的源头抓起,以此保证药材质量的稳定。

第2节 药用植物栽培的历史和现状

一、我国药用植物栽培历史

我国药用植物栽培历史悠久。几千年来,劳动人民在生产、生活以及与疾病斗争中,对药物的认识不断提高,逐渐从野生植物采挖转为人工栽培。在长期的生产实践中,对于药用植物的分类、品种鉴定、选育与繁殖、栽培管理以及贮藏加工等都有丰富的经验,为近代药用植物栽培奠定了良好基础。

大约在公元前11世纪以前,人们逐渐接触并了解到某些植物、动物对人体可以产生影响,进而认识了原始医药。如“神农尝百草”的传说,充分反映出我们祖先从十分遥远的时代,便开始在实践中认识药物、应用药物,那个时期没有药用植物栽培,人们采挖野生植物资源供药用。

我国古籍中有关药用植物及其栽培的记载可追溯到2600多年以前。《诗经》(公元前11世纪—

前6世纪中期)记述了蒿、芩、葛、芍等100多种药用植物,枣、桃、梅等当时已有栽培。《山海经》(公元前8世纪—前7世纪)记载药物达百余种,其中多数食、药兼用。《尔雅》(公元前3世纪—前2世纪)中有关于北方枣和南方橘类等作药用的记载。

秦汉时期,出现了扁鹊、华佗、张仲景等名医。中国第一部医书《黄帝内经》和世界上最古老的第一部药物学著作《神农本草经》的问世,标志着中医学基本理论的形成和基本内容的确立。《神农本草经》载有252种植物类药材,并概括地论述了药材的功效、生境、采集时间及贮藏等。张骞(公元前138年前后)出使西域,把许多有药用价值的植物引种国内栽培,如红花、安石榴、胡桃、胡麻和大蒜等,丰富了药用植物种类。

魏晋南北朝时期,葛洪著《肘后方》、《抱朴子》,讲述治病方药、延年养生之道。潘茂名开辟药园,种植草药,悬壶济世,扑灭瘟疫,救治百姓。南梁陶弘景辑著的《本草经集注》,首创药物自然属性分类法和诸病通用药,总结了魏晋以来300年间的药学成就。北魏贾思勰著《齐民要术》(6世纪40年代),记述了地黄、红花、吴茱萸、竹、姜、栀子、桑、胡麻和蒜等20多种药用植物栽培方法。

隋唐时期,医学、本草学均有长足的进步,苏敬等编著的唐《新修本草》(公元657—659年),也叫《唐本草》,全书载药850种,为我国历史上第一部药典,也是世界上最早的一部药典。潘师正在中岳嵩阳观传道、种药、采药,唐高宗几度亲临洛阳召见,向其求教医药之道。

宋金元时期,刘翰、马志等编著的《开宝本草》(公元973—974年)在医药界也有重要地位。药用植物栽培在此时也得到相应发展,如宋代韩彦直《橘录》(1178年)等书中记述了橘类、枇杷、通脱木、黄精等数十种药用植物的栽培方法。《千金翼方》收录了枸杞、牛膝、萱草、百合、地黄等药物的栽培方法,详述了选种、耕地、灌溉、施肥和除草等一整套栽培技术。宋代唐慎微撰述的《证类本草》(全称《经史证类备急本草》),载药1746种,较前新增数百种,附方3000余首,集宋以前本草学之大成,具有很高的学术价值、文献价值和实用价值,是完整流传下来的综合性本草著作中年代最早的一部,为后世保存了大量的药学史料。该书图文并茂,方药兼收,为李时珍《本草纲目》的编写奠定了坚实的基础,李时珍评价该书曰:“使诸家本草及各药单方垂之千古,不致沦没者,皆其功也”。

明清时期,许多著作如明代王象晋的《群芳谱》(1621年)、徐光启的《农政全书》(1639年)、清代吴其濬的《植物名实图考》(1848年)、陈扶摇的《花镜》(1688年)等都对多种药用植物栽培作了详细论述。特别是明代李时珍(1518—1593年)的《本草纲目》(1578年),载药1892种,分16纲(部),即水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、服器、虫、鳞、介、禽、兽、人,60目(类)。仅“草部”就记述了荆芥、麦冬等62种药用植物的人工栽培,为世界各国研究药用植物及栽培提供了极其宝贵的科学资料。清代赵学敏的《本草纲目拾遗》(简称《纲目拾遗》)(1765年),亦具有很高的实用价值。

晚清以后至民国时期,西学东渐,西方的药用植物形态解剖及分类知识传入。同时,中医药学者对中药材栽培继续做研究工作,尤其是家种中药材研究,如1946年在重庆南川金佛山垦殖区设常山种植场,进行野生变家种研究和种植。出版了一些药用植物及栽培方面的书籍,如李承祜、吴善枢的《药用植物的经济栽培》、梁光商的《金鸡纳树之栽培与用途》、李承祜的《药用植物学》、《中国医学大辞典·中药分册》(1921年)、《现代本草学——生药学·上卷》(1934年)、《中国药学大辞典》(1935年)等。

二、我国药用植物栽培现状

新中国成立以来,药用植物栽培事业得到了迅速发展,地位空前提高。在改进栽培技术、野



生药材抚育、引种驯化野生药材、引进国外药用植物等方面都取得了较好的成绩。在我国市场上流通的常用中药材有 500 余种,其中主要依靠人工栽培的已达 350 种左右,如天麻、甘草、茯苓、五味子、龙胆、菰蓝、地黄、细辛、人参等。此外包括西洋参和番红花在内的 20 多种国外名贵药用植物已引入我国并在我国栽培成功,很多南药(肉桂、肉豆蔻、丁香等)引种也获得成功,它们当中有些品种的品质比原产地还好。可以预见,今后将会有更多的药用植物引入我国并驯化栽培。可以说,更多的野生药用植物进行人工栽培已是必然选择。

新中国成立以来,我国进行了三次(1959—1962 年、1970—1972 年、1983—1987 年)全国中药资源普查及品种整理工作,基本摸清了我国中药资源的种类、分布、生境及民间应用情况。发现了许多新药源,如新疆的紫草、阿魏,西藏的胡黄连,云南的诃子,广西的安息香、降香、土沉香等。对作为甾体激素类和避孕药物合成原料的薯蓣属植物,也进行了广泛的调查,为制药工业提供了原料。中药材经营环境也得到了极大改善,目前,国家已建立 17 个国家级中药材专业市场,分别是:河北安国、安徽亳州、河南禹州、江西樟树、四川成都荷花池、广西玉林、湖北蕲州、湖南邵东县廉桥、广州清平、重庆市解放路、哈尔滨市三棵树、西安市万寿路、广东普宁、湖南岳阳花板桥、昆明市菊花园、山东鄄城县舜王城、兰州黄河中药材市场,其数量和规模大大超过了古代有名的四大药市。与药用植物栽培学相关的出版传播工作取得了巨大成就,出版了《中国中药资源》、《中国药用植物志》、《中药大辞典》、《中华本草》、《中华临床中药学》、《药用植物栽培学》、《中药学》、《中药资源学》等大量书籍,定期出版《中国中药杂志》、《中草药》、《中药材》等期刊,有力地推动了药用植物栽培技术的发展和进步。许多地方兴建了药用植物园或中药博物馆,如北京、南宁、重庆、杭州等地。

据资料统计,全国有 600 多个中药材生产基地(其中含 180 多种药用植物的规范化生产基地),中药材生产专业场 13 000 个,中药材专业户 34 万户,种植面积达 7334km²,其中林木药材 3334km²,其它家种药材 4000km²,民族地区药材种植面积占全国的 11%。在中药出口方面,百年中药老店北京同仁堂、广州潘高寿、杭州庆余堂等起了很好的带头示范作用,如潘高寿川贝枇杷露、潘高寿蜜炼川贝枇杷膏畅销东南亚。2012 年,我国中成药国内产值 4316 亿元人民币,出口中药提取物、中药材和饮片 18.3 亿美元。

但应当看到,总体上来说,我国的药用植物栽培水平、药材质量还不高,现代化水平还较低,与国际先进水平还有较大的差距,与国家的要求、国际的期待、人民的愿望还有很大的距离,如栽培粗放、施肥不当、品种混杂、农药污染、重金属及有害生物残留、药材品质不稳、盗挖野生药材、贮存期间霉变、有章不行、有禁不止等。为此,我们应当依法依规,科学种植,特别是我国《中药材生产质量管理规范(试行)》、《中药材生产质量管理规范认证管理办法(试行)》和《中药材 GAP 认证检查评定标准(试行)》的颁布和实施,为我国药用植物规范化生产指明了今后的努力方向。

第 3 节 药用植物规范化生产和发展方向

一、药用植物规范化生产

中药材 GAP 是《中药材生产质量管理规范》(Good Agricultural Practice for Chinese Crude Drugs)的简称,其中 GAP 是 Good Agricultural Practice 的缩写。该规范是由我国原国家药品监督管理局(现国家食品药品监督管理局)组织制定,并负责组织实施的行业管理法规。它是一项从

保证中药材品质出发,控制各种影响中药材生产和品质的因子,规范中药材生产全过程,以保证中药材真实、安全、有效及品质稳定可控的基本准则。GAP在国际上已有先例,如1997年欧盟制定的《药用植物和芳香植物生产管理规范》和1992年日本厚生省药物局组织编撰的《药用植物栽培与品质评价》。我国《中药材生产质量管理规范(试行)》于2002年6月1日起施行。

实施中药材GAP,对中药材生产全过程进行有效的控制,是保证中药材品质“稳定、可控”,保障中医临床用药“安全、有效”的重要措施。中药材GAP的研究对象是生活的药用植物、药用动物及其赖以生存的环境(包括各生态因子),也包括人为的干预。它既包括栽培物种、饲养物种(品种),也包括野生物种。所谓中药材的生产全过程,以植物药为例,指从种子经过不同的生长、发育阶段到形成商品药材(产地加工或加工的产物)为止的过程。此过程一般不包括饮片炮制,除非在产地连续生产中已形成饮片(如附子加工成黑顺片、白附片)。一般炮制可看做是中药制剂的前处理。

各生产基地应根据各自的生产品种、环境特点、技术状态、经济实力和科研实力,制定出切实可行的、达到GAP要求的方法和措施,即标准操作规程(standard operating procedure, SOP)。SOP由企业制定,由政府监督。当前应注重研究和制定的SOP有:农业环境质量现状、评价及动态变化,药用动、植物的生物学特性及良种选育与复壮等,物种鉴定及种子、种苗标准,栽培技术经验总结及优化组合,病虫害种类、发生规律及综合防治方法研究,农药使用规范及安全使用标准,农药最高残留及安全间隔期的确定,肥料的合理使用及农家肥的无害化处理,药用植物专用肥的研制,活性成分和指标成分的积累动态及最佳采收期的确定,药材采收、产地加工方法的研究与改进,药材品质的检测与认证(国家标准与企业标准),药材的包装、运输与贮藏,文件档案的建立与管理等。

二、药用植物栽培的发展方向

我国已于2001年正式加入了世界贸易组织,根据《与贸易有关的知识产权协议》,各成员国必须对有关知识产权及遵循地理标示制度的产品提供保护,中国中医药面临贸易全球化所带来的新机遇。入世后,西药的仿制、生产受到限制,这就为我国丰富的药用植物资源的充分利用创造了良好的外部条件。对于医药行业,既是难得的发展机遇,又面临巨大的挑战。世界医药市场上天然药物的需求增长很快,我国具有丰富的天然药物资源,中药是我国医药的特色和优势,加入WTO有利于医药行业更好地引进外资和利用国外的新成果、新技术,但同时也必然使跨国医药公司与我国医药行业的竞争加剧。在当前我国大部分医药企业创新能力不强,大多数品种尚未形成专业化、规模化生产的情况下,这种冲击所造成的影响不容忽视。积极促进我国中药现代化进程,质量是核心。要确保中药材、中药饮片和中成药的质量,就必须抓住中药材生产这个源头。但是,由于诸多原因,我国中药材生产还存在许多问题:种质不清,种植、加工技术不规范,农药残留量严重超标;中药材质量问题可追溯性不强,质量责任不明确;中药材质量不稳定,抽检不合格率居高不下;野生资源破坏严重等。因此,通过规范化的药材生产提升整个中药材、中药饮片、中成药的质量,已经成为当前一项十分重要而且紧迫的工作。2007年1月11日,为贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,指导全国中医药创新发展工作,科技部、教育部、卫生部、国家中医药管理局、国家食品药品监督管理局等16部门联合制定了《中医药创新发展规划纲要(2006—2020年)》。该纲要的战略目标之一就是健全中药现代产业技术体系,其中的重要措施之一就是“发展中药农业,提升中药工业,改造中药商业,培育中药知识产业,促进中药产业链的形成与健康发展”。实施中药材GAP,把药材生产的管理纳入整个现代药品



生产、监督、管理的范畴。随着时代的进步,现代中药工业的规模化发展要求原料药材的生产必须规范化、产业化、精细化、集约化、现代化,以保证原料药材数量和品质的稳定可靠。同其它药品一样,中药材的品质来自其生产过程,只有规范的生产才能得到品质稳定、可控的药材。药材好,药才好。只有药材的品质得到提高,中药饮片、中成药的内在品质才能得到根本保证。实施中药材 GAP 是发展中药农业、促进中药产业化的重要措施之一。

第 4 节 我国药用植物的种类及分布

一、我国药用植物资源概况

我国幅员辽阔,自然条件优越,蕴藏着极其丰富的天然药物资源,种类繁多是其一大特点。中药资源包括药用植物、药用动物和矿物药三大类。据最近全国中药资源普查统计,我国中药资源物种数已达 12 772 种,这其中除不足 1% 的矿物药材外,99% 以上均为可更新的生物再生资源,尤以药用植物为最,占全部种数的 87% 有余,涉及 385 科,2312 属,共计 11 118 种(包括 9905 种、1213 个种以下单位)。可以说,药用植物是所有经济植物类中种类最多的一类。中药包括中药材、饮片和中成药,而中药材又是饮片和中成药的原料。据调查,我国市场上流通的中药材中以植物类药材为主,其中根及根茎类药材占比最大,次为果实种子类药材、全草类药材、花类药材、叶类药材、皮类药材、藤木类药材、菌藻类药材、植物类药材加工品(如胆南星、青黛、竹茹等)等。黄河以北的广大地区以耐寒、耐旱、耐盐碱的根及根茎类药材居多,果实类药材次之。长江流域及我国南方广大地区以喜暖、喜湿润的药材种类为多,其中叶类、全草类、花类、藤木类、皮类和动物类药材所占比例较大。

二、我国主要药用植物的分布

由于自然条件、用药历史及用药习惯的不同,中药材生产地域性较强。全国各地生产、收购的中药材种类各具特色,形成了中药材区域化生产的模式。为此,各地在发展中药材生产时,必须因地制宜进行规划和布局,以便生产出质量稳定、适销对路的中药材产品。药用植物的分布以其自然分布和区域栽培为基础大体划分为以下地区区划。

(一) 东北地区及部分栽培种类 本区域位于我国东北部,北有大、小兴安岭,东南有长白山,中间为松辽平原,包括黑龙江、吉林及辽宁北部。大部分地区属于寒温带和温带的湿润、半湿润地区。道地药材关药多产于本区域,内有哈尔滨市三棵树中药材专业市场。栽培种类:人参、辽细辛、五味子、藁本、升麻、柴胡、苍术、远志、桔梗、党参、黄芩、地榆、紫花地丁、知母、黄精、玉竹、白薇、穿龙薯蓣、防风、芍药、黄檗、牛蒡、刺五加、槲寄生、黄芪、龙胆、知母、黄柏等。

(二) 华北地区及部分栽培种类 本区域包括辽宁南部和河北、北京、天津、山东、河南、山西等地。道地药材祁药、北药、怀药多产于本区域,内有河北安国、河南禹州、山东鄄城县舜王城等中药材专业市场。栽培种类:菊花、丹参、板蓝根、党参、黄芪、地黄、薯蓣、忍冬、黄芩、柴胡、远志、知母、酸枣、连翘、苍术、益母草、玉竹、瞿麦、茵陈、牛膝、珊瑚菜、防风、北苍术、白芷、桔梗、藁本、紫菀、金莲花、肉苁蓉、杏、小茴香、麻黄、秦艽、猪苓、甘遂、珊瑚菜、枳椇、山楂、牡丹、徐长卿、灵芝、天南星、西洋参、野葛、贴梗海棠、银杏、玄参、山茱萸、玉兰、望春花、款冬、独

角莲等。

(三) 内蒙古地区及部分栽培种类 本区域位于内蒙古自治区。民族医药——蒙药主产于本区域，道地药材有甘草、黄芪、麻黄、赤芍、黄芩、银柴胡、防风、锁阳、苦参、肉苁蓉、地榆、升麻、木贼、郁李等。

(四) 华东地区及部分栽培种类 本区域包括江苏、浙江、上海、江西、安徽、福建等地。道地药材浙八味、笕桥十八味、“三建”、苏药、皖药多产于本区域，内有安徽亳州、江西樟树等中药材专业市场。栽培种类：浙贝母、桔梗、薄荷、菊、孩儿参、芦苇、荆芥、紫苏、栝楼、百合（卷丹）、菰蓝、芡实、丹参、夏枯草、延胡索、芍药、白术、玄参、麦冬、白芷、厚朴、山茱萸、益母草、牡丹、女贞、白前、独活、侧柏、贴梗海棠、前胡、茯苓、葛、苍术、半夏、莲、泽泻、乌梅、酸橙、龙眼、金毛狗脊、虎杖、贯众、金樱子、巴戟天、栀子、香薷、钩藤、防己、蔓荆子、青葙、车前、忍冬、乌药等。

(五) 华中地区及部分栽培种类 本区域包括湖北、湖南和重庆东部等地。道地药材川药有一部分产于本区域，内有湖北蕪州、湖南邵东县廉桥、湖南岳阳花板桥等中药材专业市场。栽培种类：茯苓、山茱萸、党参、菊花、望春花、独活、续断、黄连、厚朴、射干、杜仲、白术、苍术、半夏、紫苏、湖北海棠、湖北贝母、湖北麦冬、木瓜、贴梗海棠、黄精、玉竹、牡丹、乌药、前胡、芍药、白及、吴茱萸、莲、夏枯草、车前草、百合、酸橙等。

(六) 西南地区及部分栽培种类 本区域包括四川、云南、西藏、贵州、重庆中西部等地。道地药材云药、川药、桂药主产于本区域，内有四川成都荷花池、重庆市解放路、昆明市菊花园等中药材专业市场。栽培种类：黄连、杜仲、川芎、乌头、三七、郁金、麦冬、川贝母、冬虫夏草、羌活、厚朴、半夏、天冬、金荞麦、仙茅、川木香、白芷、川牛膝、泽泻、鱼腥草、川木通、芍药、红花、大黄、使君子、川楝、黄皮树、天麻、黄精、茯苓、吴茱萸、何首乌、白及、淫羊藿、黄檗、云木香、当归、贝母、千年健、猪苓、儿茶、草果、石斛、诃子、肉桂、防风、苏木、龙胆、木蝴蝶、阳春砂、西藏鬼臼、灵芝、红景天、珠子参、胡黄连、莨菪、秦艽、麻黄等。

(七) 西北地区及部分栽培种类 本区域包括陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆等地。道地药材西药主产于本区域，内有西安市万寿路、兰州黄河等中药材专业市场。栽培种类：大黄、贝母、甘草、羌活、猪苓、锁阳、肉苁蓉、天麻、杜仲、当归、党参、宁夏枸杞、麻黄、山茱萸、乌头、丹参、地黄、黄芩、柴胡、防己、连翘、远志、绞股蓝、薯蓣、秦艽、黄芪、中麻黄、知母、九节菖蒲、银柴胡、白鲜、升麻、伊贝母、红花、牛蒡、紫草、款冬、芍药、阿魏、冬虫夏草、雪莲等。

(八) 华南地区及部分栽培种类 本区域包括广东省、广西壮族自治区、海南省、中国台湾地区等地。道地药材南药、广药主产于本区域，内有广西玉林、广州清平、广东普宁等中药材专业市场。栽培种类：阳春砂、巴戟天、益智、槟榔、佛手、广藿香、何首乌、防己、草果、石斛、草豆蔻、肉桂、诃子、化州柚、仙茅、橘、乌药、广防己、大高良姜、穿心莲、罗汉果、广金钱草、鸡骨草、吴茱萸、大戟、千年健、莪术、天冬、郁金、土茯苓、八角茴香、栝楼、茯苓、葛、砂仁、肉豆蔻、丁香、芦荟、高良姜、胡椒、金线莲、胖大海、沉香、苏木、通草等。

(九) 海洋植物及部分栽培种类 我国是一个海洋国家，有漫长的海岸线和众多的海洋岛屿、岛礁。本区位于我国大陆的东部、东南部和南部的全部海域，包括渤海、黄海、东海、南海等。中国领海蕴藏着丰富的药用生物资源，是中药宝库的重要组成部分，如海藻、珊瑚、昆布、瓦楞子、紫菜、海带、石决明、海浮石等。

第2章 药用植物的器官形态

第1节 药用植物的一般特征

植物细胞和组织是构成植物体的基础，高等植物中出现了由各种不同组织构成的具有一定外部形态和内部构造并执行各自生理功能的器官。在高等植物中，能开花结果、形成种子，并以种子进行繁殖的植物类群称为种子植物。种子植物由根、茎、叶、花、果实和种子构成。其中根、茎、叶具有吸收、制造、运输和贮藏营养物质等功能，称为营养器官；花、果实、种子具有繁衍后代、延续种族的功能，称为生殖器官。器官之间的生理和结构差异明显，但彼此间又密切联系，相互协调，共同构成一株完整的植物。由于种子植物占药用植物的绝大多数，构成了药用植物的一般特征，故本章重点介绍种子植物的器官形态。

第2节 药用植物的根

根通常是植物体生长在土壤中的营养器官，具有向地、向湿、向肥和背光的特性。许多药用植物的根具有重要的药用价值，如人参、何首乌、乌头、黄连、黄精等。

一、根及根系的类型

（一）根的类型 根一般呈圆柱形或圆锥形，越向下越细，没有节和节间，没有叶、芽和花，也不含叶绿体。根的生长点有根冠保护。由种子的胚根直接发育而来的根称为主根，主根上长出的支根称为侧根，侧根长到一定长度时，又能生出新的侧根。主根和侧根直接或间接由胚根发育而来的，有固定生长的部位，称为定根。许多植物还能从茎、叶、老根和胚轴上生根，这些根不是直接或间接由胚根发育而来的，没有固定的位置，称为不定根。如玉米、薏苡等植物的种子萌发后不久，即从茎的基部节上长出许多粗细、长短相似的根，这些根就是不定根；又如秋海棠、落地生根的叶以及枳、木芙蓉的枝条扦插后所发生的根都是不定根。

（二）根系及其类型 一株植物地下部分所有根的总和称为根系。根据其生长特性的不同，根系可分为直根系和须根系两种类型。直根系主根明显、粗大、较长，各级侧根依次较小。裸子植物和大多数双子叶植物具有直根系，如银杏、人参、甘草、黄芪等。须根系主根生长缓慢、停止或退化，根呈丛生状态，无主次之分，多数单子叶植物具有须根系，如百合、蒜、小麦等。

二、根的构造

（一）根尖的结构 根尖指从根的最顶端到着生根毛的这一段，为根中生命活动最旺盛的幼嫩部分。根尖从顶端往上起可依次分为根冠、分生区、伸长区和成熟区四个部分。

1. 根冠 根冠位于根的最顶端，由许多排列不规则的薄壁细胞组成，一般成圆锥形，对分生

区起保护作用。根冠的外层细胞由于生长时受到土壤摩擦损伤而不断脱落,但其内部不断由分生组织给予补充,因此,根冠始终保持一定的形状和厚度。

2. 分生区 分生区位于根冠的上方(或内方),呈圆锥状,由分生组织细胞组成,具有很强的分生能力。分生组织产生的新细胞,除一部分向前发展形成根冠细胞,以补偿根冠因受损伤而脱落的细胞外,大部分向后发展,经过细胞的生长、分化,逐渐形成根的各种结构。由于原生分生组织的存在,所以分生区始终保持它原有的体积和作用。

3. 伸长区 伸长区位于分生区上方,细胞停止分裂,但细胞生长迅速,特别是沿根的长轴方向显著延伸,使根不断伸长。同时,细胞进一步分化而逐渐产生一些形态不同的组织。

4. 成熟区 伸长区上方为成熟区,细胞停止伸长,并且已分化成熟,形成了各种组织。成熟区最大的特点是表皮细胞的外壁向外突出形成根毛,所以又称根毛区。根毛的生活期很短,老的根毛陆续死亡,从伸长区上部又陆续生出新的根毛。根毛的产生大大增加了根的吸收面积。

由于分生区不断产生新的伸长区,所以伸长区也不断产生新的成熟区,如此更新的结果,就使得根尖不断向土壤深处推移,大大增加了根的吸收面积并提高了吸收效率。

(二) 根的初生结构 根尖顶端分生组织经分裂、生长和分化形成成熟的根,这种生长过程称为根的初生生长。初生生长所形成的各种成熟组织属于初生组织,它们共同组成根的初生结构。根的初生结构由外至内明显地分为表皮、皮层和维管柱三个部分。

1. 表皮 表皮包围在成熟区的外方,常由一层细胞组成,细胞排列紧密,由原表皮发育而来,细胞的长轴与根的纵轴平行。表皮细胞的细胞壁不角质化或仅有薄的角质膜,适于水和溶质通过,部分表皮细胞的细胞壁还向外突出形成根毛,以扩大根的吸收面积。对幼根来说,表皮的吸收作用显然比保护作用更重要,所以根的表皮是一种吸收组织。也有些植物根的表皮是由多层紧密排列的具加厚次生壁的死细胞组成,称为根被,如百部、麦冬等,根被具有保护作用,所以是保护组织。

2. 皮层 皮层薄壁细胞由基本分生组织发育而来,位于表皮与维管柱(中柱)之间,由多层体积较大的薄壁细胞组成,细胞排列疏松,有明显的细胞间隙。有些植物皮层细胞内可贮藏淀粉等营养物质成为贮藏组织。水生和湿生植物在皮层中可形成气腔和通气道等通气组织。皮层最外1~2层排列整齐,无胞间隙的薄壁细胞组成外皮层,皮层最内一层排列紧密的细胞成为内皮层。

3. 维管柱 指内皮层以内的中柱部分,由原形成层分化而来,中柱由中柱鞘、初生木质部、初生韧皮部和薄壁细胞组成,少数植物的根内还有髓。中柱鞘也叫维管柱鞘,维管柱鞘的薄壁细胞具有潜在的分生能力,在一定时期可以产生侧根、不定根、不定芽以及有次生生长植物的一部分形成层和木栓形成层等。初生木质部的主要功能是自下而上输导水分和无机盐。初生韧皮部主要起输导有机养料的作用。薄壁细胞位于初生韧皮部与初生木质部之间,在次生生长开始时,一部分薄壁细胞,将来发育成维管形成层的主要部分。一般双子叶植物的根,初生木质部常一直分化到维管柱的中心,因此不具髓部。但多数单子叶植物和有些双子叶植物的根,初生木质部不分化到维管柱的中心,因而存在着髓部。一般根的髓部由薄壁细胞组成,如百部、乌头、龙胆等;也有的髓部细胞木质化增厚而成为厚壁组织,如鸢尾等。

(三) 根的次生结构 大多数双子叶植物及裸子植物的根能够产生次生分生组织——维管形成层和木栓形成层。

维管形成层和木栓形成层的细胞分裂、生长和分化,不断使根加粗,这个过程称为次生生长。由次生生长所产生的组织,称为次生组织。由次生组织形成的构造称为次生结构。维管形成层的活动,使根不断加粗,外方的表皮和皮层因不能相应加粗而遭到破坏。当皮层组织被破坏之前,通常由根的维管柱鞘细胞恢复分裂机能形成木栓形成层,向外产生大量的木栓细胞组成木栓层,



向内产生少量的薄壁细胞形成栓内层，三者总称周皮，同属于次生结构。因根部不见光，所以栓内层细胞不含叶绿体，此点与茎不同。周皮形成后，外方的表皮和皮层因得不到水分和营养物质而逐渐枯死脱落。因此一般根的次生构造中没有表皮和皮层，而为周皮所代替。木栓形成层活动一段时间后就失去分生能力，在这之前，原木栓形成层内方的薄壁细胞又恢复分裂机能产生新的木栓形成层，而形成新的周皮。绝大多数单子叶植物和部分双子叶植物的根由于没有维管形成层和木栓形成层，因而没有次生构造，整个生活过程中一直保存着初生结构。

三、侧根的形成

主根上产生的支根，称为侧根。种子植物的侧根是从维管柱鞘起源的，属内起源。侧根形成时，维管柱鞘的某些细胞重新恢复分裂能力，使细胞层数增加，因而新生的组织就产生向外的突起。然后原有的突起继续生长，形成侧根的根原基，根原基细胞经分裂、分化，形成生长点和根冠。侧根的产生常有一定的位置。

四、根瘤与菌根

根和土壤中的微生物有密切的关系，有些微生物进入根内形成特定结构，共同生活，彼此互利，这种关系称为共生。根中的共生有两种类型：根瘤和菌根。根上生出的各种形状的瘤状突起，称为根瘤。根瘤菌细菌由根毛侵入根的皮层内，其分泌物刺激皮层细胞迅速分裂，使细胞数目增多、体积增大，同时根瘤菌也大量繁殖，结果在根表面形成根瘤。根瘤有固氮作用，可将空气中的游离氮 N_2 转变为可被植物吸收的氨 NH_3 ，供植物生长、发育的需要，也能提高土壤肥力，提高作物产量。除豆科植物外，还发现 100 多种植物能形成根瘤，如木麻黄、罗汉松、杨梅、铁树、沙棘等。近年来，把固氮基因转入农作物和某些经济植物中已成为分子生物学和遗传工程的研究目标。植物的根和真菌也有共生关系，和真菌共生的根称为菌根。真菌的菌丝在根的表面形成菌丝体，包在幼根的表面，有时也侵入皮层细胞间，但一般不进入细胞内，此时以菌丝代替了根毛的功能，增加了根系的吸收面积，称为外生菌根，如松等。菌丝通过细胞壁侵入到表皮和皮层细胞间，加强吸收机能，促进根内的物质运输的称为内生菌根，如柑橘、核桃等。也有菌丝不仅包在幼根表面同时也深入到细胞中，称内外生菌根，如柳树等。菌丝吸收水分、无机盐等供给植物，同时产生植物激素和维生素 B 等促进根系的生长，植物供给真菌糖类、氨基酸等有机养料。能形成菌根的高等植物有 2000 多种，如白术、丹参、地黄、连翘、五味子、金银花、柴胡、侧柏、毛白杨、银杏、小麦、葱等。具菌根的植物在没有真菌存在时生长不良，因此在进行药用植物栽培时须事先接种和感染所需真菌，以利于药用植物正常生长发育。

五、根的生理功能

根具有吸收、固着、输导、合成、贮藏及繁殖等功能。

(一) 吸收作用 根的功能以吸收土壤中的水分和二氧化碳以及无机盐类最为重要。有的根还能吸收游离氮气。植物体内所需要的物质，除一部分由叶和幼嫩的茎自空气中吸收外，大部分都是由根自土壤中取得。

(二) 固着作用 植物体的地上部分之所以能够稳固地直立于地面上，主要依赖于深入土壤的根系以及根内牢固的机械组织和维管组织的共同作用。

(三) 输导作用 由根毛、表皮吸收的水分和无机盐,通过根的维管组织输送到茎、叶,而叶所制造的有机养料经过茎输送到根,再经根的维管组织输送到根的各部分,以维持根的生长和生活的需要。

(四) 合成作用 根中能合成蛋白质所必需的多种氨基酸,合成后,能很快地运至生长的部位,用来构成蛋白质,作为形成新细胞的材料。科学研究也证明根能形成激素和生物碱,这些激素和生物碱对植物地上部分的生长、发育有较大的影响。例如,烟草的根能合成烟碱,南瓜和玉米中很多重要的氨基酸是在根部合成的。

(五) 贮藏作用 根内的薄壁组织一般比较发达,尤其是一些变态的贮藏根,常为植物体营养物质和活性物质贮藏之所。如人参、西洋参、萝卜等的根。

(六) 繁殖作用 不少植物的根能产生不定芽,在伤口处更易形成不定芽,因此可用来进行营养繁殖。例如甘薯就可以利用根能产生不定芽的特性来作插条繁殖。

六、根的变态

有些植物的营养器官由于长期适应某种特殊的环境条件,在形态、结构或生理功能上发生了非常大的变化,并已成为该种植物的遗传性状,这种变化称为变态。根的变态主要有以下几种类型:

(一) 贮藏根 贮藏根的主要功能是贮藏营养物质,因此根的一部分或全部常常肥大肉质。根据来源不同,可分为肉质直根和块根两大类。

1. 肉质直根 肉质直根主要由主根发育而成,因此一株植物上仅有一个肉质直根,其上部具有根颈,节间极短,并着生了许多叶子的茎——根头;其肥大部位可以是韧皮部,如胡萝卜,也可以是木质部,如萝卜。肉质直根依形态的不同,可分为:

- (1) 圆锥根:主根肥大呈圆锥形,如白芷、桔梗等的根。
- (2) 圆柱根:主根肥大呈圆柱形,如萝卜、丹参等的根。
- (3) 圆球根:主根肥大呈圆球形,如芜青根。

2. 块根 块根主要由侧根或不定根发育而成。因此在一株植物上可形成多个块根,如甘薯、麦冬等。块根的形状不规则,常呈块状或纺锤状,而且在其膨大部分上端没有茎和根颈,如天门冬、何首乌等。

(二) 气生根 有些植物的根生长在地面以上的空气中,称为气生根。常见的气生根有下列几种类型:

1. 支持根 自靠近地面的茎节上长出而插入土壤中、有支撑植物体直立作用的不定根称为支持根,如玉米、薏苡等。

2. 攀缘根 茎上产生的具攀附作用的不定根叫做攀缘根,攀缘根可使植物体附着在墙壁或树干等支持物上以维持植物攀缘向上,如常春藤、络石等。

3. 呼吸根 生长在沼泽地带的植物,因为植株的一部分被淤泥掩埋,生在泥中的根呼吸困难,所以就有一部分内部具发达通气组织的根垂直向上生长,暴露在空气中,进行呼吸作用,如红树、水松等。

4. 气生根 自茎上产生的不深入土中而是暴露在空气中的不定根。气生根具有在潮湿空气中吸收和贮藏水分等能力,多见于热带、亚热带植物,如石斛、榕树、吊兰。

(三) 水生根 有的水生植物的根呈须状,垂生于水中,纤细柔软并常带绿色。如浮萍、睡莲。



(四) 寄生根 由寄生植物产生的伸入寄主内部组织中用来吸取养分的根称为寄生根。寄生植物根据其与寄主的关系可分为全寄生植物和半寄生植物两种。全寄生植物因体内不含叶绿体,完全依靠吸收寄主体内的养分维持生活,如菟丝子、列当等。半寄生植物一方面从寄生根吸收寄主体内的养料,而同时自身含有叶绿体,可以制造一部分养料的植物,如桑寄生、槲寄生等。

第3节 药用植物的茎

茎是植物体生长在地上的营养器官,是植物体地上部分的躯干。植物的主茎由种子的胚芽发育而来,具有背地性。主茎顶端不断向上生长,重复产生分枝,从而形成了植物体整个地上部分的茎。大多数双子叶植物和裸子植物的茎在完成初生生长后,由于次生分生组织的活动,会使茎不断增粗,这种生长称为次生生长,也称加粗生长。次生生长所形成的次生组织组成了次生结构。

一、茎的形态

(一) 茎的形态特征 茎一般呈圆柱形,但也有的呈三角柱形(如莎草、香附等)、方柱形(如薄荷、蚕豆、益母草等)或扁平柱形(如仙人掌、昙花等)。茎有节和节间之分,其上着生叶和芽,幼茎常含有叶绿体,生长点先端没有类似根冠的结构。

茎上着生叶的部位称为节,两节之间的部分称为节间。不同的植物,节间的长度不同。一般来讲,节间显著伸长的枝条称为长枝;节间显著短缩,各节紧密相接的枝条称为短枝。节间的长短与枝条延伸生长的强弱有关,长枝主要是着生叶的枝条,故又称营养枝;花多生于短枝上。

叶从小枝上脱落后留下的痕迹叫叶痕。叶痕中的点状突起是枝条与叶柄间的维管束脱离后留下的痕迹,称为叶迹。叶痕的形状、大小多与叶柄形状有关。有些树木在叶痕两侧还有托叶脱落后遗留的托叶痕,如玉兰的托叶痕呈环状。此外,芽鳞脱落后在茎上留下的痕迹叫芽鳞痕。皮孔是茎枝表面隆起呈裂隙状的小孔,常浅褐色,木本药用植物茎上常常有皮孔。

(二) 芽及其类型 芽是处于幼态而未伸展的枝条、叶或花。芽根据着生位置、将形成的器官、芽鳞的有无、活动能力的不同进行分类。

1. 依芽着生位置分

(1) 顶芽:生于茎枝顶端的芽。

(2) 腋芽:生于叶腋处的芽,又称侧芽。有些植物腋芽生长的位置较低,被覆盖在叶柄基部内,直到叶脱落后才显露出来,称为叶柄下芽。

(3) 不定芽:没有固定的生长位置,不生在茎枝顶端或叶腋处。如甘薯、蒲公英、榆、刺槐等生在根上的芽,落地生根和秋海棠叶上的芽,桑、柳等创伤切口上产生的芽,都是不定芽。

2. 依芽将形成的器官分

(1) 叶芽:发育成枝与叶的芽,如桃、杏的芽。

(2) 花芽:发育成花或花序的芽,如桃、梅的芽。

(3) 混合芽:能同时发育成枝和花的芽,如梨、苹果、白丁香等的芽。

3. 依芽鳞的有无分

(1) 被芽:又称鳞芽,芽的外面有鳞片(又称芽鳞)包被,如梅、柳、桑等多数多年生木本植物的越冬芽。

(2) 裸芽:芽的外面无鳞片包被。大部分一年生植物、多数二年生植物和少数多年生木本植

物的芽，都是裸芽，如黄瓜、薄荷、枫杨等。

4. 依芽的活动状态分

(1) 活动芽：在生长季节活动的芽，即当年形成，当年萌发或第二年春天萌发的芽，如一年生草本植物和许多木本植物的顶芽及距顶芽较近的芽。

(2) 休眠芽：长期保持休眠状态而不萌发的芽。一般木本植物大部分靠下部的腋芽都呈休眠状态。但休眠是相对的，在一定条件下可以萌发，如植株受到创伤或虫害时，往往由休眠芽萌发出新的枝叶。

(三) 茎的分枝方式 每种植物的茎生长时都有一定的分枝方式，常见的分枝方式有下列四种：

1. 单轴分枝 主轴的顶芽能不断向上生长，形成主干，同时侧芽也发展成侧枝，侧枝又以同样方式形成次级侧枝。但主干的伸长和加粗比侧枝强得多，因而主干极显著。多数裸子植物和一部分被子植物具单轴分枝，如松、杉、柏、杨、山毛榉等。

2. 合轴分枝 主干的顶芽在生长季节生长缓慢或死亡，或顶芽为花芽，由紧接着顶芽下面的腋芽代替顶芽发育形成粗壮的侧枝，每年以同样的方式交替进行，使主干继续生长，这种主干是由许多腋芽发育而成的侧枝联合而成，所以称为合轴。大多数被子植物采取这种分枝方式，如李、枣、苹果、桑、番茄、马铃薯等，是先进的分枝方式。

3. 二叉分枝 顶端的分生组织平分分成两半，每一半各形成一个分枝，在一定的時候，又进行同样的分枝，以后不断重复进行，形成二叉分枝系统。这是一种比较原始的分枝方式，多见于低等植物，在高等植物中则见于苔藓和蕨类植物，如地钱、石松等。

4. 假二叉分枝 在顶芽停止生长后，或顶芽是花芽，在花芽开花后，由近顶芽下面的两侧腋芽同时发育成两个近相同的分枝，从外表看和二叉分枝相似，因此称假二叉分枝，如曼陀罗、丁香、石竹、茉莉、辣椒等。

(四) 茎的质地 根据茎的质地可将茎分为木质茎、草质茎和肉质茎三种。

1. 木质茎 茎质地坚硬，木质部发达。具木质茎的植物称木本植物，根据其性状的不同，又可分为：

(1) 乔木：植株高大，主干明显，下部少分枝，如松、厚朴、杨等。

(2) 灌木：植株矮小，主干不明显，在基部分枝成数个丛生枝干，如白丁香、连翘等。

(3) 半灌木：植株外形与灌木相似，其茎基部木质化，多年生，但上部多草质，入冬枯死，如麻黄、牡丹等。

(4) 木质藤木：茎长，需缠绕或攀附它物才能向上生长，如葡萄、木通等。

2. 草质茎 茎质地较柔软，木质部不发达。具草质茎的植物称为草本植物，根据其生长年限和性状的不同，又可分为：

(1) 一年生草本：植物在一年内完成其生命周期，即植物在一年内完成从种子萌发至开花结实后全株枯死的全过程，如红花、向日葵等。

(2) 二年生草本：植物在二年内完成其生命周期，即种子在第一年萌发，只进行营养生长，第二年才开花结实，然后全株枯死，如胡萝卜、菘蓝、油菜等。

(3) 多年生草本：植物生活二年以上才全株枯死，如人参、桔梗、黄连等。

(4) 草质藤本：茎细长柔软，需缠绕或攀附它物才能向上生长，如党参、牵牛、黄瓜、南瓜等。

3. 肉质茎 茎质地柔软多汁，肉质肥厚，如芦荟、仙人掌、景天等。

(五) 茎的生长习性 根据茎不同的生长习性，可以分为直立茎、缠绕茎、攀缘茎、匍匐茎和



平卧茎五类。

1. 直立茎 茎垂直于地面，如玉米、松、向日葵、亚麻等。
2. 缠绕茎 茎细长，不能直立，而依靠茎本身缠绕它物，呈螺旋状向上生长，如五味子、忍冬、牵牛、马兜铃、何首乌等。
3. 攀缘茎 茎细长，不能直立，而是以卷须、不定根、吸盘等特有的结构攀附它物向上生长，如栝楼、葡萄、豌豆等借助于茎或叶形成的卷须攀缘它物；常春藤、络石等的攀缘结构是不定根；爬山虎借助短枝形成的吸盘攀缘它物。
4. 匍匐茎 茎匍匐于地面，在节上生根，如甘薯、连钱草等。
5. 平卧茎 茎平卧于地面，节上不上生根，如蕺菜、地锦、马齿苋等。

二、茎的结构

（一）茎尖的结构 茎尖指茎或枝的顶端部分，自上而下可分为分生区、伸长区和成熟区三部分。茎尖的构造与根尖基本相同，所不同的是茎尖先端为分生区（生长锥），前方没有类似根冠的帽状结构；茎尖生长锥的四周表面能向外形成小突起，成为叶原基和腋芽原基，以后分别发育为叶和腋芽，腋芽再发育成枝。茎成熟区的表皮不产生根毛的结构，但常有气孔和毛茸。

（二）双子叶植物茎的结构

1. 初生结构 通过茎尖的成熟区做一横切片，可观察到双子叶植物茎的初生构造由外向内分为表皮、皮层和维管柱三部分。

（1）表皮：位于茎的最外方，由一层长径与茎的纵轴平行的长方柱形生活细胞组成，它由原表皮层发育而成。细胞排列整齐、紧密，一般不含叶绿体，但有些植物茎的表皮细胞含花青素，因此茎有红、紫等色，如蓖麻的茎为红紫色。表皮细胞的外壁比较厚，角质化并有角质层，有时还有蜡被。有的表皮具有由表皮细胞分化而成的气孔和毛茸等。

（2）皮层：位于表皮内方，是表皮和维管柱之间的部分，为多层排列疏松或稍密的薄壁生活细胞组成，具细胞间隙，是由基本分生组织分化而成。茎的皮层一般不及根的皮层发达，它只占茎的较小部分。靠近表皮的皮层薄壁细胞常含叶绿体，所以幼嫩茎多呈绿色，能进行光合作用。皮层中常具有厚角组织和厚壁组织，以加强茎的支持作用。一般茎的皮层中没有明显的内皮层，但有的植物在皮层最内层细胞中含有许多淀粉粒，称为淀粉鞘，如南瓜、马兜铃、蚕豆、蓖麻等。

（3）维管柱：维管柱是皮层以内所有组织的统称，包括初生维管束、髓射线和髓。

初生维管束在皮层内方呈环状排列，由原形成层发育而成，包括初生韧皮部、束中形成层和初生木质部。大多数是初生韧皮部在外，初生木质部在内，形成外韧维管束。茎中初生韧皮部是由筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞和韧皮纤维组成。茎中初生木质部是由导管、管胞、木薄壁细胞和木纤维组成。髓射线是维管束之间的薄壁组织，也称初生射线，由基本分生组织发育而成。髓射线外连皮层，内接髓部，具横向运输和贮藏营养物质的作用。髓位于茎的中心，由基本分生组织产生的薄壁细胞组成。有些植物的髓部在发育过程中消失形成中空的茎，如连翘、芹菜、南瓜等。有些植物在髓的周围部分有由排列紧密的细胞壁较厚的小细胞所形成的可与里面部分明显区分的周围区域，称为环髓带，如椴。髓具有贮藏营养物质的作用。

2. 次生结构 在双子叶植物茎中不仅具有增加长度的初生生长，而且还有维管形成层和木栓形成层所产生的使茎加粗的次生生长，从而形成茎的次生构造。

（1）次生维管组织：当茎进行次生生长时，束中形成层开始活动，与此同时，髓射线里面邻接束中形成层的薄壁细胞恢复分裂机能形成束间形成层，束间形成层产生以后，就和束中形成层

衔接起来,在横切面上看,就形成一完整的维管形成层环。

维管形成层细胞主要进行切向分裂,向内产生次生木质部,添加在初生木质部的外方,向外产生次生韧皮部,添加在初生韧皮部的内方。同时,维管形成层中的一些细胞也不断产生径向延长的薄壁细胞,放射状分布于次生木质部和次生韧皮部中,分别称为木射线和韧皮射线,二者合称维管射线,具横向运输和贮藏的作用。在具有双韧维管束的植物中,只有木质部与外面的韧皮部之间有形成层,形成次生构造。维管形成层细胞在不断分裂形成次生构造的同时,也进行径向分裂,扩大本身的圆周,以适应内方木质部的增大,同时维管形成层的位置也渐次向外推移。皮类药材就是维管形成层以外的韧皮部,如杜仲、厚朴、黄柏、金鸡纳、肉桂等。

(2) 次生保护组织: 双子叶植物木质茎中的木栓形成层可由茎的表皮细胞(柳、梨)、皮层细胞(胡桃、榆、杨、刺槐、马兜铃)或初生韧皮部薄壁细胞(葡萄、石榴)恢复分裂机能形成,但通常是由紧接表皮的皮层细胞所形成。木栓形成层向外产生木栓层,向内产生常含叶绿体的栓内层,从而构成新的保护组织——周皮,以适应内部的生长。

多数植物茎的木栓形成层活动数月后即失去分生能力,在这之前,在原木栓形成层的内方又产生新的木栓形成层形成新的周皮。新周皮形成后,它的所有外方组织由于水分和营养供应的终止而相继死亡。

双子叶植物草质茎的生活期较短,形成层活动能力弱,只产生少量次生组织,木质部不发达,茎的直径增加有限,质地较柔软。且多数草质茎不分化木栓形成层,故无周皮,由表皮行使保护作用,表皮常具角质层、蜡被、气孔、毛茸等;但有些植物在表皮内方形成木栓形成层,能向外分生少数几列木栓细胞,向内分生栓内层。由于木栓层薄,所以表皮仍保留在表面。另外,草质茎的髓部较发达,髓射线较宽。有的髓部中央破裂呈空洞状。

(三) 单子叶植物茎的结构 绝大多数单子叶植物的茎中没有形成层和木栓形成层,因此,只有初生构造,没有次生构造,不能无限加粗。单子叶植物茎的初生构造虽然也是由表皮、基本组织和维管束组成,但茎中维管束的排列方式却与双子叶植物不同,单子叶植物茎中的维管束一般有两种排列方式:一种是维管束散生于表皮内的基本组织中,因而难以分清皮层和髓;另一种是维管束成二轮排列,中央部分为髓或中央部分萎缩破裂呈中空状(如小麦、水稻)。在单子叶植物茎中,成熟的维管束多为有限外韧维管束(如玉米、石斛),也有的为周木维管束(如香附、重楼)。

(四) 根状茎的构造 双子叶植物根状茎构造的表面通常为木栓组织,少数具表皮。皮层中常有根迹和叶迹维管束(由茎通向根或叶的维管束)斜向通过,内皮层多不明显,皮层内侧有时有厚壁组织,维管束多为无限外韧型,呈环状排列,中央髓部明显。一般机械组织不发达,薄壁组织发达,细胞中常含有较多的贮藏物。

单子叶植物根状茎的表面通常不产生周皮,为表皮或木栓化的皮层细胞;少数有周皮,如射干、仙茅。内皮层大多明显,且具凯氏带,因而皮层与维管组织区域可明显区分,如姜、石菖蒲等;也有的内皮层不明显,如知母、射干等。皮层常占有较大的部分,细胞内常贮藏有大量营养物质。皮层中常散生有叶迹维管束或纤维束等。维管束多为有限外韧型,但也有周木型的,如香附;有的则兼具有有限外韧型和周木型两种特征,如石菖蒲。

三、茎的生理功能

茎的生理功能有输导、支持、贮藏和繁殖等。

(一) 输导作用 茎是植物体内物质运输的主要通道,根部从土壤中吸收的水分和无机盐以及在根中合成或贮藏的营养物质,要通过茎运输到地上各部分;叶进行光合作用所制造的有机养



料，也要通过茎输送到体内各部分被利用或贮藏。

(二) 支持作用 茎中的机械组织，特别是纤维和石细胞，分布在基本组织和维管组织中，以及木质部中的导管、管胞中，它们构成植物体坚固有力的结构，承受着叶、花及果的重量，并支持它们合理伸展和有规律的分布，有利于光合作用、开花和传粉的进行以及果实和种子的传播。

(三) 贮藏作用 茎的薄壁组织细胞中，往往贮存大量营养物质，以变态茎如根状茎（藕）、球茎（慈姑）、块茎（马铃薯）等的贮藏物质尤为丰富，可作药品、食品和工业原料。

(四) 繁殖作用 不少植物的茎有形成不定根和不定芽的习性，可作营养繁殖，如月季、菊花。用扦插、压条来繁殖苗木，便是利用茎的这种习性。

四、茎的变态

植物的茎在长期适应某一特殊生活环境的过程中也会产生变态。茎的变态可以分为地上变态茎和地下变态茎两大类：

(一) 地上变态茎 常见的地上变态茎有以下五种：

1. 叶状茎 茎变成绿色的扁平叶状或针叶状，行使叶的功能，而正常的叶则退化为膜质鳞片状、线状或刺状，如仙人掌、天门冬、竹节蓼、假叶树等。

2. 刺状茎 茎变成分枝或不分枝的坚硬针刺。刺状茎生于叶腋，可与刺状叶区分，如山楂、皂荚、酸橙等。

3. 钩状茎 由茎的侧轴变态而来，通常弯曲呈钩状，粗短坚硬无分枝，位于叶腋，如钩藤。

4. 卷须茎 茎变成分枝或不分枝的卷须，生于叶腋（如栝楼、黄瓜、南瓜）或与花枝的位置相当（如葡萄）。

5. 小块茎和小鳞茎 二者都是由地上芽形成的小球体，具繁殖作用。前者不具鳞片，类似块茎，如薯蓣、秋海棠、半夏等；后者具肥厚小鳞片，类似鳞茎，如大蒜、洋葱、卷丹等。

(二) 地下变态茎 常见的地下变态茎有下列四种：

1. 根状茎 外形似根，在土中横着或竖着生长，但有明显的节和节间，节上具退化的鳞片叶，先端及节上均具有芽。有的植物根状茎呈团块状，如姜、苍术、川芎等；有的植物根状茎细长，如白茅、芦苇等。

2. 块茎 短而肥厚，呈不规则的块状，节间短，且在节处具有芽和细小的或后枯萎脱落的鳞片叶，如天麻、半夏、马铃薯等。

3. 鳞茎 茎缩短成扁平或圆盘状的鳞茎盘，其上着生有许多肉质肥厚的鳞片叶，顶端有顶芽，叶腋有腋芽，如洋葱、百合、贝母等。有的鳞茎腋芽特别肥大，如大蒜的腋芽是主要的食用部分。

4. 球茎 茎肉质肥大呈球状，节和节间明显，节上生有膜质鳞片叶和芽，如荸荠、慈姑、芋等。

第4节 药用植物的叶

叶着生在茎节上，常为绿色扁平体，含有大量叶绿体，具有向光性。叶发生于茎尖基部的叶原基。叶是植物进行光合作用，制造有机养料的主要部位。

一、叶的形态

(一) 叶的组成 叶一般由叶片、叶柄和托叶三部分组成，但不是所有植物的叶均具有这三个部分。

1. 完全叶 具有叶片、叶柄和托叶三部分的叶称为完全叶，如桃、月季等的叶。典型叶片为薄片状，内有叶脉。叶柄是连接叶片与茎的部分，托叶是叶柄基部的附属物，通常两枚，细小，有的早期脱落。

2. 不完全叶 仅有叶片、叶柄和托叶中其一或其二的叶，称不完全叶。无托叶的不完全叶较普遍，如丁香、白菜等。没有叶柄的不完全叶叫无柄叶；叶片基部抱茎的叫抱茎叶；叶片基部延伸到茎上形成翼状或棱状的叫下延叶；如果叶基两侧裂片围绕茎部，称穿茎叶；如缺乏叶片而叶柄扁化成叶片状的，叫叶状柄，如台湾相思树的叶。以上各类均属于不完全叶。

(二) 叶片的形状 叶片是叶的主要组成部分。叶片的顶端称叶端或叶尖，基部称叶基，周边称叶缘，贯穿于叶片内部的维管束为叶脉。

1. 叶片的形状 常见的叶片形状有以下几种（图 2-1）：

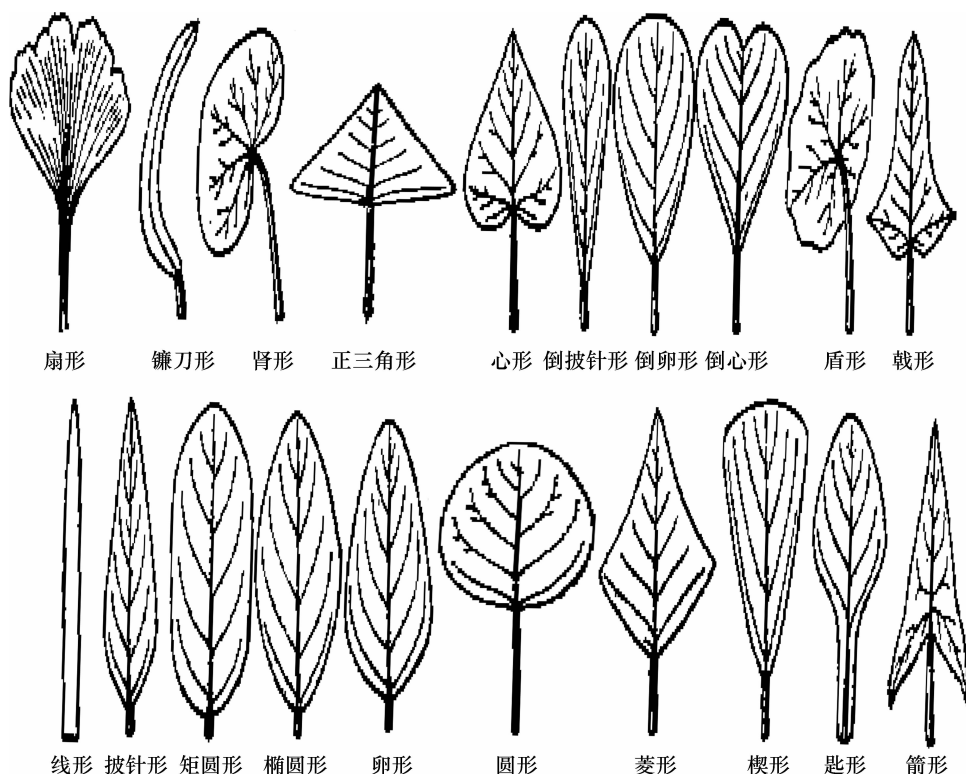


图 2-1 叶片的形状

(1) 针形：叶细长如针，先端尖锐，如松、云杉等的叶。

(2) 线形：叶片扁平狭长，整个叶片的宽度大约相等，两侧叶缘近平行，又称条形或带形，如水稻、小麦、韭菜、麦冬等的叶。

(3) 披针形：叶片长为宽的 3~4 倍，中下部最宽，向先端逐渐狭尖，如桃等的叶。



(4) 椭圆形：叶片中部宽而两端较狭，两侧叶缘成弧形，如薄荷、樟、刺槐等的叶。

(5) 卵形：叶片下部圆阔，上部稍狭，如向日葵、桑等的叶。

(6) 心形：叶片上部稍狭，下部广阔，基部凹入成尖形，整个叶片似心脏，如细辛、紫荆等的叶。

2. 叶尖的形状 常见的叶尖形状有以下几种：

(1) 渐尖：叶尖成锐角延长，两边内弯，如何首乌的叶。

(2) 急尖：叶尖成一锐角，两边平直，如荞麦、柳的叶。

(3) 钝形：叶尖钝而不尖，或近圆形，如厚朴的叶。

(4) 截形：叶尖平截而近似成一直线，如蚕豆、鹅掌楸的叶。

(5) 短尖：叶尖具由中脉延伸而成的短锐尖头，又称凸尖，如锦鸡儿的叶。

(6) 骤尖：叶端骤然形成尖而硬的尖头，如虎杖、吴茱萸的叶。

3. 叶基的形状 主要的形状有渐尖、急尖、钝形、心形、截形等，与叶尖的形状相似，只是在叶基部出现。

4. 叶缘的形状 常见的有以下几种：

(1) 全缘：叶片边缘完整，没有缺刻或齿，如女贞、夹竹桃、玉兰的叶。

(2) 波状：叶片边缘起伏如波浪形，如茄、胡颓子的叶。

(3) 牙齿状：叶缘具尖齿，齿端向外，齿的两边相等，如地榆、桑、金缕梅的叶。

(4) 锯齿状：叶缘具向前倾斜的尖齿，齿的两边不等，如茶、薄荷、月季的叶。锯齿上又有小锯齿的，称重锯齿，如樱桃的叶。

(5) 圆齿状：叶缘具钝圆形的齿，如锦葵、山毛榉的叶。

5. 叶片的分裂 叶片边缘裂开成较深的缺口，称为分裂。根据裂口的深度不同，可分为以下四种：

(1) 浅裂：裂口深度不及或约达整个叶片宽度的四分之一。

(2) 深裂：裂口深度超过整个叶片宽度的四分之一。

(3) 全裂：裂口深度几乎达到叶片的中脉或叶柄顶部。又可分为羽状分裂、掌状分裂和三出分裂三种类型：叶的裂片呈羽状排列为羽状分裂，叶的裂片呈掌状排列为掌状分裂，裂片为三个为三出分裂。

(4) 缺刻：有些植物的叶片具有深浅大小不规则的裂片，统称为缺刻，如菊花的叶。

6. 叶片的质地 常见的有以下几种：

(1) 肉质：叶片肥厚多汁，如芦荟、马齿苋、景天等植物的叶。

(2) 革质：叶片稍厚，比较坚韧，略似皮革，上面常有光泽，如枇杷、夹竹桃、广玉兰的叶。

(3) 草质：叶片薄而柔软，如薄荷、藿香、商陆等植物的叶。

(4) 膜质：叶片薄而半透明，如半夏、腊梅、麻黄的叶。

(三) 叶脉 叶脉是由茎通过叶柄进入叶片的维管束。位于叶片中央那条大而明显的脉，称主脉或中脉，中脉的分枝称侧脉，侧脉的分枝称细脉。叶脉在叶片上的分布方式，称脉序，一般可分为以下三大类：

1. 网状脉 具有明显的主脉，由主脉分出许多侧脉，侧脉再分出细脉，彼此连接成网状，是大多数双子叶植物的脉序。网状脉又可分为：

(1) 羽状网脉：侧脉由中脉的两侧分出，呈羽状排列，细脉则仍呈网状，如枇杷、桃、李等植物的叶。

(2) 掌状网脉：侧脉自中脉的基部分出形如掌状，细脉仍连成网状，如蓖麻、南瓜、向日葵