GENERAL TECHNOLOGY

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 通用技术 选修4



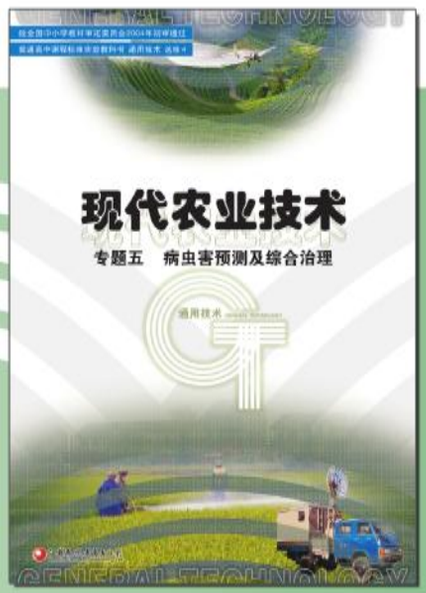
现代农业技术

专题五　病虫害预测及综合治理

通用技术 GENERAL TECHNOLOGY

江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd

GENERAL TECHNOLOGY
微信公众号：电子课本大全



普通高中课程标准实验教科书
通用技术　选修 4
顾建军　主编

现代农业技术

专题五　病虫害预测及综合治理

江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd

Modern Agricultural Technology

微信公众号：电子课本大全

随着科学技术突飞猛进的发展，技术日益成为我们生活几乎无时不在、无处不在的客观存在，成为引起社会变化、塑造社会变化和应对社会变化的重要因素。因此，技术素养是当代青少年的基本素养，通用技术课程是普通高中学生人人必须修学的课程。

现代农业技术是技术领域的一个重要组成部分，对于我们的日常生活和社会经济发展有着重要的影响。“现代农业技术”模块是在“技术与设计 1”“技术与设计 2”必修模块学完之后的一个选修模块，它包括“绿色食品”“种质资源的保护和引进”“无土栽培”“营养与饲料”“病虫害预测及综合治理”“农副产品的营销”共 6 个专题，每个专题为 18 课时，修完获 1 学分。“病虫害预测及综合治理”是一个体现农业生产新技术，反映现代农业发展方向的专题，也是一个与生活紧密联系，内容生动有趣，实用性强的专题。在本专题的学习中，同学们一定会品味到探究农业技术奥秘，创造未来美好生活的人生乐趣。



了解本书的章节构成，能使我们总览全貌，形成关于课程学习的宏观架构。

同学们，欢迎你们进入现代农业技术世界。

学习目标

学习目标会使我们明确学习的方向，为进入学习过程做好心理准备。

案例分析

本栏目富有典型意义的范例、素材、话题是学习中对话的平台，它引领我们走入学习情境，使我们享受到由丰富的感性走向深刻的理性的快乐。

马上行动

穿插课文之中、形式多种多样的活动使我们所学的知识与技能得到及时的巩固、应用和内化，它是我们主动建构知识、拓展能力、发展情感态度与价值观的有力工具。

怎样使用本书
导读
General Technology

微信公众号：电子课本大全



学习评价

对学习过程和学习结果作一回顾、总结和反思，有助于知识与能力的主动建构，有助于学习目标的真正实现。

综合实践

将本章所学内容综合起来、与其他学科知识综合起来、与自己已有的知识和经验综合起来，可以提高综合应用知识与技能分析和解决问题的能力，使我们领略学习的最高境界。

本章小结

在学完一章后，就学习内容进行概括和归纳，能使所学知识与技能进一步强化和结构化。

练　习

生动活泼、形式多样的作业，使我们所学的本节内容得以巩固，同时也打通了与课外活动结合的通道。

链接

选学

这里为我们拓展学习、发展个性提供了网络学习、课外学习等方面获取资源的路径。它将把兴趣浓、有追求的同学引向技术探究的幽深之处。

阅读

选学

这是一个绚丽多彩的世界。它将使我们拓宽视野、深化认识、锻造精神，在“信息爆炸”的时代里，品味到技术信息方面的“美味佳肴”。

小资料　小辞典

小试验

选学

亲临其境、亲自动手、亲身体验是本栏目的宗旨。这里的一些项目将使我们经历激动人心的操作和探索实践，使我们的实践才能和创新能力得到充分的展示。

思考

这是一个发展认知、挑战思维的天地。想像、分析、判断、推理等思维活动将使我们体验到头脑风暴的乐趣和批判性、创造性思维的魅力。

讨论　辩论　探究

学习，
是一个
螺旋上升的过程，
它永无止境……

微信公众号：电子课本大全

现代农业技术

专题五 病虫害预测及综合治理

目 录 Contents

目 录 Contents 目 录 Contents 目 录 Con



第一章 植物病虫害的发生 001

一 病虫害防治在农业和林业生产上的意义 002

二 病虫害的症状与诊断 006

三 病虫害发生和流行规律 014



第二章 植物病虫害预测 021

一 病虫害预测概述 022

二 病害预测 027

三 虫害预测 031

四 计算机模拟预测预报 035

微信公众号：电子课本大全



第三章　植物病虫害的防治技术与综合治理　039

一　病虫害的防治技术　040

二　病虫害的综合治理　056

微信公众号：电子课本大全

主　　编　顾建军

副 主 编　章　镇　高学文

本专题主编　高学文

主 要 编 者　高学文　崔亚娟　伍辉军

　　何　丹　胡海群

编　　写　本书编写组

责 任 编 辑　郜　键　董秀敏

美 术 编 辑　田翔仁

微信公众号：电子课本大全



第一章　植物病虫害的发生

Chapter 1　Occurrence of Plant Diseases and Pest Insects

一　病虫害防治在农业和林业生产上的意义
二　病虫害的症状与诊断
三　病虫害发生和流行规律



农业生产是地球上人类生存的基础，作为生命能源供应的粮食，在世界人口不断增长的情况下，尤为重要。然而，各种病害、虫害、杂草和鼠害每年给农产品造成的损失约占总产量的30%。因此，对病虫害进行研究，了解其发生、发展规律及其防治原理，就能利用科学的方法进行综合防治，减少损失。

微信公众号：电子课本大全

一 病虫害防治在农业和林业生产上的意义

1. 病虫害的概念
2. 病虫害防治在农业和林业生产上的意义

学习目标

1. 了解病虫害的概念并学会用辩证的观点去看待病虫害。
2. 了解病虫害防治在农业和林业生产上的意义。

1 病虫害的概念

自然界中花草树木种类繁多，一年四季争奇斗艳，把大自然装扮得绚丽多彩。农作物春夏秋冬郁郁葱葱，给人类提供了食物和衣服。人类任何时候都离不开这些植物。可是如此美丽可爱的植物在病原物和害虫的危害下却常常会发生病虫害。



图 1-1 稻瘟病症状

那么什么是植物病害呢？如图 1-1 所示，水稻由于受到稻瘟病菌的侵染，叶片上出现了枯死斑点，这就是一种病害。所谓植物病害（plant disease），是指植物由于生物或非生物因素的作用，发生不正常的形态、生理或病理变化的现象。

一般地，危害各种植物的昆虫（insects）和螨类（mites）通称为害虫，由它们引起的对各种植物的伤害称为虫害。人们通常把病害和虫害合在一起称为病虫害。

病害的发生和虫害的发生常常是有联系的。例如，棉铃虫取食棉花叶片（图 1-2）和蛀食棉铃（图 1-3）造成的伤口为病菌创造了有利的侵入途径，因此在蕾铃期虫害严重的棉田，棉铃病害也严重。



图 1-2 棉铃虫取食棉花叶片

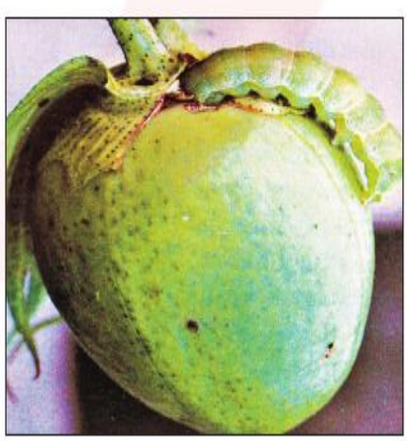


图 1-3 棉铃虫蛀食棉铃

微信公众号：电子课本大全

马上行动

请在下列两表中填写你见过的病害和虫害。

病害名称	寄主植物名称	病原物名称	寄主植物的表现
稻瘟病	水稻	稻瘟病菌	叶片枯斑，背面有霉层

虫害名称	寄主植物名称	害虫名称	寄主植物的表现
棉铃虫害	棉花	棉铃虫	蛀食棉花叶片和棉铃

一般地，病虫害对人类是有害的。但是，自然界中也存在某些植物病害，它们对植物而言是一种病害，但是对人类而言不但无害反而有益。例如，食用茭白是幼茎组织受到真菌感染的刺激而形成的，但对人类而言它反而具有了食用价值。人们通常并不将这类“病态”作为病害对待。

阅读

碎色郁金香

郁金香是荷兰的象征。17世纪30年代，一种得病的郁金香在荷兰掀起“郁金香热”，这就是最早被记载的植物病毒病——郁金香碎色病。得病的郁金香具有条斑花朵（图1-4），比未得病的郁金香的单色花更漂亮，引起了人们的狂热喜爱。一株得病的郁金香植株的球茎或种苗，可以换到数头公牛、猪，甚至更高的价值。至今荷兰阿姆斯特丹的Rijks博物馆还保存着一张1619年的画像，描画的就是得病的郁金香。



图1-4　郁金香碎色花朵

讨论

我们应该以什么样的态度看待自然界的植物病虫害？

微信公众号：电子课本大全

2 病虫害防治在农业和林业生产上的意义

“民以食为天”，食物来源于农业生产，农业生产可持续发展的重要环节之一就是植物病虫害的防治。它对于保持和提高粮食生产能力、确保国家粮食安全具有十分重要的意义。同时，通过病虫害的防治可以减少损失，获得巨大的经济、社会和生态效益。

马上行动

1845年至1846年，欧洲由于马铃薯晚疫病的暴发，饿死了几十万人，有150万人逃荒迁居美国。想一想，马铃薯晚疫病对社会造成了哪些方面的影响？带给人们什么启示？

病虫害防治在林业生产上对于巩固造林绿化成果、保护森林资源、促进生态环境建设和林业生产的可持续发展同样具有十分重要的意义。

案例分析

外来有害生物——美国白蛾

国家林业局的消息显示，对植物具有严重危害的外来有害生物——美国白蛾（图1-5，图1-6），已对北京及周边地区构成严重威胁。有关工作人员已经在京冀交界的很多地区发现了美国白蛾的越冬蛹。美国白蛾是一种对绿色植物通吃的外来有害物种，是一种危害性极强的害虫。它繁殖速度快、数量大，迅速成灾。危害的植物种类非常多，早期吃林木的叶片，迅速繁殖后危害绿色农作物及草地。白蛾还会严重扰民，飞入居民家里。成虫量大时，还能影响汽车行驶安全，影响骑车人和行人的出行。一旦美国白蛾大量入侵北京，将使2008年北京绿色奥运面临严峻的考验。专家警告说，“生物入侵，事关生态安全。现在已经到了必须行动的时候了。”



图1-5 美国白蛾幼虫危害状



图1-6 美国白蛾雌成虫产卵状

思考 病虫害防治对生态安全有何重要意义？

微信公众号：电子课本大全

马上行动

请从日常的新闻报道或阅读过的书籍中，归纳整理病虫害造成严重损失的几个例子。

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 有时植物在受到某些病原菌侵害后形态发生变化，变化后反而能被人类利用起来。你能举出几个例子吗？

2. 调查当地一两种病虫害的发生及其危害情况。

微信公众号：电子课本大全

二 病虫害的症状与诊断

1. 植物病害的症状与诊断
2. 昆虫的危害症状与诊断

学习目标

1. 了解植物病害发生的病原以及植物病害的症状。
2. 了解昆虫的危害方式及其危害的症状。
3. 学习几种常见的病害和虫害的识别方法。

要正确诊断一种病虫害，首先要熟悉病虫害的受害症状，了解病虫害的危害方式，这样才能准确快速地对病虫害作出正确的诊断。

1 植物病害的症状与诊断

植物病害根据其病原的不同可划分为侵染性病害（infectious disease）和非侵染性病害（noninfectious disease）。侵染性病害是指由生物因素引起的植物病害，可以在植物个体间互相传染。引起植物病害的生物主要有真菌、细菌、病毒、线虫和寄生性种子植物等。非侵染性病害是指由非生物因素即不适宜的环境条件引起的植物病害，它不会在植物个体之间互相传染。这些环境因素常常是温度、水分、光照、氧气以及营养元素失调等。

案例分析

番茄纹裂果病与番茄叶霉病

一年夏天，某地区先是高温、干旱、强日照，使番茄果蒂附近产生木栓层，果皮产生放射状纹裂（图1-7），后来又忽遇大雨，导致番茄果皮进一步开裂。木栓化的果皮在露水等潮湿的环境下，还会形成同心圆状纹裂（图1-8）。



图1-7 番茄放射状纹裂果



图1-8 番茄同心圆状纹裂果

某农场番茄地里的番茄出现异常，表现为叶片有椭圆形淡黄色斑（图1-9），湿度大时叶背面有白霉（图1-10），继续发展后叶片两面出现黑霉，叶片卷曲并呈黄褐色干枯，开始时只有少量出现异常，后来扩展到整个农场所有的番茄都出现异常。

微信公众号：电子课本大全



图 1-9　番茄发病叶片正面病斑



图1-10　番茄叶片背面病斑上的白色霉层

思考　想一想番茄纹裂果病与番茄叶霉病哪种是侵染性病害，哪种是非侵染性病害。

马上行动

列举几个非侵染性病害和侵染性病害的例子，说明如何区别侵染性病害和非侵染性病害。

植物病害的症状

植物受到病原物侵染和不良环境因素影响后，在组织内或外表显露出来的异常状态，称为症状（symptom）。症状又可细分为病状和病征。

病状是植物本身外部或内部表现的异常状态，病状的类型主要包括变色（图1-11）、坏死（图1-12）、腐烂（图1-13）、萎蔫（图1-14）、畸形（图1-15）。



图 1-11　变色（牡丹病毒病）



图 1-12　坏死（大叶黄杨叶斑病）



图 1-13　腐烂（大白菜软腐病）



图 1-14　萎蔫（番茄枯萎病）

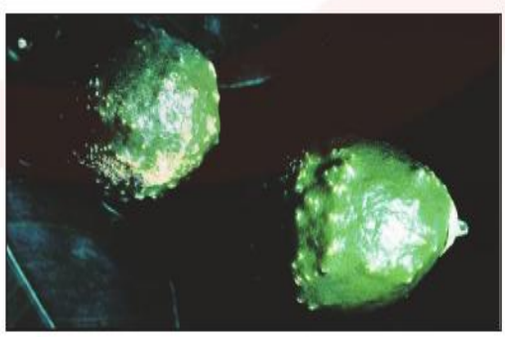


图 1-15　畸形（柑橘疮痂病）

微信公众号：电子课本大全

病征是病原物在植物发病部位形成的结构，主要包括霉状物（图 1-16）、粉状物（图 1-17）、锈状物（图 1-18）、粒状物（图 1-19）、脓状物（图 1-20）。



图 1-16 霉状物（柑橘青霉病）



图 1-17 粉状物（月季白粉病）



图 1-18 锈状物（玉米锈病）



图 1-19 粒状物（番茄菌核病）



图 1-20 脓状物（黄瓜细菌性角斑病）

一般地，也可以把病状或病征称为症状。这里把症状分为病状和病征，是因为在田间诊断时病征是很重要的依据。植物病原真菌和细菌引起的病害经常是既有病状，又有明显的病征，而由病毒引起的病害一般看不到病征。

马上行动

举例说明病征和病状的区别。

植物病害的诊断

面对一株发病的植物，如何判断发病原因不是一件简单的事情。

病害的诊断

病害诊断的一般程序为：

田间观察 → 症状诊断 → 病原鉴定 → 确定病害

通过田间观察病害的分布情况，可以初步区分某种病害是侵染性病害还是非侵染性病害。侵染性病害的发生有一个过程，在田间一般可以看到发病中心，然后逐步扩散。而非侵染性病害在感病植物上看不到任何病征，往往大面积同时出现同一症状，并且没有逐步传染扩散的现象。结合症状诊断可以初步确定一些有病征的真菌病害和细菌病害，再通过显微镜观察和查阅资料对病原进行鉴定，从而确定病害。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

如果一位农民将一株有病的植物送来，请求给予诊断，你该从何着手？从何考虑？

阅读

柯赫氏法则（Koch's Rule）：一种新病害的诊断和病原生物的鉴定

柯赫氏法则又称柯赫氏假设（Koch's Postulates），通常是用来确定侵染性病害病原物的操作程序，共有四步：第一步，在感病植物上常伴随有一种病原物存在；第二步，该微生物可在离体的或人工培养基上分离纯化而得到纯培养；第三步，将纯培养接种到相同的健康植株上，表现出相同症状的病害；第四步，从接种发病的植物上再分离到其纯培养，性状与第二步的记录相同。

几种常见病害的识别方法

真菌病害的识别

在农业生产上，许多重要的病害如霜霉病、白粉病、锈病、黑粉病都是由真菌引起的。在所有的病原物中，真菌引起的植物病害最多，大多数真菌病害在病部产生病征，即在发病部位有霉状物、粉状物和粒状物等真菌结构，这是鉴定真菌病害最重要的标志。但有时在老病斑或坏死部分常有非致病的腐生真菌和细菌污染，所以观察时要选择新鲜的病斑。

例如，黄瓜霜霉病（cucumber downy mildew）是一种真菌病害，由古巴假霜霉菌引起。发病初期，叶片正面出现淡黄色病斑（图1-21），叶片背面出现水渍状多角形病斑，或者正反叶片均出现多角形水渍状病斑。后期叶片正面发展为多角形病斑，潮湿时叶片背面病斑处产生黑色霉层（图1-22）。



图1-21 黄瓜霜霉病叶片正面病斑



图1-22 黄瓜霜霉病叶片背面病斑上的黑色霉层

马上行动

在发病植物上看到病征就能断言一定是真菌病害吗？

微信公众号：电子课本大全

细菌病害的识别

大多数细菌病害的症状有一定的特点，初期有水渍状或油渍状边缘，半透明。病斑上有菌脓（大量细菌菌体）外溢，这是细菌病害的特征。检查有无喷菌现象是最简便易行又可靠的诊断方法。

例如，番茄青枯病是一种细菌病害，由茄劳尔氏菌引起。发病植株死亡后，叶片枯萎，但仍然保持绿色（图1-23），故称青枯病。细菌侵害植株的维管束，使根和茎的维管束腐烂，导致植物死亡。切断病茎，用手挤压病茎或将病茎插入水中可以看到喷菌现象（图1-24）。



图1-23 番茄青枯病成株期症状



图1-24 番茄青枯病喷菌现象

小试验

细菌的“喷出”

试验目的 观察喷菌现象。

试验准备 采集一些细菌病叶，准备好刀片、盖玻片、载玻片、显微镜、无菌水等。

试验过程

1. 取病叶，找到病健交界处，切约1 cm^2小块。

2. 将切好的小块放在载玻片上，滴一滴水，轻轻盖上盖玻片，将其放在显微镜下观察，显微镜调成100倍即可。

试验总结 记录并总结你所看到的现象。

病毒病害的识别

病毒病的症状以花叶、坏死为多见。尽管病毒病害无病征，但通过这些病状特点也可诊断病毒病害。病毒的基本形态为粒体（virion，virus particle），大部分病毒粒体为球状、杆状和线状。病毒的形态要用电子显微镜才能观察到。

例如，感染烟草花叶病毒（TMV）植株的典型症状是“花叶”，表现为叶片局部组织色泽浓淡不均（图1-25）。病毒侵入后在叶片内大量增殖（图1-26），使部分组织细胞增多或增大，致使叶片厚薄不匀，皱缩扭曲呈畸形。花叶是病毒病的典型特征。



图1-25 烟草花叶病毒病症状

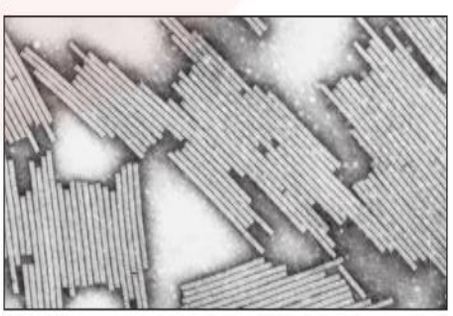


图1-26 烟草花叶病毒杆状粒体

微信公众号：电子课本大全

2 昆虫的危害症状与诊断

昆虫危害的症状是由于昆虫咀食和吸食造成的。具有咀嚼式口器的鳞翅目（图1-30）、双翅目幼虫（图1-31）、直翅目（图1-32）、鞘翅目幼虫和成虫（图1-33）都咀食危害植物；具有刺吸式口器的半翅目（图1-34）、同翅目（图1-35）等的若虫和成虫等吸食植物汁液危害植物。因取食习性和取食部位不同，昆虫危害在植株上表现出多种危害症状。咀食危害在叶片上表现为叶片缺刻、出现孔洞、仅残留叶脉、仅留表皮、潜入叶片表皮之间取食叶肉、将叶片卷曲取食、钻入叶鞘内取食等症状；在茎和根上表现为咬断幼苗的根茎、蛀干取食造成隧道、蛀食根部咬成空腔等症状；在果实上表现为蛀食花芽、钻食果实内部等症状。刺吸危害造成被害部位变色，或茎叶卷缩、果实畸形等症状。根据取食的症状可以初步判定害虫的种类。



图1-27 菜青虫咀食青菜



图1-28 小地老虎咬断幼苗根茎



图1-29 稻纵卷叶螟幼虫卷叶结苞及其幼虫、成虫



棉铃虫（从左向右依次为棉铃虫成虫、棉铃虫卵、棉铃虫幼虫钻铃、棉铃虫蛹）

图1-30 鳞翅目害虫咀食危害症状图



黄瓜叶片潜叶蝇留下的虫道　潜叶蝇幼虫　豌豆潜叶蝇的虫道和幼虫

图1-31 双翅目害虫咀食危害症状图

微信公众号：电子课本大全



中华稻蝗

图 1-32 直翅目害虫咀食危害症状图



华北大黑鳃金龟的幼虫和成虫

图 1-33 鞘翅目害虫咀食危害症状图



绿蝽成虫吸食植物汁液



绿蝽若虫吸食植物汁液



棉红蝽成虫吸食植物汁液

图 1-34 半翅目害虫刺吸危害症状图



桃瘤头蚜有翅孤雌蚜



桃瘤头蚜雄性蚜



桃叶被害状

图 1-35 同翅目害虫刺吸危害症状图

阅读 General Technology

千军万马战蝗虫

蝗虫对庄稼的危害极其严重。在旧中国，人们把蝗虫与洪水、干旱相提并论，称它为“蝗灾”。蝗虫中最厉害的一种叫飞蝗（图 1-36），常常成群结队地远距离迁飞，它们飞行迅速，可不间断地连续飞行几十小时，一次能飞几百里，高度可达 2 000 m 以上。飞蝗在天空中像乌云一样黑压压的一大片，一落地后就像机枪似的，“嚓嚓嚓！”转眼工夫，成片绿油油的庄稼就被啃吃精光。



图 1-36 东亚飞蝗

在我国过去 2 000 多年的历史中，就记载有 800 多次大的蝗灾，使六七百万农民流离失所，四处逃荒。在中国的史书上经常用“赤地千里，寸草不留”等词句形容蝗灾，由此可见蝗灾之厉害。一个大的蝗群每天可以取食 16 万吨食物。

1978 年初，一场严重的蝗灾在非洲发生。起初，在沙特阿拉伯的沙漠地区出现了 50 多个蝗群，这些饥饿的蝗群随着季风，越过红海进入了埃塞俄比亚、索马里。此外，还有 26 个蝗群越过印度洋飞到印度、伊朗和巴基斯坦。另一种蝗虫叫沙漠蝗，是非洲和亚洲地区一种经常性的祸害，所到之处，将各种绿色植物一扫而光。1 km^2 的蝗虫每天可吃掉约 5.4 吨粮食，每只蝗虫每天吃掉的食物相当于本身体重的 2 倍。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

你知道哪些昆虫是咀嚼式口器，哪些是刺吸式口器？了解昆虫口器的特点和危害特性在害虫防治上有什么意义？

小资料

表 1-1 重要的农作物害虫及其危害症状特点

昆虫的目	代表种	危害
直翅目 Orthoptera	东亚飞蝗（蝗亚目，斑翅蝗科）、蝼蛄（蝼蛄科）等	东亚飞蝗食性很广，寄主以禾本科和莎草科为主，嗜食芦苇。成虫和若虫咬食植物的叶、嫩茎、幼穗；成群迁飞为害时，可将作物吃成光杆，造成“飞蝗蔽日，禾草一空”、“赤地千里，饿殍载道”的悲惨景象
同翅目 Homoptera	棉蚜（蚜亚目，蚜科）	棉蚜群集于棉花嫩头，叶片背面刺吸组织汁液。受害后的棉花形成“龙头”和叶片卷缩，导致根系发育不良，生长停滞，并推迟现蕾、开花和吐絮的时间
半翅目 Hemiptera	绿盲蝽（盲蝽科）	绿盲蝽以成若虫刺吸棉株的幼嫩组织和繁殖器官造成危害。棉苗子叶期，能为害顶芽，形成无头苗和多头苗。现蕾后，为害蕾铃，使之脱落，还刺吸嫩头顶芽和嫩叶，造成“破叶风”、“破头风”
鞘翅目 Coleoptera	华北大黑鳃金龟（杂食亚目，鳃金龟科）	幼虫主要为害麦类、玉米、高粱、薯类、豆类、花生、甜菜、棉花等的幼苗或取食萌发的种子和嫩根，或咬断根茎，或直接咬食马铃薯等的块茎和块根，不仅造成减产，而且虫孔易引起病菌的侵染。成虫大多为害果树、林木和作物的叶片
双翅目 Diptera	豌豆潜叶蝇（圆裂亚目，潜蝇科）	以幼虫潜入叶片内取食叶肉，形成不规则的白色蛇形虫道，虫道两侧边缘可见交替平行排列的黑色条状粪便
鳞翅目 Lepidoptera	棉铃虫（夜蛾科）	棉铃虫发生在棉花生长的中后期。幼虫主要为害棉花的繁殖器官，造成蕾、花、铃大量脱落和烂铃。一只幼虫一生能为害十多个蕾铃，发生严重的田块，如防治失时，蕾铃脱落率可达 50% 以上
缨翅目 Thysanoptera	稻蓟马（蓟马科）	稻蓟马是水稻秧苗3叶期至分蘖期的害虫。成虫和1～2龄若虫刮破稻叶表皮，吸食汁液。被害叶面先是出现黄白色小斑点，后叶尖失水纵卷。严重受害时，秧苗成片枯焦，状如火烧

微信公众号：电子课本大全

三 病虫害发生和流行规律

1. 病害发生和流行规律
2. 虫害发生规律

学习目标

1. 了解病害发生和流行规律。
2. 了解虫害发生规律。
3. 了解影响病虫害发生的因素，学会从不同的角度思考分析问题。

1 病害发生和流行规律

影响病害发生和流行的因素

植物病害的发生不是孤立的，与许多因素有关。首先要有植物和病原物的参与，其次它们之间又是自始至终在一定的外界环境条件下进行。所以，在自然状态下，植物病害的发生和流行过程就会涉及植物、病原物和环境三个方面，呈一种“病害三角”关系（图 1-37）。但是，随着社会的发展，人类的活动对农业生产的影响越来越大，也越来越重要。因此，植物病害的发生和流行除了与病原物和自然环境有关外，还应加上“人类干扰”这个重要的社会因素。

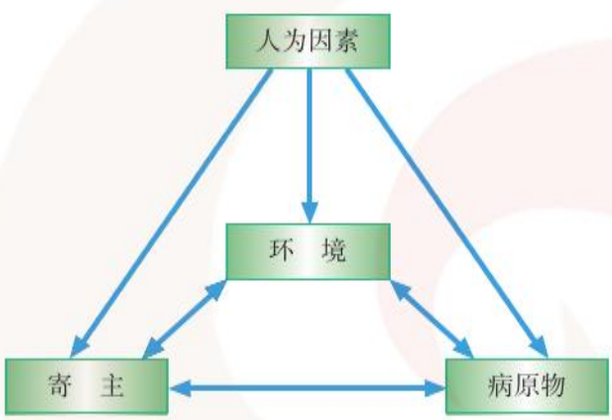


图 1-37 植物病害“三角”和病害“四角”关系

植物病害流行是指植物群体严重发病的一种现象。流行的因素要从群体水平进行分析，各种因素的相互作用决定了流行的强度和广度。

引起病害流行的因素有：寄主植物本身感病，且大面积集中栽培，这有利于病害的传播和病原菌的增殖，是大流行的条件；具有强致病力的病原物，且病原物数量巨大；具有有利于病原物发生和繁殖的环境条件。

案例分析

马铃薯晚疫病流行与爱尔兰饥荒

1845 年，由于持续低温多雨，特别有利于晚疫病菌的发生和繁殖。具有强致病力的晚疫病菌首先在比利时和西欧大陆出现，并跨海传播到英国和爱尔兰。爱尔兰主要种植马铃薯，当年发病虽晚，仍造成马铃薯减产高达 25% 以上。由于大量染病的块茎和病残体遗留田间，致使第二年初侵染菌源剧增，加之气候适宜，1846 年晚疫病早期就开始发

微信公众号：电子课本大全

生，以每周 80 km 的速度传播，当年减产 80%，造成著名的“爱尔兰饥荒”。

思考　“爱尔兰饥荒”中马铃薯晚疫病流行的因素是什么？

马上行动

病虫害的发生和病虫害的流行是同一意思吗？有什么联系和区别？

病害发生和流行的规律

病害发生和流行是有一定规律的，而了解各种病害循环的特点是认识病虫害发生和流行的核心。

病害循环一般涉及病原物的越冬和越夏、病原物的传播及病原物的初侵染和再侵染三个过程。下面以水稻稻瘟病为例说明病害循环过程（图 1–38）。

水稻稻瘟病病原物是真菌。真菌为了渡过不良环境，以真菌菌丝体或分生孢子在病谷、病稻草上越冬，越冬的菌丝体或分生孢子成为第二年的初侵染源。第二年春天，一旦条件适合，病稻草上的越冬病菌就会产生分生孢子，在风的作用下，分生孢子飞散传播，引起初侵染，从而形成中心病株。然后，病株上又形成新的分生孢子，新的分生孢子又引起再侵染。而当环境条件不适宜时（秋天来临），病原物又以菌丝体或分生孢子越冬。

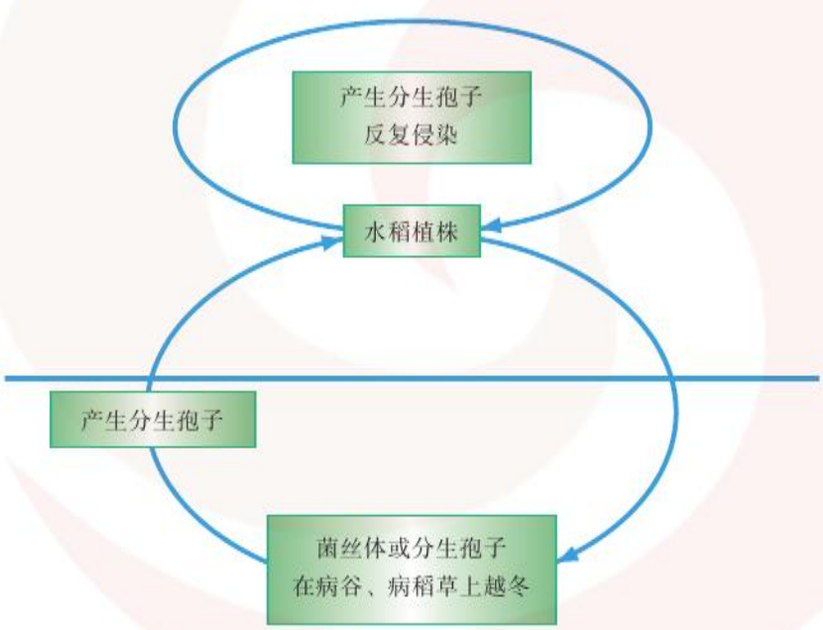


图 1–38　稻瘟病病害循环图

思考

病害循环中病原菌的越冬和越夏的作用是什么？如何看待生物的这一特性？

微信公众号：电子课本大全

植物病害流行的过程是病害消长的动态变化过程。

病害发生的时间动态规律是病原物的越冬、越夏和病害发生之间循环的过程。病害流行的时间动态是病害的发生、发展和衰退的过程，一般分为始发期、盛发期和衰退期三个时期。始发期是病菌积累的时期，对于做好病害预报和防治工作都具有十分重要的价值；盛发期是病害增长最快的时期；衰退期是病害流行末期，病情不再发展。

病害的空间动态规律是病害的传播过程。

病害的空间动态和时间动态是相互依存的，没有病害的增殖，就没有病害的传播；没有有效的传播也难以实现病害数量的继续增长，也就没有病害的流行。

马上行动

了解植物病害流行的过程对植物病害防治有何意义？

一般地，根据流行特点的不同病害分为单循环病害和多循环病害两类。

单循环病害是指在植物的一个生长季节只有初侵染的病害，每年流行程度主要取决于初始菌量，所以其防治也主要是消灭初始菌源。

多循环病害是指在一个生长季节中病原物能够连续繁殖多代，从而发生多次再侵染的病害，如稻瘟病、马铃薯晚疫病等气流和水流传播的病害，其发生与天气关系很大，防治主要从抗病品种考虑，采用药剂防治和农业防治措施。

马上行动

单循环病害和多循环病害有什么区别？

2 虫害发生规律

影响虫害发生的因素

虫害的发生因素与病害的发生因素相似。对虫害而言，环境中气候因子特别重要，如温度、湿度、雨、风、光照等。因为这些因子既是昆虫生长、发育、繁殖、活动必需的生态因素，也是种群发生发展的自然控制因子。

案例分析

棉铃虫害的发生

俗话说“大旱起荒灾”。一般而言，干旱对害虫的活动有利。棉铃虫适宜偏干旱的环境条件。20世纪70年代初和90年代初均是梅雨少、夏季偏旱或伏旱的年份，长江流域棉区棉铃虫害大面积发生。黄河流域棉区在棉铃虫害发生期，常年气候干旱也易发生棉铃虫害。但是幼虫入土化蛹期降雨量大的年份对棉铃虫下一代有明显的抑制作用。

思考 影响棉铃虫害发生的因素是什么？为什么在幼虫入土化蛹期雨量大对其不利？

微信公众号：电子课本大全

另外，害虫在生长发育的过程中，常遭受其他生物的捕食或寄生，这些害虫的自然敌人就是天敌。它们对抑制害虫群体数量也起着重要的作用。例如，麻雀就是一些害虫的天敌，能捕食许多农作物害虫。

阅读

害虫的天敌——青蛙

一只蛙一昼夜究竟能捕食多少昆虫，虽然目前还缺乏精确可靠的资料，但人们在剖验黑斑蛙的胃时，曾发现其中最多含有37只虫。一只蛙在一昼夜，如果仅以早晚饱餐两顿计算，它所捕食的虫约有70只，1个月为2 000只。虽然这些虫并非都是害虫，但是一年吃10 000只害虫的估计并不过高。如果让那些捕捉青蛙的人也来算算这笔细账，他该知道自己干了一件多么愚蠢的事！

虫害发生规律

虫害的发生一般是根据害虫的生活史和习性而定的。

昆虫完成由卵到成虫性成熟并开始繁殖时为止的个体发育周期，称为世代。完成一个世代，就是1代。有的昆虫每年能发生好几代，有的甚至能发生几十代。昆虫因为种类和环境条件不同，每个世代所需要的时间长短不一，每年发生的世代数也不同。例如，在江苏地区，棉铃虫一年发生4～5代，棉蚜虫一年则能发生20多代。同种昆虫每年发生的代数会随分布地的不同或海拔高度不同而异。如小地老虎，在我国北纬33° 越冬北界以南的地区，如果冬季温度低于其发育起点，就以幼虫和蛹越冬；若高于其发育起点，则可以继续发育而无越冬现象。

从越冬虫态开始活动起，一种昆虫在其一生中的发生过程，包括发生的世代数、每个世代发生的时期、每个虫态所要经历的时间、越冬的虫态和场所等，就是昆虫的生活史。

小资料

越冬越夏的昆虫，它们的呼吸代谢速度十分缓慢，耗氧量大大减少，体内脂肪含量丰富。因此，这种状态的昆虫对不良环境因子如寒冷、干旱、药剂等都具有较强的抵抗力。但是一旦条件适宜，就会终止休眠而恢复生长。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

说说昆虫的世代与生活史有何联系与区别。

练 习

1. 病虫害的发生和流行与哪些因素有关？了解病虫害的发生和流行有什么作用？
2. 结合实际，调查几种当地主要的病虫害发生规律。
3. 病害的发生与虫害的发生有哪些相同和不同之处？请完成下表。

	相同之处	不同之处
病　害		
虫　害		

微信公众号：电子课本大全

本章小结

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

农业、林业的发展是一件关系到国计民生的大事。病虫害防治具有重大的实际意义。要科学地对病虫害进行防治，就需要了解病虫害的发生症状，准确对病虫害进行诊断，弄清病虫害发生和流行的规律。只有这些工作做得准确到位，才能制定出正确的防治方案，将病虫害控制在一个合理的范围内。

学习本章应力求用辩证的观点和全面的观点分析思考问题。

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

收集近年来全球发生的蝗灾数据和图片资料，观察作物受蝗灾为害的症状，粗略统计损失，并分析发生的原因以及可以减少蝗灾发生的措施。

微信公众号：电子课本大全

第一章 学习评价



GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

评价内容		自我评价
学习过程	课内完成学习任务情况	
	课外完成学习任务情况	
	学习态度评价	
	学习水平评价	
学习结果	本章学习目标实现情况	
	学习本章内容的收获与不足	

微信公众号：电子课本大全



第二章　植物病虫害预测

Chapter 2　Prediction of Plant Diseases and Pest Insects

一　病虫害预测概述
二　病害预测
三　虫害预测
四　计算机模拟预测预报



我国农业生产实行以家庭为主的联产承包制后，耕作方式、环境条件发生了不小变化，加上近年来全球气候变暖，气候异常，常引起某些病虫害发生成灾。预测（prediction）是依据病虫害的发生流行规律，利用经验的或系统模拟的方法估计一定时间之后病虫害的发生流行状况。病虫害预测是有害生物综合治理（IPM）的重要组成部分，准确地对病虫害的发生进行预测能为防治决策提供参考，以确定药剂防治的时机、次数和范围，减少受害损失，有效地为经济建设服务。

微信公众号：电子课本大全

一 病虫害预测概述

1. 病虫害预测的意义
2. 病虫害的调查取样
3. 田间病虫情的表示

学习目标

1. 了解病虫害预测的意义。
2. 掌握病虫害调查取样的方法，能根据病虫害的分布特点设计调查方案。
3. 学会田间病虫情的表示方法，能进行相关的计算。

1 病虫害预测的意义

病害少量发生，一般对农业生产不会产生太大影响，但如果植物病原物大量传播，在一定的环境下诱发植物群体发病，则会引起病害流行，造成严重损失。及时准确地对农作物病虫害发生进行预测，是正确贯彻“预防为主，综合防治”植保方针的前提，也是制定病虫害综合防治措施并付诸实施的先决条件，对粮棉丰产增收、果树健康生长、环境资源保护将产生显著的经济、社会和生态效益。

小辞典

由权威机构发布预测结果，称为预报。我国病虫害预报的权威机构主要是各级植保站。

案例分析

蝗　灾

在中国，蝗灾是与水灾、旱灾并称的三大自然灾害之一。甘肃省位于我国西北部，天然草地面积为0.18亿公顷，为甘肃省畜牧业发展提供了基础，也发挥着保护和改善生态环境的作用。该省已知蝗虫有152种，危害面积38万公顷以上，导致草地大面积退化，产草量下降，严重制约着甘肃省畜牧业优势的发展。为控制蝗虫灾害，保护草原，减少损失，国家每年投入大量资金进行防治。但由于对蝗虫发生的规律了解不够，虽花费了大量的人力、物力和财力，却收效甚微。

思考　为发挥甘肃省的畜牧业优势，并取得良好的经济、环保、生态和社会效益，甘肃省应采取什么措施才能有效控制蝗虫危害？

2 病虫害的调查取样

农作物病虫害的预测和防治，都必须通过田间的实际调查取得科学的数据，用以分析说明病虫害分布区域的大小、发生时期的早晚、发生量的多少、作物受害程度的轻重等。

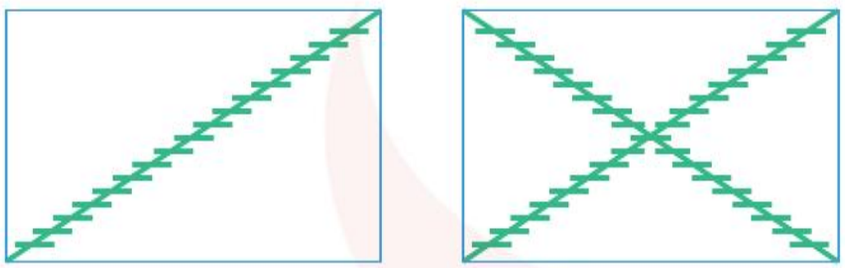
植物病虫害调查取样常采用随机取样法，但随机并不是随便，而是按照有害生物或其危

微信公众号：电子课本大全

害状的田间分布类型，采用一定的取样方式，间隔一定的距离，选取一定的样点，并且对样点进行全面计数，不随意变换样点，以避免调查者的主观臆断对调查结果产生影响。

常用的取样方法有对角线取样法、棋盘式取样法、五点式取样法和Z字形取样法等。

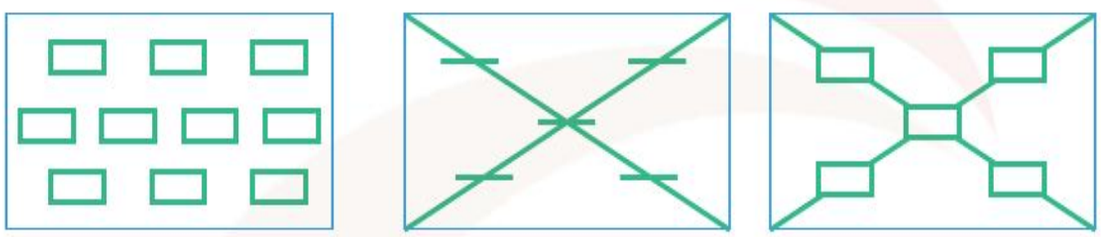
对角线取样法（图2-1）适合于随机分布的病虫害。



单对角线　　双对角线

图2-1　对角线取样法

棋盘式取样法（图2-2）和五点式取样法（图2-3）适合于随机分布的病虫害。



五点式（长度）　　五点式（面积）

图2-2　棋盘式取样法　　图2-3　五点式取样法

平行线取样法（图2-4）适合于核心分布的病虫害。Z字形取样法（图2-5）适合于嵌纹式分布（疏密相间，密集程度极不均匀）的病虫害。



图2-4　平行线取样法　　图2-5　Z字形取样法

取样数量主要依据调查田块的大小、地形、作物生长整齐度和病虫害的田间分布来决定。田块面积小、地形一致、作物生长整齐、病虫害随机分布，取样时可少取样点；反之，样点宜多些。另外，当时间及人力允许时，应尽可能多取样。

案例分析

查卵块发育进度，定防治适期

二化螟是我国水稻的常发性害虫，在田间分布呈不均匀状态，形成许多核心。生产上常在发蛾高峰时，选取有代表性的田块2～3块，每块采取平行取样法查300～500丛水稻，调查卵块的发育进度，预测该虫害的防治适期。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

结合案例分析，用图表的形式给出一个二化螟的调查方案。

阅读

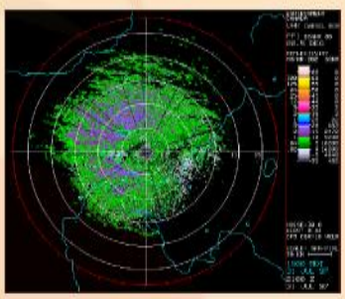
先进的病虫害监测技术

目前，在害虫监测上采取了许多新技术，例如，利用红外夜视器，可方便地观察夜出性害虫的行为及迁飞习性；利用地球卫星遥感，探测农作物病虫害的发生面积、种类和密度；利用昆虫雷达（图2-6）监测迁飞性昆虫的迁飞动态等。

遥感技术是自20世纪60年代迅速发展起来的一门综合性探测技术。它接受目标物辐射或反射的不同电磁波，通过一系列的处理和解译过程，快速而准确地提供被测目标的有关信息。航空遥感技术监测具有快速、全面、准确、资料标准和处理便利等优势，且随着航空遥感技术的迅速发展，使病虫害的遥感监测又有了新的技术支持。因此，各国竞相把航空遥感技术引入森林病虫害和迁飞性害虫的监测中。



美国农业部扫描雷达



雷达遥感监测图



中国第一台雷达——吉林公主岭雷达



中国第二台雷达——中国农科院植保所雷达



澳大利亚垂直监测雷达



英国垂直监测雷达



英国毫米波雷达

图2-6 昆虫监测雷达

微信公众号：电子课本大全

3 田间病虫情的表示

我们已经知道植物病害是在一定的环境条件下，植物和病原物相互作用的结果。因此，植物群体的发病程度并不相同，我们可以用多种指标衡量。目前常用的衡量指标有发病率、严重度和病情指数。发病率是用以表示发病的普遍程度的指标。然而，同为发病叶片，有些叶片可能仅产生单个病斑，另一些则可能产生几个甚至几十个病斑。这样，发病率相同时，发病的严重程度和植物蒙受的损失可能不同。为了更全面地估计病害数量，需要引入严重度指标（图 2-7）。病情指数则是全面考虑发病率与严重度两者的指标。

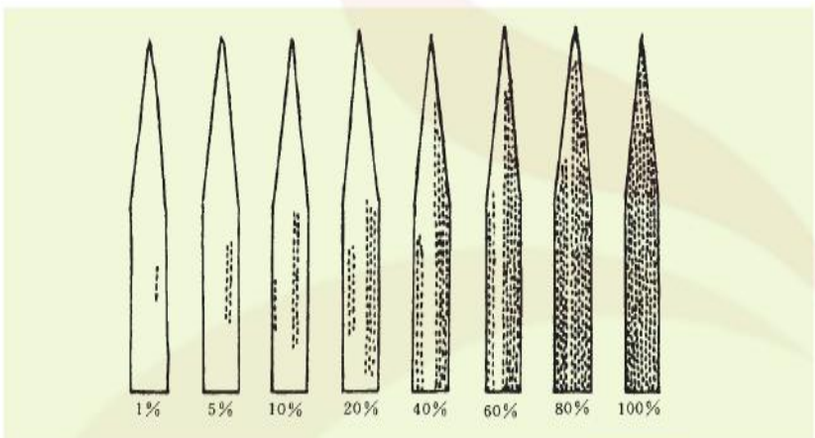


图 2-7 小麦条锈病严重度分级标准

$$\text{发病率} = \frac{\text{发病株（杆、叶、花、果）数}}{\text{调查总株（杆、叶、花、果）数}} \times 100\,\%$$

$$\text{严重度} = \frac{\text{叶发病面积}}{\text{叶总面积}} \times 100\,\%$$

$$\text{病情指数} = \frac{\Sigma\,[\text{各级病株（叶）数} \times \text{各级代表数值}]}{\text{调查总数} \times \text{发病最重级的代表值}} \times 100$$

思考

发病率、严重度、病情指数三个指标哪个可以更准确地评价植物的发病情况？它们之间有什么联系和区别？

田间虫情常用虫口密度和作物受害情况表示。虫口密度是根据调查对象的特点，调查其在单位面积、单位时间、单位容器或一定寄主单位上出现的数量。地面上部的害虫，可抽样检查单位面积、单位植株或单位器官上害虫的卵或虫数；地下害虫，可检查单位面积一定深度内害虫的数目。飞翔类昆虫可诱捕，以单个容器逐日诱集数表示。而作物的被害情况则可用被害率、被害指数和损失率进行评价。

$$\text{被害率} = \frac{\text{被害株（杆、叶、花、果）数}}{\text{调查总株（杆、叶、花、果）数}} \times 100\,\%$$

微信公众号：电子课本大全

$$被害指数 = \frac{\sum[各级虫株（叶）数 \times 各级代表数值]}{调查总数 \times 发病最重级的代表值} \times 100$$

$$损失系数 = \frac{健株单株产量 - 被害株单株产量}{健株单株产量} \times 100\,\%$$

案例分析

2003年，某地玉米小斑病调查组按照以下标准，调查玉米小斑病的田间发病情况，调查结果如表2-1。

表2-1 某地玉米小斑病的田间发病情况

分 级	分级标准	株 数
0	全株叶片无病斑	15
1	植株下部叶片有零星病斑（占总叶面积10%以下）	23
2	植株下部叶片有少量病斑（占总叶面积10%～25%）	17
3	植株下部叶片有中量病斑（占总叶面积25%～50%），中部叶片有少量病斑（占总叶面积10%～25%）	32
4	植株下部叶片有多量病斑（占总叶面积50%以上），中部叶片有中量病斑（占总叶面积25%～50%），上部叶片有少量病斑（占总叶面积10%～25%）	36
5	植株下部叶片枯死，中部叶片有多量病斑（占总叶面积50%以上），上部叶片有中量病斑（占总叶面积25%～50%）	11
6	植株基本枯死	6

马上行动

依据上述调查数据，计算玉米小斑病的病情指数。

练 习

1. 小麦锈病是气流传播病害，在田间均匀发病。请设计一个简单的调查方案，了解该病害发生的程度。

2. 两块发病率一样的田块造成的损失会一样吗？请说明原因。

3. 几名同学一组，自选一个当地的主要病虫害，查阅其分级标准，对其病情进行调查并计算病情指数。

微信公众号：电子课本大全

二 病害预测

1. 病害预测的依据
2. 病害预测的方法

学习目标

1. 掌握病害预测因子选择的依据。
2. 掌握病害预测各方法的技术要点，并能够利用某些简单方法预测当地常见的病害。

病虫害预测主要是预测其发生期、发生或流行程度和导致的作物损失。病害发生期预测主要是估计病害可能发生的时期即病原菌集中侵染的时期。发生或流行程度预测主要是预测病害可能发生的量。预测结果可用具体的发病数量作定量的表达，也可用发生、流行级别作定性的表达，如大发生、中度发生、轻度发生和不发生。

1 病害预测的依据

根据“病三角”的关系，病害流行的预测依据也应从寄主、病原物和环境因素中选取。

根据菌量预测 单循环病害的侵染概率较为稳定，受环境条件影响较小，可根据越冬菌量预测发病数量。例如，对于小麦腥黑穗病等种传病害，可检查种子表面带有的厚垣孢子数量，用以预测田间发病率；用孢子捕捉器（图2-8）捕捉空中孢子来预测麦类赤霉病的发病率；美国利用5月份棉田土壤中黄萎病菌微菌核数量预测9月份棉花黄萎病病株率。



图2-8 孢子捕捉器

根据气象条件预测 多循环病害的流行受气象条件影响很大，而初侵染菌源不是限制因素，对当年发病的影响较小，通常根据气象因素预测。例如，英国西部用48 h内最低气温不低于10℃和相对湿度在75%以上，预测马铃薯晚疫病3周内发生。

在对病害发生进行预测时，为了使预测结果更加准确可靠，一般将菌量、气象条件、栽培条件和寄主植物生长发育状况等因素综合起来考虑。

案例分析

稻瘟病发生程度的预测

稻瘟病是一种单年流行病害，气温在20～30℃，尤其是24～28℃，阴雨天多，相对湿度保持在90%以上，易引起稻瘟病严重发生。水稻生长发育过程中，四叶期至分蘖盛期和抽穗初期最易感病。

某地水稻分蘖盛期水稻生长旺，叶片肥厚披垂，叶色墨绿，但田间有零星病株出现。从气象部门获悉未来一段时间该地气温都在20℃以上，连绵阴雨。

思考 依据以上材料，请对该地的稻瘟病的发生程度进行预测。

微信公众号：电子课本大全

2 病害预测的方法

在长期的农业生产实践和与病虫害的斗争过程中，人们总结出了许多病害预测的方法，主要有综合分析预测法、条件类推法、数理统计预测法、系统分析法等（图 2-9）。

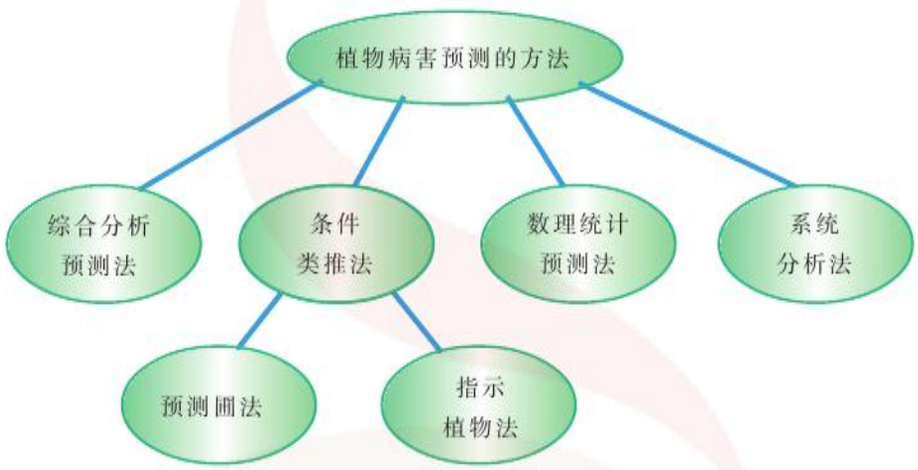


图 2-9 病虫害预测的方法

综合分析预测法

综合分析预测法是一种经验推理方法，预测人员调查和收集有关品种、菌量、气候因素和栽培管理等诸方面的资料，与历史资料进行比较，经过全面权衡和综合分析后，依据主要预测因子的状况和变化趋势估计病害发生期和流行程度。

案例分析

小麦条锈病的预测

小麦条锈病是一种多循环、单年流行病害，只要当地具有越冬菌源，即使数量甚少，在有利的气候条件下，病害也可能大流行。因此，主要依据气候条件，并结合菌源等预测病害的发生程度（表 2-2）。其方法是：于 3 月下旬至 4 月中旬重点调查至少 20 块易发病的田块，每块田五点取样，每点 13.3 m^2，目测每点的发病中心数（15 ~ 16 m 长单垄中各有 5 片以上条锈病叶的，即为一个发病中心）。以实查点数乘以 13.3 m^2，得实查面积，进而求得每公顷发病中心数。以每公顷发病中心数代表菌量，再根据 4 月份雨量和湿度情况，进行流行程度的预测。

表 2-2 小麦条锈病春季流行程度预测表

平均每公顷发病中心数 / 个	4 月份雨露流行情况		
	雨露日 15 天以上 雨量 500 mm 以上	雨露日 10 ~ 15 天以上 雨量 20 ~ 400 mm 以上	雨露日 5 天以下 雨量 20 mm 以下
> 150	大流行	中度流行或大流行	中度流行
15 ~ 150	大流行或中度流行	中度流行	轻度流行
< 15	中度流行	轻度流行	不流行

思考 综合分析预测法能否准确对病害的发生进行预测？主要取决于哪些因素？

微信公众号：电子课本大全

条件类推法

条件类推法包括预测圃法、指示植物法、数理统计预测法和系统分析预测法等。这类方法基本上属直观经验预测，往往只适合特定地域。

预测圃法就是在要调查的病害流行区，创造有利于该病害发生的条件设置预测圃，根据预测圃内该病害的发生发展情况，指导大田调查和防治。

“指示植物”是指某种作物对某种病虫害特别敏感，在尚未达到大面积侵染危害时，它首先表现症状，从而获得信息，做好防治工作。例如，鸭梨对黑星病最为敏感，稍受侵染便表现症状，可在种植酥梨的梨园种植一株鸭梨作为指示植物，预测黑星病的发生情况。

案例分析

稻瘟病发生期的预测

在农村，农民常将当年发病的病节或病穗颈干燥贮存，翌年春播前剪取3～4 cm左右的病节或病穗颈200根，束成两束，置于室外。当平均气温达15℃时，逐日取样观察产孢情况，能比较准确地预测孢子始见日后30天左右，在大田感病品种上始见叶瘟病斑。

思考 能不能用类似的方法预测其他病害的发生？

数理统计预测法是运用各种统计学方法，对病害发生的历史资料进行统计分析，提取预测值与预测因子之间的关系，建立数学公式，然后按公式进行预测。系统分析预测法是将病害流行作为系统，对系统的结构和功能进行分析、综合，组建模型，模拟系统的变化规律，从而预测病害任何时期的发展水平。这两种方法在病害的预测中也得到了广泛的应用。

微信公众号：电子课本大全



1. 列举你掌握的病害的预测方法，指出其预测依据，评议其优缺点。

2. 在水稻白叶枯病的常发病区，选择低洼而肥沃的田块，种植具有当地代表性的感病品种，多施氮肥，长期深灌，以创造有利于发病的条件。在始病期勤加检查，发现中心病株时，就可根据未来天气情况发出病情警报，指导防治。选取自己熟悉的某一病害，想想怎样运用预测圃法对其进行预测。

微信公众号：电子课本大全

三 虫害预测

1. 虫害发生期预测
2. 虫害发生量预测

学习目标

1. 掌握虫害发生期和发生量预测各方法的技术要点。
2. 能够利用一些简单预测方法预测当地常见的虫害。

1 虫害发生期预测

害虫的各个发育阶段对外界环境影响（如农药）的敏感性是不一样的。发生期预测是根据某种虫害防治对策的需要，预测某个关键虫期出现的时期，以确定防治的有效时期。虫害发生期的预测方法主要有发育进度法、有效积温法、物候法、指示植物法等。

发育进度法

发育进度法就是根据田间害虫发育进度，参考当时气温预报，加上相应的虫态历期，推算以后虫态的发生时间。

案例分析

查发蛾高峰日定稻纵卷叶螟的防治适期

按当地常年始蛾期前一周起，选有代表性的类型田 1～2 块。每日清晨用竹竿逆风赶蛾，拨动稻株，目测起飞蛾的数量，记载各类型田蛾数。蛾数激增日为始盛期，当查到蛾数明显下降时，即以蛾量最多的一天定为发蛾高峰日，再加上以后各虫态的历期预报防治适期（2 龄幼虫高峰日）。

稻纵卷叶螟 2 龄幼虫高峰日 = 发蛾高峰日 + 卵历期 + 1 龄幼虫历期

思考 发育进度法能否准确预测主要取决于哪些因素？

有效积温法

在适合害虫发生的季节里，害虫的发育速度与温度有一定的关系。当测得害虫某一虫期（或虫龄）的发育起点温度和有效积温，根据当地历年同期的平均温度，综合气象预报，利用积温公式，可推算出完成该虫期（或虫龄）所需要的天数，预报下一虫期（或虫龄）发生的时期。有效积温公式：

$$N = \frac{K}{T - C}$$

式中，N —— 发育历期，K —— 有效积温，T —— 平均气温，C —— 发育起点温度。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

假如在某地用稻草把诱粘虫卵，得知产卵高峰日为4月8日，在自然变温下，测得卵的发育起点温度为（8.2 ± 0.4）℃，有效积温为67℃，产卵期间平均温度为16℃。请据此预测幼虫孵化高峰日。

物候法

生物有机体的生长周期和季节现象是长期适应其生活环境的结果，各个现象之间存在着相对的稳定性。物候法是利用这种稳定性，借助其他生物的活动规律预知害虫出现时期。例如，对小地老虎就有“榆钱落，幼虫多；桃花一片红，发蛾到高峰”的简易而可靠的预报方法。还有“花椒发芽，棉蚜孵化；芦苇起椎，向棉田飞”，“小麦抽穗，吸浆虫出土展翅”等说法。这些方法不仅预测准确，简单易行，而且具有一定的科学性。

思考

物候法能准确预测病虫害发生的科学依据有哪些？在各地之间是否可以相互借鉴？

指示植物法

指示植物法就是利用指示植物对虫害的发生进行预报。例如，根据蚜虫的趋绿趋黄特性，在桃园边上栽几株油菜，预测蚜虫的发生情况。在梨园边栽几株胡萝卜，可以有效预测椿象的迁移高峰。胡萝卜开花时，椿象多聚集在花丛中，每天傍晚观察记录，待数量猛增时，说明椿象正大量迁飞上树。

小试验

蚜虫的预测预报

试验目的 应用黄色粘虫胶板进行蚜虫的预测预报。

试验准备 选择一块麦田、菜田或果园等作为试验地区，黄色板（15 mm × 20 mm × 0.05 mm的塑料垫板），塑料绳，胶桶，热水，板刷。

试验过程

1. 将垫板的一边打两个孔。
2. 系好塑料绳。
3. 将胶桶放在热水中预热加温，待其软化后用板刷将胶板涂刷均匀。
4. 在蚜虫的发生初期，用一根长2.0～2.5 m的细杆，上端绑一个铁钩，将黄板固定在支杆上，然后插在麦田、菜田或果园里。
5. 每天观察记录诱蚜数量。

试验总结 观察记录，分析出蚜虫的发生始盛期、高峰期、盛末期。

微信公众号：电子课本大全

2 虫害发生量预测

发生量的预测就是预测害虫的发生数量，用以确定是否有防治的必要。虫害的发生程度或危害程度一般分为轻、中偏轻、中、中偏重、大发生和特大发生6级。

根据有效虫口基数预测

通过对上一代害虫有效基数的调查，结合该虫的平均存活率，预测下一代害虫的发生量。以此法预测的前提是害虫没有迁入或迁出，上、下两代发生在同一生态环境中。常用下式计算繁殖数量：

$$P = P_0 \times e \times \frac{f}{m+f} \times (1 - d)$$

式中，P——下一代数量，P_0——上一代虫口基数，e——每雌虫平均产卵数，f——雌虫数，m——雄虫数，d——各虫期累积死亡率。

例如，某地秋蝗残蝗密度为0.5头/11 m^2，雌虫占总虫数的45%，产卵的雌虫占90%，每雌虫平均产卵240粒，越冬死亡率为55%，预测来年夏蝗蝗蛹密度。

代入上述公式，得

夏蝗蝗蛹密度 = 0.5 / 11 × 240 ×（90% × 45%）×（1 − 55%） = 2.0（头/m^2）

马上行动

某年7月19日，经调查，某地第二代三化螟在迟栽中稻和迟栽糯稻这两类主要虫源田内的有效虫口基数为26 178.67头，每头雌蛾平均产卵块数为3.25块，雌蛾率为57.87%，化蛹始盛期到羽化间的死亡率为15.5%，试预测第三代三化螟在当地的总卵块数。

应用形态指标预测

具有多型现象的害虫，可以其变化为指标来预测发生量。例如，无翅若蚜多于有翅若蚜（图2-10）时，以及短翅型飞虱数量上升时，则预示着种群数量即将增加；反之，则预示着种群数量将减少。

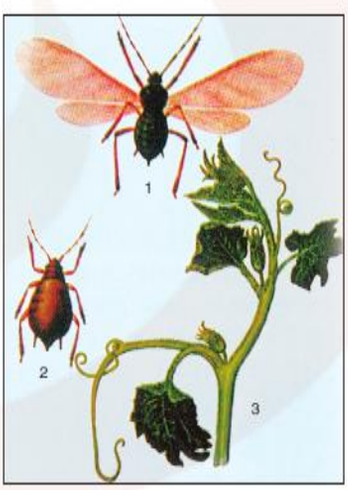


图2-10 蚜虫

探究

为什么无翅若蚜多于有翅若蚜则预示着种群数量即将增加？

微信公众号：电子课本大全

害虫发生量的预测方法很多，上述方法比较简单，较易掌握，但预测精度较低。其他一些方法，如相关回归预测、种群系统模型预测等方法则较为复杂，需采用计算机进行大量计算，准确性也相对高一些。

练 习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 根据本节所学虫害预测方法的知识填写下表。

预测方法	怎样操作

2. 收集当地与病虫害预测有关的物候知识。
3. 为了使病虫害预测结果准确，我们在预测过程中应注意哪些方面的问题？

微信公众号：电子课本大全

四 计算机模拟预测预报

学习目标

1. 了解计算机模拟预测的一般过程。
2. 能运用简单的计算机模拟模型对病虫害的发生进行预测。

随着计算机技术的发展，计算机技术在病虫害预测中也得到了广泛的应用。计算机模拟预测就是利用计算机模拟预测模型进行预测预报。

计算机模拟预测建立模型的步骤如下：

第一步，资料收集（文献、实验室、田间）；

第二步，逻辑汇总有关信息，形成概念模型；

第三步，用数学语言表达；

第四步，用计算机语言译成计算机程序；

第五步，进行检验和有效性、灵敏度的测定；

第六步，运用模型进行预测。

小资料

现已研制出与电脑连接的田间预测器，预测器中装有传感器，可自动记录并输入有关田间温度、湿度、结露时间和降水量等数据，并自动完成计算和预测过程，显示出药剂防治的建议。

现以“塑料大棚黄瓜霜霉病和白粉病计算机预警与管理系统”为例，介绍计算机模拟预测的过程与方法。

首先进入运行界面（图 2-11）。



图 2-11 系统初始化界面

微信公众号：电子课本大全

由初始界面菜单中选择“病害发生的预测”，进入“黄瓜霜霉病预测模型选择”的界面（图 2–12），根据现有的条件选择不同的模型对病害进行预测。

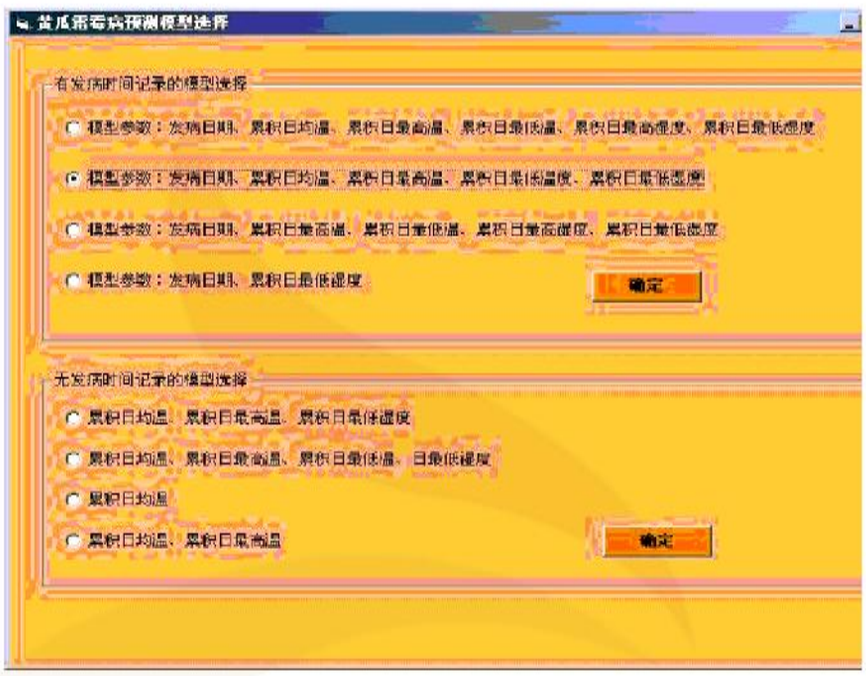


图 2–12　黄瓜霜霉病预测模型选择界面

在“黄瓜霜霉病病情预测”界面（图 2–13）中输入各预测参数，点击“确定”，即可显示病情指数预测值。



图 2–13　黄瓜霜霉病病情预测参数输入界面

该系统还能用于黄瓜霜霉病和白粉病的诊断与防治。

微信公众号：电子课本大全

练 习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

谈谈计算机模拟预测的优点和局限性。

本章小结

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

防治农作物害虫首先要做好虫情调查研究，预测病虫害的发生，做好各项防治准备，争取防治工作的主动权。病虫害预测的方法很多，随着科技的发展，越来越多的新技术已应用到病虫害预测中，使得病虫害预测方法得到了丰富和发展。在生产实践中，我们应该灵活地选择预测方法，防患于未然，既控制住病害，又获得最佳的经济、社会、生态效益。

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

以小组为单位，选择病虫害各一种，在教师的帮助下查阅该病虫害的相关背景资料，设计调查方案，选择适当的预测方法，进行病虫害预测。

微信公众号：电子课本大全

第二章 学习评价

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

评价内容		自我评价
学习过程	课内完成学习任务情况	
	课外完成学习任务情况	
	学习态度评价	
	学习水平评价	
学习结果	本章学习目标实现情况	
	学习本章内容的收获与不足	

微信公众号：电子课本大全



第三章 植物病虫害的防治技术与综合治理

Chapter 3 Control Methods and Integrated Management of Plant Pests

一 病虫害的防治技术
二 病虫害的综合治理



病虫害给农业和林业造成了巨大的损失，为了减少损失，人类已经开发出了许多防治技术。这些技术构成了我们今天的病虫害防治技术的主要内容。随着社会的进步和科学的发展，新的防治技术不断涌现，使得现代有害生物的防治技术变得更加完善和多样化。在具体的防治中，我们要因时、因地制宜，合理选择各种防治技术，综合运用，以达到安全、有效、经济地控制病虫害的目的。

微信公众号：电子课本大全

一 病虫害的防治技术

1. 植物检疫
2. 农业防治
3. 生物防治
4. 物理防治
5. 化学防治

学习目标

1. 了解几种病虫害的防治技术。
2. 能结合当地实际情况，学会几种病虫害的防治技术。

病虫害给我们的农业生产带来了巨大危害，其防治需要技术的支持。防治植物病虫害的技术很多，主要有植物检疫、农业防治、生物防治、物理防治和化学防治等。

1 植物检疫

植物检疫（plant quarantine）是国家或地区政府，为防止危险性有害生物随植物及其产品人为引入和传播，以法律手段和行政措施强制实施的植物保护措施。

植物检疫同其他防治技术一样，都是人类抗拒有害生物侵害，保护农业生产的措施。但植物检疫在做法上有许多不同于其他防治技术之处，这是由于植物检疫主要是防止人们在进行农林产品的非贸易性和贸易性的活动中，误将有害生物夹带到它们从未扩散到的新的地方去，造成人类帮助有害生物传播。各个国家和地区政府为了保证植物检疫工作的正常进行制定了相应的法律。目前，植物检疫工作可分为出入境植物检疫（图 3-1）和国内植物检疫（图 3-2）。

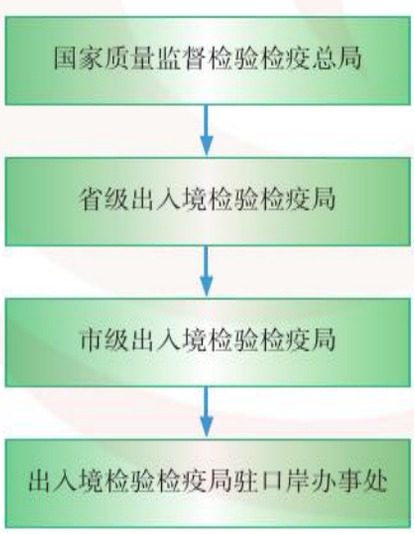


图 3-1 出入境植物检疫机构设置

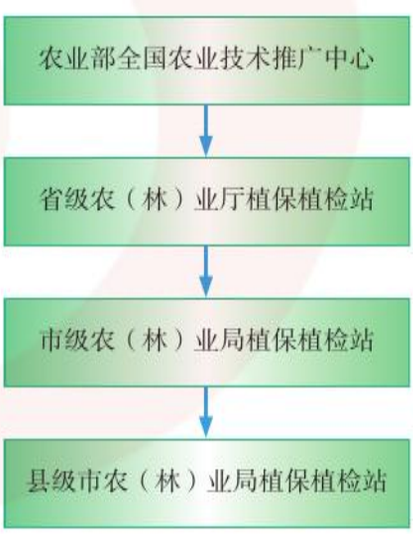


图 3-2 国内植物检疫机构设置

微信公众号：电子课本大全

案例分析

植物检疫防止有害生物的传播

松材线虫病（图 3-3）是由松材线虫引起的，以松墨天牛（图 3-4）为主要传播媒介的一种毁灭性病害。松材线虫原产于北美。我国于 1982 年在南京中山陵附近死亡的黑松上首先发现松材线虫，当时发病死亡的松材线虫仅 265 株。目前，松材线虫的疫区为江苏、安徽、广东、山东和浙江五省的局部地区，已造成 1 600 万株松树死亡，直接经济损失 18.2 亿元人民币，造成森林生态效益损失 216 亿元人民币。据分析，松材线虫是随疫区国家的输华木质包装材料带入中国的。目前尚没有办法有效控制松材线虫病，为了防止松材线虫为害，其已被列为国家对外检疫对象，禁止松树苗和穗入境。



图 3-3　几株遭松材线虫危害枯死的松树



图 3-4　传播松材线虫的主要媒介松墨天牛



图 3-5　梨火疫病病果

梨火疫病（图 3-5）是目前梨树上的毁灭性病害。除侵染梨以外，还能为害苹果和其他多种蔷薇科植物，是我国最主要的检疫对象之一。火疫病以其传播快、蔓延迅速、难以控制而成为研究的热点，欧美各国目前正投入较大力量对火疫病进行多方位研究，以寻找有效的防治方法。

思考　为了防止松材线虫和梨火疫病对植物的危害，应采取哪些方面的措施？你还知道有哪些病虫害是我国的检疫对象？

植物检疫工作者在检疫过程中，为了除去检疫性有害生物，防止其传播为害，可以采取焚烧、高温和低温处理、药剂熏蒸（图 3-6）、微波和高频处理（图 3-7）、辐射处理等措施。

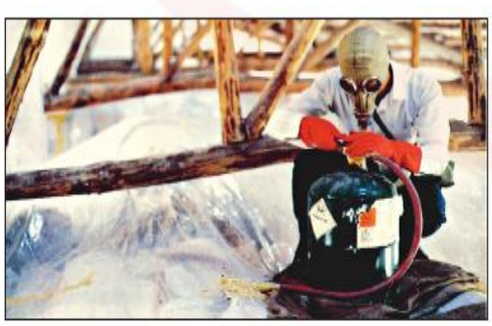


图 3-6　药剂熏蒸处理



图 3-7　X 光机处理行李

微信公众号：电子课本大全

阅读

外来生物

外来生物除病虫之外，还包括杂草等其他生物。水葫芦（图3-8）是我国首批16种外来入侵危害物种中的一种，原产南美。100年前，作为花卉引入中国，20世纪50年代还作为猪饲料推广种植。它繁殖极快，到处疯长，可造成河道堵塞，影响航运、排灌、防洪和养殖业，现已被列为世界十大害草之一。

为了防治水葫芦的危害，我国从美国和阿根廷引进的水葫芦象甲，其成虫取食表皮层和表皮下层，形成斑痕，喜食嫩叶。其幼虫孵化后在叶片内和叶柄中取食，并向植株基部钻蛀。在防治水葫芦的示范区内，水葫芦植株长势减弱、繁殖量明显下降，植株的开花数量也显著下降。

“加拿大一枝黄花”（图3-9）是农业部挂牌“通缉”的“美丽杀手”。20世纪30年代从北美引进我国浙江一带，作为一种神秘、高贵的漂亮花卉，其繁殖能力很强，在它“逃逸”到自然环境中后，与其他农作物疯狂争夺养分、水分和阳光，破坏力惊人。因此许多专家发出了“黄花过处，寸草不生”的警告。



图3-8 外来入侵生物——水葫芦



图3-9 外来入侵生物——加拿大一枝黄花

思考

外来生物是否都会造成危害？我们在引进外来物种时，应该考虑哪些问题？

2 农业防治

在田野里，经常会见到人们忙碌的身影。他们或是在播种施肥，或是在排水灌溉，或是在除草耕田，其中有不少措施可以防治植物病虫害。

农业防治（agricultural control）是通过适宜的栽培措施，降低有害生物种群数量或减少其侵染可能性，培育健壮植物，增强植物抗害、耐害和自身补偿能力或避免有害生物为害的一种植物保护措施（图3-10）。

微信公众号：电子课本大全

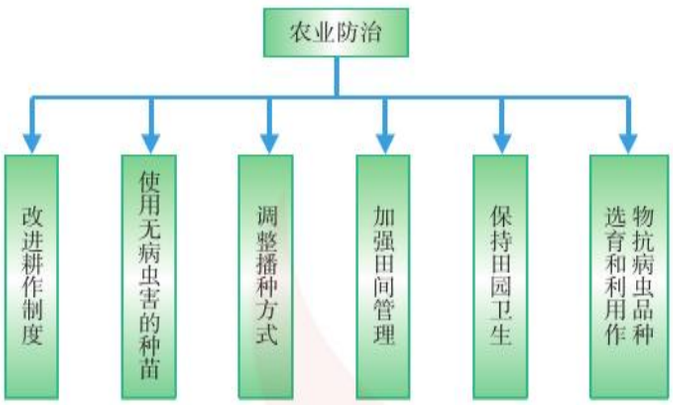


图 3-10　农业防治

改进耕作制度

改进耕作制度采取的主要措施有混栽、轮作、水旱轮作和种植诱集植物等。

混栽是在一块田里栽种两个以上的农作物品种，这种生物多样性种植方式的依据是不同物种间既相生又相克的自然规律。“相生相克”是通过多品种作物混栽实现的。所谓“相克”，即不同作物品种易发病害不同，不同品种间会筑起一道“病害防火墙”；“相生”则指它们之间可互补利用养分、水分，形成立体层面，使植物光合作用更充分，田间湿度降低，作物不易发病。

案例分析

生态学防病技术的应用

水稻品种多样性控制稻瘟病技术在云南、四川、湖南、江西完成了 1 420 多万亩的试验示范推广，控制稻瘟病效果达到 81.24%，平均减少化学农药使用量 60.55%，新增优质稻产量 6 亿多千克。

蚕豆适宜与小麦混栽在一起，是因为两者易发病害不一样，更重要的是蚕豆上的根瘤菌会产生氮肥，为小麦提供养分。目前，我国 4 万多公顷与小麦、油菜、大麦混栽的蚕豆地同以前相比，减少农药施用量 50% 以上，病害却减少 60%，每公顷增产蚕豆 520 ~ 810 千克。



图 3-11　枣园间种棉花

此外，在枣园间种棉花（图 3-11）也能减少病虫害的发生，增加产量。

思考　生态学防病技术可以采取哪些具体方法？

选育和利用作物抗病虫品种

目前利用引种、杂交育种、诱变育种和分子技术育种等技术选育作物抗病虫害品种是最经济、有效和安全的措施。在我国许多大规模流行的病虫害，如玉米大斑病和小斑病及马铃薯晚疫病，均是通过大面积推广种植抗病品种而得到了较好的控制。

诱变育种　利用各种理化因子（如γ射线、紫外线、激光、超声波、秋水仙素等）处理植物种子、花药或愈伤组织等，诱导抗病虫材料的产生。

太空育种　将农作物种子搭载于返回式地球卫星，借助太空超真空、微重力及宇宙射

微信公众号：电子课本大全

线等地面不可模拟的环境变化，使种子发生变异，经过地面选育获得稳定的遗传性状，从而培育出新的农业品种来。太空育种是诱变育种中的一种。

案例分析

太空育种

自1987年以来，我国成功地利用返回式卫星进行了搭载农作物种子及试管育苗等试验，其中包括有关粮食、蔬菜、花卉等高附加值作物。自成功发射“神舟一号”开始到成功发射“神舟五号”，我国先后将甜瓜、番茄、西瓜、向日葵等多种种子送入太空。由太空带回来的南瓜种子，经选育长出的南瓜品质好，一般重150～200 kg，是名副其实的“巨人”南瓜。目前，太空育种的青椒，经过几个回合的选育，已培育出长势强、高产优质、抗病性强的新品种。太空茄子（图3-12）经过多年的培育，也获得了一批抗病、高产的新品系。



图3-12 太空茄子

讨论 你是怎样看待太空蔬菜的？你能接受这种新的事物吗？

随着科学的发展，现代生物技术已被广泛应用于抗病虫育种工作中，如通过单倍体育种、体细胞杂交、体细胞抗病变异体的筛选和利用及基因工程技术，获得转基因抗病虫植株等，如转基因抗虫水稻（图3-13）。

转基因技术是指将某些生物的基因转移到其他物种中，改造生物的遗传物质，使被改造的生物在性状、营养和消费品质等方面向人类需要的目标转变。



图3-13 转基因抗虫水稻

案例分析

转Bt基因抗虫棉花

苏云金芽孢杆菌Bt晶体毒素蛋白基因是最早被利用的杀虫基因。为了解决我国棉花生产受棉铃虫危害严重的问题，中国农业科学院生物技术研究所成功地人工合成和改造了Bt基因，并将Bt基因转入到我国长江、黄河流域的棉花主栽品种，获得了高抗棉铃虫转基因棉花品种和品系。抗虫棉的总体抗虫能力达80%以上，丰产性、适应性与当地主栽品种相当。目前已经有4个抗虫棉品种通过审定并进行推广。

思考 通过以上事例，我们可以了解到转基因植物有哪些特点？

微信公众号：电子课本大全

讨论

目前对于转基因植物的争论较多，你是如何看待转基因植物的？

阅读

太空育种与转基因技术

太空育种开创了一个崭新的育种领域。育种的主要原理是使用太空飞行器搭载植物种子，利用太空中所具有的特殊宇宙强射线、微重力、高真空等条件，使植物种子在不同于地球环境的条件下发生基因突变和染色体变异，然后在地面对这些种子进行种植选育。太空育种的优势在于变异种类多、幅度大，其变异频率为12.5%，是一般育种变异频率的100倍。太空育种不仅可以提高作物的产量，而且可以改善品质。与转基因食品不同，太空育种产生的品种是利用物理手段得到的，产生变异的是植物本身的基因和染色体，不存在外源基因导入的问题，因此，基本上不会对生物多样性和环境造成威胁。它的食用安全性相对于转基因食品也比较高，但也不能排除这种内源基因和染色体的突变有增加植物中一些抗营养因子过敏原含量的可能性。

植物转基因技术是指把从动物、植物或微生物中分离到的目的基因，通过各种方法转移到植物的基因组中，使之稳定遗传并赋予植物新的农艺性状，如抗虫、抗病、抗逆、高产、优质等。随着现代生物技术的迅速发展，植物转基因技术方兴未艾。自从1983年首次获得转基因植物后，至今已有35科120多种植物转基因获得成功。1986年，首批转基因植物被批准进入田间试验，至今国际上已有30个国家批准数千例转基因植物进入田间试验，涉及的植物种类有40多种。

任何新技术都会有风险，我们应该科学地看待上面这两种技术。

讨论

结合自己对太空育种和转基因技术的了解，谈谈太空食品和转基因食品各自的优缺点。

3 生物防治

“螳螂捕蝉，黄雀在后”，“一物降一物”，这两句话反映了自然界生物与生物之间的相互关系，而正是这种食物链的关系给了我们很大启示，我们可以利用生物之间的这种关系来防治农业有害生物。

生物防治（biological control）是利用有益生物及其产物控制有害生物种群数量的一种防治技术。生物防治具有对环境无污染、对人畜无毒、对植物无副作用等优点。现行的生物防治主要是对害虫的生物防治。

害虫的生物防治

自然界中存在许多害虫的天敌。这些天敌有的以害虫为食，如捕食性昆虫（图3-14，

微信公众号：电子课本大全

图 3-15）和其他有益动物（图 3-16）如鸟类、爬行类、两栖类和蜘蛛等，而寄生性昆虫（图 3-17）以幼虫寄生在害虫体内或体外，最后害虫随天敌幼虫的发育而死亡。



图 3-14　食虫虻捕食蝽



图 3-15　三突花蛛捕食状



图 3-16　水稻田中稻鸭共作防治水田害虫



图 3-17　蚜茧蜂向蚜虫体内产卵

案例分析

害虫生物防治

我国的生物防治历史悠久，早在公元340年的晋朝，嵇含著《南方草木状》中就曾记载用“黄猄蚁”防治柑橘害虫的情况。19世纪，美国遭遇了柑橘吹绵蚧（图3-18）大暴发，严重威胁柑橘生产。1888年，美国从澳大利亚引进了澳洲瓢虫（图3-19），成功地控制了吹绵蚧的危害，一举挽救了濒于毁灭的加州柑橘种植业，直到现在，当地仍不需要使用化学农药防治吹绵蚧。20世纪40年代，我国从浙江永嘉移植大红瓢虫到湖北，并再度移植到四川，也取得了防治吹绵蚧的良好效果。



图 3-18　柑橘吹绵蚧及其危害状



图 3-19　澳洲瓢虫

微信公众号：电子课本大全

马上行动

请举出几个利用害虫天敌防治害虫的例子。

昆虫的病原微生物种类很多，主要包括细菌、真菌、病毒三大类。我们也可以利用这些病原微生物或其代谢产物来防治害虫，如用白僵菌和绿僵菌防治棉铃虫（图3-20，图3-21）。



图 3-20　棉铃虫幼虫被白僵菌寄生状



图 3-21　棉铃虫幼虫被绿僵菌寄生状

案例分析

苏云金芽孢杆菌防治害虫

苏云金芽孢杆菌（Bt）（图3-22）是一种重要的防治害虫的细菌，其产生的杀虫晶体毒蛋白对许多种昆虫有毒副作用。其发酵产物可加工成乳油和粉剂两种，具有胃毒作用，杀虫范围很广，可用于防治棉花、蔬菜、果树等多种鳞翅目害虫。现代分子生物学技术的发展为细菌杀虫剂的应用增添了活力，目前已经成功地将苏云金芽孢杆菌的杀虫基因转入多种植物，构建了具有杀虫活性的工程作物。

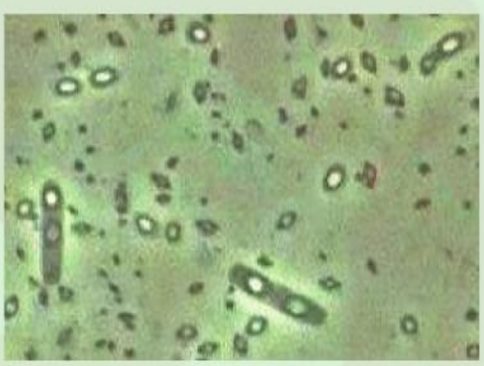


图 3-22　苏云金芽孢杆菌

马上行动

请你举出几个用病原微生物来防治害虫的例子。

病害的生物防治

在微生物界里，一些微生物能通过其代谢产物（即抗生素）来抑制或影响另外一种微生物的生长、发育或生存。

微信公众号：电子课本大全

小资料

农用抗生素——井冈霉素

1968年，日本人从江西井冈山的土壤中分离出一种抗生菌吸水链霉井冈变种，称为井冈霉素（Jingangmycin）。它是如今推广应用面积最大的生物农药，其制剂对水稻、小麦纹枯病具有卓越的防治效果。近年来，我国又开发了一批新的农用抗生素，如武夷霉素和中生霉素，前者用于防治多种白粉病和灰霉病，后者主要用于防治水稻白叶枯病。



图 3-23 井冈霉素

思考

微生物是人类的朋友还是敌人？

案例分析

引进天敌防治有害生物

19世纪，美洲仙人掌传入澳大利亚，1925年已侵入牧场，使得其中很大部分不能放牧，并且还以惊人的速度扩散。澳大利亚科学家远赴美洲寻找天敌，发现了150种取食仙人掌的昆虫，并从中选择引进了12种，效果良好。其中有一种黑色的美丽蝴蝶，被当地人视为吉祥物。我国天敌引种的历史始于1909年，发展到目前已经进入成熟阶段。治理水葫芦，我们引入了水葫芦象甲；治理空心莲子草，我们引进空心莲子草叶甲；对付松材线虫，我们引进管氏肿腿蜂来消灭松材线虫的传播者天牛……如此针尖对麦芒，大大减轻了生物入侵造成的危害。

不过，在天敌引种时，千万要慎重考虑！引入种本身也有成为新的入侵种的可能。冰岛上曾经有很多蛇，后来引进了能捕食蛇的獴。当这种獴将蛇捕食完时，就开始捕食鸡等家禽。这样，獴从“天敌”变成了“害虫”。另一个例子发生在太平洋的鸟岛上。欧洲殖民者进入时，带去了老鼠，后来老鼠开始捕食鸟，为了捕老鼠，人们又引进了猫。而结果却是，猫和老鼠一起捕食鸟，都成了“害虫”。

思考 从上面的例子，你得到了什么启发？生物入侵存在的风险使我们在引进天敌昆虫时应该综合考虑哪些问题？

4 物理防治

在日常生活中，我们会接触到一些防治卫生害虫的工具，如苍蝇拍、灭蚊灯等，它们都是通过物理作用来达到杀虫效果的。

农业有害生物的物理防治（physical control）就是通过利用物理方法清除、抑制、钝化或杀死有害生物来控制植物病虫害发生的防治技术（图 3-24）。

微信公众号：电子课本大全

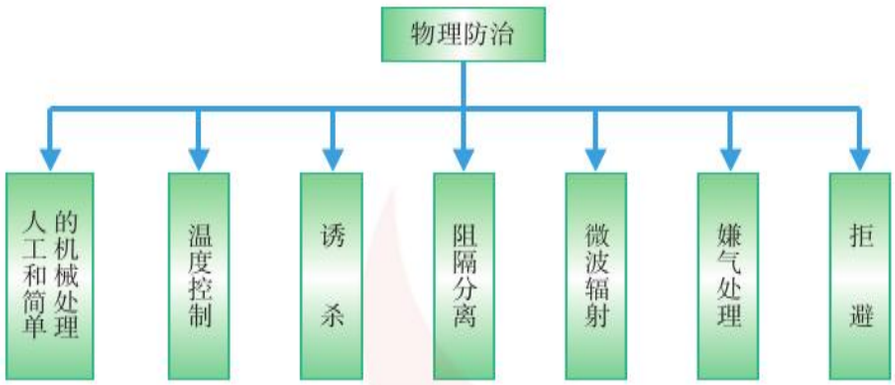


图 3-24　物理防治

人工和简单的机械处理

根据有害生物的生活习性或发生规律，可利用人工和一些简单的机械去除有害生物。

例如，田间摘掉受害的病叶和害虫产卵的部分；在棉铃虫大发生时，可以发动农民到田间捕捉棉铃虫幼虫和成虫（图3-25）；用拍板和稻梳捕杀稻弄蝶；用粘虫兜捕杀粘虫；用特制的铁丝钩掏天牛产卵的洞，杀死幼虫等。



图 3-25　人工捕捉害虫

案例分析

星天牛的物理防治

天牛幼虫在虫洞中生长发育，不断地蛀食树木，有些种类的天牛很爱干净，它将虫粪排到洞外（图 3-26），因此，有经验的人可以根据虫粪来判断天牛的类型和洞内有无害虫。星天牛（图 3-27）多在白天啃食叶片及细枝皮层，喜在晴天中午交尾；星天牛的卵（图 3-28）多产在距离地面 50 cm 左右的地方，产卵的地方被咬成“T”字形或“八”字形。



图 3-26　天牛为害树干排出大量虫粪



图 3-27　星天牛成虫

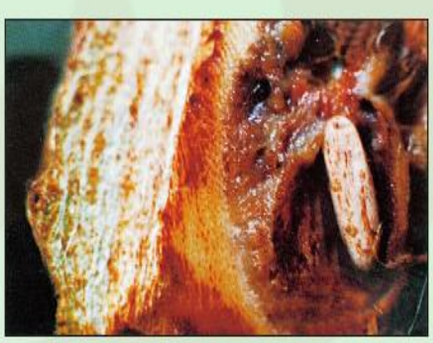


图 3-28　星天牛产在皮层中的卵

人们根据星天牛的上述生活习性，设计了一些防治措施。例如，在树干的适当部位绑上粘胶，粘杀天牛成虫；用铁锤锤打天牛产卵的地方，杀死里面的幼虫；用铁丝钩掏天牛的产卵洞，杀死幼虫。

思考　请你根据天牛的生活习性设计一个捕杀天牛成虫和幼虫的物理防治技术。

微信公众号：电子课本大全

诱 杀

“飞蛾扑火”这个词的含义大家都知道，但是飞蛾为什么要自取灭亡呢？这是因为这种昆虫有趋光的习性。害虫的诱集和诱杀就是利用了害虫的趋性或其他习性进行诱集，然后加以处理，杀死害虫。目前的诱杀工具主要有诱捕器（其内加入洗衣粉或杀虫剂）、高压汞灯、黑光灯（图 3-29）、普通灯（图 3-30）和频振式杀虫灯。



图 3-29 黑光灯诱杀害虫



图 3-30 普通灯诱杀蜀柏毒蛾

小试验

试验目的 在罩有黑布和不罩有黑布两种情况下，观察黑光灯引诱害虫的效果。

试验准备 黑光灯，黑布，脸盆，清水，电线。

试验过程

1.（1）装好黑光灯；

（2）外面套上黑布罩；

（3）黑光灯下方摆放盛满水的脸盆；

（4）打开开关。

2.（1）装好黑光灯；

（2）黑光灯下方摆放盛满水的脸盆；

（3）打开开关。

试验总结 每 5 min 观察一次，观察两个脸盆中蛾类的数量，做好记录。

思考

在夏天的晚上，你会看到一些昆虫聚集在路灯周围，其中就包括一些害虫。这是昆虫的什么特性使它们聚集在路灯周围？你看到过利用昆虫的这种特性来诱捕害虫的装置吗？

阻隔分离

我们也可以根据害虫的各种生活习性，设计各种障碍物，防止害虫危害或阻止其蔓延。

微信公众号：电子课本大全

案例分析

阻隔法防治病虫害

在果园里，对果树的果实进行套袋，可以防止蛀果害虫产卵危害；冬天，在树干上涂胶或刷白石灰（图 3-31），可以防治树木害虫；在菜园里，利用网纱或白色塑料覆盖蔬菜（图 3-32）防止蚜虫危害菜苗，既有减轻蚜害的效果，又有预防病毒发生的效果。



图 3-31　树干上刷白石灰防治病虫害



图 3-32　白色塑料薄膜覆盖防冻防虫

思考　你还知道哪些使用物理方法来防治病虫害的例子吗？

5 化学防治

在田野里，你经常会看到农民们背着喷雾器给植物施药，而且你会闻到一股令人不舒服的味道，这通常就是化学农药的气味。用化学农药防治有害生物的技术就是化学防治（chemical control）（图 3-33）。

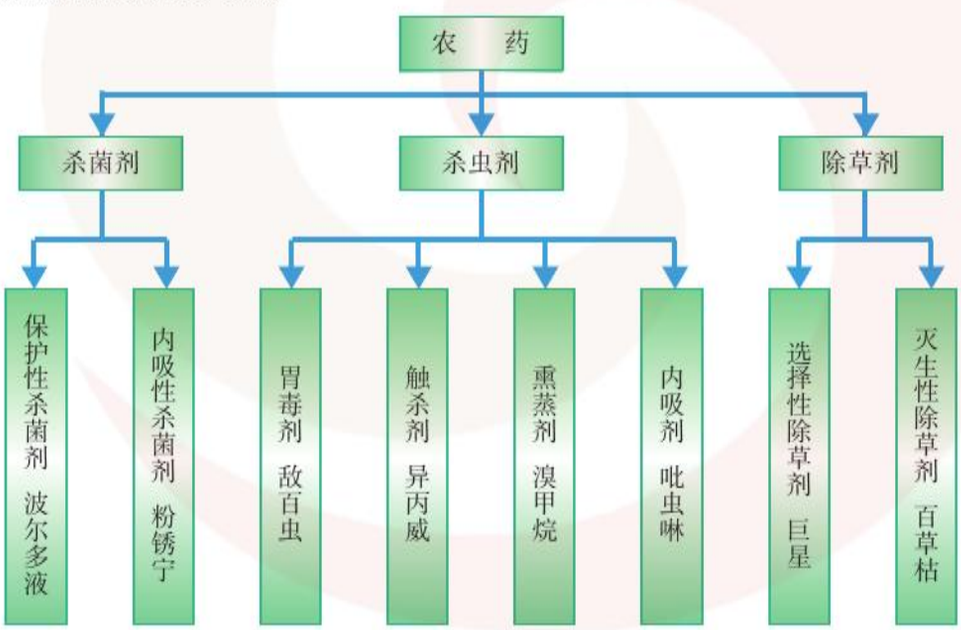


图 3-33　化学防治

在植物化学保护中，当被采用的农药品种确定后，选用适当的农药剂型和相适应的使用方法（表 3-1）是非常重要的。这不但能提高防治效果、节省农药有效成分的用量、提高施药工效和减轻劳动强度，而且往往还能达到减轻农药对环境的污染、减轻或避免农药

微信公众号：电子课本大全

对有益生物的杀伤，提高对施药人员和作物的安全性。

原药经加工因形态和用途不同而区分为不同的剂型。剂型可分为乳油、粉剂、可湿性粉剂、粒剂、缓释剂、种衣剂等。

表 3-1 各种剂型农药的使用方法

农药的剂型	特　点	使用方法
乳　油	入水后可分散成乳状液的油状液体剂型	用喷雾器喷雾
粉　剂	粉末状	利用鼓风机所产生的气流把农药粉剂吹散后沉积到作物上的施药方法，或者拌种、配制毒土
粒　剂	颗粒状	直接撒入田中
可湿性粉剂	易被水润湿并能在水中悬浮的粉状剂型	用喷雾器把配好的药液雾化喷洒在植物的表面
可溶性粉剂	可直接加水溶解使用的粉状剂型	用喷雾器喷雾
种衣剂	有粉剂和乳油	拌种

思考

你知道农药还有哪些使用方法吗？

一些植保机械如图 3-34。



手持式压缩喷雾器



双缸隔膜泵手动喷雾器



背负式喷雾喷粉机



喷杆喷雾机



飞机喷药

图 3-34 植保机械

微信公众号：电子课本大全

马上行动

在教师的指导下，了解杀虫剂的成分和使用方法。

农药的合理使用

化学防治中害虫产生抗药性、再猖獗以及农药残留问题已经成为全世界公认的、亟待解决的难题。长期使用单一品种的农药，抗药性尤为突出。害虫的再猖獗指的是在生物群落中原处于自然控制下，不需要采取防治措施的生物种群，因为用农药防治别的有害生物而杀伤了该种群的天敌，即消除了对该种群的自然控制因素，使得该种群很快重新增长，以致形成猖獗危害。农药残留是指农药在农产品上的残留，严重威胁着人类的健康。人不仅因为直接接触农产品而受其害，同时还通过食物链间接摄入农药。

案例分析

害虫的再猖獗与农药残留

比较经典的害虫再猖獗的例子是苹果树上的叶螨。20世纪50年代初，因防治蛀果的食心虫，果园普遍使用DDT。DDT是以杀虫广谱而著称的农药，但它恰恰对螨类无效，而原来控制螨类的天敌却被DDT大量杀伤，使叶螨一下子成为苹果园的头号大害虫。世界上的各大苹果产区大都如此。

水果、蔬菜不在安全采收期、在农药残留超过国家允许标准的情况下采摘上市，会导致人直接食用这些食品而受害。另外，人还通过食物链间接摄入农药。例如，用被农药污染的秸秆和粮食喂牛，牛奶和牛肉中会有农药残留；用被污染的农产品作鸡饲料，鸡蛋、鸡肉中会有农药残留；残留在土壤中的农药，通过水的流失进入水域，再由水草进入鱼类，还可以再进入食鱼的鸟类。农药随食物链逐级富集，所含浓度会越来越大，因而越来越具有危险性。我国农产品、蜂产品出口因残留农药超标被退货的事件时有发生，已严重影响到我国的外贸声誉。

思考　结合实际谈谈怎样合理使用化学农药。

农药的安全使用

使用农药时，使用者与农药直接接触，从配药、施药到施药结束后的清洗等过程中，因吸入或接触农药而发生中毒的危险性很大。因此，必须切实做好配药、施药过程中的安全保护工作。

保护措施

农药进入人体有三种途径，即经皮（皮肤吸收）、经口（消化道吸收）和吸入（呼吸道吸收）。为防止农药进入人体，穿戴保护用具是必要的。普通的保护用具包括保护服、手套、帽子、面罩、靴子等。保护服可以减少农药对皮肤的污染，如条件许可，应有专门的服装供处理、配药和施药时穿戴。即使没有专门的保护服，穿着普通的衣服而不使体表裸露也有相当的保护作用。绝不能赤膊施药。操作完毕后，穿过的保护服必须立即彻底清洗干净。

微信公众号：电子课本大全

安全配药

配药过程中，要做到准确、安全量药和配药。配药人员必须具有一定的农药知识，掌握必要的技术，熟悉所用农药性能，并能正确称量农药，称量时应戴用必要的保护设备（如口罩、橡皮手套等）；农药称量、配制应根据药剂性质和用量进行；喷雾器不要装得太满，以免药液泄溢，一般不超过喷雾器贮液罐的3/4；当天配好的药液当天用完，不要多配；配制农药，应在远离住宅区、牲畜棚和水源的地方进行；孕妇、哺乳妇女和儿童不能参与配药；应避免以手代勺，搅拌时切勿将手掌及手臂浸入药液中。

安全施药

由于施药过程时间较长，整个操作过程最容易吸收或吸入农药，因此做好预防和安全保护工作是重要的。田间施药前，要检查药械是否完好，以免施药过程出现跑、冒、滴、漏现象，如有溢漏，应及时处理；施药时，人要站在上风处，顺风喷药，避免逆风施药，风速超过15 km/h时，不要施药；尽量避免施药人员在农药烟、雾中呼吸，应戴相应的口罩或防毒的面具；操作时，施药人员应严禁进食、喝水或抽烟；施药后，在抽烟、喝水及吃东西前要洗手；不要在一天中最热的中午施药，因为这时人体大量排汗，会使皮肤更为敏感；施药后，至少24 h内不能进入处理过的田间；应仔细阅读标签，以了解施药后再进入田间或进行收割的最少间隔期。

施药后的安全操作

农药使用完后，也应注意保护人、畜的安全和避免环境的污染。使用后剩余的农药和尚未用的农药应分类贴上标签，送回库房妥善保管；稻田施药后要注意防止田埂渗溢，污染水源；施过药的水果、蔬菜和茶叶等，在安全间隔期内不得采摘和收获。

马上行动

观察下面的两幅画，指出其施用农药的错误之处。



图3-35 错误施用农药

微信公众号：电子课本大全

阅读

《寂静的春天》

1962年，美国生物学家蕾切尔·卡逊出版了一部科普图书，名叫《寂静的春天》。她以生动而严肃的笔触，描写因过度使用化学药品和肥料而导致环境污染、生态破坏，最终给人类带来不堪重负的灾难。当时美国的一些城市已经出现了比较严重的环境污染，但政府的公共政策中还没有关于“环境”的条款。因此，《寂静的春天》一问世，犹如旷野中的一声呐喊，敲响了人类将因为破坏环境而受到大自然惩罚的警世之钟。但是，如同达尔文《物种起源》的问世遭到攻击一样，卡逊的《寂静的春天》也遭到猛烈的抨击。那些靠牺牲环境发财的人指责卡逊是“歇斯底里”，是“煽情”，是“危言耸听”。然而，历史是公正的。1992年，即在卡逊逝世后的第28年，也是该书问世的第30年，《寂静的春天》被推选为近50年来最具有影响力的书。这本科普图书之所以能产生如此大的影响，原因就在于它留给人类振聋发聩的启示，引发了一场关于发展观问题的世界性大讨论。



图3-36　蕾切尔·卡逊

练　习

1. 结合课文介绍的几种病虫害防治技术，调查当地的这几种防治技术的实施情况。

2. 某农户种了十几亩油菜，由于管理不当被蚜虫严重危害。请你为该农户设计几种可行的防治方案。

3. 调查当地有益生物的种类，并举出几种适应当地的生物防治措施。

4. 小试验。

试验目的：比较黄色粘虫板和白色粘虫板捕杀蚜虫的效果。

试验准备：白色纸板、黄色纸板（同样的大小）、粘胶、刷子、小木棍、放大镜。

试验过程：

（1）用刷子将粘胶分别涂在白色和黄色的纸板上。

（2）把涂好胶的粘板放置在蔬菜地里，用小木棍支撑纸板使其不至于倒在地上。

（3）过两三小时之后，用放大镜观察并记录黄色粘虫板和白色粘虫板上的蚜虫数。

试验总结：

（1）哪种纸板的诱蚜效果好？

（2）同样颜色的纸板怎样放置捕虫效果好？

（3）同样颜色的纸板放在什么地方捕虫效果好？

（4）总结出蚜虫对哪种颜色趋性强。

微信公众号：电子课本大全

二 病虫害的综合治理

1. 综合治理（IPM）
2. 综合治理的类型
3. 综合治理体系的构建

学习目标

1. 了解综合治理的概念。
2. 能设计体现环保要求的病虫害综合治理方案。

俗话说“尺有所短，寸有所长”，上面介绍的几种防治措施都有各自的优点和缺点。在防治实践中，我们要“取长补短”，因地制宜，综合使用各种防治方法，才能达到经济、有效、安全的防治效果。

1 综合治理（IPM）

现代有害生物的防治策略主要是综合治理（IPM，Integrated Pest Management），即综合考虑生产者、社会和环境利益，在投入或效益分析的基础上，从农田生态系统出发，协调应用农业、生物、化学、物理等多种有效防治技术，将有害生物控制在经济受害允许水平以下。

思考

为什么综合治理不要求彻底消灭有害生物？

IPM的特点是不要求彻底消灭害虫，强调防治的经济效益、环境效益和社会效益，强调多种防治方法的相互配合；高度重视自然控制因素的作用。

病虫害综合治理的概念自20世纪60年代形成后，其内涵不断得到充实。

IPM要求贯彻经济观点、生态观点和环保观点三个观点，获得最佳的经济效益、环境效益和社会效益。

IPM的经济观点着重于贯彻“经济阈值”，有害生物对作物的损伤不一定造成严重的经济损害；只有在它的种群数量达到经济受害水平（EIL，Economic Injury Level）时，才造成损失。当采取措施投入成本时，必须考虑有害生物造成的经济损害与投入的防治成本相当。也就是说，只有当投入的成本与它能挽回的经济损失相当，即达到经济阈值时，才可以考虑采取防治措施。

IPM的生态观点，即任一特定的农田生态系统都有特定的生物群落，它以能量流、物资流和信息流联系在一起，互相依赖、互相制约。所以综合治理的“综合”要求从作物整

微信公众号：电子课本大全

个生长期作物群落的时空动态来考虑，设计防治措施时要“瞻前顾后”，不能搞“单打一”。

IPM 的环保观点即保护环境人人有责。植物保护中的环保问题主要是滥用人工合成化学农药，这些农药大都对人、畜及其他非靶标生物有毒副作用。

2 综合治理的类型

综合治理按防治的范围可分为单病虫性综合治理、单作物性综合治理、区域性综合治理三类。

单病虫性综合治理，即以 1 ~ 2 种主要病虫害为防治对象的综合治理。例如，采用生物防治与化学防治相结合，减少化学农药的使用量和环境污染，但这种方法易造成其他有害生物种群上升，影响防治效果。

单作物性综合治理，即以某种作物为保护对象的综合治理。这种方法能克服单病虫防治的缺点，但涉及的因素繁多，需建立完整协调的防治体系。

区域性综合治理，即以生态区内多种作物为保护对象的综合治理。通过综合考虑同一生态区内的各种作物，协调作物布局及不同作物的有害生物的防治，更好地实现综合防治的目的。

3 综合治理体系的构建

病虫害综合治理是对一种有害生物的管理，是一个逐步发展、改进的系统工程，我们称之为防治体系。防治体系由信息收集、防治决策、防治实施三个部分组成。而收集防治体系的信息、形成防治决策就是制定综合防治方案，其主要步骤为：

（1）调查作物的病虫害种类，确定主要防治对象以及需要保护利用的重要天敌类群。

（2）测定主要防治对象的流行程度或种群密度与危害损失的关系，确定科学的、简便易行的经济阈值（或防治指标）。

（3）定量研究防治对象发生的规律和主要天敌的生物学特性及两者间的相互作用，研究各种环境因子之间的关系，明确害虫种群数量变动的规律，提出控制危害的方法。

（4）在运用单项防治方法进行试验的基础上，提出综合治理的措施组合，要力求符合“安全、有效、经济、简便”的原则，先进行试验，示范验证后再予以推广。

（5）根据科学研究不断提供的新信息和新方法，以及推广过程中所获得的经验，进一步改进和完善治理体系。

案例分析

棉花病虫害综合治理方案

在研究棉花生育期模型、棉株耐害动态模型、病虫复合危害模型及害虫危害模型的基础上，确定防治上的预防性和应急性两类措施，把棉花生育状态控制在耐害水平以上。

预防措施包括种植兼抗枯、黄萎病棉花品种，控制枯、黄萎病；施用状节素、缩结胺、多效唑等生长调节剂促进现蕾、减少脱落；种子拌药，减轻苗期病虫害。夏收作物留高茬保护天敌，可使棉田天敌增加 1.14 倍，早期棉蚜为害减轻 20% ~ 59.4%。

微信公众号：电子课本大全

应急措施主要用来防治盲蝽、红铃虫和棉铃虫，兼治叶螨和棉蚜。按照棉花的生育期状态、耐害阈值和害虫为害模型进行防治，全年防治4～5次，较常规防治减少用药2～3次。

思考 以上综合治理方案中包含了哪几种防治技术？这些技术是怎样相互协调的？

练 习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 列出一些外来有害生物入侵造成危害的例子。
2. 调查当地病虫害防治方法，并将其归类。
3. 生物防治利用的是有益生物，而在化学防治中，药剂对有益生物也有一定的毒副作用，怎样协调这两者之间的矛盾？

微信公众号：电子课本大全

本章小结

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

有害生物的防治技术很多，各种技术都有各自的优点和缺点，在实际的防治中，我们要综合应用植物检疫、农业防治、生物防治、物理防治和化学防治的优点，合理应用，确保取得最好的经济效益，减轻对环境的污染，减少对人、畜和自然天敌的副作用。

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 调查当地主要的农作物害虫和病害，设计一个综合治理方案。
2. 请你根据以下所述，为农民设计一个综合治理方案。

三化螟在我国是影响水稻的重大害虫，自1985年后其危害程度日趋加重，农民为此头疼不已。水稻是三化螟唯一的寄主，一般粳稻比籼稻、杂交稻等常规稻有利于三化螟的生长发育。三化螟的天敌种类很多，有稻螟赤眼蜂、青蛙、蜻蜓等。另外，三化螟成虫有很强的趋光性。

微信公众号：电子课本大全

第三章 学习评价

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

评价内容		自我评价
学习过程	课内完成学习任务情况	
	课外完成学习任务情况	
	学习态度评价	
	学习水平评价	
学习结果	本章学习目标实现情况	
	学习本章内容的收获与不足	

微信公众号：电子课本大全

凤凰传媒
PHOENIX MEDIA





绿色印刷产品

审批号：苏费核（2017 年秋季）第 0040 号　　举报电话：12358

ISBN 978-7-5343-7564-4

定价：5.30 元

微信公众号：电子课本大全