

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生農村教育知識文庫

植物保护



植物保护

植物保护的切入点 ——昆虫

植物保护的内容和对象非常广泛。它包括植物昆虫学、植物病理学两门学科。通常是研究与植物有关的害虫与益虫的特征特性、发生发展规律、寄生的被害状；同时，研究植物感病的原因，植物生病后生理代谢活动、内部组织结构以及外部形态所发生的一系列变化；研究环境因素对病虫的影响，如何保护和利用益虫、防治病虫害的策略及措施等，从而保护植物正常生长。

病虫害是威胁农业生产的大敌。据报道，世界上农作物因病虫害所造成的损失：粮食作物约 20%，棉花约 30%，果树约 40% 左右。我国地域辽阔，气候复杂，病虫的种类多、危害大，年年造成一定的损失。自我国贯彻“预防为主，综合防治”的植物保护方针，在全国范围内开展了对病虫害大规模的综合治理，在生产上收到了显著效果：增产、增收、保天敌、减少损失、减少污染、降低成本。

昆虫的外形

日常生活中，人们习惯把一些动物称为虫，什么“大虫”、“毛毛虫”、“硬壳虫”等等之类。但在虫的前面加上一个“昆”字，就不同了。“昆”字在古书上大多为“众多”的意思，所以昆虫代表着动物中种类最多的一大类群。全世界已知动物约 150 万种，其中昆虫就近 100 万种。那么，什么是昆虫呢？

昆虫属于节肢动物中的一大类群，故具有节肢动物所共有的特征：身体由许多体节构成，体外有骨骼（骨骼长在肌肉的外面，人们平常看到的昆虫身体外面的那层硬皮），有的体节上具有成对有分节附肢。昆虫又具有区别于其他节肢动物的特征：

身体可明显分头、胸、腹三大体段；

成虫胸部有 3 对足，少于 3 对或多于 3 对足的动物都不是昆虫；

昆虫的头上长着一对触角、一个口器、一对复眼通常还有 1~3 只单眼；身体两侧还有一些专为呼吸用的气孔，也叫作气门。

根据以上特点，我们可以想一下，在日常接触到的动物中，哪些是昆虫，哪些不是昆虫。帮助植物传授花粉的蜜蜂、阳光下飞舞的蝴蝶、夜间灯下的蛾子、为害庄稼的蝗虫、蚜虫、金龟子等都是昆虫。与昆虫相似的蜘蛛和螨类、蜇人的蝎子，它们的身体只分为头胸部和腹部，还长着八条腿，就不是昆虫。蜈蚣、马陆的足更多，当然就更不是昆虫了。

所以，总的说来昆虫的成虫身体分为明显的头、胸、腹三体段；胸部有四翅六足。这就是昆虫特征的概括（见图 1）。

昆虫的头部

昆虫的头部位于身体前面的一段，是感觉和取食的中心。昆虫的头部比较坚硬，形成一个头壳。头的上方有一对触角，下方是口器，两侧一般有一对复眼，两复眼间有一只到三只单眼。这些器官的形状，因昆虫的种类不同而不同。

长在昆虫两只复眼上方的两根须须叫做触角。触角的基本构造分为三部分：第一节靠近触角窝叫做柄节，比较粗短；第二节叫做梗节；其余各节统称为鞭节。触角是昆虫的重要感觉器官，具有触觉、嗅觉和听觉作用。昆虫活动的时候，这两根须须（触角）总是不停地摆动着，东察西探，就好像寻

找猎物的“雷达”。触角除了能够帮助寻找食物，探明身体前面有没有障碍物以外，还能寻找配偶。所以昆虫的触角具有寻找食物、寻找配偶、寻找产卵场所的作用。

昆虫的种类不同，触角的形状也不一样，如：蟋蟀、蝗虫的触角很长，各节粗细差不多，相连如丝，114 做丝状或线状；蝴蝶的触角，下面一段细长如杆，顶端膨大，如棒子，叫做棒状；蜜蜂触角的柄带特长，梗节短小，鞭节与柄形成膝状弯曲，叫做膝状。金龟子触角端部数节扩展成片状，一片片连起来似鱼鳃，叫做鳃状；蚕蛾雄虫的触角像羽毛，叫做羽毛状；蝇类的触角短，鞭节仅一节，上有一根刚毛，叫做具芒状等等（见图 2）。

我们了解了不同的触角构造后，就可以根据触角的形状来识别昆虫和昆虫的雌雄，如小地老虎的触角，雄蛾为羽毛状，雌蛾为丝状。

一般昆虫在头部的两侧有一对复眼，两复眼间还有一到三个单眼。复眼由许多六角形的小眼组成，复眼的体积愈大，小眼的数量就愈多，看东西的视力就愈强。据科学家观察，蝴蝶的复眼是由 12000 ~ 170000 个小眼组成；蜻蜓的复眼是由 10000 个小眼组成；家蝇的复眼是由 4000 个小眼组成等。所以复眼是昆虫的主要视觉器官。它对物体形象、颜色有分辨能力。在昆虫取食、生长、繁殖等各种活动中起着重要作用。

单眼的构造比较简单，好似复眼中的一个小眼，只能分辨光线的强弱和距离的远近。

昆虫的口器就是嘴巴，因食性和取食方式不同，口器的构造也发生了相应的变化，形成各种类型的口器，常见的有以下几种：

咀嚼式口器：由上唇、一对上颚、一对下颚、下唇和舌五个部分组成。上唇是盖在口器上方的一个薄片；上颚生在上唇的下方，又发达又坚硬，就好像高等动物的牙齿，前端有锋利的齿叫切区，可切断食物；基部的粗糙面叫磨区，以磨碎食物；下颚在上颚的下方，构造较复杂，具有尖锐的齿用来刮落和抱握食物；下面是下唇，舌在口器的中央，其后侧有唾腺的开口能帮助吞咽食物。这类口器为害植物，都能造成机械损伤。如蝗虫等害虫吃庄稼叶片，把叶片咬成孔洞、缺刻，甚至将叶片吃光；蝼蛄把幼嫩的麦苗、稻苗茎咬断；梨小食心虫蛀入梨、苹果内取食；三化螟蛀进水稻茎秆内取食，油菜潜叶蝇、柑桔潜叶蛾潜入叶片上下表皮间串食叶肉等。根据这类口器的害虫咬食吞下植物固体组织的特点，常用胃毒剂防治，也可采用触杀剂防治（见图 3）。

刺吸式口器：危害蔬菜的蚜虫；危害水稻、麦子的飞虱、叶蝉；危害果树的蝉、蜡象；叮人的蚊子等，都为刺吸式口器。它们的口器各部分变成细条状，构成像一个空心的注射针头，吃东西时把针状口器插到植物的表皮里面，吸取皮下汁液。受害植物呈现斑点、卷曲、皱缩，严重时造成茎叶干枯侧伏，有的还传播病毒。防治这类害虫主要采用内吸剂和触杀剂，但不可用胃毒剂防治（见图 4）

。另外，还有苍蝇的口器长得像个蘑菇头，吃东西又吸又舔。我们把这种类型的口器叫做舔吸式口器。蝴蝶和蛾子为虹吸式口器，它能吸食到花朵深处的花蜜。这是因为它们的口器长得像一根中间空的钟表发条，用时伸开，

不用时卷起来。取食时靠惯力虹吸，如同我们用塑料管吸汽水一样。

另外，蜜蜂的口器为嚼吸式口器。它的特点是既能嚼花粉，又能把汁液状的花蜜吸收到肚子里去。

昆虫的胸部

胸部是昆虫体躯第二体段，由三个体节组成，称为前胸、中胸、后胸。每胸节的侧下方均生有一对足，依次称为前足、中足和后足。在昆虫中胸和后胸的背面两侧，通常各生一对翅，分别称为前翅和后翅。因此，胸部是昆虫的运动中枢。

昆虫的三对足，由于种类不同，习性不同，生活场所也不同。昆虫为了适应不同的生活环境，足的形状也有了很大的变化，形成各种类型的足，显示出爬、跳、捕、挖各种功能。如步行虫，虽然有翅但不善于飞翔，足却长得又长又细，跑起来十分快速，这种足叫做步行足；蝗虫的后足特别发达，会蹦会跳，一跳可超过体长的十几倍，这种足叫做跳跃足；螳螂是益虫，有一对折刀式的前足，能把捕食猎物夹住，这种足叫做捕捉足；蝼蛄、金龟子的前足长成铲状，能掘土，叫做开掘足；蜜蜂的后足特别适于收集花粉，这种足称携粉足；龙虱生活在水中，后足扁平如桨，生有较长的缘毛，用于划水，这种足称游泳足。

昆虫的足不但有爬、跳、捕、挖的本领，有些昆虫的足的拖拉力和抓力也很惊人。一只小小的蚂蚁能轻而易举地把超过自身体积和重量 1400 倍的食物拖入自己的巢中，一只蜻蜓能抓起相当于自身体重 20 倍的物体达 10 分钟之久。

我们知道了昆虫足对自然环境的适应的特性后，一看到不同昆虫足的形状，就大致可以知道某种昆虫生活在什么环境中了。同时，研究其功能，可在仿生学加以应用（见图 5）。

昆虫的翅一般呈三角形，向前的一边称前缘，向后的一边称后缘，向外的一边称外缘。前缘与后缘的夹角称肩角，前缘与外缘的夹角称顶角，外缘与后缘的夹角称臀角。昆虫的翅大多为膜质，上有许多翅脉，具有翅的支架作用。有些昆虫如蛾蝶类的翅上覆盖着一层五光十色的鳞片，有的有横线和斑纹。

翅是用来飞翔的。昆虫有了发达的翅就扩大了它们的活动范围，随之提高了生存的能力，所以有这样多的种类和数量，成了世界上的大家族。

昆虫的翅因种类不同，质地和形状发生很大变化，作用也发生变化，其中像蜂的翅全为膜质，光滑透明，称膜翅；如金龟子那样的甲虫类前翅硬化成角质，只起保护作用，不能飞翔，这种翅叫做鞘翅；蜡象的前翅基部硬化，端部膜质称半鞘翅；蝗虫类的前翅似皮革状，覆盖在膜质后翅上，称覆翅；蛾蝶的膜质翅上覆盖有无数的鳞片，称鳞翅；蓟马类的狭长膜质翅上，边缘生有许多细长的缨状毛，称缨翅；蝇、蚊类的后翅退化成细小的棒状物，飞行时用以平衡身体，称平衡棒等。

昆虫的腹部

腹部是昆虫身体的最后一大段，一般由 9~11 节体节组成，腹节与腹节之间由节间膜相连，便于腹部扭转和自由伸缩。腹部两侧有气门，末端有外生殖器，有些昆虫和蟋蟀还有尾须，内脏器官大多分布在腹腔内，因此腹部是昆虫新陈代谢和生殖的中心。

昆虫的体壁

体壁是包围整个昆虫体躯最外层的组织，具有如高等动物的皮肤和骨骼的双重功能，所以又有外骨骼之称。昆虫体壁可以保持昆虫的固定体形，内着生肌肉，保护内脏器官，防止体内水分过度蒸发和外来有害物质的侵入。此外体壁上还有各种感觉器官，可以使昆虫与外界环境保持联系。

昆虫的一生

昆虫生长发育的一生所度过的时间和动物不一样。有些动物的一生要经过几十年，而昆虫只在很短的时间里度过。一般的一年发育繁殖二三代，有的更多，如蚜虫一年要发生二三十代。昆虫不但在这短短的时间里度过一生，而且要经过复杂的变化。从而形成几个不同的发育期，这种现象称为变态。昆虫变态的类型不少，但常见的是全变态和不全变态两大类型。

全 变 态

昆虫一生要经过卵、幼虫、蛹、成虫 4 个虫态叫全变态。幼虫和成虫的形态完全不一样，食料和生活习性也不同，如：为害青菜的菜青虫是幼虫阶段；它的成虫菜粉蝶，却是天空中飞的蝶类。两者在形态、食料和生活场所上完全不同，但不管千变万化却同是一种。又如：水稻螟虫、玉米螟、粘虫、棉铃虫等（见图 6）。

不全变态

昆虫一生只经过卵、若虫、成虫三个虫态叫不全变态。若虫是幼期的虫态，它的形态、生活习性和成虫基本相同，只是翅和生殖器官还没有发育完全。如：蝗虫、蚜虫、蝉、飞虱等（见图 7）。

各虫期的生命活动特点：

卵期

卵从母体产下到孵化所经过的时期称卵期。卵是一个大型的细胞，它自身不能移动，所以成虫产卵时要选择适合幼虫生存的地方，一般是把卵产在可以供应幼期吃住的寄主上。各种昆虫的卵大小、形状差别很大，常见的有：长茄型（稻飞虱）、球型（天蛾）、半球型（小地老虎）、瓶形（菜粉蝶）、袋形（盲蝽）、桶形（稻绿蝽）、具柄形（草蛉）等。

昆虫产卵方式和场所也不一样。有的单卵散产；有的多粒成堆或成块产在一起形成卵块（二化螟、玉米螟）；有的卵块上还有覆盖物（三化螟）。有的卵产在物体表面（三化螟）；有的产在植物的组织内（蝉）；有的产在土壤中（蝗虫）；也有的产在害虫体内（寄生蜂）。

了解昆虫的形状、产卵方式和场所，对我们识别昆虫种类，开展防治都有很大的作用。

幼虫（若虫）期

幼虫（或若虫）破卵壳而出的过程，称为孵化。从幼虫孵出到最后一次蜕皮开始化蛹所经历的时间叫幼虫期。幼虫期的主要特点是大量取食，迅速生长。是为害作物的主要虫期，也是开展药剂防治的关键时期。

幼虫（或若虫）取食生长到一定阶段，非细胞性的表皮就会限制虫体的进一步生长，这时候就必须蜕去旧表皮，重新形成新表皮，才能继续生长，这种现象称为蜕皮。

幼虫期要蜕几次皮，每蜕一次皮就增加一龄，就像高等动物长大一岁一样。刚从卵里孵出来的小虫叫第一龄。然后蜕一次皮增加一龄；二龄即蜕一

次皮；三龄即蜕二次皮。

全变态幼虫形态是多种多样的，主要有列三种：

多足型：幼虫除有三对胸足外，还生有腹足。如：蛾、蝶的幼虫。

寡足型：幼虫只有三对发达的胸足，没有腹足。如：瓢虫、金龟甲幼虫。

无足型：幼虫完全无足。如：像甲幼虫（见图 8）。

幼虫老熟后，蜕去最后一次皮，变成蛹的过程叫化蛹。从化蛹到成虫所经历的时期称为蛹期。

按照蛹的形态特征，可分为三种类型（见图 9）。

离蛹：触角、足、翅芽等不紧贴在身体上，可以活动。如：蜜蜂的蛹。

被蛹：触角、足、翅芽等紧贴在蛹体上，不能活动。如：蛾、蝶类的蛹。

围蛹：外围被一层坚硬的外壳包在离蛹之外。如：蝇类的蛹。

蛹又是一个不活动的虫态，遇到不利的环境条件就无法逃避。所以昆虫在化蛹前常为自己创造一些保护条件，例如：有些虫像蚕一样吐丝作茧，选择叶背或叶鞘内隐蔽化蛹场所，或入土做土室化蛹等等。我们也可以针对害虫这一薄弱环节，弄清化蛹场所进行消灭。

成 虫 期

成虫是昆虫一生中的最后一个阶段。其主要任务是交配、产卵以繁殖后代。有一些昆虫到达成虫期后，性器官已经成熟，不再需要取食即可交尾、产卵，当完成生殖任务后即死去；但还有一些昆虫羽化为成虫时，性器官尚未成熟，还要取食，积累性器官成熟所需要的补充营养，这种昆虫到了成虫期还要为害农作物等，如：蝗虫、蚊子、叶蝉等。

昆虫到了成虫期，样子已经固定，不再发生变化，这时雌雄性的区别也表现出来了。有些昆虫除了生殖器等第一性征区别外，还表现在形态、色泽以及生活行为等第二性征方面的差异，我们称为性二型。如蟋蟀、蝈蝈、知了，雄的能鸣叫，雌的没有这种能力。袋袋虫雄虫有翅，雌虫无翅，小地老虎雄的触角羽毛状，雌的丝状等等。有的在同一种昆虫同一性别中，具有不同类型的个体，称为多型现象，如蚜虫有有翅型、无翅型。蜜蜂有雄蜂、蜂王、工蜂。白蚁有蚁后、蚁王、工蚁、兵蚁之分。

昆虫的食性

不同种类的昆虫，对食料要求是不同的，按食物的性质和来源，可分下列几种：

植食性：以新鲜植物为食料，包括为害农作物的各种昆虫。

根据食性范围的大小，又可分为几种类型：

单食性：只取食一种食物；如三化螟只为害水稻，蚕豆象只为害蚕豆。

寡食性：能取食一科内或近缘科的植物。如菜青虫能为害十字花科的各种蔬菜，但其他科的植物不为害。

多食性：能取食许多科植物，如棉铃虫能取食 200 多种植物。

肉食性：主要以动物为食料。绝大多数是益虫。按其取食的方式可分为捕食性和寄生性两类，如瓢甲捕食蚜虫，赤眼蜂寄生三化螟卵等。

腐食性：以腐败的有机物、动物的粪便及其尸体为食的昆虫，如蝇类幼虫吃粪便、埋葬虫吃鸟兽类尸体等。

杂食性：是指既吃植物又吃动物性的昆虫。如蚂蚁、蟑螂等。

昆虫的趋性

昆虫对某种外界刺激所产生的定向反应。趋向于外界刺激的定向反应称为正趋性，回避外界刺激的定向反应称为负趋性。按刺激的性质趋性主要分为趋光性和趋化性等。

趋光性：昆虫通过视觉器官，趋向光源而产生的反应行为。多数夜里飞来的蛾子具有趋光性，而蟑螂、米象则怕光，具有负趋光性。因此，我们常利用灯光诱杀害虫。

趋化性：昆虫通过嗅觉器官，对于化学的刺激而产生的反应行为。如粘虫、小地老虎喜欢吃酸、甜等化学气味的东西。我们采用糖、醋、酒、毒液诱杀。

昆虫的假死性

有些昆虫一旦遇惊扰随即坠地假死，过片刻后，又爬行或起飞。假死性昆虫是为了逃避外来敌害袭击而采取的防御措施，因此人们常用这种假死性进行震落捕杀昆虫。

昆虫的群集性

常常许多昆虫高密度地聚集在一起，这种现象叫群集性。如东亚飞蝗常常大量聚集在一起。

迁飞和扩散性

大多数昆虫在食料不足或环境不适时，会发生扩散转移的现象。如麦蚜在麦子成熟时，产生有翅蚜向附近扩散等；有些昆虫则像候鸟一样可作季节性的远距离迁飞，如粘虫、褐飞虱等。

常见农业昆虫

根据昆虫的变态发育、口器构造、翅的特征、触角的形状等可把昆虫分成 33 个目，其中与农业生产有关的主要是：直翅目、半翅目、同翅目、缨翅目、鞘翅目、鳞翅目、双翅目、膜翅目等。

直 翅 目

这个目的昆虫主要包括蝗虫、蝼蛄、螞蛄、蟋蟀等，体型中到大，触角线状，口器咀嚼式，前翅覆翅狭长，后翅膜质宽大，不用时叠在前翅之下，后足是跳跃足，有的前足为开掘足，雌虫有发达产卵器，雄虫常能发音。属不全变态，多为植食性。

半 翅 目

这类昆虫通称蝽象，简称蝽。体型小到中型，略带扁平。口器刺吸式，触角丝形。前翅为半鞘翅，基部较坚，端部膜质透明。不用时平放背上，前胸背板大，有发达中胸小盾片。属不完全变态。有许多是农业害虫，如：菜蝽、棉盲蝽、麻皮蝽、梨网蝽等。

同 翅 目

前翅质地均匀，全为膜质或革质，休息时翅斜置体上呈屋脊状，也有的种类翅已退化。触角多短而呈刚毛状，也有长而呈丝状的。口器刺吸式。属不完全变态。同翅目主要有叶蝉、飞虱、蚜、介壳虫类。

缨 翅 目

这类昆虫通称蓟马。体型微小细长。口器锉吸式。翅很窄长，翅缘生有长而密的缨毛。如稻蓟马、烟蓟马。

鞘 翅 目

前翅角质硬化成鞘翅，故通称甲虫。后翅膜质折叠于鞘翅下。口器咀嚼

式。全变态，幼虫为寡足型或无足型。蛹为离蛹。这类昆虫有的是益虫，如：步行虫、瓢虫等。有的是害虫，如：叶甲、金龟子、象甲、天牛等。

鳞翅目

成虫的体及翅上都密被有鳞片，前翅一般略大于后翅，口器虹吸式，全变态。幼虫多足型，口器咀嚼式，本目包括蛾类和蝶类。蛾与蝶的主要区别表现在蝶类有美丽的色泽，白天活动在花丛间。静止时双翅竖立在背上，触角末端膨大，呈棍棒状；而蛾类一般没有鲜艳的色泽。夜晚活动，有趋光性。静止时双翅覆盖在背上呈屋脊状，触角呈丝状、栉齿状、羽毛状等。如家蚕为蛾类，菜粉蝶为蝶类。

双翅目

体小至中型，仅具有一对膜质前翅，后翅退化成平衡棒；复眼大，占头的大部分；口器刺吸式或舐吸式，属全变态。本目包括蚊子、牛虻、苍蝇等种类。

膜翅目

包括蜂和蚂蚁。体大小相差很大，最小的仅 0.21 毫米，最大连产卵器达 170 毫米，它的主要特征是翅膜质，前翅大于后翅，前翅前缘近中部常有暗色的翅痣。口器咀嚼式或吮吸式。有的腹部第一节并入胸部，称为并胸腹节，第二节缢缩成腰，称腹柄。雌虫产卵器发达，常特化成蜚刺。如蜜蜂、胡蜂。

昆虫与环境

昆虫的发生与环境条件有密切关系。各种环境条件对昆虫的分布和数量变化都有很大的影响，研究和掌握它们之间的关系，是利用益虫防治害虫的主要依据。常把研究昆虫与周围环境条件相互关系的科学，叫做“昆虫生态学”。

昆虫生活的环境是错综复杂的，影响昆虫发生发展的生态因素很多，其中以气象因素，土壤环境，食物因素，天敌因素影响最大。

气象因素

气象因素包括温度、湿度、光照、气流等，其中以温度和湿度对昆虫的影响最大。

温度对昆虫的影响：温度是气象因素中对昆虫影响最为显著的因素，这是因为昆虫是变温动物，保持和调节体温的能力都不强，它的体温基本上取决于周围环境的温度，因此，昆虫的新陈代谢和行为在很大程度上要受外界环境温度的支配。

任何一种昆虫的繁殖生长发育，都要求一定的温度范围，称为有效温区。在温带地区的昆虫，一般为 $8 \sim 40$ ；在有效温区范围内，还有对昆虫生长发育、繁殖最为适宜的温度范围，称最适温区，一般为 $22 \sim 30$ ；有效温度下限，即最低有效温度，是昆虫开始生长发育的温度，为发育起点温度，一般为 $8 \sim 15$ ；有效温度的上限，即最高有效温度，是昆虫因温度高而生长发育开始被抑制的温度，称高温临界，一般为 $35 \sim 45$ ；在临界高温以上，或发育起点以下，昆虫仍可恢复活动，分别称此为停育高温区和停育低温区；若温度再升高或降低，昆虫就会因过热或过冷而死亡，称为高温致死区和低温致死区。

其次，温度对昆虫的新陈代谢和发育速度影响很大。在有效温区范围内，发育速度与温度成正相关，即温度升高，发育速度加快，发育所需的天数减少。这样，昆虫完成一个虫期所需的天数与该天数内的温度乘积，理论上应

为一个常数。即 $K=NT$ (K 为积温常数, N 为发育日数, T 为温度)。但是, 昆虫必须在发育起点以上才能开始发育, 因此式中的温度(T) 应该减去发育起点温度(C)。故 $K=N(T-C)$ 。这种反应温度与发育速度间相互关系的法则称有效积温法则; 积温的单位以日度来表示。

湿度对昆虫的影响: 湿度实质上就是水分问题。大气中的湿度主要取决于降水, 而田间小气候的湿度还与河流、灌溉、地下水及植被状况等密切相关。

昆虫的正常生命活动都需要一定的水分维持。如食物的消化, 营养物质的运输, 代谢终产物的排出, 体温的调节都和水分有直接关系。

昆虫对湿度也需一定范围, 多数昆虫的最适湿度一般在相对湿度 70% ~ 90% 之间, 但对湿度的要求, 不同种类甚至同种昆虫的不同虫态均存在着差别。

湿度影响虫体水份的蒸发以及虫体的含水量, 从而与代谢直接有关的存活率、生殖力、生长发育也会受到外界空气湿度的影响。同时, 昆虫在卵的孵化、幼虫的蜕皮、化蛹、羽化时也会因湿度过低而大批死亡。

温湿度的综合作用: 在自然界中温度和湿度总是同时存在, 相互影响, 综合作用的。对一种昆虫来说, 适宜的温度下其生命活动会因湿度变动而变化; 反之, 适宜的湿度下, 又因温度的变动而变化。只有在温、湿度都适宜的条件下, 才有利于昆虫的发生发展。

光、光的性质、光的强度、光的周期对昆虫的生命活动都有一定影响。

一般说来, 昆虫喜欢波长较短的光。大多数昆虫对紫外光有正趋性。另外不同颜色的光, 往往成为不同种类昆虫产卵、觅食找寻栖息场所等生命活动的信息。

光的强度对昆虫活动或行为有明显影响, 形成了日出性昆虫和夜出性昆虫。光周期在一年中有规律的变动, 对昆虫生理活动有明显影响, 如短日照的来临预示着冬季即将到来, 对某些昆虫起着越冬滞育的信号作用。

土壤因素

土壤是昆虫的一个特殊生活环境, 与地上环境有很大的不同。土壤虽然主要由固体颗粒组成, 但是, 还包含着水和空气。同时, 砂土、壤土、粘土等不同土质和酸碱度的不同, 都能影响生活在土壤中的昆虫。

像蝼蛄等长时间生活在土中的昆虫和地老虎、粘虫等一部分时间生活在土中的昆虫都要受到土壤的软硬、干湿和温度以及化学成分的影响。

土壤温度对昆虫生理上的作用与气温的作用基本上是一致的。但土温的变化则不同于气温, 而且不同土层深度越大而温度的变化愈小。在地下一米深处昼夜无温差。地下 8 ~ 10 米深处几乎无季节变化。土中生活昆虫随着土温的变化, 有向适温层移动的活动规律。由于冬季土壤比气温高, 因此许多昆虫在土壤中越冬, 能安全渡过它所不能忍受的冬季最低气温, 从而扩大了向北分布的界限。

食物因素

各种昆虫都有自己的取食范围, 通常取食最喜爱的食物或部位时, 其生长发育快, 死亡率低, 繁殖力强; 反之, 勉强取食的植物或部位, 则生长发育及生殖力下降, 甚至大量死亡。如: 水稻二化螟取食茭白与水稻对比, 后者就个体大, 寿命长, 产卵量多, 发生期提早。

天敌因素

在自然界中，昆虫常由于其他生物的捕食或寄生而引起死亡，使种群的发展受到抑制，害虫的这种生物性敌害，称为害虫的天敌。天敌对害虫种群数量的抑制作用是不可低估的。害虫天敌很多，概括起来可分以下几类：

捕食性天敌昆虫：最常见有螳螂、蜻蜓、步甲、瓢虫、草蛉、虎甲、胡蜂、食虫虻、食蚜蝇等。它们一生要捕食多头猎物，对抑制害虫的繁殖起了很大作用。

寄生性天敌昆虫：寄生性的天敌昆虫种类繁多，其中以寄生蜂与寄生蝇的作用最大。常见的有寄生于卵的赤眼蜂、平腹小蜂、缨小蜂等；寄生于幼虫、蛹的有小茧蜂、金小蜂、广大腿蜂等；寄生于若虫、成虫的有蚜茧蜂、蜚蜂等。

昆虫病原微生物：引起昆虫疾病的生物有细菌、真菌、病毒、线虫等。昆虫被这些病原微生物感染后，常可使昆虫大量死亡。

其他：鸟类、蛙类、蜘蛛、食虫螨等都是害虫的天敌。

总之在自然界中害虫的天敌很多，如何保护和利用天敌，在防治病虫害中发挥它们的作用，是很重要的。

人类生产活动对农业生态系统产生巨大的影响，从而引起害虫发生数量的变化。人类活动具有双重作用，适宜的活动可以使生态系统向着有利于人类而不利害虫的方向发展；相反，则有可能破坏生态平衡，助长害虫传播蔓延。有利于害虫数量增加，甚至造成害虫猖獗为害。人们活动的主要影响一般表现在以下三个方面：

人类通过耕作制度的改变，有目的地向一个地区引进益虫或通过远距离调运种子、苗木等手段来改变一个地区昆虫种类的组成。

人类通过栽培措施改变害虫生长发育和繁殖的环境条件。

采用农业、化学、生物及物理机械等防治措施直接消灭大量害虫，保障农作物的丰产丰收。

植 物 病 害

什么是植物病害

在自然界任何植物，无论是农作物、果树、蔬菜，还是茶树、林木、花卉，均各自对其周围环境有着一定的适应范围，并与其他生物种群保持一定的平衡关系。这样植物正常地生长发育和繁殖，我们称它为健康。但是植物在生长发育及其产品贮运过程中，常遭受到不良环境的影响或有害生物的为害，扰乱了新陈代谢的正常进行，造成从生理机能到组织结构发生一系列的变化和破坏，使产量降低，品质变劣，这种违背了人们栽培目的的现象，即为植物发生了病害（也叫做植物病害）。

病害发生的原因称为病原。引起植物病害的原因是非常复杂的，同时是多种因素综合作用的结果。这里所说的病原，是指那种在病害发生过程中起直接作用的主因素，而其他对病害发生发展仅仅起促进或延缓作用的因素，称为诱因或发病条件。

植物病害的病原，通常可分为生物性病原和非生物性病原两大类。

生物性病原最主要的是真菌，其次是病毒、细菌、线虫、类菌原体、放线菌、寄生性种子植物等。这些病原生物多数为寄生性微生物，常笼统简称为病原物；其中真菌和细菌性病原又称为病菌，被病原物寄生的植物称为寄主植物，简称寄主。

凡由生物病原引起的病害都叫侵染性病害，也叫传染性病害、寄生性病害，这类病害特点是：病原物浸染寄主后，能营寄生生活，在植株上生长繁殖，并具有传染性，可从病株上传染到健株上侵入寄生为害，在适宜条件下常能迅速发病和扩展蔓延。

非生物性病原主要是一些不适宜的化学和物理环境因素，如营养失调，水分过多或过少，温度过高或过低，日照过强或不足，土壤通气性或酸碱度不适宜，空气中或土壤中有毒物质的存在，农药或化肥施用不当等等。这类病原是非生物因素，其发病特点是不存在寄生物的侵染，无传染性，无扩散蔓延现象，田间分布比较普遍均匀。所以对它所引起的病害，称为非侵染性病害，又称生理性病害或非传染性病害。

植物感病以后，其形态上、组织和生理上表现出不正常状态称为病害的症状。症状可分为病状和病征两部分。

病 状

得病植物本身所表现出来的不正常状态叫病状。

病状常见有下列类型：

变色：植物有病组织细胞内的叶绿素被破坏或形成受到抑制，以及其他色素过多而出现的不正常颜色，统称为变色。常见的有叶片均匀发黄，叶变深绿色和浅绿色相间的花叶，或叶片成红色或紫红色等。

腐烂：植物病部组织细胞破坏和分解以致软化而形成腐烂。植物的根、茎、花、果都可发生腐烂，幼嫩或多肉的组织更容易发生，如白菜软腐病、甘薯软腐病等。

坏死与斑点：植物病部的组织和细胞或器官受到破坏而死亡，以至形成坏死与斑点。斑点根据形状、颜色和发病部位不同有不同叫法，如形状不同的圆形、椭圆形、多角形、棱形、轮纹形等。颜色不同，有褐斑、黑斑、灰

斑、白斑等，芽和幼嫩叶发生枯焦等等，如蔬菜黑斑病。

萎蔫：萎蔫是植物根或茎基的坏死，导致缺水使枝叶萎蔫的病状，如西红柿青枯病，棉花枯萎病等。

畸形：植物受病原物刺激后，引起植物细胞组织生长过度或生长发育受到抑制而形成畸形，常见有徒长、矮缩、卷叶、缩叶、丛生、癌肿、虫瘿、菌瘿等。

病 征

病征是指病原物在植物病部表面所形成的特征。病征常见有以下几种类型。

霉状物：在植物病部产生各种颜色的霉层。主要是由真菌的菌丝或各种孢子梗、孢子在病部构成的特征。常见有霜霉、赤霉、青霉、绿霉、灰霉、绵霉，例：油菜霜霉病、小麦赤霉病、柑桔青霉病等。

粉状物：在植物病部产生各种颜色的粉状物，这是某些真菌一定量的孢子密集在一起所表现的特征。常见的有白色粉状物、黑色粉状物、锈状物。如：瓜类白色病、麦子黑穗病、麦类锈病等。

粒状物：在植物病部产生各形状大小不一样的颗粒状物。大多为真菌的子实体或菌丝的变态的特征。如甜椒炭疽病病部小黑点、油菜菌核病部的菌核等。

胶状物：植物细菌性病在病害部溢出乳白色或淡黄色的混浊脓状物，干燥后形成胶粒或胶膜，如水稻白叶枯病。

从上面可看出，植物感病后往往要表现出不同的症状，可给我们诊断病害时作重要的依据。并且有许多病害就是按症状而命名的，如甘薯软腐病、蔬菜黑斑病。

植物病的病原

植物病病原真菌

植物的病原真菌，在自然界的分布很广，种类极多。目前有记载的有45000种，其中为害植物约有8000多种。植物病害中的80%是真菌引起的。如严重影响农业生产的稻瘟病、麦赤霉病、稻纹枯病、油菜菌核病等。有的真菌可使农产品、木材、食品、衣物等发霉变质，寄生于人畜体上而引起皮肤病等。

有的真菌对我们人类是有益的，如：应用真菌来酿酒、制酱油，生产维生素、酒精、有机酸等；有的真菌可食用，如蘑菇、香菇、木耳等；也有的可作药物，如灵芝、冬虫夏草等。我们搞清其特点利用有益的，消灭有害的，为人类造福。

真菌作为一类低等生物，它的形态特征是：

营养体很简单，没有根、茎、叶的分化，也没有维管束组织。营养体的基本结构是有固定细胞核和细胞壁的丝状体。

营养方式是异养的，主要从寄主吸收营养。

典型的繁殖方式是产生各种类型的孢子。

真菌营养体

真菌的营养体除极少数为单细胞外，典型的为多分枝，很细长的丝状体，称为菌丝体。菌丝体上的单根丝状体称作菌丝。菌丝有横隔膜或无隔膜。无

隔膜的叫无隔菌丝，有隔膜的叫有隔菌丝，一般低等真菌的菌丝无隔膜，高等真菌有隔膜（见图 10）。

真菌的菌丝一般由孢子萌发产生的芽管发育而成。它的再生能力很强，任切取一小段移植在适宜的条件下，都可发展成新的菌丝体。菌丝除具有繁殖作用外，主要的作用是生长蔓延、吸收营养、产生繁殖器官；所以相当于高等植物的根、茎、叶。

有些真菌的菌丝体，在不适宜的环境下或在其生活后期，可发生变态而形成紧密的组织体，常见的有菌核，菌索及子座。

菌核是由菌丝交织而成的变态体，它的大小、形状、颜色和组织的紧密程度因种类而不同。菌核能贮存大量营养物质，并对高温、低温干燥具有很强的抵抗能力。当环境条件适宜的时候，菌核就萌发而形成新的菌丝体，或者在上面产生繁殖器官。

菌索是一些高等真菌的菌丝平行排列组织而成的绳索状体，外形与高等植物的根有些相似，特称为根状菌索。菌索既可抵抗不良环境条件，也有助于真菌扩大蔓延或侵入寄主植物。

子座也是由菌组织构成的，间或混有寄主组织，结合成一种坚硬的垫状或头状物。子座是许多真菌由营养体向繁殖体转化的一种过渡形成，它有时也具有很强的抵抗不良环境的作用。

真菌的繁殖体

真菌的营养体生长发育到一定阶段，即开始形成繁殖器官，便延续后代，继续生存。这种为延续后代而进行繁殖的器官，称为真菌的繁殖体。真菌的繁殖主要是产生大量的孢子，相当于高等植物的种子。根据真菌产生孢子的方式不同可将真菌的繁殖区分为无性繁殖和有性繁殖。

无性繁殖：无性繁殖是没有经过性细胞结合，而直接由营养体转变而成的繁殖方式。无性繁殖所产生的孢子叫无性孢子，常见的无性孢子有孢囊孢子、游动孢子、分生孢子、芽孢子、粉孢子、厚垣孢子。

有性繁殖：有性繁殖是经过两性细胞结合的繁殖方式。有性繁殖产生的孢子叫有性孢子，有性孢子常见的有接合子、卵孢子、接合孢子、子囊孢子、担孢子。

真菌的子实体：在高等真菌中，有性孢子或无性孢子都可能聚生在一种由菌丝构成的组织中，好像高等植物的种子生在果实里一样，这种着生孢子的特殊结构称子实体。常见的子实体有分生孢子器、分生孢子盘等，它们为无性子实体。而子囊果（又可分为子囊壳、子囊盘、闭囊壳）、担子果为有性子实体（见图 11）。

真菌的生活史

真菌的生活史是指从一种孢子开始，经过萌发、生长和发育，最后又产生同一种孢子的个体发育过程。相当于高等植物从种子萌芽、生长发育到开花结实，又形成种子的过程。

真菌典型生活史是从有性孢子萌发开始长成菌丝体，然后继续生长发育到一定阶段，就从营养阶段过渡到繁殖阶段；先进行无性繁殖，产生无性孢子，无性繁殖在适宜条件下可重复产生，直到最后进行有性繁殖，产生有性孢子为止。

并不是所有真菌都是按照典型生活史模式完成个体发育过程的。在不少真菌生活史中，有的只存在无性繁殖阶段，也有的以有性繁殖为主，甚至有的真菌在整个生活史中根本不形成任何孢子，其生活过程全部由菌丝体来完成。

在了解作物病原真菌类群之前，首先简单介绍一下微生物在生物界中的地位。未具备细胞形态结构为病毒界；具有细胞结构但无完整细胞核的为原核生物界（包括细菌、蓝藻、放线菌）。原生生物界主要是固定细胞的原始生物（如眼虫、肉足虫、孢子虫）。原生生物界向三个方向演化，形成营养方式不同的植物界、菌物界和动物界。在菌物界下分粘菌门和真菌门。真菌门下分鞭毛菌亚门、接合菌亚门、子囊菌亚门、担子菌亚门及半知菌亚门。亚门下面又可分纲、目、科、属。现将五个亚门的特点简述如下：

鞭毛菌亚门：本亚门真菌的营养体是单细胞或没有隔膜的菌丝体、繁殖体的孢子或配子或其中一种是可以游动的。低等的生活在水中或土壤中，较高等鞭毛菌是陆生的。常见的有绵霉菌引起的水稻苗绵腐病，腐霉菌引起的瓜苗猝倒病，疫霉菌引起的马铃薯晚疫病，霜霉菌引起的十字花科植物和瓜类霜霉病等。

接合菌亚门：本亚门真菌的营养体典型无隔菌丝体、有性繁殖产生接合孢子、无性繁殖产生孢子囊，孢子囊成熟后散出孢囊孢子，借风传播。这类菌为陆生，多数腐生。如引起甘薯软腐病的根霉菌等。

子囊菌亚门：本亚门营养体除酵母菌是单细胞外，其他都是发达有隔丝体。无性繁殖主要产生分生孢子。分生孢子梗有的散生在病斑表面，有些则聚生在分生孢子器和分生孢子盘中，有性繁殖产生子囊和子囊孢子，高等子囊菌的子囊大多产生在子囊果中。大部分陆生。常见的子囊菌有以下几种：白粉菌引起的麦类白粉病，球壳菌引起的甘薯黑斑病，小麦赤霉病；核盘菌引起的油菜菌核病。

担子菌亚门：本亚门的营养体是很发达的有隔菌丝体，有的菌丝可形成菌索或菌核。无性繁殖多不发达，有性繁殖产生担子和担孢子。多数营腐生活。但低等担子菌仍有明显的无性世代，且是寄生菌，如为害作物的黑粉菌和锈菌。

半知菌亚门：有类真菌只知道无性世代，其有性世代尚未发现，故叫半知菌。半知菌营养体为有隔丝体，产生无性孢子为分生孢子。半知菌的种类很多，根据分生孢生和子实体的有无及分生孢子梗着生情况，常见的有：丛梗孢菌引起稻瘟病、大麦条纹病等，黑盘孢菌引起棉花炭疽病、辣椒炭疽病，球壳孢菌引起梨孢轮纹病，无孢类菌引起各种立枯病。

植物的细菌

细菌在自然界分布很广，普遍存在于陆地、水里和空气中。绝大多数细菌属于腐生类型，但不少寄生性细菌能引起人类、动物及植物发生病害。

植物细菌性病的种类和危害性，都不如真菌性和病毒性病害严重。目前世界上已知植物细菌性病害约有 300 多种，在我国已发现的约有 60~70 多种，如水稻白叶枯病、白菜软腐病、蕃茄青枯病等等。

细菌是很小的单细胞微生物，没有结构完整的细胞核，属于原核微生物，细菌一般要在显微镜放大 1000 倍情况下才能看清楚它的形态。细菌的基本形态有球状、杆状和螺旋状。

为害植物的细菌全是杆状的，两端钝圆，菌体一般宽 0.5~0.8 微米，长

1~3 微米。大多数植物病原细菌长有鞭毛，因而能在水中游动。鞭毛生在菌体的一端、两端或四周，一根或多根。

有些细菌能向细胞壁外围分泌粘液状物质，形成一层胶状的粘液层，固定的粘液层称荚膜。有的细菌生长发育到一定阶段后，细胞内的原生质浓缩而形成厚壁的芽孢。芽孢能耐高温、干燥等不良环境，当条件适宜时，重新萌发形成活动的细菌。但植物病原菌一般不产出芽孢。

细菌个体很小，形态结构简单，通常观察和鉴别必须经过染色。在细菌染色的方法中，以革兰氏染色法最为重要，其具体方法是细菌经结晶紫染色后，用碘液将紫色固定于细胞内，再用酒精进行脱色后，用碱性品红复染。如果能保留紫色的，称为革兰氏阳性反应（G⁺）；紫色被酒精洗脱，复染后成红色，则称为革兰氏阴性反应（G⁻）。研究证明，革兰氏染色反应代表着不同细菌在质上的差别，所以，革兰氏染色反应在鉴别细菌种类的过程中，具有极其重要的意义。

细菌没有营养体与繁殖体分化。繁殖形式是简单的裂殖。当一个菌种体长大后，原生质膜自菌体中部两侧向内缢缩，同时开始形成新的细胞壁使母细胞从中间分裂而产生两个新的细菌。细菌繁殖速度很快，在适宜的环境条件下，每 20 分钟就可繁殖一代，24 小时就是 72 代，其数量可达 4 万亿个。正因为细菌具有强大的繁殖力，因此当条件适宜时植物细菌病害有时发展蔓延很快，在短时间内可造成大面积成灾。

植物细菌可在人工培养基上生长，当一个细菌在固体培养基上进行繁殖后，则形成肉眼能看到的千百万细菌集合体，称为菌落。每种细菌的菌落，具有一定的形状和颜色，这也成了判断细菌种类的重要依据之一。一般表面光滑、湿润，以乳白色和黄色的圆形菌落居多。

细菌生长繁殖最适宜的温度一般是 26~30℃，能耐低温，即使在冰冻条件下仍可保持其生活力；但对高温则很敏感，除了产生芽孢的菌种外。一般当温度上升到 50℃ 以上时，即可杀死各种植物病原细菌；在直射阳光下也很易死亡。

植物细菌性病害的症状，多半是急性坏死，表现出腐烂、斑点、枯萎、肿瘤等病状。如遇到潮湿气候，常从感病部位的水孔、气孔、皮孔伤口外溢出菌脓，这有利于病害的诊断和鉴别。

植物病原病毒

病毒是尚未具备细胞形态结构的寄生物，个体极小，只有通过电子显微镜放大几万倍甚至几十万倍才能看到。病毒是一种微粒，形态有杆状、线状和多方面体、球状等。

病毒结构简单，其个体是由核酸和蛋白质组成的核蛋白颗粒。核酸在中间，形成心轴，蛋白质包围在核酸外面，形成一层外壳，对核酸起保护作用。核酸主要有脱核糖酸（DNA）和核糖核酸（RNA）两种。核酸是病毒的遗传物质，使病毒具有遗传性和增殖传染性。

病毒虽然为原始的核蛋白体，却能进行生命活动，具有微生物的基本特性，如侵入、寄生、增殖、传染、遗传变异和环境发生关系等。

病毒的侵入和寄生性：病毒既缺乏穿过寄主表皮细胞壁的能力，又必须与活细胞的原生质接触才能寄生，所以病毒侵入植物的途径，一般只能从机械所造成的伤口或带毒的刺吸式口器昆虫口针送入。

病毒没有自己独立的代谢系统，只能在活的寄主细胞内寄生生活，到目

前为止还不能在无寄主细胞的人工培养基上培养。病毒可寄生在人、畜、禽、昆虫等动物、植物和微生物上。侵染细胞、放线菌等微生物的病毒叫噬菌体。

病毒的增殖：由于病毒没有酶系统和独立的代谢功能，它的病毒繁殖方式不同于其他有细胞的生物，故称为增殖（或复制）。病毒侵入寄生细胞后，它提供遗传信息的核酸，将寄生细胞的代谢作用改变，然后以病毒的核酸分子为模板，以寄主细胞中的核苷酸分别分解出的核酸为原料，复制出新一代病毒的核酸，并以此为模板合成一代病毒的蛋白质外壳，于是产生大量的病毒核酸和蛋白质，最后每一定量的核酸聚缩在一起，外面再加上蛋白质衣壳，形成新的病毒粒体。

病毒的传染性：植物病毒的传染性，最早发现是用烟草花叶病株的汁液注射到健康烟草植株后，诱发出同症状的花叶病，证明病毒具有传染力。此后，还发现病毒不仅能通过汁液接触传染，还可通过嫁接及昆虫、螨类、线虫等媒介体传染。

病毒的遗传和变异性：植物病毒和其他生物一样具有遗传和变异性，病毒增殖后所产生与原来相似的秆病毒就说明了它具有遗传保守性。另一方面，由于病毒增殖能力很强，发生变异现象也是普遍的，一种病毒常因受环境条件的影响而产生不同的株系，最常见的变异是病毒通过某些寄主植物后，或受物理和化学因素诱发，致病力会增强或减弱等。

对外界环境的稳定性：不同病毒对外界环境因素的稳定性不同，主要表现为以下几个方面：

体外保毒期：病组织的榨出液，放在 20～22℃ 的室温下，能保持其传染力的最长时间，称为病毒的体外保毒期。一般病毒的体外保毒期是 3～5 天，短的只有几小时，长的如烟草花叶病毒可达一个月以上。

稀释终点：将榨出的病株汁液加水稀释。超过一定限度时，使失去传病能力。这个最大的稀释限度为稀释终点。如烟草花叶病毒为 100 万倍，黄瓜花叶病毒为 1 万倍。

失毒温度（致死温度）：将病株汁液榨出来，放在不同温度下处理 10 分钟。使病毒失去传染力的那个最低温度叫失毒温度。大多数植物的失毒温度在 60℃ 左右。个别病毒的失毒温度高达 90～93℃，如烟草花病毒等。

对药物反应：病毒对一般杀菌剂如升汞、酒精、甲醛、石炭酸、硫酸铜等的抵抗力都较强。但对肥皂等除垢剂却很容易使其失去传染致病力。所以除垢剂常是病毒很好的消毒剂。

病毒粒体在植物体内增殖运转的结果，是引起植物生理上的紊乱，破坏正常生长发育，最终造成病毒症状。植物病毒病的症状具有自身的特殊性。常见植物病毒病的症状主要有花叶斑驳、黄化、着色，丛枝矮化、畸形以及坏死、萎蔫等。有时环境条件还可以改变或抑制植物病毒症状的表现，如有的在高温下即出现隐症现象。

植物寄生线虫

线虫是一种低等动物，体形细长，两端稍尖，形似线状，故称线虫，由于植物寄生线虫在植物体内寄生生活，它除损伤植物外，还引起一系列病变，所表现的症状与一般病害相似，所以称为植物线虫病。

植物病原线虫都是专性寄生物，主要传染根、块根、块茎和鳞茎等，叶芽、穗及子房等也可受害。常表现如下症状：

植物生长发育缓慢、衰弱、矮小、色泽失常、叶片萎垂等，类似营养不

良现象。

局部畸形，植物叶片干枯、扭曲、畸形，组织干腐、软化及坏死，籽粒变为虫瘿等。

根肿大或根瘤，须根丛生及根部腐烂等。

寄生性种子植物

种子植物一般具有叶绿素，都能通过光合作用自制营养物质，维持它们生长和发育，所以，绝大多数种子植物都是自养的。但是少数种类，由于缺乏叶绿素或因部分器官退化，必须依附于其他植物上生存，逐渐失去其独立性而成为寄生性。根据寄生性种子植物的寄生部位和寄生程度的不同，可分为如下不同类型：

根寄生和茎寄生：有些寄生种子植物寄生于寄主的茎上，称为茎寄生，如菟丝子、桑寄生等。另一些种类则寄生于寄主植物的根部，称为根寄生，如列当。

全寄生和半寄生：很多寄生性种子植物的叶片退化为鳞片，没有叶绿素存在，完全丧失了自制营养的能力，从寄主体内获得全部营养物质，称为全寄生，如菟丝子、列当。另一类寄生性种子植物仍具有叶片和叶绿素，能进行正常的光合作用，但其根系退化而形成了吸器或吸根，从寄主体内获得水分及无机盐，称为半寄生，如桑寄生。

植物病害的发生和发展

病原物的寄生性

寄生性是指病原物依附于寄生植物而获得营养物质的能力。致病性是病原物所具有对寄主的破坏和毒害的能力。由于病原物对寄生植物具有寄生性和致病性，因而可以引起植物病害。

营寄生生活的生物称寄生物，是从其他活的有机体上吸取养分；营腐生生活的生物称腐生物。根据病原物寄生性的强弱，可分下列几类：

专性寄生物（严格寄生、专寄生）：在自然情况下，这类病原物寄生能力很强，只能从活的寄主细胞和组织中获得养分，否则将不能生活，对这类寄生物统称为专性寄生物。这类病原物不能在人工培养基上培养。

非专性寄生物：这类寄生物既能在寄主活组织上营寄生生活，又能在死亡的病组织上营腐生生活。能在人工培养基上生长。非专性寄生物的寄生能力也有强有弱，有的主要营寄生生活，但是也具有一定程度的腐生能力称为兼性寄生物，如玉米黑粉病菌、水稻白叶枯病等。另有一些以腐生为主的弱寄生物，称为兼性腐生物。它主要在死体上营腐生生活，但在适宜的条件下，也能侵入生长衰弱或有伤口的植物。如甘薯软腐病、水稻烂秧。

在自然界中还存在着一大类微生物，它们只能利用动植物残体及其他无生命的有机物作为营养，而不能在活体上营寄生生活，特称为专性腐生物，如蘑菇、银耳、酵母菌等。

总之，上述微生物寄生能力的顺序是专性寄生物、兼性寄生物、兼住腐生物、专性腐生物。实际上，在寄生物与寄生物之间，有时也很难划清界限的。

病原物的致病性

寄生物一般都具致病的能力，但是病原物的寄生性并不等于致病性。它

们在含义上是既有联系又有区别的两个概念，没有相关性。通常寄生性愈强其对植物的破坏性愈小，例如油菜霜霉病；相反有的寄生性弱的病原生物，对植物寄生组织的破坏力往往是较大的，如甘薯软腐病。但是有些寄生强的病原菌致病性也很强，如马铃薯晚疫病。

病原物对寄主的破坏作用主要是消耗寄主的养分和水分；分泌各种酶类；消解和破坏植物组织和细胞；分泌毒素，使植物发生中毒萎蔫；分泌刺激物质，促使植物细胞分裂或抑制细胞生长，改变植物的代谢过程等。

植物的抗病性

是植物对病原物的侵袭所作的反应，在病原物与寄主之间的相互作用中，病原物要侵入，建立寄生关系，并在寄主内扩展和繁殖。而寄主植物对病原物的侵入、扩展进行抵抗，表现出抗病性。因此，抗病性就是寄生植物受到病原物的侵染，在不同程度上产生对病原物侵染的抵抗力。根据寄主植物对病原物侵染的反应，可分为感病、耐病、抗病、免疫 4 个类型。

感病：寄主植物遭受病原物侵染而发生病害，使生长发育、产量或品质受到很大的影响，甚至引起局部或全株死亡的称感病。

耐病：寄主植物受病原物侵染后，虽然表现出典型症状，但对其生长、发育、产量和质量没有明显影响的称耐病。

抗病：寄主植物对某种病原物具有抵抗能力，虽不能完全避免被侵染，但局限在很小范围内，只表现轻微发病称抗病。

免疫：一种植物对某种病原物完全不感染或极不容易遭受侵染发病的称免疫。

植物的抗病作用是十分复杂的，有许多原因目前还无法清楚，仅指以下几点：

避病作用（抗接触）：利用栽培措施或品种的关系及环境条件，植物的感病期与病原物的盛发期不一致，从而避免了病原物的侵染，并不是植物本身具有真正的抗病力。

抗侵入：有些植物具有抗病作用，由于它们的形态、组织结构，生化机能上的特征、特性能阻止或减少病原物的侵入，如直接侵入的病原物与角质层、蜡质层、硅质层的厚薄有关。气孔、水孔的多少、大小等直接影响病原物的侵入率。植物的分蘖、株形、高矮也会影响病原物的侵染。

抗扩展：由于寄主细胞、组织和生理活动等特征，使侵入的病原物在生长发育上受到限制、削弱，甚至被消灭，而不能或很少扩展引起植物病害。例如寄主植物体内营养成分、细胞的酸碱度和渗透压的高低，以及细胞中的特殊化学物质，如抗菌素、植物碱、酚、单宁等都与抗病性有关系。

植物在系统发育过程中，逐渐形成了生理生化、组织器官以及形态结构上的抗病性，并作为植物的生物学特征而遗传给后代，同样，也有许多原来抗病性很强的植物品种，经过生产使用一定时间之后，即变成为感病品种，丧失了原来的抗病性。这表明植物抗病能力的稳定性是相对的，而变异性则是绝对的。

植物抗病性的变异原因是多方面的，主要表现为植物本身抗病的变化，病原物致病力的变化或新的生理小种形成，以及环境条件的影响三个方面。

侵染性病害的发生过程

侵染性病害的发生有一定的过程，包括从病原物与寄主感病部位相接触开始，到植物发病所经历的全过程，简称病程。这一过程可分为接触、侵入、

潜育和发病 4 个时期。

接触期：是指病原物与寄主感病部位相接触到侵入前的这一段时期。如果没有病原物和寄主植物的接触，就不会造成病害发生。同时病原和寄主的接触方式，接触时间长短，常可决定病害的防治措施。

侵入期：是从病原物侵入寄主，到与寄主建立寄生关系为止的一段时间，称为侵入期。

侵入途径：病原物侵入寄主的途径有三个：一是直接侵入，病原物直接穿过植物表皮的角质层；二是通过植物的气孔、水孔、皮孔、蜜腺等自然孔口侵入；三是从伤口侵入。不同病原物侵入途径不同，如病毒只能从活细胞的轻微新鲜伤口侵入；细菌可从伤口和自然孔口侵入；真菌从上面所讲三种途径可侵入；线虫则用口器刺破表皮直接侵入。

侵入条件：病原物侵入寄主要有适宜的环境条件，其中影响最大的是湿度和温度。尤其温度最为重要，因为大多数真菌孢子的萌发，游动孢子和细菌的侵入都需要有水分才能进行。所以，大多数病害往往在雨季中发生，多雨的年份病害易流行，潮湿的环境病情严重，这与侵入所需高湿的条件是分不开的。如稻瘟病菌的分生孢子在水滴中萌发率达 86%，在饱和湿度的空气中，萌芽率却不到 1%，湿度在 90% 以下就不能萌发。

温度能影响细菌、线虫的活动、繁殖，也影响真菌孢子的萌发和侵入的速度。所以也往往决定某种病害的发生时期和季节。

潜育期：是从病原物与寄主建立了寄生关系到表现明显症状为止的一段时间。潜育期是病原物在寄主体内吸取营养而生长蔓延为害的时期，也是寄主对病原物的侵染进行剧烈斗争的时期。病原物在寄主体内扩展的程度不同，形成两种类型，有的局限在侵染点附近，称为局部位侵染；有的则从侵染点扩展到各个部位，甚至全株，称为系统性侵染。如各种花叶型病毒病。

影响潜育期的环境条件主要是温度，一般在适宜温度范围内，温度愈高潜育期愈短，如稻瘟病潜育期在 9~11 潜育期为 13~18 天，17~18 为 8 天，24~25 为 55 天，26~28 为 4~5 天。但也有少数是由遗传因子决定的，如麦散黑穗病的潜育期为一年，不受温度的影响。

发病期：症状出现后的时期，称为发病期。病害发展到这个时期真菌性病害往往在病部产生菌丝、孢子、子实体等；细菌病害产生菌脓，人们才能肉眼看到。

发病期也仍然以温湿度的影响为主，特别是高湿适温时，有利于新繁殖体的产生，有利于病害的流行。

侵染性病害的发生是一个连续性的过程。上述四个时期是人为划分的，并没有严格的界限，而且不同的病害，其侵染过程不完全相同。

病害的侵染循环

病害的侵染循环，是指一种病害从前一个生长季节开始发病，到下一个生长季节再度发病的过程。它包括病原物的越冬越夏、病原物的传播、初次侵染和再次侵染三个环节。

在作物生长季节结束后，病原物如何度过这时间，并引起下一生长季节的侵染为害，这就是病原物的越冬或越夏问题。病原物必须通过一定的场所进行越冬或越夏。这越冬或越夏的场所，也就是病害的初次侵染来源。病原物的越冬或越夏场所主要有下列几方面。

种子或其他繁殖材料：有许多病原物常潜伏在种子或其他繁殖材料的内

部。有的附在表面或混杂其间越冬。当播种后，不仅植株本身发病，而且往往形成田间发病中心。种苗带病即是每年病害的初次侵染来源，也是病害远距离传播的重要原因。如麦类黑穗病、油菜菌核病，马铃薯环腐病等。

田间病株：病原物可在多年生的寄主植物上越冬、越夏，成为初次侵染来源，如茶树、果树、林木上的各种病菌。一年生的自生苗或野生寄主也常常是病原物的越冬、越夏场所。如野生菜就是油菜病毒病的越夏场所，又如小麦锈病在自生苗上越夏。

病株残体：一般非专性寄生的病原物，都能在病株残体中越冬越夏。所谓病株体，主要是指寄主植物的秸秆、枯枝、落叶、落花、落果以及死根等各种形式的残余组织。白叶枯病都能在病草上越冬，成为第二年初侵染来源。

土壤：土壤是多种病原物非常重要的越冬越夏场所。其具体形式常因病原种类不同而异，有的常以各种休眠体——闭囊壳、卵孢子、菌核、线虫的孢囊等，散落在土壤中越冬越夏。如腐霉菌、丝核菌能独立生活在土壤中，引起植株生病。

但土壤中越冬越夏的病原物，一般都不能长期存活，因此轮作、间作、深耕均有助于控制病害的发生。

肥料：混有病原物的厩肥或用病株残体制的堆肥或栏肥，未经充分腐熟，也可成为病害发生的初次侵染来源。

传病介体：昆虫是病毒传染的主要媒介。有的病毒既能在昆虫体内越冬，还可以在昆虫体内增殖。如水稻矮缩病病毒就是在黑尾叶蝉体内越冬、繁殖的。

各种病原物的越冬越夏场所均具有自己的特异性和稳定性。同时，病原物在越冬越夏期间很少活动，是其生活过程中的薄弱环节。因此，研究掌握病原物的初侵染来源常是制定防病措施的重要依据。

病原物经过越冬越夏，度过寄生植物休眠阶段之后，必须按照一定的方式进行传播，才能与田间重新种植的寄主发生接触，进而引起侵染和造成病害发生。病害发生后的再次侵染也需要传播，因此病原物传播是病害发生过程中各个环节间相互联系的纽带。

病原物种类不同，传播方式也不同，大致可分为自身主动传播、自然动力传播和人为传播三类。自身主动传播的是少数，如游动孢子和细菌在水中游动，线虫的蠕动，真菌菌丝体和菌索的扩展，孢子的放射等等。但这种传播距离有限，也不普遍。绝大多数病原物是靠自然动力传播，又可分以下四种：

风力传播：多数真菌能产生大量孢子，孢子小而轻，便于风力传播。

雨水传播：许多细菌性病害和部分真菌性病害，常粘聚在胶质物内，需要借雨滴的溅散和淋洗进行传播，特别是雨后流水和灌溉水可把病原物传播到更广的范围。

昆虫及其他动物传播：病毒类主要靠叶蝉、飞虱、蚜虫等刺吸式昆虫传播的。此外线虫、鸟类等也可以传播。

人为传播：人类在商业活动和各种农事操作中，常常无意识地帮助了病原物的传播。例如带病的种子和苗木，由于引种、换种，带有病原物的种子、农副产品等都可人为远距离传播，以致病区的扩大和新病区的形成。植物检疫的作用就是为了限制这种人为传播，防止危险性病害扩散。

初次侵染和再次侵染：在一种作物生长季节开始后，第一次受到病原物

侵染而引起发病的称为初次侵染或初侵染。受到初侵染的病部，病原物产生繁殖体，在同一生长季节中再传播侵染，引起再次发病称为再次侵染或再侵染。

有些病害在一个生长季节中只有初侵染，没有再侵染，如麦类黑穗病。而大多数的病害，在一个生长季节内可以发生多次再侵染，造成病害由轻到重，由少数中心病株扩展到点片发生和普遍流行，如稻瘟病等。

病害有无再侵染，直接与防治策略和防治效果有关。对于只有初次侵染的植物病害设法彻底消灭初侵染来源，即能获得满意的效果。对于有再侵害的病害，除了消灭初侵染来源外，在寄主作物生长期，根据病害发生情况和田间的环境条件，还要不断采取各种有效措施进行防治。

在适合病害发生、发展的条件下，在一定的时间，一定的地区范围内，引起病害的大量发生，不仅发病率普遍而且发病程度也严重，这种现象叫做病害的流行。经常引起流行的病害，叫做流行性病害。如稻瘟病、葡萄白腐病等。

流行性病害的危害性，主要表现为病害发生发展速度快，遭受波及的面积大，所造成的损失往往是毁灭性的。

流行性病害也不是在任何情况下都流行的，必须具备以下三个基本条件：

大量的感病寄主：每种病原物有一定的寄主范围，没有感病的寄主植物的存在，病害就不可能发生。因此，有大面积的感病品种，而且植株处于感病阶段，是引起病害流行的基本条件。

有大量致病力强的病原物：大量的致病力强的病原物的存在，是病害流行的先决条件。对于只有初侵染的病害来说，病原物的越冬或越夏的数量，即初侵染来源，对病害的流行有着先决性的影响。而再次侵染严重的病害，除初侵染来源外，再侵染重复多、潜育期短，对病害的流行常起着很大的作用。在这基础上，大量的病原物繁殖体还需要有效传播方式配合，才能在短期内把它们传播扩散，引起病害流行。

有适应于病害发生发展的环境条件：在感病寄主和病原物都具备的条件下，病害的流行就取决于环境条件。适宜于病原物的发展而不利于植物的生长发育，病害就流行。

一般以上三个条件是紧密联系，缺一不可的。但具体对某一种流行性病害来讲，三个条件并不同等重要，往往其中必有起主导作用的因素，影响着病害的发展和流行。如麦类赤霉病的流行，主导因素就是3~4月份的气候条件。

总之，植物病害的流行，是一个极其复杂的问题，只有对各种因素进行深入调查和详尽分析之后，才能更好地掌握流行规律，为病害的防治工作提供可靠的理论依据。

植物病虫害防治

在对付植物病虫害中，往往一提防治，以为就是打药水，其实防治方法多种多样。按其作用和应用技术就可分为植物检疫、农业防治、生物防治、物理机械防治和化学防治五大类。这是人类在长期的农业生产中，积累与病虫害斗争的丰富经验，特别是近代现代化科学促进了病虫害防治的发展。但是实践证明，以上防治方法各有特点和局限性，单独使用任何一类防治方法，都不能全面有效地解决病虫害的问题，而要贯彻“预防为主，综合防治”的

植物保护方针，才能达到有效的目的。

综合防治

综合防治就是从农业生态学的总体观念出发，以预防为主，本着安全、有效、经济、简便的原则，有机地协调地使用农业、化学和物理机械的防治措施，把病害发生数量控制在经济损失允许水平之下，以达到高产、优质、低成本和少公害或无公害的目的。

病虫害的综合防治工作就是用更完善的科学管理方法创造有利于人类而不利病虫害发生发展的环境条件，使病虫害发生数量达到不足引起经济损失允许的程度。所以安排综合防治时，首先要有全局观念，要突出预防为主的原则，坚持以农业防治为基础，并注意各项防治措施之间的协调运用，做到相辅相成，取长补短。最后还要考虑经济、安全、有效；要注意保证人、畜安全，使经济损失和对环境的反作用达到最小程度。

植物检疫

在自然条件下，植物病虫害的分布常有一定的区域性。但是，在生产活动中由于人为的传带，种子和种苗的频繁交换、调动，使某些危险性病虫害在国家间或地区间传播开来，造成严重的经济损失。实例屡见不鲜，如棉红铃虫在清朝末年，美国通过棉籽的倾销将此虫传入我国；甘薯黑斑病、蚕豆象在抗日战争时期由日本传入我国；菊花白锈病、甜柿根癌病也是从日本传入我国等等不胜枚举。为了防止危险性病虫及杂草的传播，各国政府制定了检疫法令，设立了检疫机构，进行植物病虫害检疫。植物检疫可分为对外检疫（国际检疫）和对内检疫（国内检疫）两种。

植物检疫的任务主要有三个方面：

禁止危险性病虫害随着植物及其产品由国外传入或国内输出，这是检疫的任务。对外检疫一般是在口岸、港口、国际机场等场所设立机构，对进出口货物、旅客的植物及邮件等进行检查。出口检疫工作也可以在产地设立机构进行检疫。

将在国内局部地区已发生的危险性病、虫、杂草封锁，使其不能传到无病区，并在疫区把它消灭，这就是对内检疫。对内检疫工作由地方设立机构进行检查。

当危险性病、虫、杂草一旦到新的地区时，应立即采取彻底消灭的措施。

为害植物的病、虫、杂草种类很多，分布甚广；而植物及植物产品很多，调运情况又极其复杂。所以植物检疫不可能也不必要把所有病、虫、杂草都作为实施检疫的对象。而检疫对象是根据以下原则确定的：

国内尚未发生的或局部发生的病、虫及杂草。

为害严重，传入后可给农林生产造成重大损失的。

可以人为地远距离传播的，即随种子、苗木、其他繁殖材料、加工产品或包装物传播的病、虫及杂草。

根据以上原则各国各地区结合本地实际情况拟定输出输入植物检疫对象名单。

植物检疫主要措施是：

首先开展危险性病、虫、杂草的调查。开展危险性病、虫、杂草的调查是植物检疫工作的重要依据和前提。只有通过调查，才能确定检疫对象，划定疫区和保护区，进一步采取检疫措施。调查方法一般采取普遍调查与针对

某种病虫、杂草的专门调查相结合。

其次是疫区和保护区划定。经过调查凡局部地区发生植物检疫对象的，应划为疫区，采取封锁、消灭措施，防止植物检疫对象传出；发生地区已比较普遍的，则应将未发生地区划为保护区，防止植物检疫对象传入。

调运植物和植物产品，属下列情况之一应列为必检对象：已列入应施检疫的植物、植物产品名单的，从疫区运出之前，或从其他地区运入保护区之前，必须经过检疫；凡种子、苗木和其他繁殖材料，不论是否列入应施检疫的植物、植物产品名单和运往何地，在调运之前，必须经过检疫。检疫的方法就是进行产地检验、抽样检验或试种检验等严格检验。经检验后，未发现植物检疫对象的，发给植物检疫证书；如发现有检疫对象的，但能彻底消毒处理的，托运人应按植物检疫机构的要求，在指定地点作消毒处理，经检查合格后发给植物检疫证书。无法消毒处理的或消毒不彻底的，应停止调运。

从国外引进可能潜伏有危险性病、虫、杂草的种子、苗木和其他繁殖材料，必须隔离试种，通过植物检疫机构进行调查、观察和检验，证明确实不带危险性病、虫、杂草的，方可分散种植。

另外，不得在非疫区研究检疫对象和有计划地建立无检疫对象的繁育基地。

农业防治

农业防治就是利用科学的栽培管理技术措施，改善环境条件，使之有利于寄主植物生长发育和有益生物的繁殖，而不利病虫害发生发展，直接或间接地消灭或抑制病虫害的危害，从而把病虫害所造成的经济损失控制在最低限度。

农业防治是综合防治的基础，在病虫害防治中占有重要地位。切实可行的农业防治措施，基本上与农业增产技术措施的要求是一致的，在多数情况下能结合农业生产进行，方法简便经济，其主要内容有：

选用抗病虫的良种。

植物的不同品种对病虫害具有不同的抵抗能力，我们利用抗病虫害能力强的品种达到防治的目的是一项稳妥而效果好的措施。

抗病虫品种的选育，可通过系统选种、引种、杂交育种以及利用电离辐射、放射性元素照射、化学激素处理人工诱变来进行。但是，选育一个具有抗性的品种，一般需要较长的时间，除抗病虫性鉴定外，还要结合丰产性状，才有应用价值，而不是“一劳永逸”。随着时间的推移，环境条件的改变，抗病虫性要发生衰退和变异，抗性降低或丧失。所以我们要不断进行提纯复壮和选育新抗病虫品种。在这同时，还应建立无病虫种苗基地，选用无病虫的优良种苗，不但可以减少病虫害的传播、发生，而且可以使作物提早发芽，苗全苗壮，植株生长发育良好，因而，提高抗病虫的能力。

合理耕作，实行轮作、间作和套种。

耕作制度、农田环境和病虫害发生间有着十分密切的关系。合理的耕作制度可以提高土壤肥力，使作物生长良好，增强抗病虫的能力；栽培不同的作物以及耕作栽培技术的变化，可以改变农田环境，能够造成不利于病虫害发生的环境条件。

连作往往加重一些植物虫害的发生，实行合理轮作、间作或套种，可减轻病虫害的发生。特别是水旱轮作，但如间、套种不适当，也会造成对病虫害发生的有利条件。如棉豆间作，棉红蜘蛛可先在大豆上发生、繁殖，再转

害棉苗，因而棉红蜘蛛在棉田发生早而且严重。轮作时间视具体病虫害而定。如花卉中的鸡冠褐花斑病实行 2 年轮作即有效，而脆囊线虫病则时间要长。

合理施肥，科学用水，提高抗病虫能力。

合理施肥是获得丰收的重要措施，同时在防治病虫害上也有多方面的作用。它不但能改善作物的营养条件，提高抗病虫能力和减少因病虫害为害的损失程度，还可以促进作物生长发育，避开病虫害为害盛期或加速伤口的愈合；也可以改变土壤性状，恶化土壤中病虫的生活条件；甚至可直接杀死害虫。但如果施肥不当，能造成病虫害发生和繁殖的有利条件。特别是偏施和过迟、过量施用氮肥会造成作物叶色浓绿，枝叶徒长，组织柔软，将降低作物的抗病虫性。如氮肥施用过迟、过多，稻瘟病、白叶枯病就会发生。

科学用水，亦是防治病虫害的有效办法。例如第一代二化螟化蛹后的灌水杀蛹就是一个很有效的防治方法。又如：水稻适宜搁田晒田，不但能减少无效分蘖，更重要的是能防治纹枯病的发生蔓延。

加强田间管理，提高防治效能。

加强田间管理，对于防治病虫害具有特别重要的作用。要从种到收，不失时机地抓住每个环节，以保证作物不受病虫害为害，丰产丰收。首先要清洁田园，减少病虫害初侵染来源；适时播种，可促进作物生长茁壮，增强抵抗力；适时中耕，可以改善土壤通气状况，调节地温，有利作物根系发育；清除杂草，摘除病叶，拔除病株、虫苗，可以减少病虫害的寄主，恶化它们的环境，并能直接消灭病虫。

总之，农业防治有许多优点，即经济又简便易行，能结合田间管理进行，并能长期起作用，具有预防的意义。但此法也有一定的局限性和复杂性，需要因时因地制宜，结合其他防治方法，扬长避短，进行综合防治，才能收到良好的效果。

生物防治

生物防治就是利用有益生物或其代谢产物来防治植物病虫害。因此，生物防治方法在植物病虫害防治上是重要的，也是有前途的，应该大力提倡。

生物防治在植物病虫害中应用有以下几个方面：

利用微生物防治病虫害，是利用病原微生物防治病虫害对人畜安全，并具有选择性，不杀伤害虫的天敌。其种类有细菌、真菌、放线菌、病毒以及线虫等。

不同微生物之间相互斗争或排斥的现象，称为抗生现象；这种相互斗争的排斥作用，叫做拮抗作用。凡是对病菌有拮抗作用的菌类，叫做抗生素。抗生素所分泌的某种特殊物质，可以抑制、杀伤，甚至溶化其他有害微生物，这种物质称抗菌素。我们就是利用抗菌素来防治植物病害的。目前我国已投产使用的农用抗菌素有井冈霉素、春雷素、多抗霉素、内疗素、灭瘟素、床丰霉素、放线酮等。特别是井冈霉素是防治水稻纹枯病特效药，已取得很好防治效果。

利用微生物防治害虫主要有以下几种：

以细菌治虫：昆虫病原细菌已知的有 90 余种，如用苏云金杆菌、青虫菌、杀螟杆菌防治稻苞虫、稻纵卷叶螟等鳞翅目的幼虫。

以真菌治虫：寄生于昆虫的真菌，已知约有 530 多种，其中有的可利用作杀虫剂，如用白僵菌防治松毛虫。

以病毒治虫：现发现寄生昆虫上的病毒主要是核型多角体病毒、颗粒体

病毒和质型多角体病毒。

以线虫治虫：线虫是线形动物，有的线虫可寄生在昆虫身上，成为害虫的病原线虫，如褐飞虱成若虫都能被线虫寄生。

利用天敌昆虫防治害虫就是利用昆虫的克星防治害虫。在田野里的害虫种类虽然很多，但真正需要防治的害虫只占 1% 左右。为什么呢？如果我们细心观察一下，发现在自然界中有许多益虫捕食害虫，又有许多益虫寄生在害虫身体内部或外部，有效控制某些害虫的猖獗发生。

其中天敌昆虫的种类最多，但它们也常受不良环境、气候和生物及人为因素的影响，使其不能充分发挥其抑制害虫的作用。因此，如何改善或创造有利于自然天敌的环境条件保护其发生发展是很重要的。一般来讲，常采用增加自然界害虫天敌的补充食料；应用农业技术以增加天敌的数量和增强天敌的效能；施用农药时注意协调防治，减少天敌伤亡等。同时，有时还可以采取引进天敌和人工繁殖害虫的天敌的方法，以增加天敌的数量和种类。

昆虫天敌主要有捕食性天敌和寄生性天敌两大类：捕食害虫的叫做捕食性天敌，占昆虫数量的 28%；寄生在害虫体内或体外的叫做寄生性天敌，占昆虫数量的 24%。捕食性昆虫主要有瓢虫、步行虫、虎甲、胡蜂、蚂蚁、猎蝽、螳螂、蜻蜓、食虫虻、食蚜蝇等。

目前，我国以虫治虫最常见的有：

以瓢虫治虫：瓢虫有肉食性和植食性两种。肉食性是益虫，植食性瓢虫为害植物是害虫。肉食瓢虫的成虫鞘翅上无细毛，有光泽，颜色鲜艳有花纹，上颚有基齿，触角着生在眼的前方。幼虫毛庞多、柔软、不分枝、生性活泼。瓢虫主要捕食蚜虫、介壳虫、粉虱、红蜘蛛等。我国最常见瓢虫有异色瓢虫、龟纹瓢虫、七星瓢虫、稻红瓢虫、大红瓢虫、澳洲瓢虫等。我国南方曾利用大红瓢虫防治吹绵蚧获得成功，另外利用七星瓢虫防治棉蚜，异色瓢虫和龟纹瓢虫防治麦蚜等。

利用草蛉虫治虫：草蛉又名草蜻蛉，幼虫叫蚜狮。草蛉成虫和幼虫的捕食能力都很强，主要捕食蚜虫、介壳虫、红蜘蛛和多种昆虫卵，也捕食蛾类幼虫。我国常见的有大草蛉、丽草蛉（小草蛉）、中华草蛉、叶色草蛉、亚非草蛉等。如在棉铃虫产卵盛期，每亩棉田放出草蛉卵 3 万至 5 万粒，从卵里孵出的草蛉幼虫就能捕食害虫，四天后效果就很显著。

以蚁治虫：以蚁治虫我国最早开始，早在公元 304 年，晋朝稽康所著《南方草木状》中就记载南方桔农曾利用黄柑蚁防治柑桔害虫的事例。解放后利用红蚂蚁防治甘蔗螟，利用黑蚂蚁防治松毛虫都已经取得了成功的经验。

另外，利用胡蜂防治棉铃虫、小造桥虫、卷叶虫、豆荚螟和菜青虫等鳞翅目幼虫，防治效果也很显著。

寄生性昆虫主要有寄生蜂和寄生蝇两大类作用最大。

寄生蜂中常利用金小蜂防治仓库棉红铃虫，利用赤眼蜂寄生害虫的卵对稻纵卷叶螟、玉米螟、甘蔗螟虫、棉铃虫、枇蛀螟、松毛虫等的控制效果显著。另外还有平腹小蜂、广大腿小蜂、螟卵小蜂等都有成功的事例。

利用蛛螨治虫：蜘蛛和捕食螨均属于节肢动物门，蛛形纲，分别属于蜘蛛目与蜱螨目。蜘蛛只捕食昆虫不害农作物，只捕活虫不吃死虫。

蜘蛛的种类繁多我国大约有三千种以上，据调查，棉田、稻田和果园蔬菜园中，各有蜘蛛达数十种之多，不但种类多，每种数量也很大，在农田中各种蜘蛛都有成千上万头之多，蜘蛛食性广，能捕食各种飞虱、叶蝉、叶螨、

蚜虫、鳞翅目的昆虫卵、幼虫和成虫以及其他昆虫。食量也很大，一头蜘蛛每日平均可捕食稻飞虱 3~23 头，甚至多达 39 头。蜘蛛还能耐炎热和寒冷，耐饥力强，寿命较长，在自然条件下不易死亡。所以蜘蛛在农田中种类多，数量大，繁殖快，食量大，耐逆力强，迁移性小，不受黑光灯诱杀，是农林害虫的一类重要天敌。我们要很好地加以保护与利用。

利用植绥螨防治柑桔红蜘蛛，效果很好，现正在柑桔生产上示范推广。

利用其他有益动物治虫：食虫益鸟有燕子、大山雀、大杜鹃、啄木鸟、红尾仙伯、黄鹏、喜鹊、红脚隼等都是捕虫的能手，它们在果园和森林中啄食为害果林的害虫，如梨象虫、刺蛾、松毛虫、桃小食心虫、天幕毛虫、舟蛾、巢蛾、尺蠖，叶蜂，蝗虫等。据调查一对大山雀一年能消灭果林害虫 10500~157504 只。所以我们一定要保护益虫。

青蛙也是捕虫能手，也包括蟾蜍和雨蛙，它们主要以昆虫及其他小动物为食料，据浙江对 22 种蛙类进行调查，发现食物中有害动物的数量占 82%，有益动物占 5.16%，益害不明的动物占 12.84%，捕食对象主要是昆虫和螟虫、叶蝉、飞虱、蝗虫、蜡象、蝼蛄、蟋蟀、蛾类、金龟子、叩头虫、叶甲、天牛、蚜虫、白蚁、象甲、蚊子、苍蝇等等。它的食量也很大，一只青蛙每天能吃 70~90 头叶蝉和飞虱，对防治害虫起到很大作用。

物理机械防治

利用各种物理因素、机械设备等方法防治植物病虫害叫物理机械防治。常见的有：

诱 杀 法

灯光诱杀治虫，利用昆虫有趋光性的习性，在农田或仓库中装上黑光灯或 200W 的电灯能诱杀螟虫、玉米螟、粘虫、纵卷叶螟、地老虎、飞虱、叶蝉、棉铃虫、红铃虫等数十种重要粮棉害虫，效果很好。

食饵诱杀：利用害虫的趋食性来诱杀害虫。如用糖醋毒液诱杀粘虫，新鲜青草做成毒饵诱杀小地老虎等。

潜所诱杀：利用害虫的潜伏习性，设立适合场所，进行诱杀，如用草诱粘虫产卵，杨树枝诱杀棉铃虫、小地老虎的成虫等等。

热力处理法：任何植物病虫对热都有一定的忍耐性，超过一定的限度，生物就会死亡。我们就可以利用一定的热力来杀死病虫，常用的有种子种苗的热处理。另外，还有土壤的热处理。

日光晒种：夏季日光照在水泥地上温度可高达 50℃ 左右，仓库种子或粮食曝晒趁热入仓，对防治病虫发生效果显著。同时有些水果和蔬菜通过日光爆晒干燥，预防腐烂和生虫。

温水浸种：根据种子或种苗耐热力高于病菌致死高温的特点，在一定的时间内控制一定的温度处理种子、种苗，可杀死种子内的病虫，又不会伤害种子；如：有根结线虫病的植物经 45~65℃ 的处理（先在 30~35℃ 的水中预热 30 分钟）可达到防治根结线虫病的效果；又如花卉唐菖球茎在 55℃ 水中浸泡 30 分钟，可以防治镰刀菌干腐病。

现代温室土壤热处理是指使用热蒸气（90~100℃），处理时间为 30 分钟。处理后大幅度降低镰刀菌枯萎病的发生。在发达国家中蒸气热处理已成为常规管理。

隔离法：覆盖薄膜增产是有目共睹的，覆膜还能达到防病的目的；覆膜对病原物的传播起了机械阻隔作用，减少了侵染机会。另外树干刷白、果实

套袋等都起到防治病虫害等为目的。

汰选法：农民常用手选、用风车筛或黄泥水来剔除带有病虫害的或劣质的种苗，以达到防治目的。

随着科学的飞速发展，现代新的物理学应用于防治植物病虫害越来越多，如原子、紫外线、超声波、红外线和激光等应用相当普遍，也取得了一定的成果。

化学防治

化学防治又叫农药防治，是用化学药剂的毒性来防治病虫害。化学防治是植物保护最常用的方法，也是综合防治中一项重要措施，它具有防治效果好、收效快、使用方便、受季节性限制较小、适宜于大面积使用等优点，但是事物总是一分为二的，化学防治倘若使用不当，能够引起人畜中毒，污染环境，杀伤天敌，造成药害；长期使用的农药，可使某些病虫害产生不同程度的抗性。所以，我们提倡使用农药应该是高效、低毒、低残留的农药。同时我们知道化学防治在今后长期内仍占重要位置，只要使用得当，与其他防治方法互相配合，扬长避短，农药使用上的缺点在一定程度上是可以逐步解决的。

农药的分类：按照农药的用途，可分为杀虫剂、杀螨剂、杀菌剂、杀线虫剂、杀鼠剂、除草剂、植物生长调节剂等。

杀虫剂：是防治害虫的农药。按照作用方式，杀虫剂可分为：

触杀剂：通过接触害虫表皮渗入体内使之中毒死亡的药剂。如叶蝉散。

胃毒剂：药剂随同害虫取食一同进入虫体内使之中毒死亡的药剂。如敌百虫，此类药剂适于防治咀嚼式口器的害虫。

内吸剂：这类药剂易被植物所吸收并可在体内输导到植物各部分，在害虫取食后中毒死亡。这类药剂适于防治蚜虫、叶蝉、飞虱等刺吸式口器害虫，如乐果、灭蚜松等。

熏蒸剂：利用药剂挥发出来的气体，通过呼吸系统进入虫体，使其中毒死亡。如氯化苦、溴甲烷等。仓库害虫常用熏蒸防治。其他还有绝育剂、拒食剂、引诱剂等。

杀螨剂：用来防治植食性螨类的药剂，如三氯杀螨醇等。

杀菌剂：用来防治病害的药剂，如多菌灵、波尔多液等。按照其作用原理杀菌剂可分为：

保护剂：在病原菌侵入之前用来保护植物，能消灭病原菌并保护植物免受为害。如波尔多液、代森锌。

治疗剂：是在植物感病后，用来处理植物使其不再受害的药剂。如多菌灵、托布津等。

杀线虫剂：是一类用来防治植物线虫病害的药剂。如滴滴混剂。

除草剂：是防除杂草和有害植物的药剂。如扑草净。

杀鼠剂：是防治鼠类的药剂。

为了方便应用，农药加工成不同剂型，常用剂型有如下几种类型：

粉剂：是用原药和填料充分混和而制成的。粉剂不易为水所湿润，不能分散和悬浮在水中，故不能加水用作喷雾。低浓度的粉剂供喷粉用；高浓度的粉剂供拌种、配制毒饵和土壤处理用。如 2.5% 敌百虫粉剂。

可湿性粉剂：是用农药原药、湿润剂和填料制成的。可湿性粉剂易被水所湿润，可分散和悬浮水中，供喷雾用。如 75% 百菌清可湿性粉剂。

农药原油中加入乳化剂：如系原粉则还需加溶剂和助溶剂，混合均匀制成透明油状液体。加水稀释后就成为不透明的乳剂，适用于不同含量的喷雾，药效高，加工容易，使用方便，但使用不当，较易引起药害。如 80%敌敌畏乳油等。

颗粒剂：是用农药原药和载体（如粘土、煤碴、玉米芯等）混合配制而成的一种颗粒状制剂。如 3%呋喃丹颗粒剂。颗粒剂的药效较长，不易引起药害，用药少，使用方便。

除了上述四种主要农药剂型之外，其他还有可溶性粉剂、水剂油雾剂、烟剂、胶悬剂、乳粉、片剂等。

同一种农药为了适应于多种情况下使用，可有几种不同的剂型，如亚胺硫磷就有 2.5%粉剂、25%可湿性粉剂和 25%浮油三种剂型。商品农药制剂有一定叫法，通常由三部分内容组成，第一部分是农药有效成分百分含量；第二部分是农药原药的名称；第三部分是加工剂型，如 80%敌敌畏乳油。三部分内容缺一不可，不写出有效成分含量，就不好确定稀释倍数，不写农药原药名称，就不知道是什么农药，不注明加工剂型，就不知道如何使用。

农药的使用，既要达到防治病虫、杂草的为害，又要注意人、畜及有益动物和作物等的安全，还要合乎经济、简便的原则。农药使用方法主要有喷粉法、喷雾法、颗粒撒施法，其次是土壤处理，撒毒土法，涂茎、喷雨、施毒饵。此外还有种苗处理和仓库熏蒸等。以上三种主要使用方法中，颗粒撒施法比较容易掌握，而喷粉法和喷雾法则需要严格掌握施用技术，才能达到既经济，又安全的防治效果。

喷粉法是用喷粉器的气流把干粉剂农药分撒在植物或虫体上。此法的优点是工效高，使用方便，不受水源的限制。但缺点是药效差，粉粒容易飘失，不易有效地沉落在所需施药处。喷粉一般要求在早晨或傍晚的静风条件下及作物叶面潮湿容易粘着粉粒时进行，这样可以提高防治效果。

撒毒土法是从撒粉法演变而来的，是将药剂用细土、细砂、炉灰等混合稀释后撒施。

喷雾法是用喷雾器械将药液在一定的压力或离心力作用下分散成细小雾点，均匀覆盖作物或虫体杂草上。喷雾法有常规喷雾法、低容量喷雾法、超低容量喷雾法三种。农村中常采用工农 16 型背负式手喷雾器或机动喷雾器的常规喷雾法。

农药对有害生物毒杀作用的大小称为毒力；农药对人、畜等产生毒害的性能称为毒性；药剂施用后对控制的目标——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，而药效除农药的性质外，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，毒力强的药剂防治效果高。

农药的毒性与毒力有时一致，即毒性大的品种对有害生物毒杀作用强；也有不少品种毒性与毒力不一致，如高效低毒农药。这是因为农药在温血动物体中和在昆虫体中代谢降解的机制不同。有的农药仅防除某些防治对象，而对作物或其他对象无毒。

农药的毒力是在室内控制的条件下进行精确的实验测定的；药效则是在接近实际应用的条件下，于田间试验确定的；对温血动物的毒性则由试验动

物（大白鼠、小白鼠、狗、兔）进行室内试验确定。

表示农药毒力的大小，通常是用致死中量[LD50] 和致死中浓度 [LC50] 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 / 公斤体重。

农药的毒性包括急性毒性和慢性毒性，是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人及其他温血动物是否有“三致”危险，即致癌、致畸、致突变。急性毒性则指农药通过口腔、皮肤、呼吸三种途径吸收后，使温血动物中毒的性能，用这三个指标来综合评价农药的急性毒性。目前我国试行的农药急性毒性分级标准是以农药对大白鼠 LD50 值的大小分三级，LD 值越小，农药的急性毒性越大，具体分级标准如下：

给药途径	高毒（级）	中毒（级）	低毒（级）
口服 LD50 (毫克 / 公斤)	<50	50 ~ 500	>500
经皮 LD50 (毫克 / 公斤，24 小时)	<200	200 ~ 1000	>1000
吸入 LD50 (克 / 米 ³ ，1 小时)	<2	2 ~ 10	>10

合理使用农药是为了充分发挥农药应有的作用，有效地防治病虫害，而又不致发生药害和引起人畜中毒，必须讲究药剂的合理使用。在生产实践中应着重考虑以下几个问题：

在了解农药性能，保护对象，掌握病虫发生规律的基础上，正确选用农药品种、浓度和用药量，避免盲目乱用。如杀菌剂一般不能用于治虫，杀虫剂不能用于防治病害。用于咀嚼式口器的胃毒剂，一般不能用于防治刺吸式口器的害虫，但有些农药如氧化乐果既能治蚜虫，又能杀螨等，都说明了应用一些农药防治病虫时，不能轻率乱用，要对症下药，因病虫而异，使用农药的浓度要采用最低的有效浓度既经济又有效，不要一味担心害虫不能杀死而盲目增加防治浓度，这不但会增加防治成本，而且还容易产生药害。

适时用药：使用农药必须选择最有利的防治时机，既可以有效地防治病虫，又不杀伤天敌。一般害虫在低龄时抗药力较弱，高龄时较强，低龄对农作物为害造成损失也不大，所以药剂防治适时应在幼龄幼虫期，对病害防治多在病菌侵染之前进行，因为孢子萌发时，抗药力较弱，这时施药效果较好；如在病害休眠期或已侵入植物体内再进行喷药，效果则很差。

讲究施药方法：为避免对环境的污染，保护天敌和作物的安全，要讲究施药方法，正确掌握喷药技术。喷药要根据病虫发生和分布特点进行。首先要对准病虫发生的部位，如病虫仅为害茎秆，则喷药的主要方向应是茎秆，如病虫在茎基部，则喷茎基部，如发生在嫩梢和叶背，则着重喷嫩梢叶背，这样才能达到防治效果。

农药交替使用和合理混合：在一地区长期使用一种农药，往往使害虫产生对农药的抗性。因此，应该几种性质不同的农药交替使用，避免产生抗性。将两种或两种以上的农药混合使用，可以同时兼治几种病虫害并可防止产生抗性，但混用不当，相反会降低药效和产生药害。

注意安全：农药是一种毒剂，如果使用不当，用量过多，浓度过高，施

用不当，时期不适，常会造成药害，对人畜产生中毒事故。特别是剧毒农药必须按照安全使用操作规程工作，专人保管存放，空瓶集中处理，不做他用。严禁剧毒农药用于防治果树、蔬菜和卫生病虫。提倡使用高效低毒、低残留农药。严格执行和遵守有关农产品的农药残留量标准，收获前注意施药安全间隔期，切实做到科学用药和文明生产。

常用农药简介

杀 虫 剂

有机磷杀虫剂

有机磷杀虫剂是当前国内外发展迅速的品种。这类药剂具有品种多、药效高、用途广等优点，因此，在目前使用的杀虫剂中占有极重要地位。

敌百虫：纯品为白色结晶粉末，易溶于水和多种有机溶剂，在水中易分解，故应随配随用。敌百虫在酸性反应中比较稳定，在碱性反应中转化成毒性更强的敌敌畏，但再分解便失效。敌百虫具有良好的胃毒及触杀作用，对人畜较安全，水解快，残效期短，可防治粮食、蔬菜、果园、茶园、花卉的害虫。对双翅目、鳞翅目、鞘翅目、膜翅目等多种害虫均有很好的防治效果。常用加工剂型有 90% 敌百虫晶体，2.5% 敌百虫粉剂等。

敌敌畏：纯品为略带芳香气味的无色油状液体，在水中室温溶解度为 1%，能溶于多数有机溶剂。敌敌畏具有很强的挥发性，温度越高，挥发度越大，因而杀虫效力很高。它兼有触杀、熏蒸和胃毒作用，残效期短，适用于防治农业、园林、茶园、果蔬、仓库、卫生方面的害虫。对植物较安全，在酸性溶液中稳定，在碱性溶液中易分解，加工剂型常有 50%、80% 敌敌畏乳油，一般用 50% 乳油 1000 ~ 1500 倍液或 80% 乳油 2000 ~ 3000 倍液喷雾。

氧化乐果：氧化乐果是乐果的类似物，又是其降解产物，其原油为淡草黄色油状液体，易溶于水及一般有机溶剂中，常温下为液体，在碱中易分解。氧化乐果是一种广谱性的内吸性杀虫剂、杀螨剂，兼具触杀作用，对刺吸式口器的蚜虫、叶蝉、飞虱、蚧类、蓟马、木虱、螨类等害虫有特效。加工剂型有 40% 水溶液、25% 超低量剂、30% 水溶液。

氨基甲酸酯类杀虫剂

叶蝉散：也叫灭补威。工业品为白色结晶粉末，不溶于水，在碱性溶液中不稳定。对人、畜、鱼低毒。为触杀性杀虫剂，对叶蝉、飞虱有特效，对蓟马、木虱、蜡象等亦有效。加工剂型有 20%、25%、50% 可湿性粉剂；105% 粉剂；4% 颗粒剂；20% 乳油。

呋喃丹：纯品为白色结晶体，微溶于水，可溶于多种有机溶剂中。呋喃丹是一种广谱性杀虫、杀螨及杀线虫剂。具有内吸、胃毒、触杀和熏蒸作用。对多种害虫都有防效。目前国内剂型有 75% 可湿性粉剂和 2%、3%、5%、10% 颗粒剂。

拟除虫菊酯类杀虫剂

二氯苯醚菊酯：这是一种广谱、高效、低毒和低残留新型杀虫剂。工业品为浅黄色油状液体，不溶于水，能溶于乙醇、丙酮、乙醚、甲醇、二甲苯等有机溶剂。在碱性介质中很快水解，对光较稳定。残效期 4 ~ 7 天，对人畜较安全，但对鱼类毒性大。二氯苯醚菊酯是以触杀为主，兼有胃毒作用的广谱性杀虫剂，但无内吸作用。对柑桔潜叶蛾、卷叶蛾、刺蛾、蚜虫、蓟马、叶蝉、芜菁、木虱等害虫有效，但对螨类、介壳虫等隐蔽时期防治效果不理想。加工剂型有 10% 乳油。常用量为 10% 乳油 1500 ~ 2000 倍。

杀灭菊酯：纯品为黄色油状液体，不溶于水，可溶于多种有机溶剂。在酸性条件下稳定，遇碱分解失效。对人畜安全，对鱼和蜜蜂毒性大。对害虫有触杀、胃毒作用，击倒快，持效期长。加工剂型有 20% 乳油。常用有效成

分为 50 ~ 100ppm。

杀 菌 剂

代森锌：代森锌是有机硫杀菌剂。纯品为白色粉末，工业品为淡黄色粉末，有臭鸡蛋味，挥发性小，吸湿性强，吸湿分解失效。遇光、热和碱性物质易分解。

代森锌是广谱性保护剂，对多种霜霉病菌、炭疽病菌等有较强的触杀作用，对植物安全。代森锌的药效期较短，残效期约 7 天。代森锌常见剂型有 65%、80% 可湿性粉剂。常用浓度分别为 500 倍和 800 倍。

甲基托布津：纯品为无色结晶，工业品为白色或淡黄色固体，难溶于水，性质稳定。是广谱性内吸杀菌剂。对多种植物病害有预防和治疗作用。残效期 5 至 7 天，甲基托布津是低毒杀菌剂，对人、畜、鱼安全。常见剂型有 7% 可湿性粉剂、常用浓度 1000 ~ 2000 倍。

乙基托布津为 50% 可湿性粉剂与甲基托布津差不多。

多菌灵：纯品为白色结晶，工业品为浅棕色粉末，有效成分含量 95% 以上。常温下贮存 2 年，有效成分含量基本不变。多菌灵对酸、碱不稳定，应贮存在阴凉、避光的地方。

多菌灵是一种高效、低毒、广谱的内吸杀菌剂，容易被植物根吸收，向上转运。在酸性条件下，防病效果好，残效期 7 天，对植物生长有刺激作用。常见剂型有 50% 可湿性粉剂，25% 可湿性粉剂，40% 悬浮剂。

瑞毒霉：纯品为白色结晶；工业品为黄色至褐色无味粉末，有效成分 90%。瑞毒霉具有内吸和触杀能力，在植物体内有双向传导性，即由根系传导至茎叶或由茎叶传导到根部。耐雨水冲刷、残效期 10 ~ 14 天，是安全、高效、低毒的杀菌剂。常见制剂有 25% 可湿性粉剂，5% 颗粒剂，35% 拌种剂，5%（瑞毒霉+铜）可湿性粉剂。

微生物杀菌剂

井冈霉素：纯品为白色粉末，无一定熔点，95 ~ 100 软化，135 左右分解。易溶于水。甲醇等极性溶剂，微溶于乙醇，不溶于非极性溶剂中，吸湿性强。在 pH4.5 的水中稳定，易被微生物分解。

井冈霉素选择性杀菌剂，具有极强性的内吸性。具有治疗作用。

加工剂型有 3%、5% 井冈霉素水剂，2%、3%、4%、5%、12%、15%、17% 井冈霉素水溶性粉剂等，井冈霉素是水稻纹枯病特效药。

农抗-120（异名 120 农用抗菌素）：原药为白色粉末，熔点 165 ~ 167 并同时分解。易溶于水，不溶于有机溶剂，在酸性及中性介质中稳定，在碱中不稳定。

农抗-120，广谱性、内吸性杀菌剂。以保护作用为主，兼具一定的治疗作用。对许多植保病原菌有强烈的抑制作用。同时可以刺激作物生长。

加工剂型：2%、4% 农抗 120 水剂，对黄瓜白粉病，甜菜、苹果、葡萄、月季花等白粉病，棉花枯黄萎病等都有防效。

除 草 剂

除草剂对植物的性质可分为：

灭生性除草剂：施用后能杀伤所有植物的药剂。

如草甘膦等。

选择性除草剂：施用后能有选择地毒杀某些种类的植物，而对另一些植物无毒或毒性很低的药剂。如敌稗对稗草有毒，对水稻安全。

丁草胺：纯品为微具芳香气味的淡黄色液体，挥发性小，不溶于水，室温下能溶于乙醚、苯、乙醇等多种有机溶剂。稳定性强，不光解。pH7 ~ 10 稳定，强酸下分解，在土壤中被微生物除解。

丁草胺主要通过杂草幼芽吸收，其次根系吸收。抑制和破坏细胞蛋白酶，抑制杂草幼芽与幼根生长。

加工剂型为 50%、60% 丁草胺乳油，5% 颗粒剂。主要用于稻田，亦可用于麦、甜菜、棉花、花生、白菜等作物田防除稗草、异型莎草、磷米莎草、千金子、牛毛草等。

草甘膦：纯品为白色固体，25% 时在水中的溶解度为 12000ppm，不溶于一般有机溶剂，无腐蚀性，在常温下稳定。

草甘膦是传导性灭生性茎叶处理剂。土壤处理无效，只能通过植物茎、叶吸收，在植株体内输导，干扰植物体内苯丙氨酸的合成，可使地下茎、根中毒失去再生能力。

加工剂型为 10% 水剂。用于防除非耕地、果园、菜园、桑园、森林等杂草。

扑草净：原药为白色结晶体。20℃ 时在水中溶解度为 48ppm，易溶于有机溶剂。对中性、微酸性、碱性稳定，强酸、强碱下水解。不可燃，不爆炸，无腐蚀性。

扑草净是一种内吸性传导除草剂。主要通过杂草的根系吸收，抑制杂草的光合作用，使杂草死亡。杀草谱广，能有效防除一年生禾本科杂草及阔叶杂草，对部分多年生杂草亦能有一定防治效果。

加工剂型为 50%、80% 可湿性粉剂。用于抑除棉花、大豆、向日葵、马铃薯、果树、茶树、水稻等作物田的杂草。

