

第一章 绿色食品蔬菜生产与农药的使用

在当今世界上，许多国民经济较发达的工业化国家，先后提出了可持续发展农业的战略计划，其新概念是发展自然农业、生态农业、有机农业、生物农业等，大同小异的核心内容是努力减轻各类有害物质对人类生存环境所造成的污染和破坏，各国在优化人们生活空间与生活质量诸方面，也先后取得不同程度的可喜成效。联合国根据各国对环境保护的日趋关注，向全世界发出呼吁，人类只有一个地球，善待地球就是善待我们人类自己。

我国政府和人民历来十分重视环境保护和人类生存空间的优化，并根据我国还是一个欠发达的农业大国这一基本国情，分别于 20 世纪 80 年代提出发展生态农业和 90 年代提出可持续发展农业的战略决策，有力地促进了无公害蔬菜生产的发展与深入。形成了最重要的社会共识是蔬菜作为一种日用副食品，由于可周年生产并流通于市场，多被城乡消费者直接生食或即时熟食，能否安全无污染和营养丰富，常为人们极其关注的焦点。随着农业高新科学技术的不断进步，无公害蔬菜生产与发展的相关技术研究正在加深与完善。为适于世界贸易标准化需要，无公害蔬菜应成为我国绿色食品生产的一大种类，并统称为绿色食品蔬菜。绿色食品蔬菜作为我国绿色食品的重要组成部分，将会有极为广阔的生产与发展前景，随着我国农业可持续发展的战略决策深化实施，必将在跨世纪后的国民经济

发展中逐步取得显著的社会、经济和生态效益。

一、绿色食品和绿色食品蔬菜

绿色食品系指经过专门机构认定、许可使用绿色食品标志的安全无污染、优质、营养食品。由于跟环境保护有关的事物在国际上通常冠之以“绿色”称谓，也为更加突出这类食品出自最佳生态环境，乃定名为绿色食品。此类食品并非都是绿颜色的。

绿色食品标志是由中国绿色食品发展中心在国家工商行政管理总局正式注册的质量证明商标。它由三部分构成，即上方的太阳、下方的叶片和中心的蓓蕾。标志为圆形，意为保护。绿色食品标志作为一种产品质量证明商标，其商标专用权受《中华人民共和国商标法》保护，不得擅自使用。

绿色食品必须同时具备以下条件：

(1) 产品或产品原料必须符合绿色食品生态环境的质量标准。

(2) 农作物种植、畜禽养殖、水产养殖以及食品加工必须符合绿色食品生产操作规程。

农药、肥料、兽药、食品添加剂等生产资料必须符合《生产绿色食品的农药使用准则》（见附录一）、《生产绿色食品的肥料使用准则》、《生产绿色食品的添加剂使用准则》以及《生产绿色食品的兽药使用准则》。

(3) 产品必须符合绿色食品产品标准。

(4) 产品的包装和贮运必须符合绿色食品包装贮运标准。

按照绿色食品的标准要求，绿色食品蔬菜必须具备安全、优质、营养和无污染的特点。绿色食品蔬菜作为城乡人们日常

生活中无可替代的最大一类副食品，独具种类与品种繁多、栽培与管理方式多样化、直接生食与熟食兼备等特点，其生产与发展水平对国计民生的影响很大，国家把“菜篮子”作为一项系统工程来抓，足见对其重视程度非同一般。

绿色食品蔬菜是我国绿色食品生产与发展中的重要组成部分。按照中国绿色食品发展中心 1995 年颁布的绿色食品标准有关规定，绿色食品蔬菜与绿色食品一样，必须严格执行中国规定的 AA 级和 A 级两类技术标准，经中国绿色食品发展中心认定，允许使用统一产品标志。

二、绿色食品蔬菜生产的意义与前景

我国是一个资源约束型国家，人均耕地面积、森林面积、草地面积和水资源拥有量分别只占世界平均水平的 32.3%、14.3%、32.3%、28.1%，而且相对短缺的资源及脆弱的环境还受到日益严重的污染和破坏。目前，我国水土流失的面积约 4 000 万公顷，土地沙化的面积 33.4 万千米²，盐渍化面积 3 693 万公顷，受工业“三废”污染的农田面积已达 2 000 万公顷。每年损失粮食 50 亿千克，经济损失 300 亿元。草原退化面积占草原总面积的 1/3。环境污染是我国所面临的最大的生存危机。我国作为一个发展中国家，决不能重蹈西方发达国家初期以牺牲环境和资源为代价的发展经济的老路，必须将经济的发展和社会的进步建立在资源和环境可持续利用的基础上，确保农业的发展是一种良性的模式。绿色食品蔬菜能够满足人类对资源、环境、生态等生存条件的要求，为农业产业化、现代化赋予了新的内涵，对国民经济和社会的发展起到了积极的促进作用。

绿色食品蔬菜生产是一项系统工程。它突破了传统蔬菜生

产的简单模式，以市场为导向，以无污染的生产基地为基础，以环境监测、产品质量检验为保证，以教育、培训、宣传为手段，依靠先进的科学技术带动生产条件的优化和耕作技术的进步，强调生态效益、经济效益和社会效益的统一。它是一项关系到人类生存与发展的新型产业。

20 世纪 80 年代以来，我国城乡人民基本解决了温饱问题。进入 90 年代人们的生活水平向小康过渡，对食物的要求由吃饱转向吃好。消费观由数量型转为质量型，不仅要求食物的多样性，而且注重其质量，尤其关心食品的安全性。美国、日本及欧洲各国从我国进口蔬菜时，并不要求检测蔬菜中营养成分如含糖量、维生素、纤维素、蛋白质等方面的含量，而是注重农药残留、重金属及有害有毒微生物的含量。食品的安全性已成为当今社会评价食品质量的重要内容。绿色食品蔬菜能够满足城乡人们对优质食品的要求，现已成为解决环境污染与提高人类生活水平这一矛盾的突破口。

绿色食品的出现和绿色食品蔬菜的开发、生产改变了人与自然的关系。从人类过分强调主宰自然、征服自然、向自然索取到重新审视人类与自然的关系。正视与顺应自然是人类生存与发展的基础，同时人类又是自然中不可分割的组成部分。通过适度的技术及理性的经济行为，生产和开发安全、优质、营养的食品，保持自然、人类、经济和社会生命力和谐与持久地发展，这是人类与自然共存和发展的新观念。提倡绿色食品，开发绿色食品蔬菜也是提倡这种观念或新的饮食文化，即回归自然，与自然共存。

绿色食品蔬菜的生产技术是质量的保证。绿色食品蔬菜的生产与开发，本身就伴随着新技术的研究、开发和运用。由于绿色食品蔬菜不仅要求营养丰富、口味纯正、质地优良，而且要求无环境污染、无农药污染、无化学污染。绿色食品蔬菜对

传统的耕作方式和管理措施提出了更高更严的要求，必须从品种选育、耕作模式、施肥技术、病虫害防治技术等诸方面综合考虑，以便达到绿色食品的要求。为了达到上述目标，必须有科技人员不断培育抗病性与抗逆性强、品质好、产量高的新品种，研究和制定不同蔬菜的栽培和管理技术、施肥和植保等一系列配套措施。科技投入和科技含量是绿色食品蔬菜能否健康发展的一项重要因素。

绿色食品蔬菜的生产和开发将有力推动农业产业化和机械化的进程，促使蔬菜这种特殊的商品走出国门而进入国际市场，参与国际竞争，提高农民的收入。我国的农业长时期处于高投入低产出的弱质、低效状态，产品附加值低，这是围绕我国农业发展和改善农民生活水平的一大障碍。目前，世界上发达国家食品工业和农工产值之比为 2:1 以上，而我国只有 0.43:1。由于环境与化学物质的污染，我国农产品的质量尤其是安全品质得不到保障，致使出口受到极大影响。在出口贸易的蔬菜和农产品中因农药残留超标而引起的索赔事件时有发生。由于病虫害的猖獗和致病微生物的肆虐，许多国家将我国列为疫区，拒绝从我国进口食品，严重地损害了我国在国际贸易中的形象和利益。绿色食品蔬菜注重高新技术的投入，讲求产供销一体化经营，将种到收到销售的全过程视作一个统一体，追求规模效益，走产业化之路。这种运行模式把个体分散的农户组织起来，按标准化方式组织生产和管理。采用统一的标志进入市场，废弃了农村落后的生产和经销模式。

绿色食品蔬菜以其优质、安全、营养、无污染的质量深受消费者的青睐，并在国际市场上博得信誉，由此带来了可观的经济效益。我国的广大农村远离城市和污染源，良好的生态环境为绿色食品蔬菜生产提供了可能，若按照生产绿色食品的有关操作规则，合理使用农药、化肥，避免农用化学物质的污

染，绿色食品蔬菜将为我们整个国家城乡消费者带来福音，也将为积极进口我国绿色食品蔬菜的外国消费者带去健康与欢乐。

三、绿色食品蔬菜的农药使用准则

1. AA 级绿色食品蔬菜农药使用准则 允许使用植物源杀虫剂、杀菌剂、拒避剂、增效剂，诸如除虫菊素、鱼藤根、烟草水、大蒜素、苦楝、川楝、印楝、芝麻素等。允许释放寄生性、捕食性天敌动物，如赤眼蜂、瓢虫、捕食螨、各类天敌蜘蛛及昆虫病原线虫等。允许在害虫捕捉设施条件下使用昆虫外激素如信息素或其他动物源引诱剂。允许使用矿物油乳剂、植物油乳剂、矿物源农药中的硫制剂和铜制剂。允许有限度地使用活体微生物农药，如真菌制剂、细菌制剂、病毒制剂、放线菌、拮抗菌剂、昆虫病原线虫、原虫等。有限度地使用农业抗生素如春雷霉素、多抗霉素、井冈霉素、农抗 120 等对真菌病害进行防治。浏阳霉素可用于防治害螨。

禁止使用有机合成化学杀虫剂、杀菌剂、杀螨剂、除草剂和植物生长调节剂。禁止使用生物源农药中混配有机合成化学农药的各种制剂。

2. A 级绿色食品蔬菜农药使用准则 允许使用植物源、动物源和微生物源农药。在矿物源农药中允许使用硫制剂和铜制剂。严格禁止使用剧毒、高毒、高残留“三高”和致癌、致畸、致突变“三致”的各种农药，详见附录表。值得特别强调的是，在常规蔬菜生产中习惯使用和正在少量使用的违禁农药，在绿色食品蔬菜生产中必须严禁使用，其中如三氯杀螨醇、氧化乐果、呋喃丹（克百威）颗粒剂、灭多威（万灵）、久效磷及甲胺磷等。各类除草剂和有机合成植物生长调节剂，

虽未列出禁用原因，但却不得用于绿色食品蔬菜生产。若绿色食品蔬菜实属必需，在生产基地有限度地被允许使用部分有机合成化学农药，并严格按附表中规定的方法使用。若选用新研制生产的化学农药，应报经中国绿色食品发展中心审批。

有机合成化学农药在蔬菜等农产品中的残留量，以绿色食品标准是从严掌握的，采用国际上最低的残留限量标准或国家标准的 $1/2$ 。最后一次施药距采收蔬菜产品间隔天数不得少于附表 2 中规定的日期，可见绿色食品生产中的最后一次施药时间远比国家对常规蔬菜生产规定的安全间隔期更长。每种有机合成化学农药在一种蔬菜作物上的生长期只允许使用一次的规定，足见绿色食品允许使用次数较国际标准大为减少即更为严格。在使用混配有机化学合成农药的各种生物源农药时，所混配的化学农药只允许选用附录表中列出的品种，选用新农药品种必先通过审批。在绿色食品蔬菜生产中还要严格控制各种遗传工程微生物制剂的使用。

四、绿色食品蔬菜病虫害农药 防控技术要点

1. 病害的用药防治要点 菜田发生病害将会直接影响蔬菜的品质、产量和产值，常用的化学防治法易导致农药污染。在 A 级绿色食品蔬菜生产中，重点采用以拮抗菌药防治病害的生物防治法，并允许有限度地使用高效、低毒、低残留的化学农药控制病害蔓延为害。瓜类等多种蔬菜白粉病一旦发生，病情流行迅猛，造成产量损失较严重，应在发病最初期，及时均匀喷用农抗 120 或武夷霉素，尽早控制病害发生；当病情发展较快时，最好选用三唑酮（粉锈宁）或甲基托布津及硫磺胶悬剂等化学农药进行轮换使用，既不让白粉病成灾，又免得产

生抗药性，还可达到绿色食品蔬菜生产中限用化学农药的准则的要求。防治蔬菜灰霉病时，应选用木霉菌生物制剂特立克控制初期病情，并利用乙霉灵、灰霉克等化学农药交替喷治。防治黄瓜细菌性角斑病等病害时，重点利用链霉素或新植霉素等生物农药控制病情，必要时轮换使用琥胶二元酸铜（DT）等高效低毒化学农药。虽然，在常规蔬菜生产中广泛使用代森锰锌这种杀菌范围广、防效高而成本低的保护剂，但在绿色食品蔬菜生产中被禁用，可替代的杀菌剂除生物类之外，铜高尚、波尔多乳油（绿乳铜）的防病效果也良好。

2. 虫害的用药防治要点 菜田若发生了虫害，对蔬菜品质、产量和产值的直接影响不亚于病害发生，在化学农药中杀虫剂使用量达 70% 以上，可见杀虫剂往往是导致农药污染的主要污染源，而且一般杀虫剂毒性（ LD_{50} ）均明显高于杀菌剂，更应重视杀虫剂的合理使用技术。

对蔬菜害虫提倡采用天敌昆虫和生物化学农药相配合的防治措施。如控制白菜蚜虫为害要保护与利用食蚜虻，再辅助施用辟蚜雾药剂。当发生白粉虱后，可用丽蚜小蜂寄生并辅喷吡虫啉及海正灭虫灵等高效低毒农药。对于菜青虫、小菜蛾等抗药性较强的害虫，应在幼虫初龄阶段及时喷用苏云金杆菌（BT 乳剂）或颗粒体病毒等生物农药制剂。目前要有效控制各种蔬菜害虫，必须采取综合防治技术，单靠生物制剂远不能达到目的，合理有限的选用高效低毒或中毒低残留的杀虫剂具有重要作用，完全符合绿色食品蔬菜生产的农药使用准则。

绿色食品蔬菜生产，以蔬菜作物到病虫害等整个生态系统为出发点，通过选育抗性品种、物理措施处理种子、培育壮苗、强化科学栽培管理措施、清洁田园、轮作换茬等一系列有效措施防治病虫害，作为绿色食品蔬菜生产的农业生态防治技术必须严格操作。在此基础上，对蔬菜生长过程中发生的多种

病虫害采用生物防治措施为主，辅以允许使用过程中限制性化学农药，并尽量采用物理（灯光诱杀、银灰色驱避等）与化学（糖醋毒液诱杀）、人工与机械捕杀、天敌利用等综合防治技术，保持农业生态系统的平衡和生物多样化环境，将各种蔬菜病虫草害所造成的经济损失降低到最低水平上，更加有利于绿色食品蔬菜的生产与可持续性发展，争取更大的社会和经济双效益。

第二章 农药的基本知识与合理使用

农药是国内外当今防治蔬菜病虫杂草鼠害最主要的基本手段之一。主要优势是“药效迅速、防效高、适用范围广、防治对象多、生产工业化和施用方法简便。”对农药合理使用，首先应全面而准确地掌握农药基本知识，否则，将会产生严重的不良后果，如杀伤天敌与有益生物，病虫易产生抗药性而防治更难，引起人、畜中毒、农药残留量超标及蔬菜药害等，对绿色食品蔬菜生产极为不利。现将农药基本知识与合理使用作简述。

一、农药的基本知识

（一）农药的含义及分类

农药的含义较深广，它是指用于防治危害农作物（包括蔬菜、花卉）、林木及其产品的病原菌、病毒、病原线虫、害虫、害螨、鼠类、病媒昆虫、杂草以及调节昆虫、植物生长发育的各种药剂，有的还包括提高这些药剂效力的辅助剂、增效剂等。这些均属于农药的范畴。

农药品种繁多，品种不同，其功能、用途不同。大多数农药品种只具备一种功能，如杀虫剂不能用于防治病害或防除杂草，反之也如此。但近年来复配农药品种大量增加，有的具有多功能，如虱纹灵由扑虱灵与井冈霉素复配而成，既能杀虫又

可防病。为便于合理用药，现按原料来源、防治对象、用途或作用进行分类。

1. 按原料来源分类

(1) 无机农药 由无机物合成的农药，如石硫合剂、波尔多液等。

(2) 有机农药 经人工合成的有机农药 品种最多 使用最广泛，如敌百虫、辟蚜雾、辛硫磷、百菌清、甲霜灵、除草通等。

(3) 生物性农药 烟碱、链霉素、BT 乳剂、扑虱灵等由植物、抗菌素、微生物制成的农药。

2. 按防治对象分类

(1) 杀菌剂 防治植物病害的药剂，如波尔多液、多菌灵、克露、普力克、抗霉菌素等。

(2) 杀虫剂 防治农、林、卫生、贮粮及畜牧等害虫的药剂，如敌敌畏、敌杀死、灭杀毙、川楝素等。

(3) 杀螨剂 防治害螨的药剂，如三氯杀螨醇、螨克、三唑锡等。

(4) 杀线虫剂 防治植物病原线虫的药剂，如克线磷、丙线磷、克线丹等。

(5) 除草剂 防除杂草和有害植物的药剂，如除草醚、丁草胺、拿捕净等。

(6) 植物生长调节剂 促进或抑制植物生长的药剂，如乙炔利、赤霉素、抑芽敏等。

3. 按杀菌作用分类

(1) 保护剂 于植物发病之前施药，抑制或杀死病原物，保护与预防植物免受侵害的药剂，如波尔多液、代森锰锌等。

(2) 治疗剂 于植物发病之后施药，制止病原物继续扩展或消除病原物危害的药剂，如百菌清、多菌灵等。治疗剂还可划分为三种类型。

表面治疗剂：植物发病后施药，能杀死植物表面病菌的药剂，如粉锈宁防治白粉病。

内部治疗剂：药物进入植物组织后，可抑制或杀死病原物的药剂，如甲基托布津等。

外部治疗剂：主要用于果树、林木。在树干或枝条感染病害后，用刀子先刮去病组织，再涂以药剂，达到保护和治疗作用，如 843 康复剂。蔬菜上不需用此类药剂。

4. 按杀虫作用分类

(1) 胃毒剂 经害虫的口器进入体内，通过肠胃吸收发挥杀虫作用的药剂，如敌百虫、敌杀死等。

(2) 触杀剂 经害虫的体表渗透进入体内发挥杀虫作用的药剂，如辛硫磷、烟碱等。

(3) 熏蒸剂 以气体状态通过呼吸系统进入虫体发挥杀虫作用的药剂，如敌敌畏、磷化铝等，其中磷化铝专用于仓库贮粮害虫防治。

(4) 内吸剂 药物被植物吸收后在体内传导散布，存留或产生代谢物，使取食植物组织或汁液的害虫中毒死亡的药剂，如呋喃丹、铁灭克等剧毒农药，禁止在蔬菜上使用。

(5) 拒食剂 害虫取食药物后，能破坏其正常的生理机能，使害虫清除食欲，直至饿死的药剂，如拒食胺、抑食肼等。

(6) 诱致剂 根据害虫的趋化性、生理性等特点，可引诱害虫接近，以便集中消灭或用于虫情测报的药剂，如糖醋药液、性诱剂等。

(7) 驱避剂 驱散或使害虫忌避，保护人与畜及粮食和衣物不受侵害的药剂，如避蚊油、卫生球等。

(8) 不育剂 害虫取食后或接触一定剂量的药物后，可破坏其正常的生殖功能，使害虫不能繁殖后代的药剂，如六磷胺等。

(9) 拟激素剂 用来干扰害虫体内激素的消长, 改变其正常的生理过程, 使之不能完成整个生活史, 从而消灭害虫的药剂, 如拟保幼激素等。

5. 按除草作用分类

(1) 触杀性除草剂 通过接触药物而杀死杂草的药剂。这类药剂只能杀死杂草的地上部分, 对地下部分作用不大, 因此只是用于除灭由种子发芽的一年生杂草, 对于由地下根茎发芽的多年生杂草效果不好, 如除草醚、敌稗等。

(2) 内吸性除草剂 能被根、茎、叶吸收, 并在杂草体内输导、散布、存留而杀死杂草的药剂, 如乙草胺、阔叶净等。

(3) 选择性除草剂 对某些种类的杂草有较强的杀伤作用, 而对另一些种类的杂草杀伤力较小, 或在一定用量范围内完全无效的药剂, 如盖草能、阔叶净等。

(4) 灭生性除草剂 对所有杂草和蔬菜作物都有杀伤和抑制作用的药剂, 如克芜踪、百草枯等。

(二) 农药的毒力、毒性和药效

农药对有害生物毒杀作用的大小称为毒力; 农药对人、畜及温血试验动物所产生毒害的性能称为毒性; 对防治对象称毒力; 药剂施用后对有害生物的作用效果称为药效。

农药的毒力和药效在概念上不同, 毒力是药剂本身性质所决定的, 而药效除药剂性质外, 还取决于农药制剂加工的质量、施药技术的高低、环境条件是否有利于药剂毒力的发挥等。在一般情况下, 毒力强的药剂有较高的防治效果。

农药的毒性与毒力有时一致, 即毒性高的农药品种对有害生物的毒力强; 也有不少品种的毒性和毒力不一致, 如高效低毒农药, 毒性与毒力为什么不一致? 这是因为农药在温血动物体内与昆虫体内代谢降解机制不同。有的农药仅能防治某些对

象，而对其他有害生物和农作物却无效。

农药的毒力是在控制良好的室内条件下，通过精确实验测定出来；药效虽可在室内控制条件下初步测定，但实际效果仍应在自然条件下，通过田间试验结果确定的；对温血动物的毒性高低，是对大鼠、小鼠、狗、兔等试验动物进行室内试验而确定的。

农药的毒性大小，通常是用农药对目标生物致死中量 LD_{50} 或致死中浓度 LC_{50} 来表示。致死中量的含义是：在一定条件下引起被试验的生物半数死亡的剂量，单位是毫克药量 / 千克体重，即每千克体重的生物需要多少毫克的农药有效剂量才能有半数致死。致死中浓度是在一定条件下，引起被试验动物半数死亡的浓度，通常用毫克 / 升来表示，即百万分之一的浓度单位。

农药的毒性包括急性毒性和慢性毒性，作为评价农药对温血动物安全性的指标。慢性毒性主要指农药对温血动物是否有致畸、致突变作用。急性毒性则指农药经口、经皮肤、呼吸三种途径吸收后，导致温血动物中毒的性能，用三个指标综合评价农药的急性毒性高低。目前中国试行的农药急性毒性分级标准是以农药对大白鼠致死中量 LD_{50} 值的大小分为四级， LD_{50} 值越小，农药的急性毒性就越高。详见表 2-1。

表 2-1 农药的急性毒性分级表

级 别	经口 LD_{50} (毫克/千克)	经皮 LD_{50} (毫克/千克) 4 小时	吸入 LD_{50} (毫克/千克) 2 小时
剧 毒	<5	<20	<20
高 毒	5~50	20~200	20~200
中等毒	50~500	200~2 000	200~2 000
低 毒	>500	>2 000	>2 000

（三）农药的剂型和特点

工厂合成农药原药，绝大多数情况下都不能直接施用，必须加工成不同的农药制剂才能施用。农药常用的加工剂型有以下几种：

1. 粉剂及粉尘剂 用原药和填充剂制成的细粉状混合物称为粉剂，粉尘剂只不过比粉剂加工更精细而已。一般粉剂细度要求 95% 以上的粉粒能通过 200 目筛，粉粒直径平均为 45 微米，含水量低于 1.5%，pH 为 5~9。粉剂不易被水所湿润，不能分散和悬浮在水中，所以不能加水作为喷雾使用。粉剂的特点是使用方便，工效高，适宜喷粉、拌种、拌土撒施、制成毒饵和土壤处理等，不能用于喷雾，如 2.5% 敌百虫粉剂。至于粉尘剂只有用于喷粉，尤其适于保护地蔬菜，喷出的粉尘弥漫均匀，防效更高。

2. 可湿性粉剂 用原药、填充剂和湿润剂加工混合而成，一般细度要求 99.5% 的粉粒能通过 300 目筛，粉粒平均直径为 0.5 微米，悬浮指标目前一般定为 60% 以上，加水后能均匀地悬浮在水中。主要用作喷雾，也可拌种或土壤处理，如 50% 多菌灵可湿性粉剂、25% 除草醚可湿性粉剂等。

3. 乳油 将不溶于水的原药与乳化剂和有机溶剂相互溶解制成的透明油状液体为乳油，乳油加水呈乳浊液。乳油的质量标准是 pH6~8，稳定度 99.5% 以上，正常条件下贮存两年不分层，不沉淀。主要用于喷雾与浇灌，其特点是分散性好，喷到农作物和有害生物体上的展着性、渗透性强，如 80% 敌敌畏乳油、20% 粉锈宁乳油、72% 都尔乳油等。

4. 水剂 水剂也称作水溶剂，是将溶于水的原药不经过加工而制成的剂型，使用时加水进行稀释。主要用于喷雾和浇灌。其特点是制造简单，使用方便，成本低，但不易久存，喷

在植物表面上的湿润性、展着性较乳油差，如 10% 双效灵水剂等。

5. 悬浮剂 将农药的原药、载体（硅胶等）、分散剂混合后，在水或油中经多次磨碎而成，药粒直径多在 1~5 微米，物理状态为胶状糊状。其特点是水悬浮剂的成本低，由于不含有机溶剂而减少对环境 and 作物的污染，如扑海因 25% 悬浮剂、40% 多菌灵悬浮剂等，更适用于绿色食品蔬菜生产。

6. 烟雾剂 用农药原药、燃料（锯末、淀粉等）、氧化剂（硝酸钾、氯酸钾等）消燃剂（陶土、滑石粉等）制成的粉状混合物，细度 100% 通过 80 目筛。其特点是点燃后虽可燃烧却没有火焰，能将农药有效成分气化，遇冷而成烟粒，分散均匀，工效高，操作使用简便，如 10% 速克灵烟剂、20% 百菌清烟剂等。

7. 颗粒剂 用原药和吸附剂（或填充料）混合制成的颗粒状物，颗粒直径为 600~750 微米，常用的载体是黏土、煤渣、砖粒等。其特点是药效期长，使用方便工效高，对天敌杀伤作用小，对人、畜较安全，如 15% 铁灭克颗粒剂等，在蔬菜生产中禁用。

除以上简述 7 种常用的农药剂型之外，还有油剂（适用于超低容量喷雾）、油液悬浮剂（也用于超低容量喷雾）、缓释剂、气雾剂、可溶性粉剂、拌种剂、膏剂、水溶性乳粉等多种加工制成的剂型，只不过在蔬菜上极少使用。

（四）农药的主要优点与缺点

随着大农业的深入发展，科学技术的不断进步及商品经济的国际化，也导致农药用途更加广泛，不但用于防治农作物及其产品的病虫草鼠有害生物，而且还用于调节农作物的生长发育，以便提高产量、品质与产值效益。许多种类农药还广

泛用于林木园艺、畜禽养殖、水产养殖、卫生防疫及纺织品防霉变等方面。农药之所以被广泛地使用，在对有害生物综合治理中占据着极其重要的位置，主要原因是农药具有以下优点：

一是防治效果较高、致死作用迅速。当病、虫、草、鼠发生后的种群数量接近经济允许水平时，施用化学农药几小时或1~2天内，有害生物的死亡率就达到高峰，一般施用1~3次可基本控制为害，以减少经济损失。

二是适用范围广。化学防治不同于农业防治、物理防治、生物或生态防治，其重要原因是农药较少受到农作物栽培制度和区域生态条件的限制，尽管各种场合有不同，只要使用方法合理，均可获得较为稳定的防治效果。

三是防治对象多。一种农药制剂就可防治多种有害生物，加上农药可以加工成多种剂型并采用不同的施用方法，因而能够用来控制各种不同的有害生物以及适应各种不同的环境条件。

四是适宜工业化生产。农药可以通过化学合成的方法在工厂内进行大规模生产，使用和贮运较为方便，因而能够较好地满足大面积生产的需求。

五是成本较低效益好。使用农药防治各种有害生物的成本比较低，一般投入与产出之比均在1:5以上。

尽管农药具有许多优点，但应客观而辩证地对待农药，还必须认识到农药就是毒品，均有不同程度的毒性。如不注意科学使用，不但发挥不出理想的良好作用，而且极有可能带来以下严重的不良后果。

一是杀伤天敌，导致害虫的再次猖獗，造成更大的危害。在菜田中，害虫及其天敌总是并存，形成生态平衡。天敌通过寄生和捕食，对害虫起到控制作用。由于自然界天敌种群密度在前期比害虫密度上升慢，若农药使用不合理，特点是使用高