

论植物医学

丁伟

西南大学 植物保护学院, 重庆 400715

摘 要: 植物医学(Phytomedicine)是研究植物的异常生命活动及发病原因,明确其发病机理及防控对策,通过增进健康、防治疾病以提高其产量及品质的人类活动,是新兴的医学体系.本文系统阐述了植物医学的基本概念,比较了植物医学和植物保护的差异,阐述了植物医学的健康观、病因观和保护观,明晰了植物医学的学科结构与特点、专业设置及科目组成,指出了植物医学作为三大医学体系的重要组成部分的理由.进一步分析了植物医学存在的合理性和必然性,讨论了植物医学在理论创新、技术创新和产品创新等方面的发展趋势,旨在强调发展植物医学事业对于推动植物健康、保障可持续发展,更好地服务人类社会进步的重要意义和价值.

关 键 词: 植物医学; 植物保护; 植物健康;
学科结构; 发展趋势

中图分类号:S433.1

文献标志码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号:2097-1354(2022)01-0005-13

Discuss on Phytomedicine

DING Wei

College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Phytomedicine is a human activity that studies the abnormal life activities and causes of plant disease, defines its pathogenesis and prevention and control countermeasures, and improves its yield and quality by improving health and preventing diseases. It is a new medical system. This paper systematically expounds the basic concepts of phytomedicine, compares the differences between phytomedicine and plant protection, expounds the health view, etiology view and protection view of phytomedicine, clarifies the discipline structure and characteristics, specialty setting and subject composition of phytomedicine, and puts forward the reason why phytomedicine is an important part of the three modern medicine systems. This paper analyzes the rationality and inevitability of the existence of phytomedicine, discusses the development trend of phytomedicine in theoretical innovation, technological innovation and product innovation, and emphasizes the important significance and value of developing phytomedicine for pro-

moting plant health, ensuring sustainable development and better serving the progress of human society.

Key words: phytomedicine; plant protection; plant health; discipline structure; development trend

在生命科学的学科体系中,医学是基础的、重要的、无可替代的。“医”的价值在于明确生命异常活动及出现病态的原因,提出防治措施,能够实施救治,并呵护其健康;“学”的价值在于进行教导,相互讨论、模仿提高、讲述传播、知识积累等。医学(Medicine)是处理生命的各种疾病或病变的一门自然科学,是促进患者恢复健康的一种专业,其目的是要无限地接近生命过程的真理^[1-2]。人类医学、动物医学、植物医学三大医学体系是生命科学的基本组成部分。人类医学(Human medicine)是仅针对人类的医学,保健、预防和治疗疾病、康复和延年益寿是人类医学的目标,人类医学的特征是科技和人文的高度结合体^[3];动物医学(Animal Medicine)针对不同类群的动物(畜禽、家庭宠物、野生动物等),关注其群体健康,治疗其个体疾病,通过健康维护、疾病预防和治疗,确保为人类生产出健康优质动物及其产品是动物医学的目标^[4];植物医学(Phytomedicine)是研究植物的异常生命活动及发病原因,明确其发病机理及防控对策,通过增进健康、防治疾病以提高其产量及品质的人类活动。植物医学针对的对象是不同类群的植物(包括农作物、林木、园林花卉、草业等),关注植物群体,维护植物群体健康、预防和控制病害,其目标是保障人类能够获取丰富安全的植物及其产品^[5]。人类医学和动物医学已经被大家所熟知,植物医学才刚刚走进人们的视野,但不管怎样,植物医学是客观存在的,不管其有没有专业,有没有机构,都不能否认植物医学的基本属性和存在的必然,也不能否认一个植物保护工作者的责任就是要做一个合格的植物医生。

1 植物的健康观

1.1 植物健康的概念

植物健康(Plant health)是植物医学的基本概念,也是植物医生和植物保护工作者必须熟知的一个基本术语,但限于各种原因,目前还没有恰当的定义。1952年, Schimitschek^[6]最早提出了植物健康的概念。Döring等^[7]在2012年比较系统地描述了植物健康的概念,但角度不同,目前仍难以被人接受。刘永强等^[8]2017年针对植物健康的内涵和外延提出了植物健康的概念,即“特定遗传基质的植物(种或品种或生物型等)生长在适宜的环境中(土壤、水分和气候),没有受到其他生物和非生物(环境)因子侵扰和伤害,各种生理功能平和或平衡的自然状态,植物的这种状态就是植物健康”。显然,这个概念是一种理想状态下的健康,因为适宜的环境永远是相对的,生长中的植物也一定会受到各种生物因子或者非生物因子的侵扰和伤害,这和人类医学的健康概念是不统一的。笔者认为:“植物健康乃是一种能充分发挥植物的基因潜力,全面展示植物特性,以及良好的适应力的状态”。

植物健康是植物赖以生存的基本属性。通常情况下,植物健康表现在以下几个方面,一是生育期恰当,适时生长、适时成熟、适时衰老,不能早熟,也不能早衰;二是良好的发育,根、茎、叶、花、果结构合理,不能太协调,不能太瘦弱,更不能头重脚轻;三是有良好的抵抗力,抗逆境、抗病虫、抗伤害,受到伤害后还有强大的自我康复能力;四是感官质量和内在品质协调发展,不仅长势好,而且生产出的产品品质也好、安全性高。人们对植物及其产品寄予了很高的期望,但却很少有人真正理解植物的健康,我们采取的维护植物健康的措施必须在理解植

物健康基本含义的基础上进行,而不是片面的,或者说自以为是的,这需要有强大而系统的植物医学理论做支撑.

1.2 植物的健康是人类健康的基础

人类需要全面理解植物健康的重要意义.植物作为整个地球生态圈的主要生产者,为人类和其他生物提供了生存和发展的基本和必需的资源.生生不息的植物与人类时刻相伴,其寿命有 20 多亿年之久,种类有几十万种之多,可供人类食用的有 7 000 多种,还有数不清的各类品种,这些植物包含有人类所需要的绝大多数营养成分,提供了人类呼吸的 98% 的氧气^[9].植物和其他生物和谐相处,协同进化,经过数亿年的演替发展,为形成今天这样繁盛的生态圈和生机勃勃的地球发挥着最为重要的基础作用.不仅人类生存的基本物质来自植物(粮食、水果、蔬菜、棉花等),更重要的是人类的健康也与植物息息相关.一方面植物通过次生代谢,源源不断地为人类提供维护身体健康的资源(如茶叶、中草药以及维生素产品等);另一方面,植物产品受到农药污染或者品质下降将直接对人的健康造成伤害(如农药残留、重金属超标和微生物污染等)^[10].为此,联合国宣布将 2020 年定为“国际植物健康年”,旨在提高全球对植物健康的保护意识,通过保护植物健康来帮助消除饥饿、减少贫困、保护环境和促进经济发展^[11].植物健康年还有一个重要的宗旨是不仅要生产出各种满足人们需要的植物产品,还要生产出能保障人们健康的植物产品.提高植物产品的营养品质,通过调整膳食结构预防慢性疾病发生,或者运用营养干预的方法为患病人群提供特定来源的食物,已经成为发展趋势^[12].未来农业生产需要充分重视植物产品的营养品质,把满足消费者的健康需求放在前所未有的重要位置^[13].

1.3 植物的健康源自自身的特殊生命特质

植物具有根、茎、叶、花、果实等高度分工的结构,这些器官分工协作,巧妙地把一个结构精巧、别致有序的生物体展示在自然界中.植物的细胞和组织可携带具有种性特征的遗传基因,可以很好地保留下遗传信息,并与各种生物协同进化,还能通过多种生殖方式繁殖后代^[14].陆地上的植物扎根在土壤中固定式生活,趋利避害的余地很小,在遇到不良环境(包括狂风暴雨、干旱和病虫害等)时只能“逆来顺受”,这必然导致植物演化出对不良环境的耐性与抗性相适应的多种有效的物理、化学和发育上的机制^[15].自种子萌发一个新的生命周期开启,植物体就时刻伴随着物理防御、化学防御、生物防御以及生态适应性防御等各种防御机制,这些机制协同作用抗御各种灾害,实现植物健康的自维护^[16].植物本身其实具有抵抗多种有害生物的特性,这种抗性的潜力是超越品种特性的,即使在一定意义上不抗病的品种也会具有巨大的应对外界胁迫的能力^[17].

1.4 植物的健康来自植物有强大的系统响应

当植物局部细胞或组织感受到外界环境变化或者受到刺激时,能产生全株性的适应性反应,称为系统响应(System Response).植物系统响应广泛存在,是植物应对各种伤害的防御性基础反应之一^[18].根据其诱导因素的不同,植物的系统响应可以分为应对病原菌侵染产生的系统获得抗性(Systemic Acquired Resistance, SAR),应对非生物胁迫产生的系统性获得适应(Systemic Acquired Acclimation, SAA)以及应对创伤和植食性动物啃咬的系统性创伤响应(Systemic Wound Response, SWR).这些系统响应使植物既能够及时、高效地应对环境变化或生物侵扰,又能够产生广谱抗性,并通过跨代遗传而得以保留.植物系统响应影响深远,对植物健康的生长发育和高效地适应环境至关重要^[19].

1.5 植物的健康也来自植物自己的信号传导系统

为适应多变的生存环境,植物的不同组织和器官之间可通过特有的信号实现相互沟通,如化学信号、电波信号、水力信号等,以进行信息交换和协调整株行为,这些信号被统称为植物系统信号(Plant Systemic Signaling)^[20].不同的胁迫诱导植物局部细胞产生不同的化学信号.例如,机械损伤或植食性动物啃食诱导创伤部位产生茉莉酸(Jasmonic Acid, JA);病原菌感染诱导植物受感染部位细胞内合成更多的水杨酸(Salicylic Acid, SA);昆虫啃食诱导被啃食部位积累更多的生长素(Auxin).这些化学信号在产生后可能直接向植物其他组织传输或与其他信号发生协同作用而进行系统传输,也可能以进一步激发电信号等广谱信号网络的方式来传递系统信号^[21]激发植物对各类胁迫的抗性.研究表明,在系统信号通路中有几类关键组分,包括:①具有特异性的分子,如植物激素、RNA、蛋白质或多肽以及小分子代谢物等,它们可能通过响应不同的胁迫调节系统响应,或担任信号分子,在植物维管组织内进行长距离运输;②通用信号网络,由钙离子、电信号和活性氧相互偶联形成的快速系统信号,这类信号具有很高的传输速度($>1\text{ mm/s}$),且能响应多种胁迫;③信号元件,离子通道(Ion Channel),谷氨酸受体类似物(Glutamate Receptor-like, GLR)和呼吸暴发氧化酶同系物(Respiratory Burst Oxidase Homologue, RBOH)等具有信号转化和调节作用^[21-22].

1.6 植物的健康也来自自身强大的免疫系统

植物具有复杂、精细调控的免疫系统,用于识别病原微生物、激活防卫反应,从而保护自己免受侵害,这已经成为共识.抗病小体(Resistosome)的发现开启了人们探索植物抗病性的新途径.2019年中国科学院网站以“科学家发现植物抗病小体”为题,报道了我国科学家柴继杰、周俭民和王宏伟等团队在植物免疫研究上的重大进展^[23].他们研究发现病原细菌和植物之间具有令人惊叹的攻防策略,病原细菌的一个致病蛋白 AvrAC 精准破坏植物免疫系统中的关键组分,帮助细菌侵染植物寄主,而植物则利用特殊的“诱饵”蛋白,感知 AvrAC 的活动并将信息传递给植物抗病蛋白 ZAR1,迅速激活免疫反应,清除细菌;3位科学家团队在此基础上,经过多年协作攻关,以 AvrAC 与 ZAR1 为体系研究植物抗病蛋白结构,成功组装了包含激活 ZAR1 的复合物,该小体物质通过新形成的漏斗状结构定位于质膜,激活超敏反应和抗病性^[24-25].结构研究发现,ZAR1 被 AvrAC 激活后,组装成含 3 个亚基共 15 个蛋白的环状五聚体蛋白机器,形成结构新颖的抗病小体.通过对静息态复合物的结构和功能解析,阐明了抗病蛋白由静息状态,经过中间状态,最终形成抗病小体的生化过程.研究还发现,植物抗病小体的组装方式、结构与功能,与动物免疫中的炎症小体(Inflammasomes)惊人地相似,展现了在不同生命形式中,都可以进化出形成免疫物质的能力^[24-25].这是植物医学基础研究的重大突破,是植物免疫的里程碑事件^[26],为植物的健康调控和新的植物药剂创制提供了重要的基础理论支撑.

1.7 植物的健康具有不同的状态

植物的生长过程中的植物一般会处于 3 种状况,一是健康态,二是亚健康态,三是病态.亚健康状态是国际医学提出的一个新概念,它标志着对疾病的策略从治疗转向预防的一个根本性转变,被誉为是 20 世纪 80 年代后半期的医学新思维^[27].植物的亚健康状态,又称为次健康、第三状态,是指处于植物健康与植物发生疾病之间的过渡状态;通常是指还未患病,但已有程度不同的各种患病的危险因素,表现出适应能力和反应能力下降,具有可能发生某种病害的状态^[28].植物出现以下状态可怀疑为“亚健康”:①出现叶片颜色浅,有斑点、焦边、黄化、枯萎等现象;②茎秆柔弱,出现缺刻或裂痕,容易倒伏;③根部呈棕色或黑色,甚至开始腐烂;④开花

植物到了时节不开花或开花少;⑤植株瘦小、生长势弱。

而在现有的植物保护体系中,我们一般会针对已经发病的植物进行治疗,而对植物的亚健康关注还很有限,甚至视而不见。但对于植物医学来说,亚健康是十分重要的概念,无论是植物的哪一种病害,一般到了病态就很难治愈,也很难在经济学价值上挽回损失。我们应特别关注植物的亚健康,因为这是向病态过渡的关键状态,无论是增加抗性也好,治未病也好,还是预防为主也好,不了解亚健康的状态,就无法进行科学的预防和健康维护。

2 植物的病因观

植物医学中所指的植物病害(Plant Disease)不仅是指植物的生理性病害、侵染性病害、气候性病害,也包括植物受到昆虫咬食后的伤害,以及植物自身遗传因子所导致的遗传性病害。植物生病(Plant Sick)是植物在生物因素或者非生物因素作用下,植物自身代谢功能失调所引起的植物生命系统的不协调,以及植物受到各种伤害(昆虫、人为、自然因素如冰雹等)而表现出的不正常状态。

植物病因(Pathogeny)是指导致植物发病的原因。植物医学的重要使命是要找到植物生病的原因,为精准诊断和精准治疗提供基础支持,由此形成的学科叫植物病因学(Plant Etiology)。

植物“生病”的原因很多,主要可归为以下几类。

1)植物自身因子(Self Factors)。由于遗传原因而在一定的生长阶段出现的病变,如白化、先天不育、花芽过多、侧芽茂盛等导致植物的正常生长受到影响,以及因为自身的一些次生代谢物质(如芥子油苷、肉桂酸等)对病虫害的吸引而导致的病害或者伤害的发生。

2)生物致病因子(Biological Factors)。多与植物的生命活动有直接联系各类生物,以寄生、侵染、取食等多种方式和植物发生联系,当植物与周围生物相互关系失衡时,造成植物生病或者被伤害,这是传统植物保护关注的内容。生物因素包括致病微生物(病原细菌、病毒、真菌等),取食植物的昆虫(蝗虫、黏虫、飞虱、粉虱、蚜虫、叶蝉等)和螨类,鼠类等。

3)非生物致病因子(Abiotic Factors)。在传统的植物病害三角关系中,这类因子通常被称为环境因子,实际上,这些环境因子本身也会导致植物生病,主要有营养元素、土壤条件、温湿度条件、水分、酸碱度等;非生物因素导致的常见病害有冻害、灼害、旱涝灾害、缺素症、肥害、药害等。

4)生长竞争因子(Growth Competition Factors)。主要有杂草和寄生性种子植物等与植物竞争空间、营养、水分、阳光等导致植物不能正常生长而表现出各类病状。

5)微生态因子(Microecological Factors)。植物的根际和叶际微生态的失衡是植物病害发生的重要原因。根际土壤环境、根系分泌物等影响到根际微生物菌群的变化而导致植物根部变色、腐烂等。

6)人为因子(Ecological Pathogenic Factors)。主要是人为造成的,有育种、栽培、耕作制度,使用地膜、农药、化肥、抗生素等人类农艺活动影响了植物生长的生态环境而导致的系统性病害,有时候影响植物的生长,有时候会刺激侵染性病害和一些虫害的发生。

这些因子有一定的差异性,各自在植物健康中扮演着不同的角色(表 1),这些因子之间相互联系、相互影响,形成了复杂的相互关系影响着植物的健康(图 1)。从图 1 可以看出,传统的病害三角关系已经不能很好地揭示植物发病的原因,病害发生的六面体,更能形象地展示植物生长过程中面临的各种影响因子。

表 1 植物不同致病因子的差异

致病因子	造成病害的原因	发病特征	传染性	解决办法
植物自身因子	遗传基因突变、基因表达过量或者过少表达	白化、矮化、不育、花芽过多、侧芽过多等	不具有传染性，一般单株发病	基因工程改造，消除发病株
生物致病因子	昆虫、螨类、真菌、细菌、病毒、线虫、鼠类等对植物的寄生与取食	有明显的发病中心与危害区域；病部有明显的病征或者伤痕	可以在植物个体间互相传染，也称传染性病害	消除引起植物发病的生物因子；通过抗性锻炼和抗性育种来提高作物的抗逆性
非生物致病因子	营养、水分、温度、光照和土壤条件、栽培、育种、农药、抗生素等	发生面积大，无明显发病中心；症状独特，无病征	由不适宜的环境引起，生理性病害，不具有传染性	通过抗性锻炼来提高作物的抗逆性；通过改善环境条件，消除发病的非生物因子来恢复健康
生长竞争因子	非栽培植物与保护对象竞争空间、水分、营养、光照等资源	受非栽培植物的直接影响，表现生长不良	非栽培植物的繁殖材料可以传播，但一般不流行	防除杂草和寄生性种子植物
微生态因子	根际、叶际的微生态或者内生菌的失衡，造成益生菌的比例过少，导致一些病原菌的侵染和系统发病	病害症状比较复杂，有一些主导性病原表现出相应的病害	一般大面积发生，与品种自身、土壤条件和栽培条件关系密切	创造植物健康生长的条件，构建平衡的微生态体系
人为因子	育种、栽培、耕作制度，使用地膜、农药、化肥、抗生素等违背了植物健康规律	可导致侵染性病害和非侵染性病害的发生，或者导致植物亚健康	一般大面积发生，有时症状不典型	推进健康栽培，诱导植物抗病性，提早预防病害

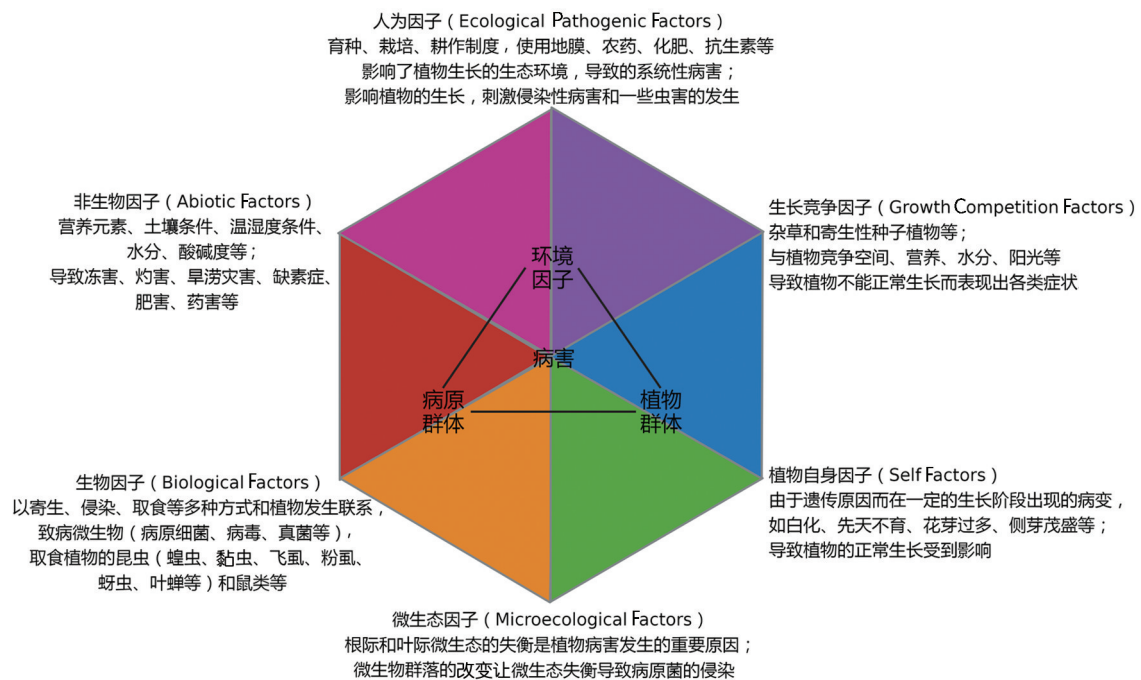


图 1 影响植物发病的 6 因子关系图

在生产实践中要达到栽培作物健康，避免病害的发生，实现优质高产，需要考虑更为复杂的多因子的相互作用，针对可能受到的生物因子的影响，要注意从以下几个方面进行预防处理：①品种选择，要选择适合本地生态条件的品种，种子质量要好，有很好的抗病基础；②基础环境条件，包括有昼夜温度差、地下水酸碱度、土壤 pH 值、土壤前茬作物以及土壤供肥能力

的强弱等都是经常对植物生长发育产生重大影响的环境因素;③育苗质量,苗子本身健康状况包括伤根情况、是否携带病毒、炼苗程度等都直接影响植物的适应性和正常的抗性;④肥料及其管理,包括肥料所含微量元素种类、肥料特性与数量和施肥时间等;⑤水分管理,植物生长对水源要求严格,严格要求水源水质情况、水源酸碱度、生长敏感期的水分供应情况和土壤湿度判断等;⑥不良气候等,如大风、大雨、涝灾、旱灾、冰雹等;⑦做好生物因子突发的预防处理,包括对种植地方常发性病虫害进行监测预警防控和突发性病虫害的控制等。

正常条件下,植物会生病吗?在传统的病害三角关系中,寄主植物、病原菌和环境条件都具备了,植物才能发病,实际上还受很多因子的制约。因此,植物会不会生病一定是多种因子导致的,谁是主导因子,需要认真分析,这是植病诊断的关键,也是病害控制的关键。环境因子具有复杂性,如营养条件,营养元素的缺失、过多以及不平衡等都可以造成病害^[29],一味地把病害发生的原因归纳到病原物身上是很不严谨的。一般对植物病害的综合预防与治疗的方案需结合其生长发育过程,不仅要控制病害,还要调控营养和生长条件。以烟草种植为例,一株烟草从幼苗到成熟,从根部到顶叶都可能发生病虫害,如采用全程植保方案对每一种病虫害都要进行防治处理的话,必然要涉及多种药剂的应用,在实际生产中是很难实施的,而且这种防控的过程不仅烦琐而且要投入很多的药剂和人力。从植物医学的角度出发,采用植物管理的理念进行防控^[30],方案就要简便得多。这个方案重在基础的健康维护,在烟草幼苗期合理供应营养,培育壮苗可以提高对病害的抵抗力;中期控制植物营养平衡,避免徒长削弱自身抗性;后期补水施肥,避免早衰,同时还能保持次生根的发生量,提高植株对病毒病和叶斑病的抗性。

3 植物的保护观

3.1 植物保护的概念

植物保护(Plant Protection)是植物医学的一种手段,即采取各种措施来保护植物的健康和防治已经感染的病害。在植物医学体系上属于临床医学(诊断治疗)的范畴。

传统的植物保护学是研究作物病、虫、草、鼠害等的生物学特性、发生规律、成灾机理,在此基础上进行技术革新,建立有害生物绿色防治策略的学科。从事植物保护学研究的工作重点是要面向农业生产的重大需求,利用现代生物学理论、技术与大数据,深入揭示作物有害生物灾变规律和作物抵御有害生物的机理;应用生态学的原理和方法,建立提高农业综合生产能力、保护生物多样性、控制环境污染和节约资源的有害生物可持续治理理论和技术体系,其学科范围划分到生命科学的农业环境领域。植物保护学注重以农作物有害生物为研究对象,以防治或控制有害生物危害为研究目标。而林木、草业的病虫害防控,划归到森林保护和草业保护范围,不属于现代植物保护的研究范围。因此,植物保护专业的人员基本不会关注森林病虫害的防治工作,而森林保护工作者也不会关注农业栽培作物的健康。

由此,可以看出植物保护的关注重点是植物的有害生物,而不是植物本身。显然,这与植物保护的名称是不符的,这个学科专业似乎定名为“植物有害生物防治”更为确切。

3.2 植物保护的局限性

植物保护是我国现代农业技术体系的重要组成部分。由于对植物保护的关键是有害生物防治,“虫口夺粮”是最为重要的职能,而且也确实为我国的粮食安全作出了重要的贡献^[31]。

我国现在的植物保护方针是“预防为主,综合防治”,但在实际生产中重防治、轻预防是很普遍的现象。谁在做植保?是千家万户的种植业者,他们依据的是有害虫、有病斑、有杂草,他

们实施防治的关键手段是农药,至于植物生病的原因,该如何精准施用农药,如何采用配方药剂,以及如何关注植物的反应等,在现有的植保体系中很少有人深入探讨.生产实践中,打了很多次药仍然没有理想防效的情况比比皆是,马后炮的治疗和不分轻重的统防统治是现有植保的通病.我国从“十三五”期间大力推行农药减量施用,但当我们面对病虫害严重发生的场面时,推进农药减量和“虫口夺粮”似乎是很矛盾的一个政策,一面是农药减量,一面是大范围统防统治的不精准用药,这种状况在以病虫害为核心的植物保护体系中是很难改变的.

受专业限制和服务范围的限定,一方面生产上急需专业的人士指导,另一方面是大量的植物保护专业的毕业生大多不会从事植保工作.据河北农大 2010—2015 年的调查结果显示,植物保护专业毕业生的就业人群中,从事植物保护相关工作的人数比例平均还不到 30%,在植物保护工作一线的人数比例平均不及 5%^[32].市场上有来自不同专业背景的 50 万农资人在忙碌着植物保护,而每年不到 1 万的植物保护专业的本科毕业生竟绝大多数不从事本专业.主要原因是此方面的理论与技术研究还不够成熟,也缺乏专业性人员指导,没有相应的法规制约,因而不能满足生产的需求^[33].更重要的是该领域的学术体系出了问题,把病虫害防治当做核心,把一个需要全面关注的事业,变成了单因子的工作,农药的作用变成了单方面的杀死,植物健康维护变成了植物的病虫害防治,理论指导直接影响到实践活动.我们会看到没有真正的植物医学,自然就不会有真正的植物医生,也必然不会有真正的植物医院.因此,千万不要把现在的植物保护理解成植物医学.

3.3 植物保护是植物医学的组成部分

植物医学和植物保护是两个意义完全不同的概念.其比较见表 2.

植物医学服务的对象是植物,其不仅指粮食作物和经济作物,其服务范围涵盖了农业栽培植物、森林植物、中药植物、草业植物、特种经济作物、园林植物、园艺植物、设施栽培植物等.但传统的植物保护只关注了作物保护,中药植物、草业植物、园林植物的健康维护人才一直缺乏,这是因为传统植保专业的课程设置和教学内容,都是建立在农业栽培作物的基础上,对植物的基础作用和共性问题考虑比较少.

表 2 植物医学和植物保护概念的比较

学科	学科体系	关注重点	核心内容	技术要素	相互关系
植物保护	农业昆虫、植物病理、农药学、生物安全	以有害生物为核心,关注病虫害的防治	有害生物综合治理(IPM)	鉴定技术、IPM、对靶用药、治已病	植物保护是植物医学的实践应用,是植物医学的重要组成部分
植物医学	植物免疫、植物病因、植物病理、植物药剂及药理、植物健康管理	以植物为核心,更加关注植物的发病的机理和抗性机制	植物健康管理(PHM)	诊断技术、组合方案、PHM、精准用药、治未病	植物医学是植物保护的理论基础

从以上表格可以清楚地看出,植物保护和植物医学在关注重点、核心内容和技术要素等方面有根本的区别.植物保护更加注重分析有害生物,按照传统的植物保护观念,人们在实际应用过程中必然是关心化学农药对害虫或者病原菌的杀死程度;而植物医学关注的重点是环境中植物的健康,健康栽培、提升抗性、构建植物健康的基础是植物健康管理的关键,虽然也要采用药剂,这些药剂不仅是控制病虫害的,更关注的是植物的健康调控品,虽然也要采用药剂杀

死有害生物,但必须考虑药剂对植物有何影响(就好比在人类医学中,医生必须注意药物对不同病人的不同影响),还要考虑药剂对植物生存环境的影响。

如果说协调植物、有害生物、环境和人这几方面的关系,从而建立高效的有害生物管理体系是植物保护的核心,那么植物医学的核心就是植物健康的管理和维护^[34]。植物健康管理的直接目的是保障植物的健康,而大田栽培作物的健康维护主要目的是保障产量和经济效益,但最根本的目的是人类的粮食安全和可持续发展服务的。因此,栽培作物的健康维护和人类健康维护是统一的,而且是基础性的,我们必须给予高度关注。从这个层面上讲,植物健康管理的意义十分重大,它是粮食安全源头治理的出发点,是生态环境安全的重要组成部分,是人类健康的基础支撑之一。

3.4 植物医学对植物保护的要求

核心目标:以植物的健康为出发点,“保健”“综合调控”“康复”是植物医学的手段,植物不能健康安全是植物医学的核心目标。

系统观点:以植物为保护对象,关注植物自身的生理状况和抗性潜力,关注植物营养和生长条件(如矿质营养、土壤、光、气、温、湿等),关注以植物为能源的生物(如植食性动物、病原微生物、杂草、寄生性植物等)的综合性学科。

技术手段:把植物健康、抗害、耐害、补偿能力的提高作为控制疾病和减轻损害的重要手段,即使使用农药也是要以植物为核心。

农药地位:是植物的药,选用药物时不但要达到植物保护的要求,还要看它对所保护的植物或作为害源载体的植物有何影响,即特别关注药理的问题和环境毒理的问题。

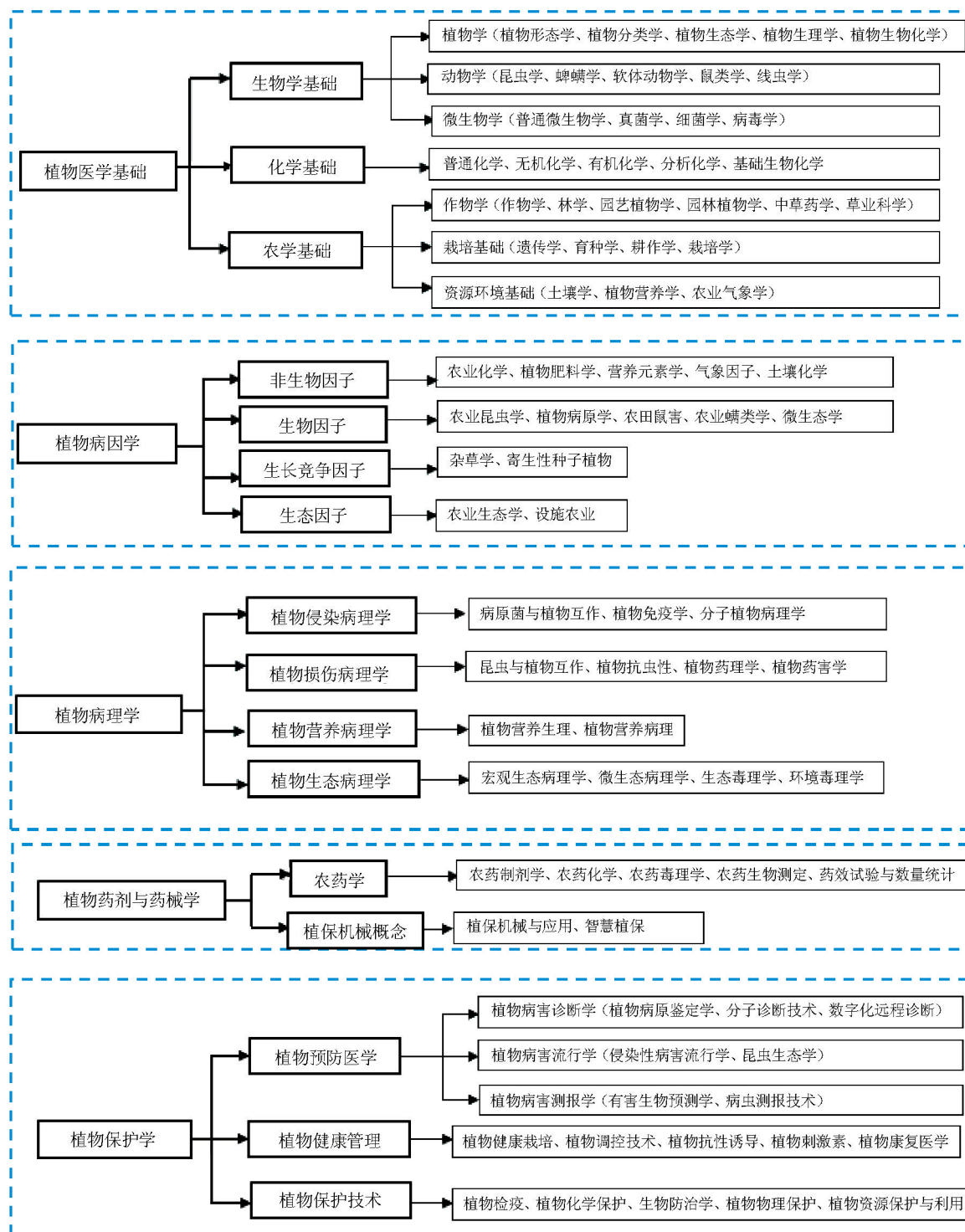
从以上分析可以得知,植物医学绝不是否定植物保护,植物保护是重要的技术手段,在植物医学体系中具有重要的地位和价值。植物保护是一个具体的措施和手段,关注的点是对病虫害的有效控制,它不能涵盖植物医学的内容,因为植物医学关注的是植物发病的原因,以及植物对各种病害的响应。只强调植物保护就很容易让人们把病虫害控制当作最为重要的目标,就不可避免地要采用极端的手段来控制病虫害。而植物医学则对药剂的概念和内容要宽泛得多,是保护植物的基本手段之一,植物药剂不仅能控制有害生物,还有植物调控、抗性诱导、植物疫苗、保健康复等方面的作用。因此,植物保护学科发展到植物医学学科是必然的趋势。

4 植物医学的学科观

4.1 植物医学的学科结构

植物医学自成体系,作为一个学科是毋庸置疑的。植物医学与人类医学、动物医学一样,都是建立在对保护对象及其对病原(生物病原、非生物病原)的反应进行研究的基础上的。而现代医学需要经过营养学、内分泌学和免疫学等方面的研究,才能对病因过程剖析清楚,才能指导医生采取正确的能阻断病因过程的措施。植物医学重要的思路是保健预防—找出病因—开出药方—采取措施—康复保健等环节的综合应用来解决植物的健康问题。2015年王小奇等^[33]建议,植物医学的学科门类方向应包括:植物病原学、基础植物医学、植物预防医学、有害生物检测学、植物病害治理学和农药学等6个学科门类。这虽然有一定的道理,但仍限于原有植物保护的学科体系的范围内,仍没有系统地反映出植物医学的学科体系。植物医学涉及的植物种类多、栽培条件复杂、发病因子繁多,其实践受生态环境和经济、社会的影响将比人类医学更大,内容更为庞杂。借鉴人类医学的学科结构,我们可以按基础和应用两个方面来进行布局,把植物医学的学科结构分为植物医学基础、植物病因学、植物病理学、植物药剂与药械学以及植物

保护学 5 个板块, 植物医学学科体系的基本组成见图 2 示。



1. 由前文及图 2 的植物医学基础、植物病因学、植物病理学、植物药剂及药械学、植物保护学为植物医学的 5 门核心专业课程。
2. 专业必修课程将包括植物学、动物学、微生物学、植物生理学、遗传学、植物生理学、植物生物化学、农药学、农业昆虫学、植物侵染病理学、植物损伤病理学、植物营养病理学、植物生态病理学、植物预防医学、植物检疫、植物保护技术、植物化学保护、生物防治学、植物健康管理等。
3. 除了专业课和专业必修课外的其他课程可以作为专业选修课程。

图 2 植物医学学科知识体系基本组成

4.2 植物医学的学科与专业设置

刘同先等^[35]建议在我国尽早明确植物医学学科,设立植物医学专业,培养植物医生(Plant Doctor),为国家粮食安全、生态安全与食品安全培养更多植物医学优秀人才。这是一个很有远见的建议,随着我国现代化建设进程的推进,植物科学研究的突飞猛进,植物医学事业的发展将成为必然趋势。特别是有 50 万的农资人活跃在植物保护和农药应用的一线,全国取得农药经营许可的 29 万家农药经营实体,他们迫切需要理论指导、制度保障和大批的植物医生。理论创新和人才培养的紧迫性可见一斑。

植物医学的学科专业的建设包括以下几个方面:

一是逐步申报建立植物医学一级学科,下设植物免疫学、植物虫害学、植物病理学、农药学、植物保护学 5 个二级学科;

二是在农业大学或者综合性大学设置植物医学学院,建设、提升和发展服务于植物医学事业发展的各类研究机构;

三是植物医学院下设植物医学、植物保护、植物药学、植物医学工程等专业。对于本科生来说,植物医学专业学制 5 年,其他专业学制 4 年;对于专科生来说,可设置植物医学和植物保护两个专业,学制 3 年,分别培养植物医生(诊断)和植物保护(防治)工作者;对于研究生来说,可在植物医学二级学科下招收博士和硕士研究生;对于专业硕士来说,“农业资源与植物保护”专业硕士应更名为“植物医学专业硕士”和“农业资源及利用专业硕士”,“植物医学专业硕士”重点培养植物医生和植物保护工作者,“农业资源及利用专业硕士”重点培养植物产品开发和土壤、肥料、地膜应用等领域的专业技术人员。

四是建立植物医生资格认证制度。植物医学各专业的学生都可以考取国家承认的“植物医生”证书,这个证书可以分初级、中级和高级等,以便在各级植物医院和植物保护机构就业。

植物医学作为一个学科体系,必将逐步被人们接受,并指导人们为植物健康事业做出贡献。1995 年,管致和先生在《植物医学导论》的前言中写到:现在又是形势逼人的时代,全国成立了上万个植物医院,由国家资格认定的植物医生在哪里?这样紧迫的问题难道还不该提到日程上来吗?^[36]。管先生这个问题已经提出了二十多年,这二十多年虽然植物医学事业在发展,但没有学科支撑,没有真正的植物医生,没有标准的植物医院的基本情况仍然没有得到改善,未来的发展是需求各方面共同努力的。

5 植物医学的发展观

5.1 研究发展

任何学科的发展都需要理论支撑,理论突破和实际需求的紧密结合是推动行业发展的关键因素。

在理论创新上,一是要重点破解植物抗御病害的物理屏障、化学屏障、生物屏障和生态屏障等方面的机制;二是植物免疫系统发挥作用的深度解析,植物复杂、精细调控的免疫系统的响应机制,植物抗病小体识别病原微生物、激活防卫反应从而保护自身免受侵害的功能等;三是植物细胞内数目众多的抗病蛋白与植物防御系统之间的关系等;四是植物药剂新靶标的发现和新型植物药剂的作用机制研究等。

在应用技术与产品创新上,一是以抗性提升为核心的植物疫苗的研发与应用;二是数智化植物健康监测和病虫害预警及测报新技术研发;三是广谱、持久的新型抗病蛋白和健康提升等新药创新研究;四是精准用药和施药器械结合的植保新技术的创新;五是微生态调控产品和技

术的研发；六是按医学模式，融合品种资源、栽培技术、土壤条件、营养平衡、抗性诱导、有害物控制等多种措施探索新的植物健康管理方案并在各级植物医院的应用。

在实施救治方法的创新上，最好的医学不是治好病的医学，而是使保护对象不生病的医学。一是强化测报措施的精准、高效和实用，实现对植物健康的适时监控。二是建立可靠的诊断分析技术，实现对植物病害的智能化的分析和判断。三是能够分门别类地提供健康管理方案。对于非生物害源，如不利的天气条件、缺肥、缺素、旱涝等，一经确诊要立即采取补救措施；对于致病生物害源的控制，则需要应用有害生物综合治理的策略；对于人为造成的植物伤害，则需要人们提高认识、找出原因、及时纠正。四是注重“医欲病之病”在植物健康未受太大影响时及时治疗避免重大病虫害的大发生。未来将会继续发展到“医未病之病”，消除可能发生病症的原因，从源头上保护植物健康不受侵害。五是以“环境—植物—健康”为实施模式，以预防为主的思想作为指导，应用宏观与微观的调控技术手段，制定健康栽培、微生态调控和病虫害防控措施，以达到增进植物健康、预防病虫害、提高作物产质量、实现可持续发展的目标。

5.2 社会地位的发展

2020 年 11 月，国家新闻出版署正式批准同意创办《植物医学》杂志，虽然从《植物医生》到《植物医学》只有一字之差，但却具有十分重要的意义，这将标志着植物医学的研究工作有了国家层面的许可，有了自己的阵地，更有了可探索交流的空间。植物医学在植物健康维护、农产品质量安全和农业生态环境安全等方面的价值和作用将逐渐彰显。植物医学致力于构建新的植物健康与保护体系，以保健为基础，预警为依据，综合防控为保障，旨在全面提高植物健康水平。从医学的观点系统介绍和阐明如何进行植物保护、确保植物健康，突破人们心中旧有的狭隘的农业观念，以维护人类物质利益和环境利益的协调稳定发展为最高目标，对于从根本上保障农业的稳定增产、帮助农民稳定增收、保障农产品安全与维护现代农业的可持续发展。

该学科的发展将带动更加有作为有发展前途优秀人才投入到植物健康管理的事业中来，一大批优秀的植物医生脱颖而出；学科发展也将带来技术革新和产品的创新发展，对于农业科技革命将有很好的带动作用；学科发展带动植物健康管理体的发展，一大批规范标准的植物医院将迅速地建立起来，植物健康管理中心将更好地发挥其管理作用。植物医学—植物医院—植物医生三位一体的植物健康管理体系必将成为人类文明发展历史的重要组成部分。遍布各地的植物医院，各类专科的植物医生，忙碌在绿色植物健康与安全的方方面面，呵护着植物的健康，维护着绿色发展，也从根本上呵护人类健康和人类生存的自然环境的健康，这一状况必将成为科技进步的一部分和我们人类生活的一部分。

参考文献：

- [1] 金旭艳. 论医学的社会性[J]. 中华现代临床医学杂志, 2005, 3(17): 1842-1844.
- [2] 潘肖珏, 方磊. 自然医学概论[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2018.
- [3] 梁浩材. 社会医学的历史使命[J]. 医学与社会, 1998, 11(2): 1-3.
- [4] 郭成根. 我国动物医学领域的现状与发展对策研究[J]. 兽医导刊, 2021(14): 46.
- [5] 丁伟. 面向 21 世纪的植物医学——植物保护的再认识和植物害物治理的新策略[J]. 植物医生, 2000, 13(1): 4-6.
- [6] SCHIMITSCHEK E. Über Krankheitsbegriff, Disposition Und Vorbeugung Im Forstschutz[J]. Zeitschrift Für Angewandte Entomologie, 2009, 33(1-2): 18-31.
- [7] DÖRING T F, PAUTASSO M, FINCKH M R, et al. Concepts of Plant Health-Reviewing and Challenging the Foundations of Plant Protection[J]. Plant Pathology, 2012, 61(1): 1-15.
- [8] 刘永强, 张昊, 王忠跃, 等. 植物健康概念的商榷[J]. 植物保护, 2017, 43(5): 1-10.
- [9] 程建峰, 沈允钢. 植物生命活动与人类健康[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(3): 563-570.
- [10] 辛国志, 曹德强, 殷环. 浅析农药环境污染与人体健康[J]. 中国环境卫生, 2004(2): 11-14.

- [11] 联合国粮农组织官网. 联合国粮农组织启动联合国“2020 国际植物健康年”[J]. 世界农业, 2020(1): 119-120.
- [12] ARTS I C, HOLLMAN P C. Polyphenols and Disease Risk in Epidemiologic Studies[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2005, 81(1): 317S-325S.
- [13] 黄继荣, 罗杰, 陈晓亚. 植物代谢研究与人类健康需求[J]. 中国基础科学, 2016, 18(2): 30-37.
- [14] 何璐, 虞泓, 范源洪, 等. 植物繁殖生物学研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2010, 29(5): 456-460.
- [15] 殷宏章. 植物生理学[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1992.
- [16] 丁伟, 刘晓姣. 植物医学的新概念——生物屏障[J]. 植物医生, 2019, 32(1): 1-6.
- [17] 赵虎成, 王伯初, 刘堰, 等. 逆境胁迫下植物基因的表达与调控[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2000, 23(5): 146-148.
- [18] LI R F, ZHANG J W, WEI J H, et al. Functions and Mechanisms of the CBL-CIPK Signaling System in Plant Response to Abiotic Stress[J]. Progress in Natural Science, 2009, 19(6): 667-676.
- [19] 代宇佳, 罗晓峰, 周文冠, 等. 生物和非生物逆境胁迫下的植物系统信号[J]. 植物学报, 2019, 54(2): 255-264.
- [20] 姜成后, 花宝光. 植物信号系统——它在功能整合与适应环境中的作用[J]. 生命科学, 2000, 12(2): 49-51, 71.
- [21] HILLEARY R, GILROY S. Systemic Signaling in Response to Wounding and Pathogens[J]. Current Opinion in Plant Biology, 2018, 43: 57-62.
- [22] ZHU J K. Abiotic Stress Signaling and Responses in Plants[J]. Cell, 2016, 167(2): 313-324.
- [23] 中国科学院遗传与发育生物学研究所. 科学家发现植物“抗病小体”[J]. 高科技与产业化, 2019(7): 66.
- [24] WANG J Z, WANG J, HU M J, et al. Ligand-Triggered Allosteric ADP Release Primes a Plant NLR Complex [J]. Science, 2019, 364(6435): 58-68.
- [25] WANG J Z, HU M J, WANG J, et al. Reconstitution and Structure of a Plant NLR Resistorosome Conferring Immunity[J]. Science, 2019, 364(6435): 58-70.
- [26] 夏石头, 李昕. 开启防御之门: 植物抗病小体[J]. 植物学报, 2019, 54(3): 288-292.
- [27] 贾庆华, 徐秋菊. 中医对亚健康状态的防治与调养[C]. 首届中日传统医药与亚健康学术论坛论文集. 2011: 50-51.
- [28] 莫长忍. 浅谈“亚健康”与中医康养理念的关系[J]. 健康必读, 2021(1): 284.
- [29] 丁伟, 张淑婷. 植物医学的新概念——营养病害[J]. 植物医生, 2019, 32(3): 1-6.
- [30] 丁伟. 植物医学的新概念——植物健康管理[J]. 植物医生, 2020, 33(3): 1-11.
- [31] 全国农业技术推广服务中心. 主要农作物重要有害生物危害损失研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [32] 李晓颖. 植物保护学科毕业生就业结构现状调查与分析——以河北农业大学为例[J]. 河北企业, 2016(11): 79-80.
- [33] 王小奇, 鲁莹, 陈立杰. 植物保护学科向植物医学学科转型研究[J]. 高等农业教育, 2015(6): 61-63.
- [34] LAZAROVITS G, TURNBULL A, JOHNSTON-MONJE D. Plant Health Management: Biological Control of Plant Pathogens[M]. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Amsterdam: Elsevier, 2014: 388-399.
- [35] 刘同先, 丁伟, 沈佐锐, 等. 论“植物医学”学科与专业的建设[J]. 植物医生, 2021, 34(3): 1-6.
- [36] 管致和. 植物医学导论[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1996.