

第一章 当归、柴胡无公害生产概述

一、当归、柴胡无公害概念与意义

公害是指人类在生产、生活活动中 对自身环境造成的公共危害。这种危害是从工业革命以来逐渐形成的，到 20 世纪 60 年代后显得越来越突出。其中严重的可使人、畜当场死亡，也可使人、畜患上一些慢性疾病 如全身疼痛、畸形、癌症等。此外 公害还可造成间接危害 人、畜二次中毒、误杀天敌 使生态环境恶化等。

无公害食品是无公害食品产地环境、生产过程和产品质量需符合国家有关标准和规范的要求 经认证合格获得认证证书 并使用无公害农产品标志。当归与柴胡的无公害是无公害食品的一个类别 也应有同样要求。

无公害食品是农产品安全质量保障体系的产物。无公害食品的质量是依靠一整套质量标准体系来保证的。即农产品安全质量标准体系 GB 18406、18407 和无公害食品 NY 5000 系列行业标准 从农产品产地环境要求、生产技术规范、准则到产品质量标准 都有具体的规定 农产品安全质量检测检验体系 对农产品、食品、农业投入品、农业生态环境等与无公害食品相关因素进行监督管理和检测工作 农产品安全质量认证体系 是以无公害农产品生产基地认定和标识认证为基础，并逐步推行 GMP(良好制造规范) HACCP(危害分析与关键控制点)系列标准 ISO9000(质量管理和质量保证体系)还有农产品安全质量执法监督。有关管理部门开

绿色食品是我国于 1990 年就开始实施绿色食品工程，由农业部绿色食品发展中心负责管理。绿色食品是指无污染的安全、优质、营养的食品。由于与生命、资源、环境相关的事物通常冠以“绿色”为了突出这类食品出自良好的生态环境 因此将其定名为“绿色食品”。从 1996 年开始 我国将绿色食品分为 AA 级和 A 级两个级别。

AA 级绿色食品系指在生态环境质量符合规定标准的产地，按绿色食品的生产操作规程生产、加工 生产过程中禁止使用任何化学合成肥料、化学农药及化学合成食品添加剂 生产过程中允许限量、限时间、限定方法使用限定品种的化学合成物质 产品中各种化学合成农药及化学合成食品添加剂均不得检出；允许限定使用的化学合成物质的残留量仅为国家或国际标准的 1/2 其他禁止使用的化学物质残留不得检出 产品质量及包装经检测、检查符合特定标准 并经绿色食品审查管理机构认定、许可、使用 AA 级绿色食品标志的产品。

A 级绿色食品系指在生态环境质量符合规定标准的产地，生产过程中允许限量使用限定的化学合成物质，按特定的生产操作规程生产、加工 产品质量及包装经检测、检查符合特定标准 并经绿色食品审查管理机构认定、许可、使用 A 级绿色食品标志的产品。

AA 级绿色食品的各项标准均达到国际同类食品要求。但在我国现有条件下 大量开发 AA 级绿色食品尚有一定的难度，A 级绿色食品可作为向 AA 级绿色食品的一个过渡期产品。A 级绿色食品相当于世界先进国家的一般食品标准的水平。

有机食品是根据有机农业和有机食品生产、加工标准而生产加工出来的经过有机食品颁证组织颁发证书供人们食用的食品。有机食品是一类真正无污染、纯天然、高质量的健康食品，它完全不用人工合成的农药、肥料、除草剂、生长调节剂和基因工程材料

等,且具有以下 4 个特点:

第一、有机食品的原料无任何污染,且仅来自于有机农业生产体系,或采用有机方式采集和加工的野生天然产品。

第二,在整个生产过程中严格遵守有机食品的加工、包装、贮存、运输等要求。

第三,在生产和流通过程中有完善的跟踪审查体系和完整的生产、销售记录。

第四,通过独立的有机产品认证机构审查并颁发证书。

有机食品对生产基地要求严格,对大气、水体、土壤等环境要求都有严格规定,施用过禁用物质的田地,必须经过 3 年的有机转换,才能生产有机食品,而且产地周围要有隔离带,避免常规农业的影响。有机食品在原料生产中严禁化肥、农药、除草剂等人工化学品的投入,只允许使用有机肥、生物肥。发生病虫害时,绝对不能使用化学农药。生产上应用生态学原理指导生产。

无公害食品、绿色食品和有机食品都属于安全食品。但三者标准不同,如果用金字塔来比喻的话,无公害食品位于底部,绿色食品居中,有机食品居于顶端。无公害食品的生产是建立在常规农业的基础上,通过从农田到餐桌的全程安全质量控制,使得产品达到无公害食品要求,实现无公害食品生产规模化,消费大众化,人人都可放心食用的无公害食品;绿色食品生产是依托于有限度地使用人工化学品的可持续农业,它追求的是双重效应,即经济效益和生态效益的结合,绿色食品的标准要高于无公害食品,其生产过程、环境控制 and 产品质量的要求相对严格一些,有机食品则是植根于拒绝使用化学合成物的有机农业。我国有机食品生产已与国际有机食品体系接轨。有机食品可以直接以有机食品名义出口。

总之,作为要求按安全食品生产的中药当归与柴胡,也必须遵循上述原则,实现当归与柴胡生产的无公害目标,为国民经济和社会发展做出贡献。

二、当归、柴胡无公害生产的环境标准和治理

当归、柴胡的生产 应按产地适宜性原则 因地制宜 重视‘道地药材’的地理学和‘原产地’概念。只有良好的生态环境 才能生产出无公害的当归与柴胡产品，这是无公害生产的基础。生产基地应选择大气、水质、土壤无污染地区 要求在一定范围内没有各种污染源，灌溉水质要达到农田灌溉水质标准 GB 5084 - 92；产品加工 要达到生产加工水质标准 生产基地大气环境要达到‘大气环境’质量指标 GB 3095 - 82 的二级标准；产地土壤环境质量要达到土壤质量 GB 15618 - 1995 二级标准。中药材产地环境检测具体项目 主要包括 农田灌溉水质指标 需检测 pH 值、汞、镉、铅、砷、铬、氟化物、氰化物 加工用水除检测上述项目外 还要检测细菌总数、大肠杆菌数 大气质量指标需检测总悬浮微粒、二氧化硫、氮氧化物、氟化物 土壤质量指标主要检测汞、铅、镉、铬、砷及六六六、滴滴涕等残留量。

(一) 当归、柴胡无公害产地的 大气质量标准和污染的预防与治理

无公害当归与柴胡产地对大气质量的基本要求，一般均应远离城镇及污染区，大气质量较好且相对稳定。在产地的上方风向区域内 要求无大量工业废气污染源 要求产地区域内气流相对稳定 即使在风季 其风速也不能太大 因此可选择一些四面环山的河谷地带；要求产地内空气尘埃较少，空气洁净；雨水中泥污少，pH 值适中 产地内所使用的塑料制品无毒 无害 不污染大气。地上部分入药的植物，其生产基地应远离交通干道 100 米 或周围设有防尘林带。

大气环境执行 GB 3095 - 82 标准的二级，例如日平均总悬浮

微粒 ≤ 0.5 毫克/米³ 二氧化硫日平均 ≤ 0.25 毫克/米³ 氮氧化物日平均 ≤ 0.15 毫克/米³ 一氧化碳日平均 ≤ 6.0 毫克/米³。1级的大气综合污染指数应小于 0.6;2级在 0.6~1 之间;3级在 1~1.9 之间;4级在 1.9~2.8 之间;5级则在 2.8 以上,3级和3级以上的大气环境不适合于中药材的无公害生产。

大气污染对气候可产生严重的影响。大气污染首先使大气能见度降低,空气混浊。大气中的微粒又使空中多雾、多云、多雨。大气污染还影响大气辐射平衡的变化,进一步影响地球的气候变化。二氧化碳的积累会引起温室效应,使地球表面温度升高。二氧化碳在空中遇水蒸气变成硫酸雾,随同雨水降落而成酸雨,酸雨可以使土壤酸化。对大气污染的预防与治理可通过以下方法进行。

1. 对大气污染进行监测

对大气进行持久经常性的及时监测,可有效了解掌握污染物的种类和污染情况,以便提早采取防治措施。

(1)仪器分析和化学分析由于环境污染因素很多,分析的方法也很多。常用的有碘量法、测氧法、容量法、比色法和滴定法、薄层层析法、极谱法、气相色谱法、原子分光光度法和红外线法等分析污染物的含量。具体方法可参考有关资料。

(2)生物监测利用生物对污染物的敏感性测定污染物的含量,把这种对污染物非常敏感的植物叫“指示植物”。

2. 控制污染源

控制污染源是预防大气污染的关键措施。控制污染源的途径有改进工艺流程,使用高效低毒原材料,限制燃料含硫量,改善燃烧条件,安装脱硫集尘设备,控制排烟、排气,新建工厂要有防除公害的设备。排放硫化氢和一氧化碳浓度在 1‰左右的工厂,对作物是安全的,但是对人类危害很大。排放氟化氢浓度在 1‰左右的工厂,对作物是安全的,但是对人类危害很大。排放氟化氢浓度

在 10^{-6} 的工厂，对人类影响不大，但对植物危害很大。这些工厂要远离城镇。

3. 建造绿色屏障 发挥森林的净化作用

植树造林是防治大气污染的措施之一。因为森林有吸收有毒气体、阻挡尘埃、补充氧气、吸收二氧化碳、防风固沙、涵养水分、调节温湿度与改良气候等作用，对环境有很大的净化能力。

4. 选栽抗污染力强的作物和中药材

抗二氧化硫、氧化氮、氯气、氢氟酸和二硫化碳等有毒害气体的中药品种有女贞、银杏、夹竹桃、广玉兰、无花果、枳壳、枳橙、木芙蓉、枣树、丁香、侧柏、十大功劳、梔子等。抗污染能力强的蔬菜，如抗氟化氢的有番茄、黄瓜、辣椒、南瓜、甘蓝、茄子、菜花等。抗氯气的有茄子。抗乙烯的有甘蓝、莴苣、圆葱。抗二氧化硫的有芹菜、黄瓜、圆葱、马铃薯。污染区要种植抗性强的中草药。

(二 当归、柴胡无公害产地的水质标准和污染的预防与治理)

水源质量也是影响无公害生产的重要因素，如果水源一旦被污染 即使在生产中采取其他任何无公害栽培技术 其结果也无济于事。无公害产地水源质量必须符合国家农田灌溉水质标准。具体要求是 产地内水资源丰富 水质质量相对稳定 如符合条件的地下水、大中型水库、大中河流和湖泊等。如用江、河、湖水作为灌溉水源 则要求在产地上方水源的各个支流处无工业污水排放 水质基本达到二级饮用水标准。

水体应清澈透明 无异味 水源周围无污染源 如粪堆、厕所、畜禽场、动物食品加工厂等。具体的监测指标有：pH 值、镉、铅、汞、砷、六价铬离子、氟化物、氰化物、氯化物、细菌密度、大肠杆菌密度、化学耗氧量和生物耗氧量以及溶解氧等。

农田灌溉用水执行 GB 5084 - 92 标准，按该标准规定种植药材 生化需氧量 (BOD_5) ≤ 80 毫克 / 升 化学需氧量 (COD) ≤ 150 毫

克/升凯氏氮 ≤ 30 毫克/升 总磷(以磷计) ≤ 30 毫克/升;pH 值 5.5~8.5; 全盐,非盐碱土地区 ≤ 1000 毫克/升,盐碱土地区 ≤ 2000 毫克/升 重金属 如总汞 ≤ 0.001 毫克/升,总镉 ≤ 0.005 毫克/升,总砷 ≤ 0.05 毫克/升,铬(六价) ≤ 0.1 毫克/升.....粪大肠杆菌群 ≤ 1000 个/升 蛔虫卵数 ≤ 2 个/升.综合污染指数的水质为综合评价 1 级水源的综合污染指数应在 0.5 以下;2 级在 0.5~1.0 之间 超过 1.0 时为 3 级,这时该水质已超出警戒水平。

水体污染预防和治理的主要途径是控制污染源和废水处理。控制污染源的方法是节约用水,减少排污量,建立工厂废水处理系统和城市污水处理系统。污水处理的方法有生物法、化学法和物理法。

1. 生物膜法

生物膜是由多种微生物群体所形成的一层黏膜状物(简称生物膜)。生物膜能将污水中的有机物和有害物质分解掉,使污水净化。

2. 氧化塘法

氧化塘法是污水在池塘中停留数天、十几天到几十天,水深 0.5~5.0 厘米,由于生物的作用,使污水得以净化。可除去各种有机磷农药 90% 以上,处理生活污水的效果也好。

3. 活性污泥法

活性污泥法又叫曝气法。活性污泥是一种绒絮状小泥粒,它是由需氧菌为主的微型生物群以及有机和无机胶体、悬浮物等所组成的一种肉眼可见的细粒。它有很强的吸附和分解有机物的能力。在强力通气条件下使污水净化,有害物质沉淀水底,上面的水即为净化水。水下的有害物质再做其他处理,加以综合利用。

(三)当归、柴胡无公害产地的土壤质量和污染的预防与治理

无公害中药材产地所要求的土壤质量,主要表现在以下方面。

土壤耕层内无有毒离子和倾倒地富集，主要是指重金属离子，如汞、镉、铬、铅、铜、锌等。土壤中的有机氯和有机磷化物如六六六、滴滴涕、油、酚等的残留较少。土壤 pH 值适中，一般以中性和稍偏酸性土壤为宜。土壤既不重又不过轻，一般宜采用黏壤土、壤土和砂壤土，且其中碎石、废塑料薄膜等杂物少。土质肥沃，有机质含量高，土地平整，地下水位较低，不积水，便于灌溉。土壤质量标准主要执行 GB 15618-1995 二级标准。通常采用卫生标准，但由于土壤污染物不像水和大气中污染物能直接进入人体，加之土壤污染物需经过植物吸收，通过食物链才能进入人体。因此，标准很难统一，国外一些国家制定的一些主要的重金属元素标准和滴滴涕、六六六残留标准可作为我国参考，如表 1-1。

表 1-1 一些国家土壤中几种污染物标准（毫克/千克）

国 家	汞	镉	砷	铅	铬
欧 共 体	1~3	1~1.5	—	50~300	—
法 国	2	1	1	100	150
英 国	3.5	1	10	1000	—
德 国	3	2	20	100	100
美 国	3.56	5.34	—	40~80	—
前苏联	5	2.1	15	背景值+20	Cr ³⁺ +100

我国对土壤污染物含量也有一些建议标准，如南京环保所和北京地区均制定了相应标准。对土壤中滴滴涕、六六六残留量根据我国水果、作物产品中允许的残留标准确定为六六六 ≤ 0.2 毫克/千克，滴滴涕 ≤ 0.1 毫克/千克。绿色食品生产基地土壤中六六六残留标准为 0.3 毫克/千克，滴滴涕为 0.5 毫克/千克。

综合污染指数用于土壤分级时，1 级的综合污染指数为 0.7 以下；2 级在 0.7~1.0 之间；3 级在 1~2 之间；4 级在 2~3 之间；5 级则大于 3。3 级和 3 级以上的土壤已有一定程度的污染，不符合

无公害中药材生产之用。

控制污染源是治理土壤污染的根本措施。污染源有工业排出的“三废”田间施用的农药和化肥 污水灌田等。应严格控制工业“三废”的排放 并进行净化处理 减少对土壤的污染。合理使用化学农药 减少对土壤的污染。科学使用化肥 氮、磷、钾和微肥要配合使用，不要过多偏施氮肥，对不合格的化肥要停止生产和使用。在污水灌溉区要经常化验土壤 防止对土壤的污染 严格执行污水灌溉的有关规定，避免重金属和其他有毒元素对土壤的进一步污染及对药材作物的危害。治理土壤污染一般是比较困难的，特别是大面积的治理更困难。下面仅介绍常用的几种方法。

1. 翻 耕

把污染物质浓度高的上层翻至下层 而把浓度低的下层翻至上层 以此稀释耕层中污染物质的浓度。如果耕层以下土层中污染物质浓度高 则此法无效。此外 土层浅薄 翻耕法也无效。另外 为把翻上来的新土熟化 还必须考虑施用土壤改良剂和增加施肥量。

2. 客土和换土

客土系指在现有的污染土上覆上一层未污染土壤。换土系指将受污染的耕层挖除至适当深度后再填入未污染土壤。覆盖客土使耕地地面增高 因此在稻田的情况下会使水田管理产生困难 所用客土量是受限制的 客土效果常常是不大的。目前 采取换土的办法居多。无论客土、换土或深翻 对小面积污染严重的土壤均可采用。但对换下来的土壤 一定要妥善处理，客土的厚度一般为 10~25 厘米。将污染的土壤深翻到下层也可以。这些工程都很大，一般的人力手工操作难以办到。故对大面积的换土与深翻，应用机械操作。

3. 施用改良剂或抑制剂

了解有害金属元素的特性及其在土壤中的变化，对于研究些能使作物减少吸收该元素的方法来说，是极为重要的。在自然

条件下重金属的自然背景值保持着极为缓慢的动态平衡而很少发生变化。与此相反，在耕种条件下人为活动使土壤环境发生变化，从而也使土壤中重金属的情况发生变化。这就是说，在自然土壤中这些物质的变化是在很长的时间里完成的，而在耕种土壤中这些变化是在极短的时间里完成的，了解这些变化对制定减少有毒物质吸收的措施则是很重要的。

4. 增施有机肥或绿肥

增施有机肥和绿肥可以提高土壤吸收容重，改善土壤微生物活动条件，降低土壤污染的程度。向土壤施入有机物质被农民视为提高土壤肥力的方法。实际上有机肥料含有作物生长和发育所必需的各种营养元素。这种肥料与矿质肥料相比较，其优点在于它对土壤具有多种多样的积极影响。首先是它能提供营养元素，其次是可作为土壤物理性质改良的重要物质。有机物质在土壤中分解时释放出热量，伴随其矿化释放出矿物质、二氧化碳和氨等。在有机物质分解过程中还可能形成胡敏酸和富里酸。有机肥料的缺点是植物所必需的氮磷元素释放缓慢而且浓度很低这就迫使农民加大有机肥料的用量。

5. 改变耕作制度

作物旱田中滴滴涕、六六六降解速度很慢 残留量大 改水田后 降解速度加快 经过一年即可基本降解掉。水旱轮作是降解土壤污染的有效措施。

6. 生物措施

通过生物降解或植物吸收可净化土壤。如蚯蚓能降解土壤中农药、重金属及废弃物等。羊齿类铁角属植物能吸收土壤中的镉 红酵母能降解剧毒的聚氯联苯。

第二章 当归的无公害高效栽培与加工

一、当归的植物学分类和特征特性

当归为伞形科多年生草本植物 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 的干燥根。别名秦归、云归、西归、岷归。生药称当归 (*Radix Angelica Sinensis*)。当归为我国一味主要中药 药用历史悠久 历代本草均有记载。

(一) 当归的植物学形态特征

1. 当归的根

当归的根属肉质性直根系 主根明显 根的生长状态随着个体发育进程而变化。在第一年的育苗期,主根发育成较为典型的肉质性直根系。黄白色、圆锥形,长达 20~30 厘米,直径为 0.3~0.5 厘米,在第二年的成药期,主根在起苗和移栽过程中由于根尖受损 使发育受到抑制 从而促进了侧根的大量发育 于是便形成肥大而多分枝的肉质根(图 2-1)。

当归的根一般全长可达 30~50 厘米,直径为 3~5 厘米,外皮黄白色,断面为白色,为当归的药用部分。当归根系仅在营养生长期才表现为肥大肉质性。当归由营养生长转入生殖生长后,由于抽苔和开花结实需要消耗大量营养物质,从而使根系变得坚硬而瘦小,失去肉质性。在人工栽培条件下,当归的个体发育要在 3 年内完成,头两年为营养生长阶段,第三年转入生殖生长阶段。如果在生长的第二年进入抽苔开花阶段,便叫做“早期抽苔”。抽苔开花后,根部营养物质大量消耗,变成柴质状,从而丧失药用价



图 2-1 当归植株形态

1. 根 2. 花茎 3. 叶 4. 果序 5. 花 6. 双悬果

值。

2. 当归的茎

当归茎直立、基生、紫色，有明显的纵直槽纹。株高 1 ~ 1.5 米，茎上有节，一般具 5 ~ 7 节，各节均可萌发侧枝，形成一个多茎秆、多分枝的个体。当归的茎分为营养茎和花茎，营养茎仅存在于营养生长期，此时尚无花茎发育的必要条件，茎便一直处于营养生长状态。茎体极度短缩，既无茎节的分化，也无明显的茎秆伸出地面，外观上处于无茎状。当花茎发育的条件具备，生长点已相继完成了一系列质的转变，花茎才开始出现。明显的标志是茎节的

分化和形成 并迅速伸出地面 形成一个直立的多节、多分枝的茎秆。花茎的形成，标志着当归的发育已由营养生长状态转入生殖生长状态。也就是说要进入抽薹开花期。当归的抽薹期，实际上就是花茎的发育期。早期抽薹是由于提前满足了发育条件，所以花茎的发育不是在第三年，而是提前在第二年。早期抽薹的植株，侧芽还未大量形成 主茎占绝对优势 侧枝较少。

3. 当归的叶

当归叶片在个体发育过程中有较大的变异。种子萌发后，第一片初生叶为三出全裂的单叶，每 1 裂片具有 3~5 个深裂或浅裂 具长柄。第二片初生叶片出现后 形态逐渐过渡到三出羽状复叶 每 1 小叶各具 3~5 个羽状浅裂或深裂，叶柄比第一片初生叶长近 1 倍。第三片真叶出现后，植株即从幼年期向成年期过渡。此后 出现的新叶均为典型的 2~3 回奇数羽状复叶。叶柄长 3~11 厘米 叶鞘膨大 叶片卵形 小叶 3 对 近叶柄的 1 对小叶柄长 5~15 厘米 近顶端的 1 对无柄。呈 1~2 回分裂 裂片边缘有缺刻。当归叶子分基生叶和茎生叶。在第一至第二年的营养生长期间 生长点相继产生叶原基 形成多数基生叶 丛生于营养茎顶端，呈莲座状 叶片较大 叶柄较长 (5~15 厘米)，第三年 转入生殖生长后 生长点分化出茎节并伸长 形成花茎。这时 基生叶停止分化 在花茎的节部产生茎生叶 互生 叶片较小 叶柄较短 基部膨大呈鞘状 抱茎。

4. 当归的花

当归为一次开花植物。正常栽培条件下，第三年进入开花期。花为复伞形花序 顶生 伞梗 10~14 枚 长短不等 基部有 2 枚线形总苞片或缺 小总苞片 2~4 枚 线形 每 1 小伞形花序有花 12~36 朵 小伞梗长 3~15 毫米 密被细柔毛；萼齿 5 细卵形 花瓣 5，白色 长卵形 先端狭尖略向内折 雄蕊 5 花丝向内弯 子房下位，2 室 花柱短 2 个 花柱基部圆锥形。花期 6~7 个月。

5. 当归的果实和种子

当归的果实为双悬果宽卵圆形，扁翅果状，长 4.5~6.5 毫米，宽 4.0~5.2 毫米 厚 1.1~1.5 毫米。表面灰黄色或淡棕色，平滑无毛 顶端有突起的花柱基 基部心形。分果背面略隆起 具 5 条明显隆起的肋线 中间的 3 条较低平，两侧的两条特宽大成翅状；腹面平凹 常存一细线状悬果柄 与果实顶端相连 横切面上可见肋线间各具油管 1 条 腹面有油管 2 条。含种子 1 枚。种子横切面长椭圆状肾形或椭圆形。胚乳含油分。胚细小 白色 埋生于种仁基部。千粒重 1.2~2.2 克。果期 8~9 月份图 2-2)。

(二 当归的生物学特性

1. 当归的一生

当归的一生是从种子萌发到产生新的成熟种子的整个过程。不同的生态条件和栽培技术，对当归生长发育的进程影响很大。在人工栽培条件下，它的个体发育要在 3 个生长季节内才能完成。也就是说 从播种到收获 指收种子 需要跨 3 年、越 2 冬 全生育期约 785 天。从栽培的角度上可分为 3 个生育期 育苗期 第一年) 成药期 第二年 和留种期 第三年)

(1) 育苗期当归栽培的主要方式是育苗移栽，所以育苗是当归生产上的首要环节。当归育苗一般是从 6 月中下旬 即夏至前后 开始。播种后 温、湿度条件适宜时，10 天左右便可出苗。出苗初期，仅有两片披针形的小子叶。约 20 天后 开始出现真叶 基生。此后 相继长出 5~7 片基出叶和一个肉质性的直根系。直到 10 月上中旬 气温降至 0 左右时，逐渐进入休眠期。这时便可起苗贮存 以备次年春季移栽。在育苗期 当归的生育期一般不超过 120 天。百根鲜重为 40~60 克。

(2) 成药期当归生长的第二年为成药期，即产出药材的时期。翌年清明前后将贮苗移栽田间。栽后半个月左右开始返青，

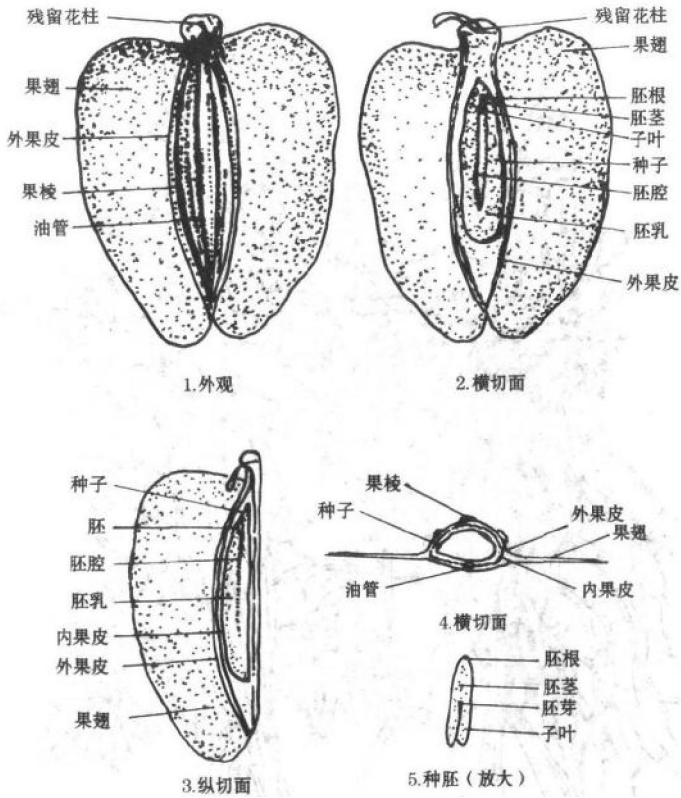


图 2-2 当归的果实和种子

相继生出基生新叶。6~7 月份地上部分进入生长旺盛期形成多数大型复叶直径可达 30 厘米(图 2-3)。

这一阶段根部增长缓慢。立秋以后气温逐渐降低叶片的增长速度开始减慢根系生长加快并逐渐肉质化直到 10 月上中旬地上部分枯萎时形成 1 个肥大多分枝的肉质根。对于当归生



图 2-3 当归成药期植株形态（第二年）

1. 鲜根 2. 当归生药 3. 基生叶

产来说 这时便可采挖、加工药材。

当归栽培的头两年 为当归的营养生长阶段。在此期间 如果形成直立的地上茎 并开花结果 便称为早期抽薹。

(3)留种期当归栽培的第三年，为生殖生长阶段，生产上称为留种期。当归栽培主要采取有性繁殖。育苗用的种子采自 3 年生的植株。留种的植株，第二年不采挖，留在田间越冬，第三年 3 月中下旬开始返青，重新发出新叶。5 月中下旬地上茎开始抽出地面并迅速伸长，最高可达 1.5 米。与此同时，在主茎和分枝的顶端形成大型复伞形花序（图 2-4）。8 月中下旬果实成熟即可采收。当归的个体发育到此结束。

2. 种子萌发和幼苗生长

(1)种子的形态和结构当归种子是子房受精后发育的果实。由于果皮和种皮紧密结合在一起，生产上常将当归籽粒称为种子，植物学上称为悬果。这里所说的种子是指除去果皮的种子。当归种子白色，长卵形，全长约为 0.10~0.15 厘米，宽约 0.03 厘米。从外观上看，种子隆起的一面称背面，扁平的一面称腹面，其横切面略呈半圆形。种子内有胚乳、胚腔和胚。胚乳体积最大，约占种子的 98%，是种子贮存营养的“仓库”，可供种子萌发和幼苗生长所需的养分。胚腔位于胚乳中部，纵切面为线形，是子叶发育前期的生活场所。胚位于种仁的先端，是幼小的植株原始体，体积较小，仅占种子的 2% 左右。胚由子叶、胚芽、胚根和胚轴组成。

(2)种子萌发当归种子在适宜的水分、温度和空气条件下开始萌发。当归种子萌发要经历吸水膨胀的物理过程、营养物质转化的化学过程以及种子萌发的生物学过程。

吸水膨胀阶段（吸胀阶段）构成当归种子的主要成分蛋白质、淀粉、脂肪大都是亲水胶体，在干燥情况下呈凝胶状态。当供给水分时，种子很快吸收水分，使凝胶状态变成溶胶状态，体积增大。吸水膨胀产生强大的膨压，促进种子萌发和种子内部的物质转化。

物质转化阶段（萌动阶段）随着种子吸水的增加，亲水胶体网膜之间产生游离水分，呼吸作用逐渐增强，各种酶类亦开始活