

绪 论

植物是人类赖以生存的基础,这是因为它不仅为人类生存提供必需的物质来源,而且更重要的是在改善生态环境、维持生态平衡中发挥着重要的作用,当今这种作用表现得愈来愈突出。人类从事植物生产实践的主要目的是获得衣食住行的必需品和工农业原料,并通过国际贸易换取外汇。现在,人们还通过培育和种植特定植物来改善或修复已经破坏了的自然环境,如种植防沙固沙植物防止沙漠化的进程以及治理环境污染等。然而,无论是天然的或是人工栽培的植物,在其生长发育过程中,经常遭受各种生物因子和非生物因子的侵害,致使森林和草地被毁、农作物产量和质量下降、园林植物失去观赏价值,农作物的失收甚至会导致饥荒。因此,避免或控制这些不良因子的危害,对于人类的生存和发展以及维持生态平衡是十分重要的。植物保护学正是一门研究有害生物及其控制以获得最佳经济效益、生态效益和社会效益的科学。随着全球气候条件的异常变化,以及国际贸易的发展和对外开放的不断加强,植物保护工作在植物生产实践中的作用越来越受到广泛重视。

一、植物保护的定义和研究内容

(一) 植物保护的定义

人类开始从事植物生产以来,就面对着许多有害生物的危害问题,因为栽培植物为某些有害生物提供了丰富的营养和适宜的环境条件。此外,农产品在贮藏过程中也常遭受有害生物的危害,因而形成了人们的经济利益与有害生物危害之间的矛盾。20世纪60年代末之前的有害生物控制实践,除使用简单的依靠栽培措施控制病虫外,主要大量使用有毒的化学农药,片面追求经济效益,而忽视了生态环境的保护和社会效益问题,结果引发了一系列生态问题和社会问题。突出地表现在有害生物抗药性(resistance)、再猖獗(resurgence)和农药残留(residue)(即“3R”)问题,引起了世人的普遍关注。20世纪60年代末有害生物综合治理(integrated pest management, IPM)策略的提出,强调有害生物的控制要着眼于生态保护,综合利用多种措施而非主要依赖化学防治,重视包括自然控制作用在内的生物防治,全盘考虑经济、生态和社会效益,从而使有害生物控制措施的综合性更加完善。进入90年代以后,人们把可持续发展思想融入植物保护实践,

强调所实施的有害生物控制措施不仅对当年有效,而且对以后也有效,同时对人类的生存环境也不会造成损害,因而逐步形成了“可持续植物保护(sustainable plant protection, SPP)”或“有害生物可持续治理(sustainable pest management, SPM)”的思想。目前,人们把植物保护的定义概括为:植物保护是植物生产管理系统中的组成部分,它以生态学的理论为指导,综合运用多学科知识和各种技术措施,将有害生物持续地控制在经济允许损失水平之下或美学容许的范围之内,从而达到植物的可持续生产。因此,控制措施的多样性、有效性、无害化和可持续性在当今植物保护的显著特点。

植物生产中的有害生物是指危害栽培植物并造成经济损失或使之失去观赏价值的生物。这些有害生物包括植物病原微生物(细菌、真菌、病毒等)、植物线虫、植食性昆虫、植物螨类、软体动物、鼠、鸟、兽类和寄生性植物、杂草等。它们的危害特点主要表现在:① 有些有害生物能危害多种植物。如棉铃虫危害棉花、小麦、玉米和花生等;辣椒疫霉菌能感染番茄、茄子、瓜类和豆类等多种蔬菜。② 一种植物常同时遭受多种有害生物的危害。如小麦同时可遭受麦蚜、锈病、纹枯病和白粉病等的侵害;苹果可遭受多种蚜虫、叶螨、叶斑病、腐烂病和轮纹病等的危害;许多植物在果实或种子成熟时,还遭受鼠、鸟、兽类的危害,从而加剧了防治的复杂性。③ 有害生物的危害方式多种多样。许多病虫害以不同方式如造成机械损伤、传播病毒、分泌毒素等侵害植物的不同生长器官,影响其生长发育,最后导致减产或植株死亡;杂草则同栽培植物竞争营养和生存空间而削弱植物的生长。④ 在适宜条件的诱发下可异常暴发,酿成生物灾害,给人类造成严重经济损失。如在中国历史上,蝗灾肆虐上千年,人们被迫流离失所,哀鸿遍野;19世纪中叶,马铃薯晚疫病在欧洲大流行,导致爱尔兰饥馑举世闻名:25万多人饿死,数百万人背井离乡,仅被迫迁往北美的人数就达50多万;1942年,孟加拉国的水稻胡麻斑病大流行,水稻几近无收,造成200多万人死于饥荒;20世纪90年代初,棉铃虫在我国爆发成灾,直接经济损失达上百亿元。因此,加强有害生物灾害的预警预报工作是非常重要的。有害生物的多样性及其危害的严重性和复杂性,充分反映了植物保护工作的艰巨性和重要性。

(二) 植物保护的研究内容

植物保护工作是一项复杂的系统工程,所涉及的研究内容包括以下几个方面。

1. 有害生物的形态学和分类学 主要研究各类有害生物的形态结构和功能,以及正确鉴别有害生物的归属,是做好植物保护工作的基础。因此,具有坚实的有害生物形态学和分类学知识是非常重要的。

2. 有害生物的生物学 主要研究有害生物的生殖方式、遗传变异、年生活史、生活周期、侵染循环、发育特性和行为习性等,弄清有害生物发生规律,找出其薄弱环节,以便更好地控制其危害。同时,还研究病原菌或害虫与寄主植物之间、害虫与天敌之间的互作关系,为充分发挥天敌等自然控制因素的作用提供重要理论依据。

3. 有害生物的发生规律 有害生物的发生规律是指其种群数量或侵染危害在周围环境条件的影响下,随时间或季节而变化的动态。通过研究有害生物的发生规律,可以清楚地了解影响其发生的环境因子(生物因子和非生物因子),以便预测有害生物的发生期、发生量和危害程度,从而为及时有效的控制有害生物奠定基础。

4. 有害生物的诊断、监测和预测预报 及时有效地诊断栽培植物的受害是何种有害生物所为,要根据有害生物的形态特征、危害症状和生理生化指标测定(如许多病害的诊断)来进行,同

时,通过科学的抽样,利用多种方法(如通过建立数学模型)对有害生物的发生期、发生量和危害程度作出准确预测预报。目前,国内外已开始利用先进技术如信息技术中的“3S”技术(遥感 RS,地理信息系统 GIS,全球定位系统 GPS)、神经网络技术和酶联免疫技术(ELISA)等进行有害生物种群数量或危害程度的动态监测,并已取得较大进展。

5. 有害生物的控制策略和技术 有害生物类群很多,生物学特性和遗传变异复杂,遗传变异速率较快,其发生受环境条件的影响很大。因此,对于不同的有害生物应采用不同的控制策略,如有害生物综合治理(IPM)即是目前国内外普遍采用的策略。此外,对某些害虫的控制还可采用其他策略,如大面积种群治理(areawide population management, APM)、全部种群治理(total population management, TPM)等。随着可持续发展思想不断向植物保护领域的渗透,有害生物可持续治理(sustainable pest management, SPM)也应运而生。

在有害生物控制的实践中,常常在某一控制策略的指导下采取多种控制技术和措施,这些技术包括植物检疫、农业防治(栽培防治)、物理防治、遗传防治、生物防治和化学防治等。近年来,一些先进有效的植物保护技术,如植物免疫技术、病毒脱毒技术、转基因抗病虫育种等也已广泛应用于有害生物的综合治理。随着人们对自身健康水平、环境保护和食品安全意识的不断提高,有害生物控制措施的标准化和无害化必将成为今后植物保护的发展方向。

6. 有害生物控制技术的推广 有害生物控制技术的推广是植物保护工作的重要组成部分,能否将行之有效的控制技术应用到生产实践中,是关系到植物保护事业成败的关键。不同地区由于种植区划不同,耕作栽培模式各有差异,因而有害生物的种类以及发生轻重程度也不一样。因此,需要研究探讨出适合于不同地区特点的推广体系和形式,才能真正使有害生物综合治理技术变成生产者的行动。如东南亚和中美洲一些国家,在联合国粮农组织(FAO)的指导和支持下,积极创办农民田间学校,推广水稻有害生物治理技术,收到了很好的效果;1994—1995年,我国南方稻区10个省创办农民田间学校,带动农民实施水稻IPM计划,也取得了较大进展。

二、植物保护的重要性

栽培植物从播种、生根发芽、出苗成长、开花结实,到收获贮藏,都会遭到病、虫、草、鼠等多种有害生物的危害,造成生长发育不良、器官被破坏、产量减少、品质降低等严重损失。据联合国粮农组织估计,世界粮食生产因虫害常年损失14%,因病害损失10%,因草害损失11%;棉花因虫害损失16%,因病害损失16%,因草害损失5.8%。全世界每年因有害生物所造成的经济损失达1200亿美元。我国是农作物生物灾害发生频繁而严重的国家之一,据《中国农作物病虫害》(第二版,1995)记载,我国主要农业病、虫、草、鼠害对象有1648种,其中病害724种、虫(螨)害838种、杂草64种、害鼠22种。据统计,在不防治的情况下,平均每年由于有害生物的危害造成粮食作物减产15%左右,棉花减产20%以上;若遇到大发生年,损失大大超过常年。尽管进行全面防治可挽回大部分损失,但每年仍因损失粮食1500万吨左右、棉花30多万吨。有害生物已成为制约农业生产发展的重要生物因子。再如,我国园林植物病虫害有近700种,古树名木和花卉常因其危害造成叶片枯焦、树体干疮百孔和树势削弱,草坪成片死亡,因而严重影响了城市景观的美化。由此可见,若不能及时有效地控制有害生物的危害,植物生产就不可能持续稳定地发展。当前,随着我国种植业结构的调整以及全球气候的异常变化,某些有害生物的发生发展也随

之发生了新的变化,植物保护工作也必须适应这些新的变化,研究探索新的技术措施,确保植物生产高产、高效和优质目标的实现。

当前世界农业发展主要面临两大难题:一是食物安全,二是资源和生态环境安全。这在发展中国家表现得更为突出。因为目前对于有害生物的控制,主要依赖化学农药,化学防治仍然是植物保护中的一项重要措施,然而,大量使用或滥用化学农药已经引起了生态环境的破坏和对人类健康的威胁。

人类经过长期同农业有害生物斗争的实践,越来越清醒地认识到大量、无节制地使用化学农药所带来的弊端:一是有益生物(如天敌)被杀伤,引起害虫再猖獗,害虫发生频率增加;二是导致有害生物的抗药性越来越强,如目前已有 500 多种害虫与螨类对一种或数种化学农药产生了抗药性,20 多种植物病原菌,如小麦白粉菌、黄瓜霜霉病菌、灰霉病菌等对多种杀菌剂产生了抗药性;三是农药残留及在食物链中的积累,已成为引起中毒事故和人类许多疾病的重要因素;四是某些化学农药充当着“环境激素”的作用,诱发生物体生长发育和行为异常,如除草剂阿特拉津,可使青蛙雄性变为雌性或出现“阴阳蛙”现象……

我国是一个农业大国,也是农药使用大国,农药年使用量在 80 万~100 万吨左右,位居世界首位。农产品中的农药残留问题已成为影响人体健康的普遍性问题。中国加入世界贸易组织(WTO)以来,一些国家提高了农产品药残检验标准和实行严格检查等措施,致使中国大批农产品出口企业遭受严重损失。随着改革开放的不断深入,农产品出口不断扩大,出口的障碍也在不断增多,其中最主要的原因就是农产品的农药残留过高,达不到无公害农产品标准,“绿色壁垒”已成为制约中国农产品出口的主要障碍。“绿色壁垒”对贸易的影响越来越大。从 2000 年起,欧盟等国对农药残留颁布了更严格的标准,例如对茶叶检测的农药品种由原来的十几项扩大到 100 多项,而农药的最大残留限量标准却下降了 100 多倍;日本也提高了检测标准和范围,检测的农药品种过去仅抽查几种,现在要查 40 多种。因此,在农作物的生产过程中,应从源头上禁止、限制和控制化学农药的使用,实施“从农田到餐桌”全过程质量控制,以保护生态环境和保证生产出安全、健康、优质的食品。突破绿色壁垒对我国农产品出口的制约,已成为摆在我们面前的当务之急。大力发展绿色食品和有机食品,不仅符合可持续发展的原则,而且对于保护农业生态环境、推动环境保护工作、提高全民族环保意识、提高我国食品质量、保障人民群众身心健康以及增强我国食品对外出口创汇能力等,均有十分重要的战略意义。

三、植物保护的发展和成就

自远古时代出现农作物以来,人类就一直在同危害农作物的各种有害生物进行斗争。在 20 世纪 30 年代以前,有害生物的防治方法多种多样,但由于科学技术和社会生产力水平的限制,这些方法大多都较原始,主要采用农业防治,如调整播种期、实行轮作和间套作、深耕晒茬、清洁田园和选育抗病虫品种等。在我国,早在公元前 239 年的《吕氏春秋》一书中已提倡适时播种减轻虫灾。在生物防治方面,在公元 304 年我国晋代,广东等地橘农利用黄猄蚁防治柑橘害虫,是世界上最早记载和开展生物防治的先例;国外如德国许多地方在果树和森林中设置人工鸟巢,招引鸟类消灭害虫;最著名的生物防治事例是在 1888 年,美国加利福尼亚州从澳大利亚引进柑橘吹绵蚧的天敌澳洲瓢虫,解决了吹绵蚧的严重危害问题,开创了传统害虫生物防治的先河。在漫长

的农业发展史中,人类同有害生物的斗争从未停止过。最早的害虫防治,始于公元前 2000 年,当时的苏美尔人已使用硫化物防治害虫和害螨;19 世纪初,在欧洲就用石硫合剂防治果树白粉病,至今我们仍在使用;1882 年,法国人就注意到硫酸铜和石灰的混合液(即波尔多液)可以防治葡萄霜霉病。在药物防治方面,先农用植物性、动物性和矿物性原料(如鱼藤、除虫菊、烟草、苦楝树叶)的浸出液防治害虫;用石灰水浸种防治种传病害;用砷化物(砒霜)和马钱子制成的毒饵防治蝗蝻、地下害虫和害鼠等。在物理防治方面,如用灯火、谷草把诱杀害虫,用鼠夹、鼠笼等诱捕害鼠,温水浸种消灭种子上的病虫等。在利用机械防治法治虫方面,我国清代就发明了粘虫车防治粘虫。历史上,上述传统的防治方法在减轻农作物有害生物的危害方面曾起了重要作用,但 these 方法大都比较费工费时,特别是有时候不得不靠人工捉虫或扑打蝗蝻,效率很低,防治效果也不理想,每当有害生物大发生时,常常措手不及而酿成严重灾害和重大经济损失。

20 世纪三四十年代,随着科学技术的进步和社会生产力的发展,人类防治有害生物的策略和手段也得到了进一步改进和提高,特别是有机杀真菌剂(如福美双)和有机杀虫剂(六六六、DDT)等合成农药的问世,使得病虫害防治更为简便和有效。自此之后,又有一系列有机化学合成农药相继问世,用于农林有害生物的防治,并在植物保护中发挥了巨大作用。但是,大量地使用化学农药带来的副作用也日渐突出,最终导致了像六六六、DDT、杀虫脒等高残留农药的禁用或限制使用。

为了消除化学农药带来的副作用,1967 年,联合国粮农组织和国际生物防治组织(IOBC)在罗马联合召开的专家组会议上,首次提出了“有害生物综合防治(integrated pest control, IPC)”的思想;进入 20 世纪 70 年代以后,该思想又进一步发展完善为“有害生物综合治理(IPM)”策略。IPM 策略是有害生物防治历史上的一次重大变革。该策略的核心是从整个生态系统出发,通过利用多种战术的协调配合,控制有害生物的危害,而非单纯依靠化学农药;当有害生物的种群数量或危害达不到经济阈值时,就不应采取防治措施。在该策略的思想指导下,在 1975 年我国农业部召开的全国植物保护工作会议上,确定“预防为主,综合防治”为我国植物保护的工作方针;在 1987 年全国第二次农作物病虫害综合防治学术讨论会上,对有害生物综合防治作出了更科学、准确的阐述,即“综合防治是对有害生物进行科学管理的体系。它从农业生态系总体出发,根据有害生物与环境之间的相互关系,充分发挥自然控制因素的作用,因地制宜地协调运用必要的措施,将有害生物控制在经济允许损害水平以下,以获得最佳的经济、社会和生态效益”。自 IPM 策略提出后,世界各国致力于大田作物、蔬菜、果树、园林植物和牧草有害生物的综合防治,控制了重要有害生物的危害,降低了化学农药的使用量,取得了明显的经济、社会和生态效益。

20 世纪 80 年代后期,随着科学技术的突飞猛进,现代生物技术也应用于植物保护领域,并将一些抗病虫基因转入了农作物中,培育出了多种农作物的转基因抗病虫品种。1986 年,美国把烟草花叶病毒的外壳蛋白基因导入番茄体内,培育出了抗烟草花叶病毒的植株,之后又成功地获得了抗黄瓜花叶病毒的转基因植株。我国利用转基因技术,也培育出了抗病毒烟草和番茄。1992 年,抗烟草花叶病毒和黄瓜花叶病毒的双价转基因烟草仅在河南省的种植面积就达 8 000 公顷,至 1994 年,全国转基因烟草种植面积已达 100 万公顷。在抗虫基因工程研究方面,科技工作者把苏云金杆菌(Bt)的杀虫晶体毒蛋白基因导入棉花、玉米、水稻植株体内,成功地培育出了转 Bt 基因棉花、玉米、水稻等品种,并在世界许多地区广泛种植。由于转 Bt 基因抗虫植物能产生杀虫蛋白,因而对棉铃虫、玉米螟、稻螟虫等多种鳞翅目害虫均表现出了较好的抗性。我国还

将 Bt 毒蛋白基因和豇豆胰蛋白酶抑制剂基因一同转入棉株体内,培育出了“双价抗虫棉”,并在棉区大面积种植,对棉铃虫表现出了比单价抗虫棉更好的控制效果。近年来,国内外在利用基因工程技术构建更有效的工程微生物防治有害生物方面,如利用构建的荧光假单胞杆菌新菌株“荧光 93”防治小麦全蚀病,利用构建的 Bt 工程菌株防治多种鳞翅目害虫等,也取得了重大进展。转基因抗病虫植物的研究与应用,降低了化学农药的用量和使用次数,减少了农药对农田生态系统的破坏,同时也节约了防治成本,因而显示出了广阔的前景。

进入 20 世纪 90 年代以来,在可持续发展战略思想指导下,农业的持续发展问题日益受到人们的普遍关注。1995 年,在荷兰海牙召开的第十三届国际植物保护大会上,提出了“可持续植物保护造福于全人类”的主题,强调植物保护“要从保护农作物到保护农业生产体系”。可持续农业在技术体系上对植物保护提出了更高的要求,即植保技术不仅要保证当前的作物高产稳产,取得良好的经济、生态和社会效益,而且前一时期所采用的技术体系还必须为其后年份的植保管理打下良好基础,使植物保护真正能够兼顾当前和长远、防患于未然,从而保证植物生产的持续稳定发展。因此,未来的有害生物防治技术与实践必须按照可持续农业的要求,组建出与可持续发展相适应的有害生物管理体系和对策,设计出既能有效地控制有害生物,又能保证食物安全和保护生态环境的技术和方法,使植物保护真正造福于人类。

四、植物保护与其他学科的关系

植物保护在以保护植物生产为目的的同时,与环境保护、可持续发展、食品安全和农产品的国际贸易等有着密切的关系,这无疑给植物保护赋予了新的内容,并提出了更高的要求。今后的植物保护也必须向着国际化、标准化、无害化和现代化的方向发展。

植物保护作为一门由多学科知识形成的科学,从其研究内容看,它不仅涵盖了植物病理学、昆虫学、杂草学、鼠害学和农药学及其应用技术,而且与植物学、遗传学、生物化学、分子生物学、生态学、环境科学、植物育种学、栽培学、土壤肥料学、气象学、生物统计学、农业经济学和生态工程等学科领域也有着极其密切的关系,更重要的是,植物保护还为许多高新技术特别是现代生物技术和计算机信息技术等提供了一个应用的平台,从而也使得植物保护更加现代化。

第一篇 植物病理学基础

人类的食物、衣着主要取自植物,植物的健康生长与正常发育是人类赖以生存的基础。然而,植物病害的发生和流行常会酿成巨大的灾难。如 1845 年爱尔兰马铃薯晚疫病大流行造成几十万人饿死,迫使 150 万人逃荒移居美国;1943 年孟加拉湾因水稻胡麻斑病大流行造成严重饥饿,导致 200 多万人被饿死;1970 年美国玉米小斑病流行,经济损失达 10 亿美元;1950 年我国小麦条锈病大流行,导致减产 60 亿公斤。当今仍有一些病害对粮食和经济作物的生产造成严重威胁。例如,稻瘟病、水稻白叶枯病、小麦条锈病、赤霉病、白粉病、棉花枯萎病和黄萎病等,严重发生时均会造成巨大损失。许多病害除在田间危害外,还在采收后的储藏、加工、运输过程中继续发展,因而造成更大的危害。

植物病理学是研究植物病害的发生原因、发生发展规律、植物与病原生物间的相互作用机制以及病害控制的科学。植物病理学与其他一些学科如植物学、微生物学、植物生理学、生物化学、农业生态学、气象学、分子生物学、真菌学、细菌学、病毒学以及昆虫学等都有着密切的联系。



植物病害的概念和症状

第一节 植物病害的概念

植物在适于其生活的生态环境下,一般都能正常生长发育和繁衍。但是,当植物遇到病原生物侵染或不良环境条件时,其正常的生理机能就会受到影响,从而导致一系列生理、组织和形态病变,引起植株局部或整体生长发育出现异常,甚至死亡的现象,称为植物病害(plant disease)。

植物病害的形成有一系列病理变化过程,因而有别于虫伤、雹伤、风灾、电击以及各种机械损伤等所造成的各种伤害,也不同于植物本身由于遗传原因而出现的病变(如白化苗、先天不孕等)。

引起植物病害发生的原因很多,既有不适宜的环境因素,又有生物因素,还有环境与生物相互配合的因素等。引起植物偏离正常生长发育状态而表现病变的因素统称为“病因”。植物病害的形成是寄主植物与病原在外界环境条件影响下相互作用的结果,因而植物、病原物和环境条件三者是构成植物病害及影响其发生发展的基本因素。

从微观方面看,寄主和病原物在外界环境条件影响下的相互作用,似乎仅限于生物学范围内;但从宏观方面分析,寄主和病原物以外的环境因素是多方面的,还包括自然因素和社会因素等。随着社会的发展,人类的生产活动不仅仅局限于农田内,人在农田以外的各种活动与植物病害的发生和流行也有着密切的关系。人们的生产和商业活动,如培育抗病品种,改革耕作栽培制度,远距离调运带病的种苗等,都会导致或抑制病害的发生发展。因此,植物病害的发生和流行除了涉及植物、病原和环境三个因素外,还应加上“人类的干扰”因素。

绝大多数植物病害在多数情况下最终都会导致植物产量的减少和品质的降低,给人类带来一定的经济损失。然而,有些植物病害有时对人类生活也有可利用的方面。如茭草幼茎组织受黑粉病菌侵染后,嫩茎膨大而鲜嫩,称为茭白,可作为蔬菜食用;再如观赏植物郁金香感染病毒后,形成杂色花瓣,花冠色彩斑斓,极具观赏价值等等。因此,人们通常将这类“病态”不作为病害

来看待。

第二节 植物病害的症状

植物病害经过一系列病变过程,最终导致植物上显示出肉眼可见的某种异常状态,称为症状(*symptom*)。外部症状通常可区分为病状和病征两类。病状是指在植物病部可看到的异常状态,如变色、坏死、腐烂、萎蔫和畸形等;病征是指病原物在植物病部表面形成的繁殖体或营养体,如霉状物、粉状物、锈状物和菌脓等。许多真菌和细菌病害既有病状,又有明显的病征,有些病害如病毒和类菌原体病害,则只能看到病状,而无病征。各种病害大多表现有独特的症状,因此,人们认识病害首先从病害症状描述开始,症状又是田间诊断的重要依据。但是,不同的病害可表现出相似的症状,而同一病害由于发生在不同寄主部位、不同生育期、不同发病阶段和不同环境条件下,也可表现出不同的症状。

一、病状及类型

植物病害病状有很多种表现,变化很多,常见的有变色、坏死、腐烂、萎蔫和畸形等多种类型(图 1-1)。

(一) 变色

变色是指植物患病后局部或全株失去正常的绿色或发生颜色变化的现象。变色大多出现在病害症状的初期,通常又有几种表现类型。植物绿色部分均匀变色,即叶绿素的合成受抑制,称为褪绿或黄化。植物叶片发生不均匀褪色,黄绿相间,形成不规则的杂色,称为花叶。叶绿素合成受抑制,花青素生成过盛,叶色变红或紫红,称为红叶。

(二) 坏死

坏死是指植物的细胞和组织受到破坏而死亡,形成各种各样的病斑。病斑可以发生在植物的根、茎、叶、果等各个部位,其形状、大小和颜色不同。根据病斑的颜色可分为褐斑、黑斑、灰斑、白斑等,根据病斑的形状可分为圆形、椭圆形、不规则形等。此外,有的病斑受叶脉限制形成角斑;有的病斑上具有轮纹,称为轮斑或环斑;有的病斑呈长条状坏死,称为条纹或条斑;有的病斑可以脱落,形成穿孔;有的病斑还会不断扩大或多个联合,形成叶枯、枝枯、茎枯、穗枯等,有的病组织木栓化,病部表面隆起、粗糙,形成疮痂;有的茎干皮层坏死,病部开裂凹陷,边缘木栓化,形成溃疡。

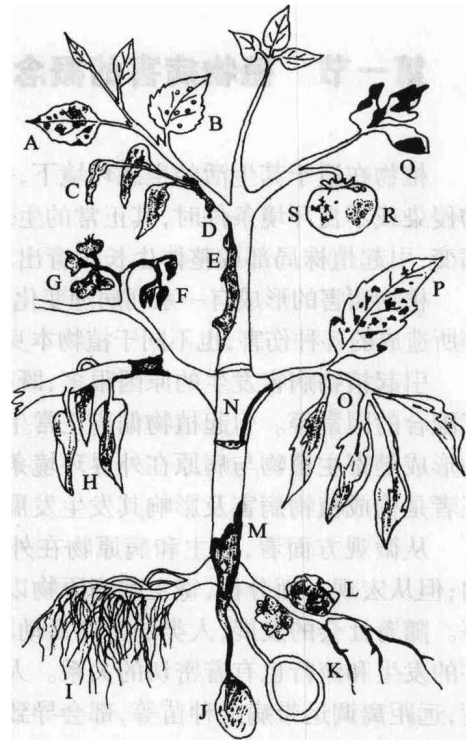


图 1-1 植物病害症状类型示意图

- A. 花叶 B. 穿孔 C. 梢枯 D. 流胶 E. 溃疡
F. 芽枯 G. 花腐 H. 枝枯 I. 发根
J. 软腐 K. 根腐 L. 肿瘤 M. 黑脚(胫)
N. 维管束变褐 O. 萎蔫 P. 角斑
Q. 叶枯 R. 环斑 S. 疮痂

(三) 腐烂

腐烂是指植物细胞和组织发生较大面积的消解和破坏的现象。腐烂可以分为干腐、湿腐和软腐。若细胞消解较慢,腐烂组织中的水分能及时蒸发而消失,病部表皮干缩或干瘪,就会形成干腐,如马铃薯干腐病;若细胞消解较快,腐烂组织不能及时失水,则形成湿腐,如甘薯软腐病;若先是胞壁中胶层受到破坏,腐烂组织的细胞离析,以后再发生细胞的消解,即形成软腐,如大白菜软腐病。根据腐烂发生的部位,又可分为根腐、基腐、茎腐、花腐和果腐等。其中因幼苗的根腐或茎腐,引起地上部分迅速倒伏或死亡者,又称为立枯或猝倒,如棉苗立枯病、蔬菜苗期猝倒病等。

(四) 萎蔫

萎蔫又可分为生理性萎蔫和病理性萎蔫两种类型。生理性萎蔫是由于土壤中含水量过少或高温时过强的蒸腾作用而使植物暂时缺水而引起的,此时若及时供水,植物仍可恢复正常;典型的病理性萎蔫是指植物根或茎的维管束组织受到破坏而引起的凋萎现象,如棉花黄萎病、瓜类枯萎病、茄科植物青枯病等,这种凋萎大多不能恢复,甚至导致植株死亡。有些根腐、基腐或其他根茎病害所引起的萎蔫均属于病理性萎蔫。

(五) 畸形

畸形是指由于病组织或细胞生长受阻或过度增生而造成的形态异常的现象。如植物发生抑制性病变,生长发育不良而出现植株矮缩、片叶皱缩、卷叶或蕨叶等;有的病组织或细胞发生增生性病变,生长发育过度,造成病部膨大,形成瘤肿等;有的株枝或根过度分枝,产生丛枝或发根等;有的病株比健株明显高而细弱,形成徒长;有的花器变成叶片状结构,不能正常开放和结实等。

二、病征及类型

病征是指寄主在发病部位出现的病原物的子实体。由于病原物不同,植物病害病征常表现出不同的形状、颜色和特征。其中常见的有霉状物、粉状物、锈状物、粒状物和脓状物等。

霉状物是在发病部位形成的各种毛绒状的霉层,其颜色、质地和结构变化较大,常见的有霜霉、绵霉、青霉、绿霉、黑霉、灰霉和赤霉等。如真菌中的霜霉菌引起的霜霉病,病部可见大量霜霉状物。

粉状物是在寄主病部形成的白色或黑色粉层,如多种植物的白粉病和黑粉病等。

锈状物是在病部表面形成的小疱状突起,破裂后散出白色或铁锈色的粉状物,常见的如萝卜白锈病和小麦锈病等。

粒状物是在寄主病部产生大小、形状及着生情况差异很大的颗粒状物。有的是针尖大小的黑色或褐色小粒点,不易与寄主组织分离,如真菌的子囊果或分生孢子果;有的是较大的颗粒,如真菌的菌核、线虫的胞囊等。

脓状物是在潮湿条件下在寄主病部所产生的黄褐色、胶粘状、似露珠的菌脓,干燥后常形成黄褐色的薄膜或胶粒,是许多细菌病害的病征。

第三节 侵染性病害和非侵染性病害

引起植物病害的病因可分为两大类,即生物因素和非生物因素。因此,按其性质不同可把病

害分为侵染性病害和非侵染性病害。

一、非侵染性病害

由非生物因素(如不适宜的环境条件等)引起的病害称为非侵染性病害(noninfection disease)或生理性病害。按其病因不同,又可分为以下三类:一类是由于植物自身遗传因子或先天性缺陷引起的遗传性病害或生理病害;第二类是由于物理因素恶化所致的病害,如低温或高温造成的冻害或灼伤,土壤水分不足或过量引起的旱害或渍害,光照过弱或过强引起的黄化或叶烧,大气物理现象造成的风、雨、雷电、雹害等;第三类是由于化学因素恶化所致的病害,如肥料或农药使用不当引起的肥害或药害,氮、磷、钾等营养元素缺乏引起的缺素症,大气与土壤中有毒物质的污染与毒害,农事操作或耕作栽培措施不当所致的病害等。非侵染性病害由于没有病原生物参与,因而不能在植株个体间互相传染。

二、侵染性病害

由病原生物侵染引起的植物病害称为侵染性病害(infection disease)或传染性病害。引起植物侵染性病害的病原物有真菌、细菌、病毒、病原线虫和寄生性植物等,因此,按其病原生物的类型又可分为真菌病害、细菌病害、病毒病害、线虫病害和寄生植物病害等。侵染性病害在植株间能够相互传染。

非侵染性病害和侵染性病害通常是相互联系、相互影响的,非侵染性病害常常诱发侵染性病害的发生。例如,冬小麦返青时遭受春冻后,引起麦苗陆续死亡,是非侵染性的冻害,由此又可诱发由根腐病菌引起的侵染性烂根;再如,由真菌引起的叶斑病,可造成果树早期落叶,削弱树势,降低寄主在越冬期间对低温的抵抗力,因而又使发病果树易发生冻害。



复习思考题

1. 什么叫植物病害?
2. 什么叫病状和病征? 各举几个病例说明。
3. 侵染性病害和非侵染性病害两者有何不同?



植物病害的病原

植物病害的病原物有多种,与农作物病害有关和比较重要的病原物有真菌、细菌、病毒、线虫和寄生性种子植物等。

第一节 病原物的寄生性和致病性

一、寄生性

引致植物病害的病原物都是异养型生物(即寄生生物),自身不能制造营养物质,必须寄生在其他活的生物(即寄主)上,才能获得其赖以生存的营养物质。

寄生性(parasitism)是指寄生物从寄主体内取得营养物质而生存的能力。植物病害的病原物都是病原物,但是寄生的程度不同。有的只能从活的寄主细胞和组织中获得营养物质,其营养方式为活体营养型,营这种生活方式的生物称为活体寄生物或专性寄生物,如真菌中的锈菌、白粉菌、霜霉菌及病毒、线虫、寄生性种子植物等;有的则先杀死寄主植物的细胞和组织,然后从死亡细胞和组织中吸收养分,其营养方式为死体营养型,营这种生活方式的生物称为死体营养生物或非专性寄生物,绝大多数病原真菌和细菌都属于此类,如立枯丝核菌、齐整小核菌和胡萝卜欧文氏菌等;只能从死的有机体上获得营养的生物称为腐生物。

二、致病性

致病性(pathogenicity)是病原物所具有的破坏寄主并引起病害的特性。病原物对寄主植物的致病和破坏作用,一方面表现在对寄主体内养分和水分的大量消耗,另一方面还由于它们能分泌各种

酶类、毒素、生长调节物质等,直接或间接地破坏寄主细胞和组织,使寄主植物发生病变。病原物的致病性和致病作用,通常是病原物较为固定的性状,但其致病力的强弱常表现有一定差异。

寄生性和致病性是病原物的两个重要属性。前者强调的是病原物从寄主体内获取养分的能力,后者是指病原物破坏寄主的能力,两者既有联系又有区别。总的来说,绝大多数病原物都是寄生物,但不是所有的寄生物都是病原物。如豆科植物的根瘤细菌和许多植物的菌根真菌都是寄生物,但不是病原物;许多荧光假单胞杆菌和草生欧氏菌可以在植物表面附生或在植物体内寄生,但对植物生理活动影响较小,一般不表现症状和明显的病变,这类寄生物虽具有寄生性,但没有或只有极微弱的致病性。此外,寄生性的强弱与致病性的强弱没有一定的相关性。例如,植物病毒都是活体营养生物,寄生性较强,但有些并不引起明显的病变或严重病害;而一些引起腐烂病的病原物虽然都是死体营养生物,有的寄生性较弱,但它们对寄主的破坏作用却很大,如大白菜软腐细菌。

第二节 植物病原真菌及其所致病害

真菌(fungus)是生物中的是一个庞大类群,在自然界分布极广,种类很多,已描述的约10万个种,在淡水、海水、土壤以及地面的各种物体上都有真菌的存在。真菌是真核生物,无叶绿素,不能进行光合作用,是异养型生物,其营养体通常是丝状分枝的菌丝体,细胞壁的主要成分是几丁质或纤维素,典型的繁殖方式是产生各种类型的孢子。真菌大多数是腐生的,少数可寄生在植物、人和动物体上引起病害。在植物病害中约有80%以上是由真菌引起的。不同类群植物病原真菌的形态、生物学特性和生活史不同,因而所引起病害的发生规律和防治措施也不相同。

一、病原真菌的一般性状

(一) 真菌的营养体

真菌营养生长阶段所形成的结构称为营养体。真菌典型的营养体是细小的具分枝的丝状体,单根丝状体称为菌丝,交织成团的称为菌丝体。菌丝通常呈圆管状,细胞壁无色透明,细胞内除细胞核和原生质外,还有内质网、核糖体、线粒体、类脂体、液泡和油滴等细胞器和内含物。原生质无色透明,所以菌丝多数是无色的。有些真菌的原生质内含有多种色素,致使菌丝体呈现不同颜色。各种真菌的菌丝粗细差异很大,多数直径在5~6 μm之间,其细胞壁主要成分除卵菌为纤维素外,大多是几丁质。低等真菌的菌丝一般没有隔膜,内含许多细胞核,称为无隔菌丝;高等真菌的菌丝有隔膜,将菌丝分隔成多个细胞,称为有隔菌丝(图1-2)。菌丝一般由孢子萌发产生的芽管发展而成,它以顶端部分生长和延伸。但菌丝的每一部分都有潜在的生长能力,每一断裂的小段菌丝均可继续生长。菌丝在生长过程中还可产生繁茂的分枝,形成交织的菌丝体。

菌丝体是真菌获得营养的结构,寄生真菌以菌丝体侵入寄主的细胞间或细胞内。生长在寄主细胞内的真菌,其菌丝的细胞壁与寄主细胞的原生质直接接触,营养物质和水分通过渗透作用和离子交换作用进入菌丝体内。生长在寄主细胞间的真菌,特别是专性寄生真菌,从菌丝体上形成吸收养分的特殊结构——吸器,伸入寄主细胞内吸收养分和水分。吸器的形状因真菌的种类不同而异,有掌状、丝状、囊状、指状和球状等(图1-3)。

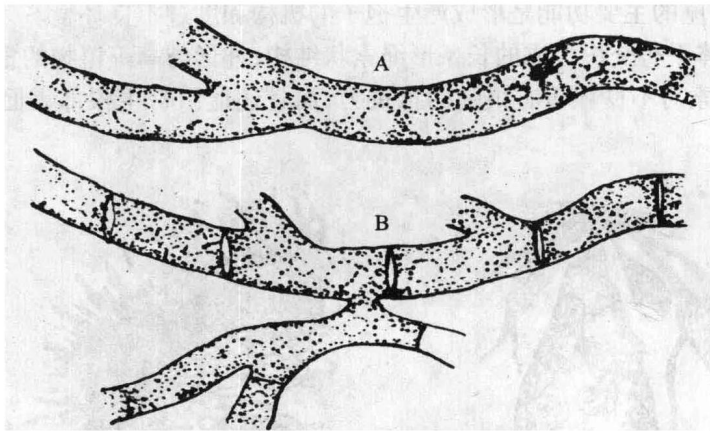


图 1-2 真菌营养体
A. 无隔菌丝 B. 有隔菌丝

真菌的菌丝体一般是分散的,但有时也可密集形成菌组织。菌组织有两种类型:一种是由菌丝体组成比较疏松的疏丝组织;另一种是由菌丝体组成比较紧密的拟薄壁组织。有些真菌的菌组织,还可形成菌核(sclerotium)、子座(stroma)和菌索(rhizomorpha)等特殊结构。

菌核是由菌丝紧密交织形成的一种休眠体,内层是疏丝组织,外层是拟薄壁组织。其形状、大小、菌丝交织的紧密程度在不同真菌中差异很大。初期为白色或浅色,成熟后呈褐色或黑色,表层细胞壁厚而色深,较坚硬。菌核具有贮藏养分和度过不良的环境的功能。当条件适宜时,菌核可萌发产生菌丝或繁殖器官。

子座是由菌组织形成的能容纳子实体的垫状结构(图 1-4),有时其中还混有部分寄主组

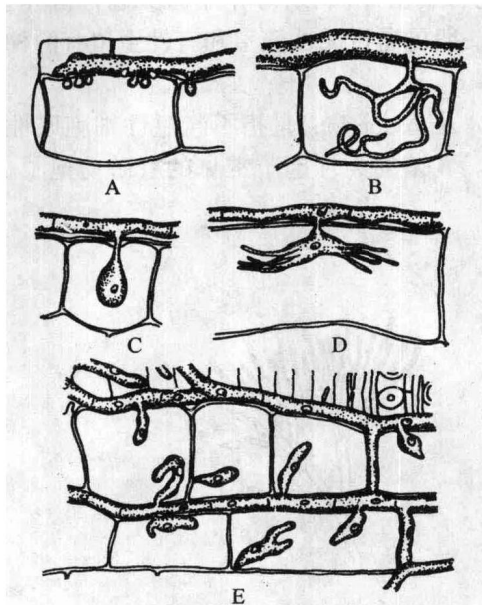


图 1-3 真菌吸器的类型
A. 白锈菌 B. 霜霉菌
C, D. 白粉菌 E. 锈菌

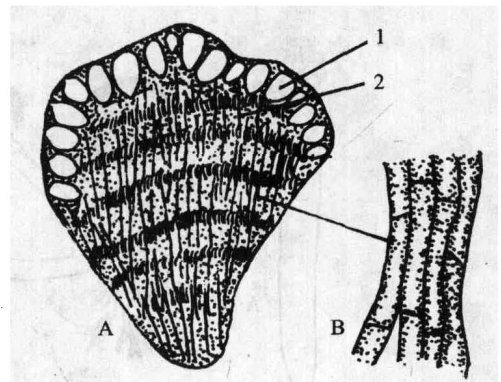


图 1-4 子座及其结构
A. 子座的切面:1. 生殖体;2. 子座组织 B. 内部的菌丝结构

织,称为假子座。子座的主要功能是形成产生孢子的机构和度过不良环境。

菌索是由菌丝体平行交织构成的长条形绳索状结构,外形与高等植物的根相似,又称为根状菌索(图 1-5)。菌索对不良环境有很强的抵抗力,而且还能沿寄主根部表面或地表延伸,起蔓延和侵入的作用。

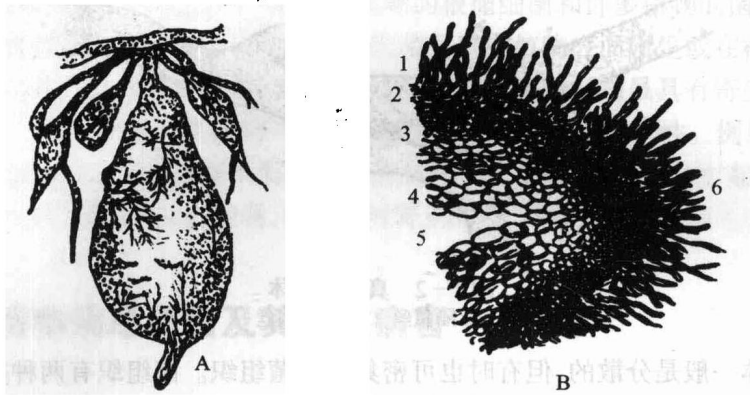


图 1-5 真菌的菌索及其结构
A. 甘薯块上缠绕的菌索 B. 菌索的结构:1. 疏松的菌丝;2. 胶质的疏松菌丝;3. 皮层;4. 心层;5. 中空层;6. 尖端的分生组织

有些真菌的菌丝体或孢子通过某些细胞膨大、原生质浓缩和细胞壁加厚而形成厚垣孢子(chlamydospore),以抵抗不良环境,待环境条件适宜时再萌发成菌丝。

(二) 真菌的繁殖体

真菌在生长发育过程中,经过营养生长阶段后,即进入生殖阶段,形成各种繁殖体即子实体(fruiting body)。大多数真菌只以一部分营养体分化为繁殖体,其余营养体仍然进行营养生长,少数低等真菌则以整个营养体转变为繁殖体。真菌一般可通过无性繁殖和有性生殖有两种繁殖形式,分别产生不同类型的无性孢子或有性孢子。

1. 无性繁殖及无性孢子类型 无性繁殖(asexual reproduction)是指不经过性细胞或性器官的结合过程而直接由菌丝分化形成孢子的繁殖方式。真菌的无性孢子常见的有游动孢子、孢囊孢子和分生孢子 3 种类型(图 1-6)。

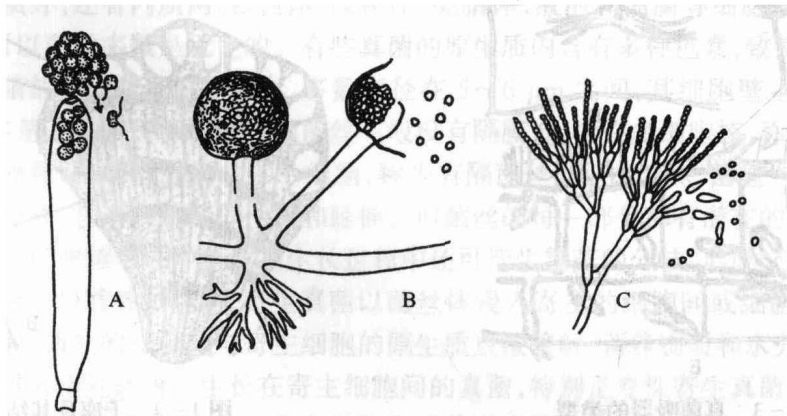


图 1-6 真菌无性繁殖产生的孢子
A. 动孢子囊和游动孢子 B. 孢子囊和孢囊孢子 C. 分生孢子梗和分生孢子

(1) 游动孢子(zoospore)。是产生于游动孢子囊内的孢子。游动孢子囊由菌丝或孢囊梗顶端膨大而成。游动孢子无细胞壁,具1~2根鞭毛,成熟后从孢子囊内释放出来,能在水中游动。

(2) 孢囊孢子(sporangiospore)。是产生于孢子囊内的孢子。孢子囊由菌丝分化成孢囊梗的顶端膨大而成,成熟后孢子囊壁破裂释放孢囊孢子。孢囊孢子有细胞壁,无鞭毛。

(3) 分生孢子(conidium)。产生于由菌丝分化而成的分生孢子梗上,成熟后从孢子梗上脱落。分生孢子的种类很多,其形状、大小、色泽、形成和着生方式等都有很大差异。不同真菌的分生孢子梗的分化程度也不一样,有散生的,也有丛生的。有些真菌的分生孢子梗着生在分生孢子果内,孢子果主要有两种类型:即近球形、具孔口的分生孢子器(pycnidium)和杯状或盘状的分生孢子盘(acervulus)。

2. 有性繁殖及有性孢子类型 有性繁殖(sexual reproduction)是指真菌通过性细胞或性器官的结合而产生孢子的繁殖方式,有性繁殖产生的孢子称为有性孢子。多数真菌是在菌丝体上分化出性器官进行交配,真菌的性细胞称为配子(gamete),性器官称为配子囊(gametangium)。真菌的有性繁殖可分为质配、核配和减数分裂3个阶段:质配,即经过两个性细胞的融合,两者的细胞质和细胞核(N)合并在同一细胞中,形成双核期(N+N);核配,即在融合的细胞内两个单倍体的细胞核结合成一个双倍体的核(2N);减数分裂,即双倍体的细胞核经过两次连续的分裂,形成4个单倍体的核(N),从而变成单倍体阶段。有性孢子对不良环境有较强的抵抗能力,往往1年只产生一次,数量也较少,是真菌度过不良环境的休眠体,也是各种植物病害每年初侵染的重要来源。常见的有性孢子有5种类型(图1-7)。

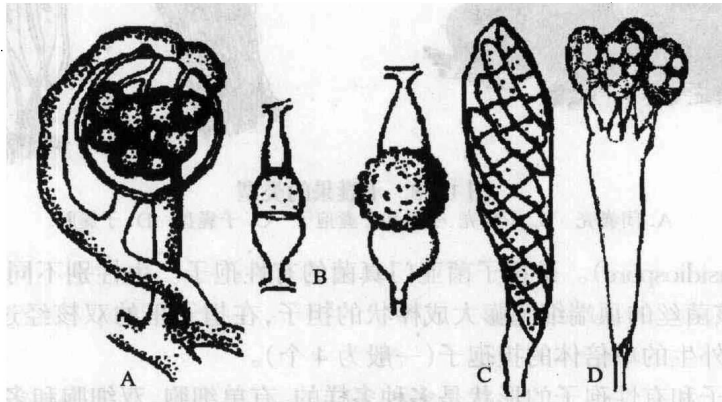


图1-7 真菌有性生殖产生的孢子
A. 卵孢子 B. 接合孢子 C. 子囊孢子 D. 担孢子

(1) 休眠孢子囊(resting sporangium)。是由两个游动配子配合形成的,壁厚,为双核体或二倍体,萌发时发生减数分裂释放出单倍体的游动孢子。如鞭毛菌亚门的根肿菌和壶菌的有性孢子。

(2) 卵孢子(oospore)。是由两个异型配子囊——雄器和藏卵器结合形成的。两者接触后,雄器的细胞质和细胞核经授精管进入藏卵器,与卵球核配后发育成厚壁的、二倍体的卵孢子。如鞭毛菌亚门卵菌的有性孢子。

(3) 接合孢子(zygospore)。是由两个同型但性别不同的配子囊结合,经过质配和核配后形成的二倍体的厚壁孢子。接合孢子是接合菌亚门真菌的有性孢子。

(4) 子囊孢子(ascospore)。一般是由两个异型配子囊——雄器和产囊体相结合,经质配、核配和减数分裂后形成的单倍体孢子,是子囊菌亚门真菌的有性孢子。子囊孢子多数着生无色