

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.001

# 植物医学的新概念——免疫调控<sup>①</sup>

丁 伟, 刘 颖

西南大学植物保护学院, 重庆 400715

**摘 要:** 植物在生长过程中具有自己特殊的免疫体系来抵御病原生物的侵染, 而且这种防御功能还可以通过调控来得以强化. 植物免疫系统是植物防御生物及非生物伤害的生物化学屏障, 是植物健康维护的重要基础. 本文系统介绍了植物免疫及免疫调控的概念, 分析了植物免疫及免疫调控的机制, 提出了植物医学中免疫调控的相关策略, 展望了免疫调控技术在植物医学中的发展趋势与方向, 对丰富植物医学理论和实践具有重要意义和价值.

**关键词:** 植物健康; 植物免疫; 信号途径; 免疫调控

**中图分类号:** S432.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0001-08

## 1 植物免疫与免疫调控的概念

植物免疫及其机制一直是人们关注的重要学术领域. 植物的生长发育以及自身结构的特殊性决定了植物免疫系统和动物免疫系统有明显的差异, 人们对植物免疫和植物免疫诱抗剂乃至植物疫苗的概念一直存在着模糊的认识, 这直接影响到了植物保护的实践活动. 19 世纪以来, 研究者们逐渐意识到植物病害是由微生物引起的, 但有的植物不易感病, 且具有抗病性; 1955 年, Flor 基于亚麻锈病的发生与植物抗病基因缺失的相关性, 提出了“基因对基因”假说<sup>[1]</sup>, 明确了寄主植物基因不亲和识别病原生物是产生抗病性的重要机理. 随后, 众多与抗病相关的基因在植物中被发掘, 说明植物对病害的抵抗力是受植物基因控制的, 而且可以诱导表达, 由此, 植物免疫的概念逐渐产生. 植物免疫(plant immunization)即由植物自身决定的其对病害的抗御能力, 也称为植物的抗病性. 这种抗病性是可以遗传的, 可以在一定时期内自然表达, 也可以在一定物质的诱导下表达. 植物免疫常常是系统的, 在对某种病原因子产生抗性后, 还会表现出对其他因子的抗性和适应性.

随后, 越来越多的研究表明, 植物除了具有抵御外源物质侵袭的物理屏障(如角质层等)外, 其内在还有一套复杂的“免疫系统”来识别和抑制病原物的侵染或发展. Jones 等<sup>[2]</sup>于 2006 年总结了植物与病原物之间互作的两层防御系统, 包括由病原菌相关分子模式触发的植物基础抗性 PTI(PAMP-triggered immunity), 以及病原效应子激发的植物免疫 ETI(effector-triggered immunity). 这些研究结果逐步完善了人们对植物天然免疫系统的认识.

当植物局部组织受到病原体或有益菌感染或定殖时, 会在局部组织中引发植物自身的抗性, 而且这种抗性可进行远源传递, 即在远离感染或定殖部位的组织中也会引发诱导抗性, 使植物获得增强的系统防御能力, 这种诱导的系统抗性被称为系统获得性抗性(Systemic acquired resistance, SAR)或诱导系统抗性

① 收稿日期: 2019-09-01

基金项目: 重庆市科委重点项目(CSTC2018JSCX-MSZDX0047); 国家烟草专卖局重大专项(110201601025LS-05).

作者简介: 丁 伟(1966-), 男, 教授, 主要从事天然产物农药、植物与有害生物互作研究. E-mail: dingw@swu.edu.cn

(induced systemic resistance, ISR)<sup>[3-4]</sup>。此外,植食性昆虫和特定化学物质也会诱发抗性。植物诱导抗性为保护植物免受病原物危害提供了巨大的调控潜力,植物免疫诱抗剂也应运而生。

植物医学的免疫调控(immunoregulation),是指采用外源诱导的方法,调控植物自身内在的免疫系统,提高植物抵抗病原菌侵染的能力,达到维护植物健康的目的。这包括利用物理或者化学因子(免疫诱导子)诱导一些基因的表达,从而获得后天的诱导性抗性;也可以利用病原物的弱毒株系(免疫诱导菌)在植物活体内产生抑制强致病株系的侵染与发病等。在植物医学这一领域中,为了维护植物健康,免疫调控是最重要、最基础的保护途径之一。免疫调控,既可以通过对植物内在的天然免疫系统进行调控,让植物提高抵抗外源病原物的防御能力,也可以对植物生存的土壤环境进行调控,让土壤形成第二个强有力的免疫系统,共同维护植物的健康<sup>[5]</sup>。

植物的免疫调控通常具有广谱性和系统性,一种免疫诱导物质作用于植物后,植物不仅会表现出对一些病原菌有抵抗力,通常还可能会对一些不良的环境条件产生抵抗力,这是植物诱抗剂有别于疫苗的重要特征。鉴于植物防御系统的复杂性,目前还几乎没有针对某一种病原菌的特异性疫苗,因此,将植物的免疫诱抗剂称为植物疫苗是不准确的。

## 2 植物的免疫系统

植物在生长过程中面临诸多威胁与挑战,例如,致病细菌可通过气孔、水孔或伤口进入植物后在植物细胞间隙(质外体)中增殖引起植物发病;真菌可以直接进入植物表皮细胞,或扩展菌丝在植物细胞之上、之间,甚至直达细胞;线虫和蚜虫以口针直接刺入植物细胞中进行取食。而在长期的协同进化过程中,植物也形成了自身的“防卫系统”来对抗环境中的各种不利因子。植物抵抗外界致病因子的系统可分 3 个屏障,分别为物理屏障、化学屏障和生物屏障<sup>[6]</sup>。植物免疫实际上是植物化学屏障的重要组成部分。

在长期的进化过程中,植物形成了复杂的基因表达调控网络来保护自己,调节生长发育和对逆境的适应。在应对外界生物与非生物胁迫过程中,植物进化出了一系列复杂的免疫系统。如前所述,植物具有两种策略来探测和抵抗病原体,分别为病原物相关分子模式触发的免疫反应 PTI 和效应子触发的免疫反应 ETI<sup>[2]</sup>。

### 2.1 植物对于病原物的感应

植物对病原物的感应可分为两类。第一种感应是在寄主细胞的外部由病原相关分子模式(microbial- or pathogen-associated molecular patterns, MAMPs or PAMPs)的保守微生物激发子触发的,它能够被模式识别受体(pattern recognition receptors, PRRs)蛋白识别。病原相关分子模式是这个类别病原菌典型的基本组件,例如细菌鞭毛蛋白或真菌甲壳素等。植物对入侵病原体释放的内生分子也有反应,例如病原菌细胞壁或被称作危险相关分子模式(DAMPs)的角质层碎片。模式识别受体(PRRs)的刺激会引发病原体相关分子模式触发的免疫反应(PTI)。

第二种感应则是涉及到胞内受体对病原体毒性分子(效应子, effectors)的识别,这种识别会引起效应子触发的免疫反应,该模式会引起植物和病原体之间的协同进化。与 PAMPs 完全不同,效应子是可变的且是非必要的,这种识别主要依靠多态的 NB-LRR 蛋白质产物,他们由大多数 R 基因编码,以特征核苷酸结合位点(nucleotide binding, NB)和富含亮氨酸重复序列(leucine rich repeat, LRR)结构域来命名,而效应子就是被 NB-LRR 蛋白识别,并激活相似的防卫反应(ETI)。NB-LRR 调节的抗病性能有效对抗只能生活在活体寄主组织(专性活体寄生)中的病原菌或半活体寄生病原菌,但不抵抗在定殖过程中杀死寄主组织的病原菌(死体寄生)。

这两种感应是植物与病原体协同进化的结果。当病原菌突破寄主植物的第一道防线时,植物会通过感应病原体的 MAMPs 或 PAMPs 来触发自身的 PTI 反应,以此来抵抗病原物的侵染(图 1 所示第 1 阶段);但这种抵抗的程度并不是很高,仅能抵抗一部分病原物,很多病原物能克服植物的这一抗性,它们的策略

就是分泌各种毒性效应子,从而干扰植物的基础抗性 PTI,导致植物感病(如图 1 所示第 2 阶段),该过程被称为效应子激发的感病性(effector-triggered susceptibility, ETS).同时,植物也进化出了相应的应对机制,即产生专一性识别效应子的抗性基因(R 基因)进行识别,从而触发强烈的 ETI 反应(如图 1 所示第 3 阶段,其中“Avr-R”即病原物的效应子被植物的 NB-LRR 蛋白所识别的过程).而在进化过程中,有的病原物会“丢弃”能被识别的效应子,并产生新的效应子(如图 1 所示第 4 阶段,病原物产生新的效应子,再次抑制植物的 ETI),这些效应子可以帮助病原物抑制植物的 ETI 免疫,从而使植物感病,同时,有的植物也进化出了能识别这些新的效应子的 R 蛋白,从而再次获得对病原物的抗性.这就是植物免疫系统有名的“Z”字形模型(图 1).

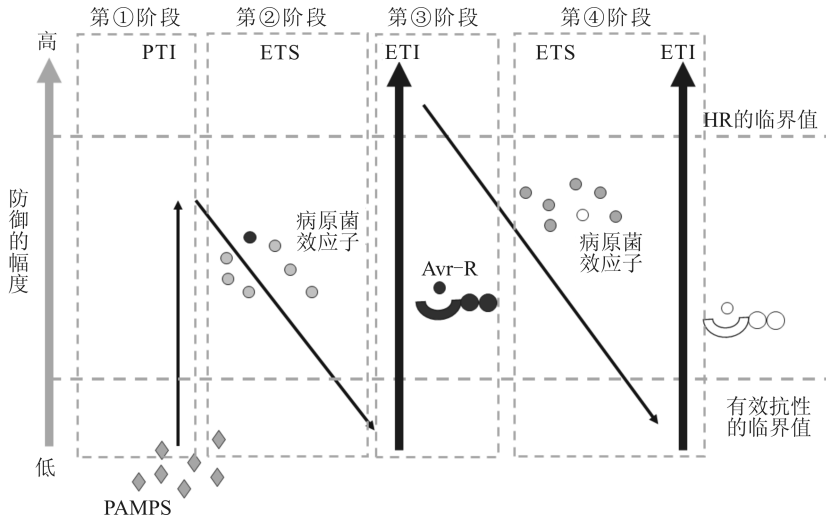


图 1 植物免疫系统“Z”字形模型<sup>[2]</sup>

## 2.2 植物的过敏性坏死反应

植物与病原菌互作时,会存在两种情况,即亲和互作(compatible interaction)和不亲和互作(incompatible interaction).当病原菌侵染植物后,发生不亲和互作时,通常会引引起侵染点周围局部组织或细胞的程序性死亡,这种现象叫做过敏反应(hypersensitive response, HR)<sup>[7]</sup>.

植物的过敏反应所涉及的程序性细胞死亡,不同于发育过程中的程序性细胞死亡,它与局部和全身防御反应的诱导具有关联性.过敏性细胞死亡通常通过病原体无毒基因产物与植物抗性基因产物之间的直接或间接相互作用来控制,并且它可以是多种信号传导途径的结果.离子流和活性氧物质的产生通常先于细胞死亡,但后者直接参与并随植物-病原体组合而变化<sup>[8]</sup>.蛋白质合成,完整的肌动蛋白细胞骨架和水杨酸似乎也是细胞死亡诱导所必需的.细胞学研究表明,除了细胞内容物的实际模式和顺序在植物-寄生虫系统中不同外,还可能在半胱氨酸蛋白酶的普遍参与,HR 中的细胞死亡似乎更像是对植物其他部分的信号,而不是作为直接防御机制.

HR 反应是植物的免疫反应之一,能产生局部坏死从而阻止病原物在体内的生长、繁殖和扩展. HR 发生的早期,植物细胞会发生电解质流失,磷脂代谢加快.无论是非寄主植物 HR 还是品种特异性 HR,最初阶段都有大量活性氧(ROS)产生,它们参与细胞膜脂质过氧化、细胞壁木质化和蛋白质重聚,直接杀伤病原菌.除此之外,活性氧还参与信号传递,介入或启动植物的 HR 反应,与过敏反应相关的活性氧的生成可能有多个系统.

## 2.3 植物的信号通路在防卫反应中的作用

在植物抗病反应过程中,抗病信号必须由内源信号分子从受侵染部位传导至整株植物,引起相应的系

统性抗性,因而内源信号分子在植物抗病信号传导途径中起重要作用.目前已经知道,水杨酸(salicylic acid, SA)、茉莉酸(jasmonic acid, JA)和乙烯(ethylene, ET)这 3 种激素在调节植物抵抗各种病原物、昆虫以及非生物胁迫如受伤等的防御反应中起到重要作用<sup>[9]</sup>.此外,脱落酸(abscisic acid, ABA)、赤霉素(gibberellic acid, GA)、活性氧(ROS)也是重要的信号分子<sup>[10-12]</sup>.

### 2.3.1 水杨酸信号途径

SA 是植物产生系统获得性抗性的重要诱导因子,SA 途径是极其重要的抗病信号传导途径<sup>[13]</sup>.SA 在植物抵抗活体寄生、半活体寄生病原物的防御反应以及 SAR 的建立中都扮演了重要的角色<sup>[14]</sup>.SA 是植物抗病信号转导和 SAR 形成过程中必不可少的信号分子<sup>[15]</sup>,并且外源应用会导致发病机制相关(pathogenesis related genes, PR)基因的感应并增强对较宽范围的病原体的抵抗力<sup>[9]</sup>,在病原菌袭击的植物组织中 SA 水平会增加<sup>[16]</sup>.

*NPR1* 基因(Non-expressor of pathogenesis-related genes 1)是 SA 途径的关键基因,该基因过量表达,能够激活植物的多种抗病相关基因,提高抗病性<sup>[17]</sup>.SA 的积累使细胞内还原势增加,*NPR1* 寡聚体中的半胱氨酸残基分子间二硫键被水解还原,形成 *NPR1* 单体,*NPR1* 单体具完整的核定位序列,使其能够转移到细胞核内并与结合在 PR-1 基因启动子区的 TGA 类转录因子相互作用,调控 PR 基因的表达和 SAR 产生<sup>[18-19]</sup>.

### 2.3.2 茉莉酸信号途径

作为植物激素和信号化合物,JA 在植物生长发育以及抗胁迫过程中具有重要的调控作用<sup>[20]</sup>.JA 对植物抗病反应的调控主要包括 3 个方面:(1)启动植物抗病相关基因转录;(2)诱导植物生成生物碱和酚酸,直接对病原菌产生毒害作用;(3)诱导植物生理结构的变化.JA 在茉莉酸羧基甲基转移酶的作用下可生成茉莉酸甲酯(MeJA),激活植物防御反应<sup>[21]</sup>.F-box 蛋白 COI1 (Coronatine insensitive1)是 JA 信号通路的关键调节因子.

防御反应中的 JA 响应的基因表达主要由转录因子 JIN1/MYC2 (Jasmonate insensitive 1/MYC2)介导<sup>[22]</sup>.据报道,AP2/ERF (Apetala 2/Ethylene-responsive factor)家族的几个成员参与了 JA 调节的应激反应<sup>[23]</sup>.ERF1、ERF2、ERF5 和 ERF6 控制 JA 反应性标记基因 *PDF1.2* (Plant defensin 1.2)的表达水平,并提供对坏死性病原体的抗性<sup>[11]</sup>.

### 2.3.3 乙烯信号途径

ET 是重要的植物激素之一,由甲硫氨酸衍生而来,具有挥发性.ET 参与了植物的多个生理过程,它可被多种生物与非生物胁迫所诱导.

ERFs 是应激反应中 ET 信号通路的主要下游调节因子<sup>[11]</sup>.转录因子 EIN3 (Ethylene insensitive 3)被认为可诱导 *ERF1* 基因在 ET 反应中的表达并激活防御反应<sup>[24]</sup>.ET 信号的另一个正调节因子是 EIN2.在没有 ET 的情况下,CTR1 (Constitutive triple response)抑制了 EIN2.一旦其受体 ETR1 (Ethylene response 1)感知到 ET 时,EIN2 的抑制得到缓解,从而激活 ET 信号<sup>[25]</sup>.ET 可以拮抗或促进 SA 或 JA 途径,从而实现更有效的防御反应.

### 2.3.4 各信号途径相互串扰

植物抗性形成的各个信号途径并不会完全孤立的.例如,SA 途径和 JA/ET 途径之间还存在着密切联系,两者相互抑制或增强.SA 主要诱导酸性 PR 蛋白,JA/ET 主要诱导碱性 PR 蛋白;在成熟的烟草叶片中,所有碱性 PR 蛋白都被 SA 抑制,而所有酸性 PR 蛋白都被 JA 抑制;这说明 SA 途径和 JA 途径之间存在拮抗作用.SA 途径和 JA/ET 途径之间的对话,是通过信号转导网络中的“节点”基因实现的.*NPR1* 基因是研究较深入的“节点”基因之一<sup>[19]</sup>.

## 3 植物诱导抗性

### 3.1 系统获得性抗性和诱导系统抗性

局部感染组织中 PTI 和 ETI 的激活通常在远离感染部位的组织中引发诱导的抗性,并且涉及一种或多种长距离信号,并在仍未受损的植物部分中传播增强其防御能力,这种病原体诱导的系统抗性被称为系统获得性抗性<sup>[3]</sup>. PTI 和 ETI 被迅速激活并在局部采取行动以限制特定入侵者在感染部位的生长,而 SAR 虽然需要更多时间来产生,但其具有强大的防御能力,通常可有效对抗病原体,且具有广谱性.植物中 SAR 赋予的免疫“记忆”可持续数周至数月,甚至可能持续整个生长季节.

在植物全身组织中, SAR 的一个重要特征在于水杨酸(SA)水平的提高,这是 SAR 的标志之一. SAR 的另一个标志是 PR (Pathogenesis-related)基因的协调激活,其中有几个基因编码 PR 蛋白抗菌活性<sup>[26]</sup>. PR-1 是最具特征的 PR 基因之一,并且在许多植物中被当作 SAR 的标志.

在激活 SAR 后, SA 信号被氧化还原蛋白 NPR1 转导,作为大量 PR 基因的转录共激活因子起作用.在未刺激的细胞中, NPR1 通过分子间二硫键作为寡聚体在细胞质中隔离.在 SA 积累时,细胞氧化还原状态的变化介导 NPR1 的单体化,使得 NPR1 易位到细胞核中.在细胞核中, NPR1 与 TGA 转录因子相互作用,并与 WRKY 转录因子一起激活 SA 响应性 PR 基因. NPR1 要发挥正常功能还需要蛋白质被蛋白酶分解.同时, NPR1 及其旁系同源物 NPR3 和 NPR4 被鉴定为具有不同亲和力的 SA 结合受体,从而影响 NPR1 的稳定性.

除病原体感染外,有益微生物,如植物根际促生细菌(plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR)和非致病的植物根际促生真菌(plant growth-promoting fungi, PGPF),对植物根系的定殖也已被证明能刺激植物免疫系统,导致表型相似的广谱抗病性,通常也被称为诱导系统抗性<sup>[4]</sup>.研究表明,大部分根际促生细菌介导的诱导系统抗性与病原体诱导的系统获得性抗性受不同信号传导途径的调节.

此外,植食性昆虫和特定化学物质也会诱发植物产生抗性.经过几十年的研究,人们逐渐认识到不同形式的诱导抗性受到互联信号通路的复杂网络的调节,其中植物激素起着重要的调节作用<sup>[16]</sup>.由病原体、有益微生物和昆虫触发的诱导抗性信号传导途径部分重叠并共享共同的信号传导组分.这为植物提供了巨大的调控潜力,可以快速适应其生物环境,并以有效的方式利用其有限的资源促进生长和生存.

### 3.2 免疫诱抗剂

植物免疫诱抗剂是一类能够诱导植物免疫系统从而使植物获得或提高抵抗病菌能力的药物或微生物制剂,一般可分为植物免疫诱导子和植物免疫诱导菌<sup>[27]</sup>.植物免疫诱导剂从作用机理上有别于动物的疫苗,但从功能上讲可以看作是植物的疫苗,因为动物疫苗是特异性的,而植物免疫诱抗剂常常是广谱的.

#### 3.2.1 植物免疫诱导子

植物免疫诱导子是能诱导寄主植物产生免疫抗性反应的活性分子的总称,包括蛋白、寡糖、生物代谢产物或有机活性小分子.目前市面上常用的活性物质包括水杨酸(SA)、2,6-二氯异烟酸(INA)、苯丙噻二唑(BTH)、茉莉酸(JA)及其甲酯(MeJA)、 $\beta$ -氨基丁酸(BABA)等.

此外,蛋白质类以及糖类免疫诱导剂也是重要的免疫诱抗剂,如寡链蛋白、氨基寡糖素等在提高植物抗性,绿色防控病害中起到重要作用.

蛋白质类免疫诱导剂是一类能激活植物抗病性增强的蛋白质药物,多是从微生物中分离纯化的.据报道,目前已从极细链格孢、稻瘟病菌、大丽轮枝菌、灰葡萄孢菌等病原真菌以及侧孢短芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌等生防细菌中分离获得了多个植物免疫诱抗蛋白,为后续蛋白质生物农药的开发提供了重要基础支撑<sup>[27]</sup>.

糖类免疫诱导剂以寡糖类物质研究较多,其中,登记的该类生物农药中壳寡糖占据重要地位.壳聚糖存在于某些病原菌的细胞壁上,在植物与病原菌互作过程中,其降解产生的糖类片段(壳寡糖)可调控植物

免疫产生抗性<sup>[28]</sup>。因其原料广泛、易于降解等多种特点，目前已有大量以壳聚糖及其衍生物为原料的产品出现。

### 3.2.2 植物免疫诱导菌

植物免疫诱导菌是能激发植物自身免疫从而使植物获得抗病性或抗逆性的一类微生物。因其数量庞大，这类微生物是具有重要潜力的资源，不仅可以开发生防药剂，还可以用于探索植物免疫诱导剂。植物免疫诱抗菌在植物防御的生物屏障中发挥了重要作用。木霉菌是目前研究较多的植物免疫诱导菌之一，广泛存在于土壤中，是重要的生防微生物；随着研究的不断深入，目前已证实木霉菌在诱导植物免疫方面具有重要价值<sup>[29]</sup>。

## 4 免疫调控技术在维护植物健康中的应用

免疫调控的核心是以物质或外源微生物来激活植物内在的抵抗机制，由外到内保障植物的健康。免疫调控技术被广泛应用在植物病毒病的防治上，同时对细菌性青枯病、番茄灰霉病等也有一定的辅助防治效果。

氨基寡糖素作为寡糖类诱导剂，对病毒病具有较好防效。防治烟草、辣椒、番茄病毒病的防效分别可达 77.9%、77.0% 和 74.45%<sup>[30]</sup>。除了具有防病作用外，该药还能提高作物产量，刺激作物的生长，是对经济作物无公害生产具有积极作用的生物农药。

寡糖·链蛋白是最近才登记应用的抗病毒蛋白质生物农药，可诱导植物产生系统抗性从而对病毒病具有较好的防效。田间应用表明，6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂防治水稻条纹叶枯病、黄化曲叶病毒病、烟草花叶病毒病的防效分别为 65%、68% 和 75%，具有良好的应用前景。

水杨酸及其类似物如 BTH 和 INA 也是具有广泛应用前景的诱导剂。BTH 与水杨酸相比，其诱导效率更高，且在有效诱导浓度范围内对植株没有生理毒性或所产生的生理毒性难以从表象观察到。INA 能诱导烟草、黄瓜以及拟南芥体内 PR 蛋白基因表达，激活  $\beta$ -1,3 葡聚糖酶、6-磷酸葡糖苷脱氢酶、几丁质酶的活性。INA 可处理植物整株、叶片或种子等，均能有效激活抗病防御反应，保护作物免受病毒、细菌和真菌等病原物的侵害。

虽然免疫诱抗技术已经得到了广泛应用，但由于受植物免疫程度、环境条件、药剂的特性等影响，免疫诱抗技术的效果还存在一定的争议，在实际应用中，还应注意以下几点：

(1) 注重土壤免疫的调控，为植物的健康生长打下基础。坚持植物材料还田，增施有机肥，保障土壤微生物的活力；注意土壤的酸碱度变化，保持土壤正常的 pH 值；在作物种植过程中添加一些有益菌；施用土壤调理剂等<sup>[5]</sup>。

(2) 在作物生长的关键时期施用植物免疫诱抗剂。诱导植物产生自身的抗性有一定的过程，而且植物的诱导系统抗性具有持久性和广谱性，故应在早期施用诱抗剂，即在病原物初侵染之前施用诱导效果最好。一旦开始发病，诱抗的效果会大大降低。

(3) 植物免疫诱抗剂的用量一定要适宜，使用要精准。一般免疫激发子在微量的情况下能更好地激活植物的抗性，过量易造成负效应，抑制植物的生长。

(4) 选用具有诱抗效果的拮抗微生物或有益微生物效果更佳。施用有益微生物来形成生物屏障，是保护植物的重要一环<sup>[6]</sup>。当施用的微生物同时能诱导植物产生抗性，更能有效地抵御生物因子和非生物因子对植物的伤害。

## 5 展望

免疫调控是一种绿色、安全的方法，该技术通过构建植物健康的生存土壤环境以及激发植物自身的免疫反应达到防控有害生物的目的。传统意义上的免疫调控仅仅局限于植物免疫诱抗剂，因植物诱导抗性是

一种广谱性的防御反应,虽然能在一定程度上抵御病原物的侵染与为害,但在很多毁灭性病害如茄科植物青枯病、马铃薯晚疫病等面前仍然会束手无策.因此,在植物医学的未来研究中,免疫调控还有待新突破,如何使植物获得具有特异抵抗某种或某些病原物的能力是未来需要解决的重大科学问题.未来可关注以下3个方面:第一,发掘更多具有特异性识别病原物的R蛋白,植物的大多数R-基因蛋白是专门为识别病原菌效应子而进化的,针对不同的植物对病原物识别的差异,可探究更有效的R蛋白,为今后利用植物免疫系统防控病害提供新方法;第二,探索特异的代谢途径,为植物装配能分泌特定代谢产物来达到抑制特定病原物效果的相关代谢模块,以此来维护植物的健康生长;第三,研究植物根际和叶际微生物与植物抗性的关系,借助于代谢组学和合成生物学技术开发出更具有免疫调控价值的天然活性化合物.为了实现突破,应多学科交叉,注重新技术的运用.目前新兴的合成生物学具有巨大潜力,该学科的技术可允许我们直接探究物质的相关代谢通路与植物、微生物的互作,为免疫调控提供直接有效的支撑.

### 参考文献:

- [1] FLOR H H. Host-Parasite Interaction in Flax Rust—Its Genetics and Other Implications[J]. *Phytopathology*, 1955, 45(12): 680-685.
- [2] JONES J D G, DANGL J L. The Plant Immune System [J]. *Nature*, 2006, 444(7117): 323-329.
- [3] FU Z Q, DONG X N. Systemic Acquired Resistance: Turning Local Infection into Global Defense [J]. *Annual Review of Plant Biology*, 2013, 64(1): 839-863.
- [4] PIETERSE C M J, ZAMIOUDIS C, BERENDSEN R L, et al. Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes [J]. *Annual Review of Phytopathology*, 2014, 52(1): 347-375.
- [5] 丁伟,李石力.植物医学的新概念——土壤免疫[J].*植物医生*, 2019, 32(2): 1-7.
- [6] 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.
- [7] 向婧姝.植物过敏反应分子机制研究进展[J].*江西农业学报*, 2018, 30(12): 41-46.
- [8] HEATH M C. Hypersensitive Response-Related Death[J]. *Plant Molecular Biology*, 2000, 44(3): 321-334.
- [9] BARI R, JONES J D G. Role of Plant Hormones in Plant Defence Responses [J]. *Plant Molecular Biology*, 2009, 69(4): 473-488.
- [10] LAMB C, DIXON R A. The Oxidative Burst in Plant Disease Resistance [J]. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 1997, 48(1): 251-275.
- [11] VERMA V, RAVINDRAN P, KUMAR P P. Plant Hormone-Mediated Regulation of Stress Responses [J]. *BMC Plant Biology*, 2016, 16: 86.
- [12] WASZCZAK C, CARMODY M, KANGASJARVI J. Reactive Oxygen Species in Plant Signaling [J]. *Annual Review of Plant Biology*, 2018, 69(1): 209-236.
- [13] AN C F, MOU Z L. Salicylic Acid and Its Function in Plant Immunity[J]. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2011, 53(6): 412-428.
- [14] DODDS P N, RATHJEN J P. Plant Immunity: Towards an Integrated View of Plant-Pathogen Interactions [J]. *Nature Reviews Genetics*, 2010, 11(8): 539-548.
- [15] 余朝阁,李天来,杜妍妍,等.植物诱导抗病信号传导途径[J].*植物保护*, 2008, 34(1): 1-4.
- [16] PIETERSE C M J, VANDER DOES D, ZAMIOUDIS C, et al. Hormonal Modulation of Plant Immunity [J]. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 2012, 28(1): 489-521.
- [17] 张红志,蔡新忠.病程相关基因非表达子1(NPR1):植物抗病信号网络中的关键节点[J].*生物工程学报*, 2005, 21(4): 511-515.
- [18] SPOEL S H, KOORNNEEF A, CLAESSENS S M C, et al. NPR1 Modulates Cross-Talk between Salicylate- and Jasmonate-Dependent Defense Pathways through a Novel Function in the Cytosol [J]. *The Plant Cell*, 2003, 15(3): 760-770.
- [19] VLOT A C, DEMPSEY D A, KLESSIG D F. Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease [J]. *Annual Review of Phytopathology*, 2009, 47(1): 177-206.
- [20] WASTERNAK C, HAUSE B. Jasmonates: Biosynthesis, Perception, Signal Transduction and Action in Plant Stress Response, Growth and Development. an Update to the 2007 Review in *Annals of Botany* [J]. *Annals of Botany*, 2013, 111(6): 1021-1058.
- [21] SEO H S, SONG J T, CHEONG J J, et al. Jasmonic Acid Carboxyl Methyltransferase: A Key Enzyme for Jasmonate-Regulated Plant Responses [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2001, 98(8): 4788-4793.

- [22] EULGEM T, SOMSSICH I E. Networks of WRKY Transcription Factors in Defense Signaling [J]. *Current Opinion in Plant Biology*, 2007, 10(4): 366-371.
- [23] MIZOI J, SHINOZAKI K, YAMAGUCHI-SHINOZAKI K. AP2/ERF Family Transcription Factors in Plant Abiotic Stress Responses [J]. *Biochimica Et Biophysica Acta(BBA) - Gene Regulatory Mechanisms*, 2012, 1819(2): 86-96.
- [24] SOLANO R, STEPANOVA A, CHAO Q, et al. Nuclear Events in Ethylene Signaling: A Transcriptional Cascade Mediated by ETHYLENE-INSENSITIVE3 and ETHYLENE-RESPONSE-FACTOR1 [J]. *Genes & Development*, 1998, 12(23): 3703-3714.
- [25] JU C, YOON G M, SHEMANSKY J M, et al. CTR1 Phosphorylates the Central Regulator EIN2 to Control Ethylene Hormone Signaling from the ER Membrane to the Nucleus in *Arabidopsis* [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2012, 109(47): 19486-19491.
- [26] VAN LOON L C, REP M, PIETERSE C M J. Significance of Inducible Defense-Related Proteins in Infected Plants [J]. *Annual Review of Phytopathology*, 2006, 44(1): 135-162.
- [27] 邱德文. 我国植物免疫诱导技术的研究现状与趋势分析 [J]. *植物保护*, 2016, 42(5): 10-14.
- [28] 王文霞, 尹恒, 赵小明, 等. 糖链植物疫苗研究新进展 [J]. *中国植保导刊*, 2014, 34(9): 17-22.
- [29] 陈捷. 木霉菌诱导植物抗病性研究新进展 [J]. *中国生物防治学报*, 2015, 31(5): 733-741.
- [30] 赵小明, 杜昱光, 白雪芳. 氨基寡糖素诱导作物抗病毒病药效试验 [J]. *中国农学通报*, 2004, 20(4): 245-247.

## Immunoregulation—A New Concept of Phytomedicine

DING Wei, LIU Ying

*School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China*

**Abstract:** Plants have evolved their own innate immune system to resist the infection of pathogens, which is different from the immune system of animals. Moreover, this defense function can be reinforced through regulation. The plant immune system is a biochemical barrier against biotic and abiotic infections, which is an important basis for maintaining plant health. Focusing on the concepts of plant immunity and immunoregulation, this paper analyzes the mechanism of immune regulation, proposes relevant strategies for controlling the immune system of plants, and points out the development trend and direction of immunoregulation in phytomedicine. This should be of significance and value for enriching the theory and practice of phytomedicine.

**Key words:** plant health; plant immunity; signal pathway; immunoregulation



DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.002

# 推进植保大数据技术研发和应用的思考<sup>①</sup>

刘万才<sup>1</sup>, 黄冲<sup>1</sup>, 陆明红<sup>1</sup>, 张炜<sup>2</sup>, 谢成军<sup>3</sup>

1. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125;

2. 安徽中科智能感知产业技术研究院有限责任公司, 安徽 芜湖 241000;

3. 中国科学院合肥物质科学研究院/中国科学院合肥智能机械研究所, 合肥 230031

**摘要:** 大数据已被确定为国家重大战略, 建设植保大数据, 发挥大数据、人工智能技术在重大病虫害监控中的作用, 提高监测防控能力, 是保障粮食安全生产的现实需要, 更是落实国家实施乡村振兴战略的具体措施。作者结合植保工作实际, 在初步提出建设目标和思路的基础上, 明确植保大数据平台的基本框架与感知层、计算层和应用层的具体功能。研发植保大数据, 必须开发应用实用的大数据产品, 将高深的技术集成为简便可操作的工具, 使大数据真正成为看得见、摸得着、用得上的新技术。建设应用植保大数据, 要切实解决海量数据积累、数据库建设、大数据算法模型构建、大数据运行支撑平台和大数据建设标准等关键问题。我国的植保大数据建设和应用才刚刚起步, 可以分阶段稳步推进, 最终构建一个完善的国家智慧植保大数据平台, 实现从“病虫害数据快速获取—自动化识别与分析—病虫害精准测报—绿色防控—专业化统防统治—绿色农业”全链条智能化植保服务, 进一步提升重大病虫害监测防控能力, 为确保国家粮食安全保驾护航。

**关键词:** 植保大数据; 目标; 思路; 架构; 算法引擎; 标准

**中图分类号:** S431

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0009-07

大数据已被确定为国家重大战略, 建设植保大数据, 发挥大数据、人工智能技术在重大病虫害监控中的作用, 提高监测防控能力, 是保障粮食安全生产的现实需要, 更是落实国家实施乡村振兴战略的具体措施<sup>[1-5]</sup>。随着物联网、移动互联、智能终端等技术的飞速发展, 植保大数据正在驱动重大病虫害监测防控向精准化、智能化转变, 植保大数据逐渐成为现代农业生产中重要的生产要素。为此, 融合植物保护、大数据、人工智能等技术, 推进植保大数据平台建设, 创新以移动终端、手机为智能载体的植保技术应用, 打造“手机植保、手机种田”新服务, 对于提高重大病虫害监测防控能力具有重要现实意义。

## 1 充分认识植保大数据建设的重大意义

### 1.1 建设植保大数据是落实国家重大战略的具体举措

建设大数据已被确定为国家重大战略。2015年10月, 党的十八届五中全会正式提出“实施国家大数据战略, 推进数据资源开放共享”。2017年12月8日, 习近平总书记在主持中央政治局“实施国家大数据战略”第二次集体学习时强调“大数据发展日新月异, 我们应该审时度势, 推动实施国家大数据战略, 加快完

① 收稿日期: 2019-09-17

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0200300); 粮食丰产增效科技创新专项(2016YFD0300700)。

作者简介: 刘万才(1967-), 男, 推广研究员, 全国农业技术推广服务中心病虫害测报处处长, 中国植物保护学会常务理事, 主要从事农作物病虫害测报、管理及信息化研究工作。E-mail: liuwancai@agri.gov.cn

通信作者: 谢成军, 男, 博士, 副研究员, 主要从事人工智能及植保大数据等相关研究工作。E-mail: cxjie@iim.ac.cn

善数字基础设施,推进数据资源整合和开放共享,保障数据安全,加快建设数字中国,更好服务我国经济社会发展 and 人民生活改善<sup>[1]</sup>。”2018年5月26日,习近平总书记在致“2018中国国际大数据产业博览会”的贺信中强调指出“中国高度重视大数据发展,我们秉持创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,围绕建设网络强国、数字中国、智慧社会,全面实施国家大数据战略,助力中国经济从高速增长转向高质量发展。”

### 1.2 建设植保大数据平台是提高重大病虫害监控能力的现实需要

近年来,受气候变化、耕作制度演变等因素影响,我国农作物病虫害监测防控面临新的挑战:一是病虫害重发多发频发,发生危害较重的病虫种类,由过去的十几种发展到现在的几十种,病虫害监测压力增大。二是测报技术人员减少,基层植保机构普遍存在人手减少、力量薄弱、测报工作“将来谁来干”的问题。三是监测技术手段落后,尽管近年来我们在自动化监测工具研发和应用上取得了显著进展,但“眼观手查、盘拍棍赶”的现状没有从根本上改变,劳动强度大、监测效率低、数据标准不统一,影响监测准确性。

### 1.3 建设植保大数据是人工智能技术在植保中应用落地的先决条件

人工智能需要依托大数据来建立其智能。人工智能技术在植保中的应用离不开植保大数据建设,人工智能需要依赖大数据平台和技术来帮助完成深度学习进化。建设植保大数据,可以充分发挥人工智能技术在监测预警、智能预测、信息服务等方面的作用,提高重大病虫害监测预警和防控服务能力。伴随着移动互联网、人工智能等技术的飞速发展,田间移动智能终端将会成为未来植保大数据感知的主要方式,重大病虫害预测预报行业也将面临着由传统模式向新型模式的转变,未来测报调查工作也要发生由传统植保人员向种植大户、新型经营组织等人员的转变,以及由田间固定病虫监测装置向智能化移动终端转变的趋势。因此,建设植保大数据,推进大数据应用也是推进人工智能技术在植保中应用的先决条件。

## 2 研究明确植保大数据建设的目标思路

### 2.1 建设目标

通过5年时间的研究、实践、应用,力争到2025年,实现植保大数据基础平台基本建立,大数据技术在植保领域重大病虫害的监测预警、防控决策、科学用药、专业化防治服务等方面得到初步应用。一是监测预警智能化。利用大数据、人工智能和深度学习技术,开发基于大数据技术的重大病虫害监测预警、自动诊断、自动计数、自动上报装备,实现病虫害发生信息采集和分析智能化。二是防治决策科学化。开发病虫害发生种类自动诊断、发生趋势辅助判别、防治方案综合确定的手机移动端支持系统,实现广大用户重大病虫害防治行动决策的科学化。三是防治服务网络化。建立全国及分级管理植保大数据平台,通过登录平台,系统自动提供防治服务相关信息,并直接通过网络购买服务内容,实现病虫害防治物资服务和专业化防治服务网络化。四是防控咨询信息化。针对重大病虫害的发生趋势和防控策略,通过应用植保大数据平台,进行系统全面分析,提供全方位的发生趋势意见和防控治理决策建议,实现重大病虫害防控治理决策的信息化。

### 2.2 建设思路

对于植保领域而言,开发应用植保大数据技术还是一个新事物,无论是植保行业还是信息技术行业,都没有成熟的经验。为此,应针对现有重大病虫害数据获取、分析与服务手段相对落后、应对突发和大面积病虫害监测预警能力不强等困难和问题,加强多学科协同创新,基于植保大数据与人工智能技术,按照“探索研究、逐步提升,突出重点、典型引领,强化应用、实践提高”的原则<sup>[5]</sup>,针对大数据技术应用,通过加大研究力度,明确应用方向和关键技术,不断拓宽应用范围,提升应用水平;针对重大病虫害诊断识别、监测预警、防控服务等某个方面或者某个病虫害,重点研究,取得典型经验,进而引导建设和推广应用;开发的技术和平台必须加强实践应用,在实践中检验真伪,发现需求,总结提高,切实转化为科技生产力。通过开发建设从“病虫害大数据感知—病虫害大数据—大数据计算—大数据应用”的植保大数据平台,不断促进植保大数据平台数据积累、算法改进、功能完善,提升大数据技术在植保中的应用水平。

### 3 合理构建植保大数据应用平台的基本架构

植保大数据应用平台可按照感知层、计算层、应用层 3 个层次构建<sup>[6]</sup>, 总体框架如下(图 1)。

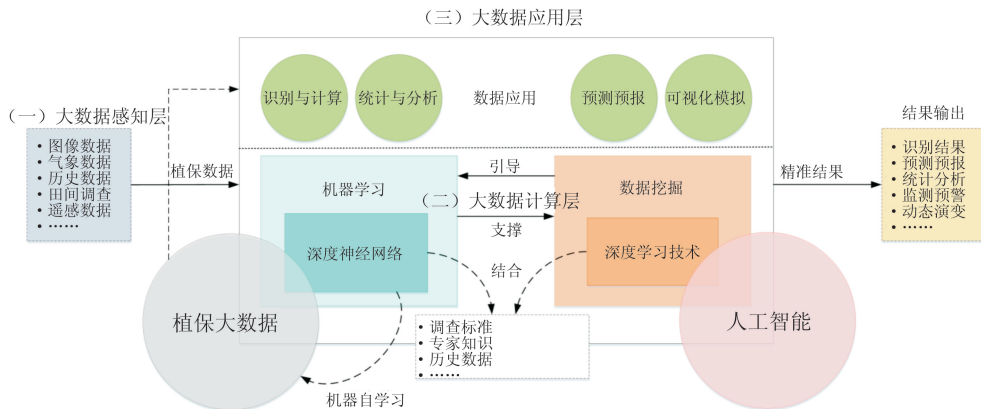


图 1 全国植保大数据应用平台框架

#### 3.1 大数据感知层

植保大数据感知层主要作用是完成整个植保大数据平台的病虫害相关信息获取。通过移动终端、自动虫情测报灯、自动性诱测报设备、农作物病害实时预警系统、农田小气候仪等病虫害感知终端设备采集，以及通过田间人工调查和信息系统填报的数据，建立多途径的信息采集和收集渠道，实现对重大病虫害发生的图像数据、地理位置、作物信息、气象数据、田间调查数据等信息的快速获取。

#### 3.2 大数据计算层

植保大数据计算层主要完成对感知层海量病虫害数据的存储、管理、计算、挖掘与共享。主要内容包括：基于云计算技术，整合分布在各个系统、平台的病虫害数据与知识资源；面向植保应用服务，基于人工智能技术，实现病虫害的识别计算、统计分析、预测预报、防治决策等，为整个植保大数据平台提供数据算法、算力支撑。

#### 3.3 大数据应用层

植保大数据应用层的主要作用是依据计算层对病虫害各类数据综合计算分析的结果，实现重大病虫害监测预警服务。主要内容包括：病虫害自动识别与分析、重大病虫害统计分析、精准化病虫害预测预报、可视化分析等，为政府部门管理决策和各类市场主体生产经营活动提供更加完善的信息、解决方案和服务，为实现农业现代化提供有力的技术支撑。

### 4 切实打造植保大数据应用的实用产品

当前，我国传统的病虫害测报装备生产维护成本高，自动化程度低，调查监测站点偏少，通过研发和推广应用于大数据的移动智能信息采集装备，集成包括光学传感器、视觉组件、移动终端等多种设备，研发应用智能化移动病虫害测报工具，实现对田间重大病虫害发生信息的便携式、快速智能化获取，这可以在较大程度上解决现有信息采集渠道单一、数据不足、代表性不强等问题，不断提高监测预警与防控能力。2016 年以来，根据基层植保测报人员的工作需要和建议，全国农业技术推广服务中心、中国科学院(合肥)智能机械研究所、安徽中科感知大数据人工智能产业研究院等单位通过协作攻关，分别针对基层植保测报人员和广大农业生产者，开发和试验应用了 2 款病虫害发生信息采集和病虫害诊断识别产品，经过近 3 年的试验应用、数据积累、算法改进和产品升级，为推进大数据技术在植保上的应用进行了有益探索，积累了

丰富经验<sup>[7]</sup>.

#### 4.1 “智宝(ZPro)”移动病虫害感知终端

“智宝(ZPro)”移动病虫害感知终端是一款专业的移动式病虫害信息获取设备,其在后台终端软件系统的支持下,针对田间病虫害调查的需求,通过智能终端,实现了病虫害发生数据的获取、处理、识别、分析与上报的一体化.此外,终端还集成了精确的农作物微气候传感器,在田间快速调查病虫害的同时,获取作物所在环境的气候参数,为重大病虫害预测预报建模提供可靠数据支撑.其主要功能包括:(1)田间病虫害高清图象数据快速获取;(2)病虫害图像的智能识别与等级判定;(3)病虫害发生地理位置获取;(4)病虫害相关各类数据的自动上报;(5)高等级的三防智能信息终端等.其工作模式如图 2.

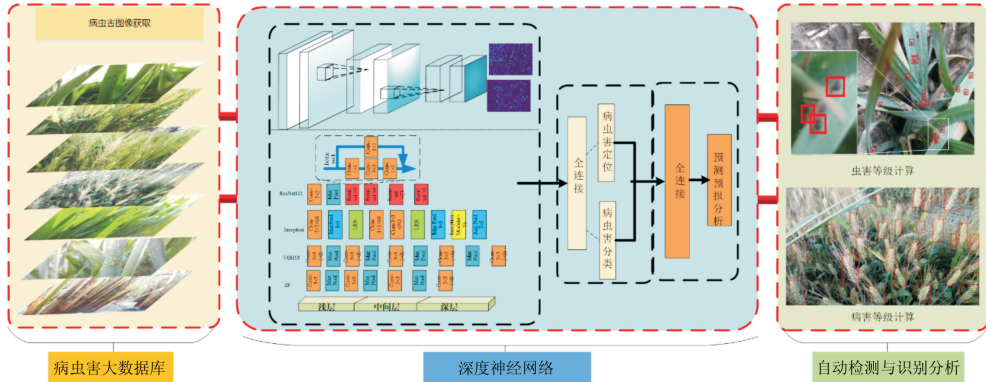


图 2 病虫害自动识别分析算法引擎总体路线

依据旱田、水田、果园等不同作物种类和调查环境,开发了手持、微距、探杆和支架 4 种可供选择的模式,方便广大用户选择使用.其中,手持模式适合不需要探杆,使用智能信息终端更快捷的拍摄;微距模式适合拍摄尺寸极小的病虫害;探杆模式适合拍摄人够不着的较远范围的病虫害;支架模式适合拍摄距离较远、较高范围的病虫害.

#### 4.2 通用版病虫害识别 App——“随识(Sensee)”

病虫害识别 App——“随识(Sensee)”主要面向种植大户、家庭农场、合作组织等普通用户,提供精准、高效、快速、低成本的病虫害识别与诊断服务.用户随时随地拍照或上传作物病虫害图片即可获得病虫害的种类和相应的防治方法建议,同时可进行信息上报和记录,为重大病虫害监测预警提供大数据支撑与决策.目前该款应用软件支撑 500 余种常见病虫害的自动识别,平均识别率达 70% 以上,重大病虫害识别精度达 80% 以上.

#### 4.3 切实开发应用植保大数据实用产品

开发大数据产品往往需要集成大数据应用核心技术,应用大数据技术实用产品既是促进大数据研究和应用的关键,也是检验该技术有无生命力的关键.希望有关开展植保大数据研发的科研单位和企业,紧盯生产应用,明确研究方向,多开发类似“智宝”“随识”的植保大数据产品,通过加大试验、示范应用,积累数据,优化算法,拓展功能,设计产品,不断促进大数据技术研发和应用向实用化、高层次发展.

## 5 认真解决植保大数据应用的关键问题

### 5.1 重大病虫害发生图像与知识大数据建设

建设植保大数据平台,开发应用植保大数据技术,最基础的工作是海量数据的积累与建设.首先,要系统采集病虫害发生的各类数据,尤其是田间自然状态下病虫害发生图片数据的积累.只有积累了足够多的数据,才能运用大数据和深度学习等方法,开展算法研究,开发自动识别鉴定等功能,推进大数据技术在

植保上的研发和应用.其次,要搞好现有植保知识数据库建设,如病虫害常规发生的轻重、分布区划、年度变化、发生规律以及防治技术建议等.第三,收集积累重大病虫害的系统观测历史数据,以及气候、栽培制度等的历史数据.2017年以来,中国科学院合肥智能机械研究所、全国农业技术推广服务中心和安徽中科感知大数据产业技术研究院等单位联合启动植保大数据研发建设项目,开始系统积累相关数据.截至2019年5月,共收集获取田间病虫害图像50万张以上,建立了全国最大的田间病虫害图像数据库及知识库.其中,田间重大病虫害图像的人工标记处理量达500万以上,为机器学习算法框架提供大数据支撑.主要包含小麦、水稻、玉米、油菜等主要农作物常见病害83种,根据不同的症状发生部位、时间等类型细分为104种,共21.3万张图像;常见虫害213种,根据不同的形态成虫、幼虫、若虫细分为363种,共17.3万张图像;田间其他病虫害数据共10万多张.另外,积累虫情测报灯下数据图片约20万张,包括河南、广西、新疆等20多个省(区、市)联网的165个站点,通过实时拍照记录测报灯下害虫发生数据,建立了43种害虫样本库,灯下害虫图像人工标记处理量达100万以上,主要包括稻飞虱、二化螟、棉铃虫、玉米螟、铜绿异丽金龟等.同时,为提高大数据技术实用性,构建了较为专业的病虫害知识库及知识图谱.其中,病害知识库信息包括名称、地理分布、详细的发病症状、病原物、侵染循环、发生因素和防治方法等;虫害知识库包括名称、分类地位、地理分布、寄主、为害症状、形态特征、生活习性、发生因素和防治方法等.有望在这些数据的基础上,进一步加强海量数据积累和数据建设,研究开发植保大数据技术,提高植保大数据建设和应用水平奠定较好基础.

## 5.2 重大病虫害图像自动识别分析算法引擎框架

基于人工智能技术,突破复杂自然条件下病虫害识别,研发大数据技术下病虫害智能分析引擎,建立重大病虫害视觉特征可视化分析系统;集成图像、地理位置、气象、作物等先验信息,融合传统田间调查方法、专家先验知识等,基于深度学习技术,创新大样本、离散条件下病虫害发生时空分布及发生规律的数据挖掘方法,构建新的病虫害发生的环境及影响评估因子,构建新一代移动式病虫害智能测报技术体系,实现对田间海量重大病虫害图像数据的智能分析、处理与识别,进而提供精准、高效的病虫害监控.首先,将田间感知的病虫害图像数据进行标注和规范处理,构建大数据图像库.其次,基于深度学习模型,对已有的病虫害数据进行训练学习,建立病虫害识别与分析引擎、病虫害可视化分析与决策引擎.第三,基于分析引擎框架给出病虫害自动分析结果,构建重大病虫害动态监测预警系统平台,为种植大户、植保人员、主管部门等用户提供相应农业病虫害决策防控服务.

## 5.3 植保大数据平台建设

研发和推广应用植保大数据技术,所有用户使用的都是终端产品,其功能算法需要大数据平台来支撑,而不是由移动终端本身计算出来的.因此,建设功能完备、算力强大、数据充足、传输迅速的植保大数据平台至关重要.同时,要在大数据的平台上,认真打造开发各具特色的实用功能系统.中国科学院合肥智能机械研究所和安徽中科感知大数据产业技术研究院开发的智宝病虫害植保管理服务系统,为植保机构和测报技术人员提供了一套综合性的病虫害识别、分析、信息收集、大数据挖掘、趋势分析工具.通过可视化的数据分析、统计手段,为用户全面掌握病虫害发生程度、发生分布范围给予有效支持;通过对历史数据的分析与管理,协助用户建立地区内的病虫害发生趋势;同时,结合气象数据,有望进一步开展病虫害发生的预报预测.面向社会大众开发的“随识”病虫害智能识别服务系统,主要为种植大户、家庭农场、合作组织等广大农业生产经营者提供病虫害识别与诊断服务,也为政府部门提供了一套综合性的病虫害信息收集、趋势分析工具.

## 5.4 植保大数据建设标准

建设植保大数据平台,开发应用大数据技术,必须高度重视大数据建设的相关标准,做到标准先行.应该从国家层面加强顶层设计,组织有关生产管理、科研、教学和相关开发企业的专家,在研讨明确需求的基础上,对大数据建设标准作出规划,分期分批立项建设,完善标准体系,以便于将来推广应用和数据对

接。初步考虑,需制定建设的标准可分为以下几类:一是数据资源类,主要用于规范大数据资源的元数据、数据字典、分类及编码、数据接口,以及数据采集汇集等;二是交换共享类,主要用于不同数据库(系统)以及不同应用系统间的数据交换、共享规范等;三是平台工具类,主要包括分析平台的功能基本要求、终端应用系统技术要求及接入规范等;四是安全管理类,主要用于规范大数据使用管理、运维及信息安全等方面。

## 6 扎实推进植保大数据建设深入发展

植保大数据与人工智能技术的深度融合是解决重大病虫害精准化监测的重要手段。运用植保大数据技术,重大病虫害监测方法与模型将由“点”扩展到“面”,由传统判别、回归分析等机器学习方法到基于大数据的深度学习、强化学习等人工智能方法成为技术趋势。结合病虫害发生机理,基于大数据与人工智能技术融合大规模病虫害相关数据,提升重大病虫害监测的及时性、精准度将成为重点。借鉴国内外农业大数据建设应用的经验和教训<sup>[8-9]</sup>,我国植保大数据建设与应用可按 3 个阶段逐步建设完善,提高实际应用程度。

第一阶段:初步完成植保大数据平台框架搭建,建设完成重大病虫害大数据智能分析计算框架系统,实现重大病虫害数据处理、识别、分析的自动化;实现智能化移动病虫害监测设备在全国农业主产省区的推广应用;固定式灯下害虫监测设备实现图像识别、统计分析自动化;完成基于植保大数据的移动、固定式病虫害精准监测标准建设。

第二阶段:完成植保大数据平台框架,初步构建智慧植保国家大数据平台,完成重大病虫害数据监测网络、重大病虫害大数据分析系统、预测预警系统等建设;实现智能化移动病虫害监测设备推广应用覆盖全国粮食主产区各省,并扩展到果树、林业等经济作物的病虫害应用;完成病虫害移动、固定监测设备智能化升级,实现重大病虫害统计分析全自动化。

第三阶段:完成智慧植保国家大数据平台搭建,实现从“病虫害数据快速获取—病虫害大数据—自动化识别与分析—病虫害精准测报—绿色防控—专业化统防统治—绿色农业”全链条智能化植保服务,通过与政府、农资企业有机结合,建立长效稳定的植保服务机制,全面提升农作物重大病虫害防控治理能力,为确保国家粮食安全保驾护航。

### 参考文献:

- [1] 人民网. 习近平主持中央政治局集体学习强调,推动实施国家大数据战略[EB/OL]. (2017-12-11) [2019-09-16]. <http://finance.people.com.cn/n1/2017/1211/c1004-29697317.html>.
- [2] 中华人民共和国农业部. 农业部关于推进农业农村大数据发展的实施意见[EB/OL]. (2016-01-16) [2019-09-17]. <https://baike.baidu.com/item>.
- [3] 本刊讯. 推进植保大数据建设 提高重大病虫害监控能力——全国农技中心与中科院智能所等单位启动植保大数据建设合作[J]. 中国农技推广, 2018, 34(10): 40-41.
- [4] 本刊讯. 全国农技中心与中科院智能所等单位启动植保大数据建设合作 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38(10): 97.
- [5] 韩 啸. 为传统植保注入大数据的力量 [J]. 农村·农业·农民(B版), 2018(12): 32-33.
- [6] 百度网. 农业大数据[EB/OL]. (2016-01-16) [2019-09-17]. <https://baike.baidu.com/item>
- [7] 陈天娇, 曾 娟, 谢成军, 等. 基于深度学习的病虫害智能化识别系统 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39(4): 26-34.
- [8] 周国民. 我国农业大数据应用进展综述 [J]. 农业大数据学报, 2019(1): 16-23.
- [9] 中文互联网数据资讯中心. 中美两国农业大数据对比与思考[J]. 农业信息化, 2016(10): 63-64.

# Some Ideas on Promoting the Development and Application of Big Data Technology in Plant Protection

LIU Wan-cai<sup>1</sup>, HUANG Chong<sup>1</sup>, LU Ming-hong<sup>1</sup>,  
ZHANG Wei<sup>2</sup>, XIE Cheng-jun<sup>3</sup>

1. National Agro-Tech Extension and Service Center, Beijing 100125, China;

2. Anhui Zhongke Intelligent Sense Industrial Technology Research Institute Co.,Ltd., Wuhu Anhui 241000, China;

3. Hefei Institute of Physical Science, Chinese Academy of Sciences/Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China

**Abstract:** Big data has been identified as a major national strategy. Building the big data database for plant protection, enhancing the role of big data and artificial intelligence technology in the monitoring of major pests and diseases and improving the capabilities of monitoring and prevention are not only needed to ensure food safety production, they are also the specific measures of national implementation for rural revitalization strategies as well. Based on their experience in plant protection practice, the authors of this paper put forward the construction goals and ideas, and clarify the basic framework of the plant protection big data platform and the specific functions of the perception layer, the calculation layer and the application layer. In research and development of plant protection big data, it is necessary to develop practical big data products, integrate advanced technologies into simple and operable tools so as to make big data become a new technology that can be seen, touched and used. To build and apply the big data in plant protection, we should effectively solve key problems such as massive data accumulation, database construction, big data algorithm model construction, big data operation platform and big data construction standards. The construction and application of plant protection big data in China has just started, and it can be steadily advanced in stages. A national smart plant protection big data platform will be eventually constructed, in order to realize a full-chain intelligent plant protection service, namely, rapid acquisition of pest and disease data-automated identification and analysis-accurate measurement of pests and diseases-green prevention and control-specialization and defense-green agriculture. In this way, we can further improve monitoring and controlling major pests and diseases, and ensure the protection of national food security.

**Key words:** big data in plant protection; objective; ideas; architecture; algorithmic engine; standard

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.003

# 化学元素硅、硒对作物健康生长作用的研究进展<sup>①</sup>

黄 阔, 张永强

西南大学植物保护学院, 重庆 400715

**摘 要:** 硅(Si)和硒(Se)元素作为植物营养类相关的非金属类元素, 可以通过各种生理生化途径参与到作物的新陈代谢中, 达到影响作物生长发育、增进健康及提升品质的目的. 本文综述了有益元素硅和硒对植物生长的影响以及作为生物刺激素在农业上的应用, 以期对有益元素调节植物生长提供参考.

**关键词:** 有益化学元素; 硅元素; 硒元素; 作物生长; 生物刺激素

**中图分类号:** S153.6<sup>+</sup>1      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1007-1067(2019)05-0016-04

从作物需要的角度来讲, 有益元素、有害元素和必需元素之间并没有绝对的界限. 有益元素指一些特定作物需要但需要量很少的元素, 有害元素指某些作物并不需要或达到一定的量后抑制作物生长的元素, 必需元素是在作物生长发育过程中必不可少的. 控制作物生长的途径主要包括物理因子、化学因子、生物因子及基因工程等方面, 而有益元素硅、硒等主要是从化学因子方面进行调节<sup>[1-3]</sup>.

硅和硒都被认为是对植物生长有益的化学元素. 无论何种化学元素, 能够对植物产生影响不仅仅与其化学性质有关, 还和该元素在植物体和土壤中的含量、与其他元素之间的相互作用关系、化合物存在形式、适用作物、田间施用方法等有着密切的关系.

化学元素对作物生长的影响, 主要是以土壤为载体, 各元素之间在土壤环境中发生相互作用关系, 与土壤微生物协同作用, 在环境和作物之间相互转换和利用. 作物良好的生长发育, 需要吸收有益化学元素, 排除有害化学元素, 进而组成完整的生命体. 根据切入点不同, 不同的化学元素既可能为有益化学元素, 也可能为有害化学元素. 当前有益化学元素的研究中, 硅、硒元素因为与人体健康息息相关, 逐渐成为研究的热点, 通过研究作物对有益元素硅、硒的吸收利用, 对调节作物生长, 提高作物产量、提升作物品质等都有着重要意义.

## 1 硅、硒对作物的生长及抗性的影响

### 1.1 对作物生长的影响

作物体内的含硅量通常由  $\text{SiO}_2$  所占植物干质量的百分比来表示. 根据作物种类的不同, 含硅量差异也明显不同. 硅在禾本科作物体内的含量高于双子叶作物. 水稻类作物含量最高, 其次为大麦、小麦类, 豆科类含量最低.

作物体内含硅量的多少与土壤中硅含量有着密切的关系, 但土壤中绝大部分形态的硅并不能够被作物

① 收稿日期: 2019-07-18

基金项目: 中国烟草总公司重庆市公司项目(NY20180401070011).

作者简介: 黄 阔(1993-), 男, 硕士研究生, 主要从事天然产物农药研究. E-mail: 417579908@qq.com

通信作者: 张永强(1980-), 男, 副教授, 主要从事天然产物农药研究. E-mail: zyqiang@swu.edu.cn



直接吸收利用,只有单硅酸可以,即为有效硅<sup>[4]</sup>.土壤中有有效硅的含量可以作为作物是否需要补充硅肥的参考指标.硒元素在土壤中有多种存在形式,主要包括亚硒酸盐、硒酸盐、硒化物等,作物可以吸收的为亚硒酸盐和硒酸盐类.根据土壤中硒的生物地球化学循环来看,主要有无定型硒、晶体硒和金属硒.和硅类似,作物对硒元素的吸收也和土壤中硒的含量及存在形式有关.

对于很多动物和人类而言,硒是必需元素,而对于植物,硒对作物生长的必要性并未得到确切的证实.但硒元素作为人类从作物、植物食物链中吸收摄入的主要来源,仍然具有不可替代的作用.作物生长中对硒的吸收和利用主要从土壤中获取,通过“植物—动物—人类”的食物链最终被人体吸收利用,对于土壤中硒元素贫瘠的地区,应该及时向土壤中添加硒,以确保作物生长吸收利用,为人类提供更多的富硒食品.

### 1.2 对提高作物抗性的影响

硅、硒可以通过土壤以及叶片进入作物,进入土壤中可以改变土壤的理化性质,同时还能和一些重金属发生相互作用,进而影响一些重金属被作物吸收的有效性.硅元素能够提高植物组织的稳定性,减轻金属毒害,增强作物对高温、干旱、寒冷的抗逆性;能通过硅转运蛋白吸收硅酸盐,诱导作物抗逆酶的产生,增强抗病性,抵御病虫害侵染.硒元素可以提升作物的耐胁迫能力,在减轻重金属毒害、增强植物细胞的抗氧化能力、作物遭受病虫害后的自动调节能力方面发挥重要作用.

### 1.3 对作物品质的影响

在土壤中、叶片上、果实上使用含有硅、硒的制剂,既能够提高作物的非生物胁迫能力,又能够促进作物代谢生长,提高作物对营养物质的吸收利用,防治病虫害侵染,提升作物的品质和产量<sup>[1-5]</sup>.

## 2 硅、硒对植物影响的机理研究

### 2.1 硅对作物生长的生理生化功能

#### 2.1.1 硅在作物体内的流动

硅作为高等植物的重要无机组成部分,或多或少地参与了作物体内重要的代谢过程.硅可在作物体内与果胶酸、糖脂等形成稳定的硅酸复合物,沉积在细胞壁,提高植物组织的机械稳定性,降低水分散失,抵御病虫害.

单硅酸不带电荷,不解离,作物通过蒸腾作用,既可被动吸收,又可进行主动吸收,以控制其在体内的含量.单硅酸从根进入茎,通过木质部进行长距离运输,一部分沉积在细胞壁,另一部分形成硅胶和高聚硅酸.通过硅转运蛋白,作物根系可以吸收单硅酸、硅酸钾、硅酸钠.硅可以充当信号分子,通过激发过氧化物酶、几丁质酶和多酚氧化酶的活性,增强植物酚类、抗菌化合物、水杨酸的释放<sup>[6-8]</sup>.

#### 2.1.2 硅对作物的生理生化功能

硅元素能够在作物体内参与多种生长调节.主要有以下方面:1)在细胞壁的形成过程中发挥重要作用.硅元素可以在植物体内和多糖醛酸、果胶酸等共同作用,形成的硅酸盐类物质具有稳定性高、亲和力强的特点,增加细胞组织的机械稳定性和强度,防御病虫害及机械损伤.2)能够影响作物的蒸腾作用和光合作用.硅元素参与细胞壁形成进而形成组织的硅化细胞,其吸光能力更强,散射性好,增强光合作用.同时,硅化细胞可使细胞壁加厚,降低作物叶片的蒸腾作用,水分充足更利于作物生长.3)与其他元素共同作用,缓解非生物胁迫.硅的增加可以自动调节作物对于氮、磷的过度吸收,调节作物元素吸收,维持元素平衡状态,促进作物生长.缓解毒性金属、高温、干旱、冷害等对作物的伤害,提升作物自身抗逆性.4)促进植物生长,提升作物品质和产量.植物叶片施用硅可使二磷酸核酮糖羧化酶活性增强,对甘蔗有明显的增产和增糖作用.水稻施用硅肥可明显促进其对氮、磷的吸收,提高光合效率,促进增产<sup>[9]</sup>.

### 2.2 硒对作物生长的生理生化功能

许多作物体内都能够累积含硒的代谢产物,但这些产物并非是蛋白质的组成成分,作物缺硒仍可正常存活.贾玮等<sup>[10]</sup>、Filek M等<sup>[11]</sup>的研究表明,低浓度的硒可增强作物的耐胁迫能力,增强光合作用,促进作

物生长。硒可以同时扮演抗氧化剂和促氧化剂的角色，维持组织细胞的结构和功能，抑制金属中毒。硒还可作为应激调节剂，调控受胁迫作物的活性氧积累<sup>[12]</sup>。硒酸盐与硫酸盐结构相似，细胞可通过硫酸盐转运蛋白参与硒酸盐的吸收和转运，同时与土壤中硒酸盐的浓度有关<sup>[13]</sup>。

硒代半胱氨酸被认为是第 21 种氨基酸，可见其地位之重要。经多种酶的催化作用形成谷胱甘肽过氧化物酶，能够代替半胱氨酸改变催化活性，提供特异性电子供体<sup>[14]</sup>。同时，硒蛋白在细胞抗氧化的进程中发挥重要作用<sup>[15]</sup>。

## 3 硅、硒在农业生产上的应用

### 3.1 在植物健康方面的应用

随着人们对有益化学元素硅、硒的作用越来越重视，相关的研究也越来越多。为了更好地对其加以利用，含硅、硒的农药制剂或化学肥料不断地被生产利用，在防控作物病虫害，保证植物健康，提高作物抗逆性方面发挥着积极作用<sup>[16]</sup>。

马友华等<sup>[17]</sup>、杜式华等<sup>[18]</sup>研究表明，作物体内的硒和硫同化途径相似，二者在吸收利用及转运等方面可协同调控；硒在一定程度上还可保护动物免受或少受汞的伤害。作物肥料中补充适量硒不仅可以提高作物的品质和产量，还能够改善人体健康。硒肥主要与其他生物有机肥复合使用，但应该注意，硒在一定范围内具有必要性，一旦超过剂量范围，很可能造成硒中毒，危害作物和人体健康，在施用时应提前考虑用量的问题。

### 3.2 在促进作物产量提升方面的应用

硅可以提高植物体内磷的有效性，促进根系对磷的吸收，抑制对铁、锰的吸收，还可降低植物含氮量<sup>[19]</sup>。硅肥以含硅酸盐类的矿物质为主，常用的有硅酸钙、硅酸镁、硅酸钠、硅酸钾类，通常呈微碱性或中性的肥料，可以很好地用于调节作物生长、提升作物品质，保健栽培等使用，还可用作土壤调理剂，用于改良土壤，可有效提高植物的产量和品质。

### 3.3 在提升作物品质方面的应用

在提升作物品质方面，对硅、硒元素进行调控，可以达到实现农业生产的目的。水稻是典型的喜硅性作物，如果其生长过程中硅含量不足，将会导致叶片变褐；甘蔗缺硅会出现雀斑；大豆、番茄等缺硅均会导致花叶、畸形、萎蔫。在油菜的生长过程中补充硒，可明显提高其脂肪含量；生菜中补充硒可增加还原糖含量，降低亚硝酸盐含量；猕猴桃补充硒可增加维生素 C 含量。水稻在必要时补充硅、硒元素可以显著提升产量，增强品质特性<sup>[20]</sup>。在现代农业生产中，高品质的农产品更能够获得消费者的青睐，因此硅、硒的应用就有着更加重要的现实意义。

## 4 展望

硅、硒等有益元素的开发利用，是调节作物生长，增强作物抗逆能力，提高作物产量、品质的有效途径之一，也是为社会提供有利于人体健康的更多样化优质农产品的重要措施。

目前，硅、硒等有益化学元素对作物生长作用的研究还仅仅限于单一元素的作用及其机理，而对硅、硒与其他微量元素、大量元素之间的相互作用，特别是它们之间可能存在的协同增效或相互抑制机制等研究较少。为了加快开发利用硅、硒等有益化学元素服务于农业生产的步伐，除了加强有关基础研究外，还应大力研究含有硅、硒类的农药、肥料、植物生长调节剂等产品，通过大面积推广应用，使农作物高产、优质，为满足人们对优质农产品的需要作出更大贡献。

### 参考文献：

- [1] 罗海波. 有益元素对水稻种子萌发的生理效应 [J]. 种子, 2000, 19(3): 24-25.

- [2] 刘文国,王林权,白延红. 植物体有益元素硅的研究进展 [J]. 西北植物学报, 2003, 23(12): 2248-2253.
- [3] 汤璐,汤英. 中、微量元素对主要农产品品质的影响综述 [J]. 安徽农学通报, 2008, 14(19): 61-63.
- [4] 翟水晶,薛丽丽. 闽江口潮滩湿地不同植被带土壤及间隙水中硅的分布特征 [J]. 生态学报, 2016, 36(21): 6766-6776.
- [5] 柳红,李江. 浅议生物刺激素在农业中的作用 [J]. 青海农技推广, 2015(2): 55-56.
- [6] RIZWAN M, ALI S, IBRAHIM M, et al. Mechanisms of Silicon-Mediated Alleviation of Drought and Salt Stress in Plants: A Review [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2015, 22(20): 15416-15431.
- [7] 钱琼秋. 硅提高黄瓜耐盐性的生理和生化机制研究 [D]. 杭州:浙江大学, 2006.
- [8] AHMAD R, ZAHEER S H, ISMAIL S. Role of Silicon in Salt Tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Plant Science, 1992, 85(1): 43-50.
- [9] 熊蔚,胡宇坤,宋垚彬,等. 高等植物中硅元素的生态学作用 [J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2017, 16(2): 164-172.
- [10] 贾玮,吴隽,屈婵娟,等. 硒增强植物抗逆能力及其机理研究进展 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(14): 171-176.
- [11] FILEK M, GZYL-MALCHER B, ZEMBALA M, et al. Effect of Selenium on Characteristics of Rape Chloroplasts Modified by Cadmium [J]. Journal of Plant Physiology, 2010, 167(1): 28-33.
- [12] HAGHIGHI M, SHEIBANIRAD A, PESSARAKLI M. Effects of Selenium as a Beneficial Element on Growth and Photosynthetic Attributes of Greenhouse Cucumber [J]. Journal of Plant Nutrition, 2016, 39(10): 1493-1498.
- [13] GARBERG P, HDGBERG J. The Role of Selenium-Oxygen Interactions in Selenium Metabolism [J]. Ambio, 1986, 15(6): 354-355.
- [14] 甄广田,杨双,柏德华,等. 生命元素硒与作物产量和品质的关系 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34(13): 2956, 2958.
- [15] 施桂芳,张江,李红娟. 微量元素硒与相关疾病的营养治疗 [J]. 微量元素与健康研究, 2001, 18(4): 51-52.
- [16] 曹恭,梁鸣早. 平衡栽培体系中的有益元素(下) [J]. 土壤肥料, 2004(6): 61-62.
- [17] 马友华,丁瑞兴,张继榛,等. 植物体内硒和硫的相互作用 [J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(2): 161-166.
- [18] 杜式华,于志洁. 汞与硒在植物体内的相互作用 [J]. 环境科学, 1987, 8(6): 43-46, 77.
- [19] 陆景陵. 植物营养学 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2016.
- [20] 魏朝富,谢德体,杨剑虹,等. 氮钾硅肥配施对水稻产量和养分吸收的影响 [J]. 土壤通报, 1997, 28(3): 121-123.

## Progress in Research of Chemical Elements Silicon and Selenium for Crop Growth and Health

HUANG Kuo, ZHANG Yong-qiang

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

**Abstract:** Silicon (Si) and selenium (Se), as non-metallic elements related to plant nutrition, can participate in the metabolism of crops through various physiological and biochemical pathways, and achieve the purpose of promoting crop growth and quality. Research of application of Si and Se in agricultural production is of far-reaching and important significance and value in agricultural production. This paper reviews the effects of beneficial elements such as silicon and selenium on plant growth and their application as biostimulants in agriculture so as to provide a theoretical support for beneficial elements to regulate plant growth and health.

**Key words:** beneficial chemical element; silicon; selenium; crop growth; biostimulant

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.004

# 烟草青枯病的化学防治研究进展<sup>①</sup>

韩松庭, 丁伟

西南大学植物保护学院, 重庆 400715

**摘要:**烟草青枯病是由茄科雷尔氏菌引起的细菌性土传病害,自首次在我国报道以来,其发生范围和为害程度就在不断蔓延和加重,每年给烟草行业带来巨大的经济损失。目前,世界范围内尚无特效的化学药剂可以进行治疗。但诸多研究表明,前期及时的化学药剂处理、熏蒸处理、诱抗剂处理均可有效预防烟草青枯病的发生和发展,降低经济损失。我国有关烟草青枯病化学防治的研究十分有限,而化学防治是保障烟草健康和烟叶生产的不可或缺的重要组成部分。因此,本文对我国烟草青枯病化学防治的药剂、影响防效的因素以及采用土壤熏蒸消毒和诱抗剂防治烟草青枯病的进展进行了系统整理和总结,并对烟草青枯病的化学防治前景进行了展望,希望能为今后烟草青枯病及时有效地防控提供参考。

**关键词:**烟草青枯病;化学防治;土壤消毒;植物抗性诱导

**中图分类号:** S435.72      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1007-1067(2019)05-0020-06

烟草青枯病是由茄科雷尔氏菌引起的细菌性土传植物病害,能够寄生于 50 多个科、数百种植物,给许多农作物及经济作物生产造成了严重损失<sup>[1-2]</sup>。烟草青枯病自首次在我国报道以来,其发生范围和为害程度就在不断蔓延和加重,每年给烟草行业带来巨大的经济损失。目前,烟草青枯病在我国长江流域及其以南的植烟区普遍发生流行,造成严重危害。2008 年我国 16 个省烟草病虫害调查发现:青枯病的为害面积达 5 万  $\text{hm}^2$ ,造成减产约 763.93 万 kg,经济损失高达 11 522.15 万元<sup>[3]</sup>。田间烟株一旦感染青枯病,伴随高温高湿的发病有利条件,病株就会迅速发病萎蔫死亡。

长久以来,化学防治一直是防治烟草青枯病的重要技术措施,与其他防治方法相比,化学防治具有最快速、最有效、最方便降低损失的优点。一方面,化学药剂的及时运用能够降低田间青枯菌的数量,降低损失;另一方面,土壤熏蒸处理可以清除田间大部分病原微生物,抑制杂草的生长,而田间应用植物诱抗剂可以提高烟草自身抗性,以此来抵抗青枯菌的侵染。目前,世界范围内尚无特效的化学药剂可以对烟草青枯病进行治疗。诸多研究表明,前期及时的化学药剂处理、熏蒸处理、诱抗剂处理均可有效预防烟草青枯病的发生和发展,降低经济损失。因此,青枯病的化学防治应不仅局限于化学药剂的单独使用,而是应该结合各种措施进行防治,才能保证化学防治的效果最大化。我国有关烟草青枯病化学防治的研究十分有限,而化学防治是保障烟草健康和烟叶生产的不可或缺的重要组成部分,因此,本文对我国烟草青枯病化学防治的药剂、影响防效的因素以及采用土壤熏蒸消毒和诱抗剂防治烟草青枯病的进展进行系统整理和总结,并

① 收稿日期:2019-07-01

作者简介:韩松庭(1995-),男,硕士研究生,主要从事天然产物农药研究。E-mail:han960216@163.com

通信作者:丁伟(1966-),男,教授,主要从事天然产物农药研究、植物与有害生物互作研究。E-mail:dingw@swu.cn

对烟草青枯病的化学防治前景进行了展望,希望能为今后烟草青枯病及时有效的防控提供参考。

## 1 控制烟草青枯病发生的化学药剂

烟草青枯病是我国烟草的主要病害之一,其病原微生物青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)的寄主范围、致病机理、发病条件日趋多样化,直接导致其为害面广、防治困难,且该病已有向高纬度、海拔冷凉地域逐渐蔓延的趋势。青枯雷尔氏菌(以下简称青枯菌)是一种革兰氏阴性细菌,栖息于水和土壤中,可以侵染包括烟草在内的全球200多种植物<sup>[4]</sup>,引起了茄科作物的青枯病,是世界茄科作物中最重要的病害之一<sup>[5]</sup>。青枯菌可以经伤口或次生根侵入寄主的木质部,并在植物体内繁殖,当数量达到一定水平后分泌大量的胞外多糖,阻塞植物水分运输,导致植物显症;发病时烟株叶片表现为半边枯黄、萎蔫,木质部腐烂变色,最终导致植物严重失水死亡<sup>[6]</sup>。

目前对烟草青枯病尚无特效的治疗药剂,但提前使用化学药剂预防能够有效推迟青枯病发病时间,延缓病害进程,降低发病率,最终实现降低因青枯病造成的损失。市场上用于烟草青枯病防控的化学药剂主要种类如表1所示,主要为有机氯、有机铜、有机硫、无机铜和无机硫类的杀菌剂。化学药剂通常通过拌种或灌根的施用方式来有效防控烟草青枯病。

表1 防治烟草青枯病的化学药剂

有效成分	分类	施用方式	防治效果/%
噻菌铜	有机铜	拌种、灌根	69.05
溴菌腈·壬菌铜 <sup>[7]</sup>	有机铜	拌种、灌根	75.25
乙蒜素	有机硫	灌根	55.00
氢氧化铜 <sup>[8]</sup>	无机铜	灌根	54.65~68.60
石硫合剂 <sup>[9]</sup>	无机硫	灌根	62.80~75.00
乙霜清 <sup>[10]</sup>	复混剂	灌根	>80
青枯灵 <sup>[11]</sup>	有机硫	灌根	62.10~81.50
灭菌净	有机氯	灌根	44.69

### 1.1 传统的保护性杀菌剂

用于防治烟草青枯病的保护性杀菌剂主要为无机铜类、无机硫类和有机氯类杀菌剂,如氢氧化铜、乙蒜素、石硫合剂、噻菌茂等,主要通过病原菌在侵染植株之前灌根施用,降低植株根部周围的含菌量,保护植株根部免受病原菌的侵染;优点是持效期长、多位点效应、不易产生抗药性,但当病原菌已经侵入植株体内,再施药基本没有效果。

### 1.2 专化型内吸性杀菌剂

目前防治烟草青枯病的专化型内吸性杀菌剂种类较少,使用较多的有噻菌铜、溴菌铜、灭菌净。噻菌铜是浙江龙湾化工有限公司自主研发的一种噻唑类有机铜类杀菌剂,被广泛应用于细菌性病害的防治。噻菌铜由噻唑基和铜离子组成,噻唑基通过导管使细菌细胞壁变薄,继而破裂乃至细菌死亡;铜离子与病原菌细胞膜表面阳离子进行交换,致使病菌细胞膜上的蛋白质凝固,杀死细菌;渗入病原细胞内的铜离子会与某些酶结合,导致酶活性降低甚至失活,以使该病原菌机能失调,最终衰竭死亡<sup>[12]</sup>。溴菌腈·壬菌铜是潍坊万胜生物农药有限公司将溴菌腈和壬菌铜复配出的一种新型高效、广谱、低毒的内吸性杀菌剂,田间灌根防治烟草青枯病有较好的效果。溴菌腈能够迅速被病原细菌吸收,并在菌体间传导,干扰细菌的正常发育,从而达到抑菌、杀菌的作用;壬菌铜具有高渗透性,能够有效抑菌和抗病毒。灭菌净是一种新型高效的

消毒剂,其有效成分为二氯异氰尿酸和三氯异氰尿酸,喷施在作物表面可以缓慢释放次氯酸,使菌体蛋白质变性,细胞膜通透性改变,干扰酶的正常功能,影响 DNA 的合成,最终导致病原菌死亡。

### 1.3 土壤消毒剂的运用

土壤消毒剂是一种低毒广谱性杀菌剂,具有内吸传导性,能够大范围内杀灭土壤中的各种病原菌,达到土壤消毒的目的。相关研究表明,在土壤中混入氯化苦,然后在土壤盖上一层薄膜进行熏蒸消毒,能够有效降低土壤线虫病害的发生和杂草的生长,同时也可以减轻青枯病的发生<sup>[13]</sup>。王大海等<sup>[14]</sup>通过田间小区试验证明,移栽前使用威百亩进行土壤熏蒸可以有效降低田间青枯病的发病率。国外通过种植抗病品种和化学土壤熏蒸处理降低了青枯病的发病率,产量产值也有所增加<sup>[15]</sup>。土壤消毒剂由于杀菌谱广,在土壤中消灭病原菌的同时必然也会伤害有益菌,在施用后应及时补充有益生物菌,否则后期一旦有病原菌侵入就会发病加重。土壤消毒后必须注意防备青枯菌在烟草生长时期的再次侵染,原因是青枯病菌可以通过雨水、灌溉水传染,导致土壤消毒没有效果<sup>[16]</sup>。

国内外常用土壤消毒剂有溴甲烷、氯化苦、1,3-二氯丙烯、威百亩、棉隆、福尔马林、敌克松、五氯硝基苯、恶霉灵等。主要施用方法如下:

(1)喷淋或浇灌法。将药剂配制成指定浓度,喷淋或浇灌到土壤中,药液会逐渐渗透到土壤深处,杀死土壤中的病原菌。

(2)毒土法。选取一定湿度的细土与药剂混匀制成毒土,然后将毒土沟施、穴施和撒施到土壤里,杀死病原菌;使用毒土法尽量选择晴天,避免雨水冲刷土壤,导致药剂流失。

(3)熏蒸法。将熏蒸剂施于土壤中,然后在土壤表面覆上一层薄膜或其他覆盖物,药液会在土壤中释放有毒气体,杀死病原菌;使用熏蒸法后,要注意等待有毒气体充分散去后才能移栽,不然容易造成药害和人员中毒。

## 2 诱抗剂与化学药剂联合增效防控烟草青枯病

诱抗剂是一种新型生物农药,可以诱导植物获得抗病性,从而达到防病的目的<sup>[17]</sup>。一般引起局部坏死病变的病原体或外源性应用水杨酸或合成化合物(如 ASM 和 2,6-二氯异烟酸(INA))产生抗病性。诱导的防御机制包括细胞壁的修饰、植物抗毒素的产生和蛋白翻译,这些都是通过增加基因表达而与抗病机制相关的<sup>[18]</sup>。一些研究表明,苯并噻二唑(BTH)、2,6-二氯异烟酸(INA)和水杨酸(SA)能够诱导烟草获得系统抗性,以此来抵抗青枯菌的侵染<sup>[19-23]</sup>。诱抗剂能有效诱导烟草抗青枯病的抗性,但防病效果往往不够理想。张耀文等<sup>[24]</sup>报道了喷施诱抗剂结合灌施化学药剂比单施化学药剂更有效地控制烟草青枯病。诱抗剂可以和杀菌剂一起使用,能够降低有效控制所需的杀菌剂剂量,并且比完全剂量的杀菌剂更有效地控制青枯病,改进后的效果被解释为两种药剂之间的协同作用。尽管有许多关于诱抗剂对烟草诱导抗性的报道,但只有一篇报道涉及诱抗剂与杀菌剂联用防治烟草青枯病,郭庆明等<sup>[25]</sup>报道了 BTH 和链霉素联用对烟草青枯病显著的防治作用。诱抗剂和杀菌剂之间可能的组合效应需要更多的研究进行验证。

## 3 影响化学药剂药效的因素

受化学药剂自身特性、病原菌特性、环境因素和施药技术等因素的影响,施用化学药剂防治烟草青枯病受一定条件的制约,容易出现防效不理想、对烟株不安全或对环境不友好等问题,因此,选择和使用化学药剂时应明确各限制因子的作用,才能有效发挥药剂功效,防治烟草青枯病。

### 3.1 化学药剂本身的制约

化学药剂本身的性质决定了对烟草青枯病的防效,包括药剂成分、剂型、作用机理和施用方式等.防治烟草青枯病的化学药剂一般施用方式为灌根,作用机理有杀菌、抑菌、保护性和抗性诱导等.良好的溶剂可以提高药剂对青枯菌的毒杀效力,而药剂粉粒细度、分散性、持久性都能直接或间接影响药剂的毒性和药效.药剂的使用浓度大小主要取决于植物的忍受能力和药剂的杀菌能力,需严格按照推荐剂量施用,以免造成药害和残留.化学药剂的施用时间和施用次数取决于病害发病特征以及药剂本身的持久力.烟草青枯病是一种土传、高温高湿型病害,一般选择在团棵期以前,或在打顶期进行药剂处理,共施药 2 次,次数过少,则化学防治效果不佳,次数过多则农药残留较高,引起环境污染.

### 3.2 青枯菌防控难度大

青枯菌环境适应性和进化性极强,可在土壤和非寄主植物上存活,造成了化学药剂控制青枯菌比较困难.据报道,青枯菌在病残体中能够存活 7 个月,在土壤或堆肥中能存活 2~3 年,有的甚至可以存活 8~25 年<sup>[26]</sup>.同时,青枯菌的致病机理十分复杂,存在许多个跟致病有关的基因,而青枯菌与寄主植物的抗病性机制更为复杂<sup>[27]</sup>.因此,不管使用杀菌剂、抑菌剂或者保护剂,在青枯病发病以后效果都不是很理想,只能起到局部缓解的作用.所以采用化学药剂防控烟草青枯病应尽早施用.

### 3.3 环境因素的影响

影响化学药剂防效的环境因素包括温湿度、光照、土壤和水质等.高温时施用,虽然药剂的化学活性增强,药剂理化作用快,但青枯菌在此时也会大量增殖,使病害加重;对见光易分解的药剂若使用不当,药剂易分解,影响药剂效果;土壤有机质含量高,对药剂的吸附力强,会降低药液的流动性,从而降低药效;药剂稀释时,水质对药效影响很大,硬水中含钙、镁等离子,易与药剂中的辅助剂发生作用,破坏药物的乳化性能和湿润性能,影响药效.因此,配药时应尽量使用钙镁含量较低的软水.

### 3.4 药剂使用技术的限制

药剂使用技术也是影响化学药剂药效的一个重要因素.配制的化学药剂浓度不标准,造成浓度过高或过低,会引起烟株药害或严重影响药效,所以药剂必须要稀释到指定浓度后才能使用.药剂适当混用有兼治和增效作用,可以减少用药次数,防止产生抗药性,但药剂混用一定得注意药剂之间的酸碱度、毒性、用量、成本以及拮抗作用,否则极易引起药害或导致药效降低.

## 4 化学防治技术的不足

虽然化学防治是目前乃至今后一段时期内比较有效的防治手段,但其不足也应该引起足够重视.研究发现,化学防治的不足主要有以下 3 种情况:

第一,长期使用或不合理使用化学药剂会带来“3R”问题.有害生物很容易对化学药剂产生抗性,同时受药剂种类、使用时期、用药量、使用方法等因素影响,化学防治效果较差.

第二,容易对植物造成药害,对人畜不安全.化学药剂使用不当容易给植株带来药害,影响植物的正常生长发育,造成了经济效益受损.化学药剂一般都是有毒的,能够对人畜造成直接误食危害和接触危害,积累到一定量可以引发一些病变,如致癌性、抵抗力下降等.

第三,对有益生物造成损伤.化学药剂的选择性不高,在杀死有害生物的同时也会杀死天敌,破坏生态系统的平衡.如土壤消毒剂的施用能够快速杀灭田间青枯病菌,但同时会杀灭土壤中的有益菌,一旦青枯菌再次侵染,就会引发更严重的病害,造成更大的损失.

因此,积极探索化学药剂减量增效技术,充分利用物理防治、生物防治和田间管理等手段替代化学药剂可以弥补化学药剂的不足,在烟草青枯病防治和环境保护中具有重要意义。

## 5 展望

国内外的相关研究已经表明,化学防治虽然不是防治烟草青枯病的最理想手段,但却是当下最行之有效的措施.针对我国当前烟草青枯病的严峻态势,从解决烟草青枯病的有效防控这一生产实际问题出发,建议今后开展如下研究工作:

(1)加强研发高效、低毒、低残留与环境相容性好的药剂.

(2)减量增效是化学药剂发展方向,探索新型施药方法,以达到减量增效的目的.如种衣剂、田间缓释剂、化学药剂与微生物菌剂、植物诱抗剂、田间管理技术联用等新方法.

(3)研究并制定烟草青枯病化学防治技术规程,面向广大基层技术人员和烟农定期开展化学药剂施用相关技术培训.

### 参考文献:

- [1] 季学军, 竟丽丽, 马称心, 等. 烟草青枯病抗性的研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(10): 4158-4159, 4161.
- [2] 番华彩, 唐嘉义, 秦小萍. 烟草青枯病防治研究进展 [J]. 云南大学学报(自然科学版), 2008, 30(S1): 31-35.
- [3] 丁传雨. 生物有机肥对土传马铃薯青枯病的防控技术及机理研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [4] YABUUCHI E, KOSAKO Y, OYAIZU H, et al. Proposal of *Burkholderia* gen. nov. and Transfer of Seven Species of the Genus *Pseudomonas* Homology Group II to the New Genus, with the Type Species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981) Comb. nov. [J]. Microbiology and Immunology, 1992, 36(12): 1251-1275.
- [5] SOONTHOMSING, S. Vegetables Diseases and Controls [D]. Bangkok: Kasetsart University, 1994
- [6] HONG J C, TIMUR MOMOL M, JI P S, et al. Management of Bacterial Wilt in Tomatoes with Thymol and Acibenzo Lar-S-Methyl [J]. Crop Protection, 2011, 30(10): 1340-1345.
- [7] 张 幸. 衡阳烟区烟草青枯病高效低毒防治药剂的筛选 [J]. 现代农业科技, 2018(16): 94-95.
- [8] 罗战勇, 陈元生, 周会光, 等. 防治烟草青枯病的药剂筛选试验 [J]. 广东农业科学, 2000, 27(1): 42-43.
- [9] 江忠明, 张玉瑞, 顾 钢. 石硫合剂防治烟草青枯病初探 [J]. 烟草科技, 2000, 33(2): 47-48.
- [10] 卢洪兴, 曾军, 邱志丹, 等. 烟草青枯病发生与防治研究 [J]. 烟草科技, 1995, 28(5): 42-45.
- [11] 孔凡玉, 卢 平, 许永峰, 等. 20%青枯灵可湿性粉剂防治烟草青枯病药效试验初报 [J]. 中国烟草科学, 2004, 25(1): 36-37.
- [12] 新型无公害杀菌剂——龙克菌 [J]. 农业新技术, 2005(3): 29.
- [13] 王海涛, 陈玉国, 王省伟, 等. 氯化苦土壤熏蒸防治烟田杂草及土传病害效果研究 [J]. 中国农学通报, 2010, 26(4): 244-248.
- [14] 王大海, 张宁波, 高 凯, 等. 4种防治措施对烟草青枯病的防治效果 [J]. 安徽农业科学, 2017, 45(15): 152-153, 156.
- [15] 烟草病害的综合防治试验 [J]. 烟草科技通讯, 1975, 8(1): 58-65.
- [16] 左 娟, 向金友, 程智敏, 等. 土壤改良对烤烟青枯病的防治效果 [J]. 农技服务, 2011, 28(3): 336, 352.
- [17] 张艳秋, 崔崇士. 植物系统获得性抗性研究进展 [J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(12): 113-117.
- [18] EBRAHIMS, USHA K, SINGH B. Pathogenesis Related (PR) Proteins in Plant Defense Mechanism [C]. Méndez-Vilas: Science Against Microbial Pathogens, 2011: 1043-1054.
- [19] FRIEDRICH L, LAWTON K, RUESS W, et al. A Benzothiadiazole Derivative Induces Systemic Acquired Resistance in Tobacco [J]. The Plant Journal, 1996, 10(1): 61-70.
- [20] 王 涛, 陈泽鹏, 万树青, 等. 苯并噻二唑(BTH)诱导烟草抗青枯病活性与抗病机理研究 [J]. 中国烟草学报, 2008, 14(S1): 29-32.
- [21] CONRATH U, CHEN Z, RICIGLIANO J R, et al. Two Inducers of Plant Defense Responses, 2, 6-Dichloroisonicotinic Acid and Salicylic Acid, Inhibit Catalase Activity in Tobacco [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1995, 92(16): 7143-7147.
- [22] 唐元满. *NtRNF217* 基因调控烟草抗青枯病的机制及其药剂诱导效应 [D]. 重庆: 西南大学, 2018.
- [23] 程小龙. 外源水杨酸诱导烟草抗青枯病的作用及机理研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2014.
- [24] 张耀文, 卢燕回, 霍 行, 等. 防治烟草青枯病的药剂筛选 [C]//中国植物病理学会 2017 年学术年会论文集. 山东泰



安, 2017: 464.

- [25] 郭庆明, 徐笑宇, 陈永明, 等. 几种诱抗剂诱导烟草抗青枯病效果及其与链霉素混用增效作用 [J]. 农药, 2012, 51(8): 608-610.
- [26] 郑继法, 丁爱云, 张建华, 等. 烟草青枯病研究进展 [J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(4): 527-531.
- [27] ASPIRAS R B, CRUZAR D L. Bacterial wilt Disease in Asia and the South Pacific.[J]. Bacterial Wilt Disease in Asia & the South Pacific, 1986, 43( :3):297-303.

## Advances in Chemical Control of Tobacco Bacterial Wilt

HAN Song-ting, DING Wei

*School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China*

**Abstract:** Tobacco bacterial wilt is a bacterial soil-borne plant disease caused by *Ralstonia solanacearum*. Since it was reported for the first time in our country, the scope of spreading of this disease and its degree of harm has been aggravating, which brings huge economic losses to the tobacco industry. Unfortunately, there is, up to the present time, no particularly effective chemical agent for controlling the disease in the world. However, many studies have shown that timely chemical treatment, fumigation treatment and resistance inducer treatment may control the occurrence and development of tobacco bacterial wilt and reduce economic losses. The research on chemical control of tobacco bacterial wilt in China is very limited, and chemical control is an indispensable and important part of tobacco health and tobacco production. Therefore, this paper systematically sorts out and summarizes the tobacco bacterial wilt chemical control agents, the factors affecting control effectiveness, and the progress of using tobacco fumigation disinfection and resistance inducer to control tobacco bacterial wilt in China. At the same time, this paper looks forward to the prospect of chemical control of tobacco bacterial wilt, and hopes to provide reference for timely and effective prevention and control of tobacco bacterial wilt.

**Key words:** tobacco bacterial wilt; chemical control; soil disinfection; plant resistance induction

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.005

# 哈茨木霉对烟草青枯病田间控制效果及生物学性状的影响<sup>①</sup>

朱洪江<sup>1</sup>, 王勇<sup>2</sup>, 刘东阳<sup>2</sup>, 江连强<sup>2</sup>, 黎昌明<sup>2</sup>

1. 西南大学植物保护学院, 重庆 400715;

2. 四川省烟草公司凉山州公司, 四川 凉山 615000

**摘要:** 针对我国西南烟区烟草青枯病愈发严重的问题, 选取了地衣芽孢杆菌(*Bacillus licheniformis*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)和哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)3种生防菌剂, 通过田间小区试验, 探究3种生防菌剂对青枯病的田间控制效果及烟草生长情况的影响. 结果表明: 与地衣芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌相比, 哈茨木霉对烟草青枯病的防控效果较好, 在团棵期、旺长期和打顶期的相对防治效果分别可达66.7%、62.5%和56.8%. 另外, 3种生防菌剂对烤烟前期株高和茎叶的生长均有很好的促进作用. 本研究为生物防治方法在烟草上的应用提供了新的思路 and 理论依据.

**关键词:** 生防菌; 烟草青枯病; 生物学性状; 生物防治

**中图分类号:** S435.72    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1007-1067(2019)05-0026-06

烟草青枯病是由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的土传细菌性病害, 是世界范围内十大植物细菌病害之一, 是我国南方烟草种植区常见的重要病害. 广东、湖南、福建、贵州、重庆及四川等烟区发病尤为严重, 造成了重大的经济损失, 严重威胁了烟草行业的可持续发展<sup>[1]</sup>. 目前, 青枯病的难防难治问题, 加上长时间施用化学药剂, 容易引起土壤环境问题和抗药性问题<sup>[2-3]</sup>. 生物防治是目前根茎病害防治研究热点之一, 也被视为解决烟草青枯病的一条较为理想的途径<sup>[4]</sup>. 大量研究表明, 生防菌株的防治机理集中于可以有效抑制病原菌的生长<sup>[5-7]</sup>, 且部分生防菌能促进植物生长<sup>[8-9]</sup>, 诱导植物抗性<sup>[10-12]</sup>, 改善土壤微生物结构<sup>[13-14]</sup>, 使植株能够健康生长的同时提高对植物病害的抵御能力.

四川凉山烟区是我国西南主要的烟叶产区之一, 烟草产业是维持地方经济、促进农民增收的主要手段之一, 但随着连作年限的增加, 病原不断累积, 造成了根茎病害逐年加重. 此外, 土壤超负荷产出以及化学农药、肥料的过度使用, 造成土壤营养结构破坏、微生物群落结构失衡、土壤酸碱失衡加重等连作障碍的产生, 更加重了根茎病害的暴发<sup>[15]</sup>. 为解决凉山烤烟种植地区烟草青枯病的发生问题, 本研究以凉山州冕宁县烟草根茎病害青枯病为对象, 对3种不同的微生物菌剂对青枯病发生的影响进行了初步的探究.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 供试菌剂

地衣芽孢杆菌(*Bacillus licheniformis*)菌剂, 20亿孢子/g, 购自河南仰韶生化有限公司; 枯草芽孢杆

① 收稿日期: 2019-09-05

基金项目: 中国烟草总公司四川省公司科技项目(SCY201704); 中国烟草总公司四川省公司科技项目(SCY201908).

作者简介: 朱洪江(1994-), 男, 硕士研究生, 主要从事天然产物农药研究. E-mail: 1416593320@qq.com

菌(*B. subtilis*)菌剂,20 亿孢子/g,购自山东长泰生物有限公司;哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)菌剂,20 亿孢子/g,购自山东常态生物有限公司。

### 1.1.2 试验器材

托盘天平,500 mL 量杯。

### 1.1.3 供试烟草品种

云烟 87。

### 1.1.4 供试地块

在四川省凉山彝族自治州冕宁县石古村选取具有代表性的青枯病发病地块进行试验。地块较平整,肥力中等、均匀,土壤为砂壤土,海拔 1 875 m,连作烤烟 15 年。供试烟苗于 4 月 28 日移栽,株距为 50 cm,行距为 120 cm,6 月上旬进入团棵期,7 月初进入打顶期,7 月下旬进入采收期。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 试验设计

试验共设 4 个处理,3 次重复,共 12 个小区,小区面积约 67 m<sup>2</sup>,设置保护行,试验地面积约为 840 m<sup>2</sup>。处理 1:常规施肥,移栽期地衣芽孢杆菌菌剂灌根,1×10<sup>8</sup> cfu/mL 每株灌根 200 mL;处理 2:常规施肥,移栽期枯草芽孢杆菌菌剂灌根,1×10<sup>8</sup> cfu/mL 每株灌根 200 mL;处理 3:常规施肥,移栽期哈茨木霉菌剂灌根,1×10<sup>8</sup> cfu/mL 每株灌根 200 mL。处理 4:常规施肥,移栽期清水灌根,每株灌根 200 mL (对照)。

在烟苗移栽后 5 d 后进行灌根处理,保证配制的菌剂悬浮液均匀分散,灌根时保证菌剂悬浮液能浸润烟苗根系及周围土壤。

### 1.2.2 烟株农艺性状调查

各处理每小区选择有代表性的烟株挂牌标记,按《烟草农艺性状调查方法》YC/T 142—1998 标准,定点定株在团棵期、现蕾期、打顶后 7 d 测定烟株的农艺性状。其主要包括株高、茎围、有效叶片数、最大叶长、最大叶宽,并利用公式(1)和(2)计算叶面积及系数。调查方式为“对角线五点法”,每点定株 5 株,每个小区定株调查 25 株。

$$\text{叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6345 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm}) \quad (1)$$

$$\text{叶面积系数} = \frac{\text{平均叶面积}(\text{cm}^2) \times \text{有效叶数}}{\text{植株占地面积}(\text{cm}^2)} \quad (2)$$

### 1.2.3 病害调查

烟草病害发生情况按《烟草病虫害分级及调查方法(GB/23222—2008)》标准调查。结合当地的病害发生特点,主要对青枯病进行系统调查,调查每个小区的发病株数及发病级数,以株为单位分级调查,从发病初期开始调查,每隔一周调查一次。按公式(3)计算发病率,按公式(4)计算病情指数,按公式(5)计算防治效果。

$$\text{发病率} = \text{发病株数} / \text{调查总株数} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{防治效果} = \frac{(\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数})}{\text{对照病情指数}} \times 100\% \quad (5)$$

### 1.2.4 数据分析

利用 Excel 2013 进行数据整理,采用 SPSS 16.0 统计软件以 Duncan 法(显著水平为 0.05 水平)进行差异分析,采用 Origin 9.0 绘图。

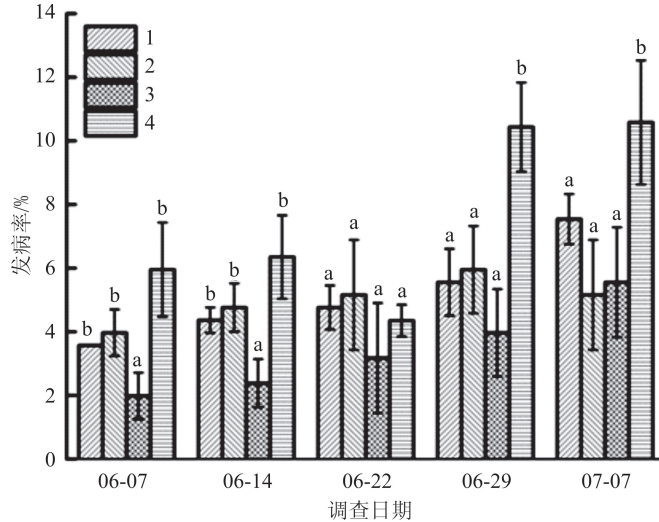
## 2 结果与分析

### 2.1 3 种生防菌剂对青枯病发病率的影响

由图 1 可知,青枯病在团棵期(6 月 7 日)前后开始发病,发病初期(6 月 7 日,团棵期)处理间发病率表

现出较明显的差异. 6月7日到6月22日为烤烟旺长期和现蕾期, 这段时间烤烟正处于快速生长的状态, 青枯病的发病率保持在一个较为稳定的水平, 对照组的发病率没有很显著的增加.

6月29日到7月7日为烤烟的打顶期, 对照组青枯病发病率快速上升, 截至7月7日, 对照组青枯病发病率为10.58%, 而生防菌剂处理延缓青枯病的发生, 显著低于对照处理, 发病率分别为7.54%, 5.16%和5.56%. 其中, 处理3(哈茨木霉)对田间烟草青枯病的整体控制效果最为明显.



注: 处理1为地衣芽孢杆菌  $1.0 \times 10^8$  cfu/mL, 灌根; 处理2为枯草芽孢杆菌  $1.0 \times 10^8$  cfu/mL, 灌根; 处理3为哈茨木霉  $1.0 \times 10^8$  cfu/mL, 灌根; 处理4为清水灌根(对照). 表1、表2同.

图1 不同微生物菌剂对烟草青枯病发病率的影响

## 2.2 3种生防菌剂对青枯病的田间防效

由表1可知, 烟草青枯病初始发生于团棵期前后, 随后, 青枯病的病情指数总体上逐渐增加. 打顶期, 地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌和哈茨木霉处理的病情指数分别为0.62, 0.84和0.53, 显著低于对照的病情指数(1.22). 发病初期, 处理3(哈茨木霉)对烟草青枯病的防控效果较好, 达到了66.7%, 与处理1(地衣芽孢杆菌)的防治效果(40.0%)和处理2(枯草芽孢杆菌)的防治效果(33.3%)在5%水平上差异有统计学意义. 在旺长期哈茨木霉处理的病情指数明显低于对照, 相较于另外两种生防菌剂具有更好的防控效果, 相对防效可达62.5%. 在打顶期, 处理1和处理3的病情指数明显低于对照, 相对于处理2具有更好的防控处理, 相对防效分别达49.6%和56.8%.

表1 3种生防菌剂对烟草青枯病的田间防效

处理	6月7日(团棵期)		6月23日(旺长期)		7月8日(打顶期)	
	病情指数	防治效果/%	病情指数	防治效果/%	病情指数	防治效果/%
1	0.40	40.0±4.0b	0.49	31.3±6.2b	0.62	49.6±9.5a
2	0.44	33.3±2.9b	0.53	25.0±3.2b	0.84	31.5±7.2b
3	0.22	66.7±1.3a	0.26	62.5±10.8a	0.53	56.8±6.2a
4	0.66		0.71		1.22	

注: 表中的数值为平均值±标准误差, 同列数字后不同小写字母表示在5%水平有统计学意义. 表2同.

## 2.3 3种生防菌剂对烟草农艺性状的影响

由表2分析可知, 团棵期处理1(地衣芽孢杆菌)、处理2(枯草芽孢杆菌)、处理3(哈茨木霉)的株高、有效叶数、茎围、平均叶宽、最大叶面积, 与对照相比在5%水平差异有统计学意义. 其中, 处理组的平均株高在33.8~44.7 cm之间, 显著高于对照组的平均株高28.8 cm; 平均有效叶数在11片左右, 显著大于对

对照组的 9 叶/株左右; 平均茎围为 9.11~9.74 cm, 显著大于对照组的 7.85 cm, 其中哈茨木霉处理组茎围表现最好, 达到 9.74 cm; 处理组的平均叶宽在 31.9~32.3cm 之间, 显著高于对照组的平均叶宽 25.2cm; 最大叶面积也同样存在显著差异, 处理组的最大叶面积为 1 130.9~1 216.2 cm<sup>2</sup>, 显著大于对照组的 806 cm<sup>2</sup>. 旺长期, 各菌剂处理及对照间农艺性状差异不显著. 打顶期, 平均茎围在各个处理间存在显著差异, 处理组在 12.57~13.82 cm 之间, 显著地优于对照组的 11.31 cm; 最大叶面积, 处理组为 1 554.2~1 617.0 cm<sup>2</sup>, 显著地优于对照组的 1 260.0 cm<sup>2</sup>.

总之, 使用 3 种不同的生防菌剂之后, 在团棵期对烟草的主要农艺性状均有显著的促进作用, 但随着时间的推移, 这种促进作用在多个方面不断减弱, 到了打顶期后, 促进作用只表现在促进烟草茎秆的增粗及增加烟草最大叶面积上, 对其他的农艺性状没有显著的影响.

表 2 不同的微生物菌剂的使用对烟草主要生物学性状的影响

处理	农艺性状指标	6 月 7 日(团棵期)	6 月 23 日(旺长期)	7 月 8 日(打顶期)
1	株高/cm	44.7±2.2b	153.7±3.0a	126.7±3.4a
2		38.8±2.0b	154.3±3.1a	121.9±5.2a
3		42.2±3.7b	155.9±1.5a	123.1±3.4a
4		28.8±2.9a	148.0±7.1a	115.0±4.4a
1	有效叶数/片·株 <sup>-1</sup>	11.4±0.1b	18.0±0.6a	16.8±0.6a
2		11.7±0.8b	18.1±0.9a	16.0±0.7a
3		11.3±0.2b	17.9±0.2a	15.9±0.2a
4		9.4±0.1a	17.6±0.7a	16.1±0.3a
1	茎围/cm	9.42±0.1b	10.99±0.1a	13.82±0.1b
2		9.11±0.1b	10.37±0.1a	12.57±0.1bc
3		9.74±0.1b	10.68±0.1a	13.19±0.1c
4		7.85±0.1a	10.37±0.2a	11.31±0.1a
1	平均叶长/cm	55.0±1.1ab	74.8±1.7a	81.4±0.8a
2		59.9±2.4b	77.5±0.9a	80.9±1.5a
3		57.9±1.0b	77.8±1.2a	79.2±1.0a
4		50.0±2.5a	77.3±3.4a	78.8±2.2a
1	平均叶宽/cm	32.2±2.4b	34.6±0.9a	31.3±1.9a
2		31.9±0.5b	36.4±1.7a	31.4±2.5a
3		32.3±0.6b	34.7±1.1a	30.8±1.0a
4		25.2±1.6a	33.0±4.1a	27.7±1.6a
1	最大叶面积/cm <sup>2</sup>	1 130.9±99.6b	1 645.1±78.8a	1 617.0±107.0b
2		1 216.2±55.6b	1 793.6±100.1a	1 614.1±157.1b
3		1 192.1±27.1b	1 717.8±25.2a	1 554.2±59.4ab
4		806.0±89.9a	1 634.3±277.4a	1 260.0±47.8a

### 3 结论与讨论

本试验采用的 3 种生防菌剂对烟草青枯病都具有一定的控制作用. 其中, 处理 3(哈茨木霉)在烤烟生长前中期的效果最好, 相对防效可达 66.7% 和 62.5%, 其他两种生防菌剂处理 1(地衣芽孢杆菌)和处理 2(枯草芽孢杆菌)的生防效果低于哈茨木霉; 打顶期, 处理 1 和处理 3 的相对防效较好, 分别为 49.6% 和 56.8%, 优于处理 2. 此外, 3 种生防菌均能对烤烟的生长起到良好的促进作用, 且在烤烟生长前期的促进作用最明显. 分析原因可能有以下几个方面: ①枯草芽孢杆菌及哈茨木霉在土壤中属于广泛存在的一种根际促生因子(PGPR); 地衣芽孢杆菌在养殖业上应用较多, 近年在烟草病害的防治应用上也有报道<sup>[14-16]</sup>. ②

有研究表明,内寄生性和外寄生性生防因子均能通过寄生在植物根系,与植物互作激发植物体内抗病基因表达上调,增强植株自身抗病能力,同时能刺激寄主根茎叶发育,达到促进植株生长的作用<sup>[16-20]</sup>。③从田间防效来看,3种生防菌剂处理到7月7日(打顶后)处理3(哈茨木霉)对青枯病的防治效果有降低趋势,这可能是由于生物菌剂易受田间环境的影响和生防菌株自身适应性的影响,此外,烟草到生长后期自身对根茎病害的抵抗力会不断下降,病害发生会不断加重,最终导致防效降低。④生防哈茨木霉属于真菌性的生防因子,在农业病害防治中应用广泛,但将生防哈茨木霉应用于烟草青枯病的防治的相关报道为数不多。田间试验结果表明,相较于细菌性生防菌剂,真菌性的生防菌剂可能存在相对较短的持效期,但在烤烟打顶期以前都可以更好地控制烟草青枯病的发生及蔓延,在中后期集中施用,可有效地降低烤烟后期青枯病的发生和危害。另外,本试验菌剂采用在移栽期对烟苗进行灌根处理,可能影响后期对青枯病的控制效果。因此,建议在团棵期前小培土时期,追加施用1次生防菌剂,可能对后期烟草青枯病起到更好的控制效果。

### 参考文献:

- [1] 陈瑞泰,朱贤朝.全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J].中国烟草科学,1997,18(4):1-7.
- [2] WANG J F, HANSON P, BARNES J A. Worldwide Evaluation of an International Set of Resistance Sources to Bacterial Wilt in Tomato[J]. Bacterial Wilt Disease 1998(9):269-275.
- [3] JANSE J D, WENNEKER M. Possibilities of Avoidance and Control of Bacterial Plant Diseases when Using Pathogen-Tested (certified) or -treated Planting Material [J]. Plant Pathology, 2002, 51(5): 523-536.
- [4] 卢燕回,钟启德,韦大跃,等.烟草青枯病生物防治研究进展 [J]. 广西农业科学,2007,38(4): 418-422.
- [5] 施渺筱,郭博恺,万科,等.芽孢杆菌1205和烟草疫霉处理后对烟苗防御酶的测定 [J]. 湖北农业科学,2016,55(2): 362-364.
- [6] 林东,徐庆,刘忆舟,等.枯草芽孢杆菌SO113分泌蛋白的抑菌作用及抗菌蛋白的分离纯化 [J]. 农业生物技术学报,2001,9(1): 77-80.
- [7] 唐娟,张毅,李雷雷,等.地衣芽孢杆菌应用研究进展 [J]. 湖北农业科学,2008,47(3): 351-354.
- [8] YOUSSEF S A, TARTOURA K A, ABDELRAOUF G A. Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Serratia proteamaculans* Effect on Disease Suppression, Stimulation of ROS-Scavenging Enzymes and Improving Tomato Growth Infected by *Rhizoctonia Solani* [J]. Biological Control, 2016, 100: 79-86.
- [9] 李艳娟,刘博,庄正,等.哈茨木霉与绿色木霉对杉木种子萌发和幼苗生长的影响 [J]. 应用生态学报,2017,28(9): 2961-2966.
- [10] 刘连妹,钱雯霞,屈海泳.哈茨木霉孢子悬浮液对番茄幼苗生长及抗氧化酶活性的影响 [J]. 江苏农业科学,2007,35(4): 96-98.
- [11] 刘勇,秦西云,李文正,等.抗青枯病烟草种质资源在云南省的评价 [J]. 植物遗传资源学报,2010,11(1): 10-16.
- [12] VITTI A, PELLEGRINI E, NALI C, et al. *Trichoderma harzianum* T-22 Induces Systemic Resistance in Tomato Infected by Cucumber Mosaic Virus [J]. Frontiers in Plant Science, 2016, 7: 1520.
- [13] 康萍芝,张丽荣,沈瑞清,等.哈茨木霉制剂对设施连作番茄根际土壤微生物的生态效应及防病作用 [J]. 农药,2013,52(2): 128-131.
- [14] SARAVANAKUMAR K, LI Y Q, YUC J, et al. Effect of *Trichoderma harzianum* on Maize Rhizosphere Microbiome and Biocontrol of Fusarium Stalk Rot [J]. Scientific Reports, 2017, 7: 1771.
- [15] 李世金,朱启法,裴洲洋,等.烟草种植连作障碍产生的原因及防治对策 [J]. 现代农业科技,2018(4): 54-56, 58.
- [16] 陈丽丽,何玲玲,赵雅,等.地衣芽孢杆菌W10对烟草的促生作用及机制 [J]. 江苏农业科学,2016,44(5): 152-154.
- [17] 黄亚丽,王淑霞,杜晓哲,等.一株具有诱导抗性木霉菌株的筛选及其对黄瓜灰霉病诱导抗性的初步研究 [J]. 植物保护,2013,39(1): 38-43.
- [18] 易有金,肖浪涛,王若仲,等.内生枯草芽孢杆菌B-001对烟草幼苗的促生作用及其生长动态 [J]. 植物保护学报,2007,34(6): 619-623.
- [19] 黄海婵,裘娟萍.枯草芽孢杆菌防治植物病害的研究进展 [J]. 浙江农业科学,2005,46(3): 213-215, 219.
- [20] 乔俊卿,张心宁,梁雪杰,等.枯草芽孢杆菌PTS-394诱导番茄对灰霉病的系统抗性 [J]. 中国生物防治学报,2017,33(2): 219-225.

# Effects of *Trichoderma harzianum* on Field Control of Tobacco Bacterial Wilt and Biological Characters

ZHU Hong-jiang<sup>1</sup>, WANG Yong<sup>2</sup>, LIU Dong-yang<sup>2</sup>,  
JIANG Lian-qiang<sup>2</sup>, LI Chang-ming<sup>2</sup>

1. School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Liangshan Prefecture Branch of Sichuan Tobacco Company, Liangshan Sichuan 615000, China

**Abstract:** Tobacco bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) is an increasingly serious problem in the tobacco-growing regions in southwestern China. In order to provide a new idea and theoretical basis for the application of biological control methods in tobacco cultivation, a field plot test was conducted, in which three bio-control agents (*Bacillus licheniformis*, *B. subtilis*, and *Trichoderma harzianum*) were compared for their effects on *R. solanacearum* and on the growth of the tobacco plants. The results showed that compared with *B. licheniformis* and *B. subtilis*, *T. harzianum* gave better control effect on tobacco bacterial wilt, its relative control efficiency being 62.5% and 56.8%, respectively, in the vigorously growing stage and the topping stage of the plants. In addition, the three biocontrol agents played a good role in promoting plant height and stem and leaf growth in the early stage of flue-cured tobacco.

**Key words:** biocontrol; tobacco bacterial wilt; biological trait; biological control

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.006

# 毒氟磷在秧田及大田期施用防控水稻橙叶病的效果评价<sup>①</sup>

韦洁玲, 高亚楠, 李现玲, 王顺清

广西田园生化股份有限公司, 南宁 530007

**摘要:** 在广西水稻种植区, 水稻橙叶病的发生为害有加重的趋势。据前期调查及田间观察发现, 秧田期和大田初期可能是防治水稻橙叶病的关键时期。本研究主要评价了毒氟磷不同剂型、剂量在秧田期和大田初期处理对水稻橙叶病的防控效果。结果显示: 毒氟磷悬浮剂和毒氟磷可湿性粉剂对水稻橙叶病有较好的效果, 施药量为有效成分含量 200~270 g/hm<sup>2</sup> 的防效达到 77%~90%, 显著优于施药量为有效成分含量 54 g/hm<sup>2</sup> 的对照药剂宁南霉素水剂。本研究为今后田间防控水稻橙叶病提供了技术支撑。

**关键词:** 毒氟磷; 水稻; 秧田期及大田期; 水稻橙叶病; 防效

**中图分类号:** S435.111.4<sup>+</sup>9

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0032-04

水稻橙叶病(rice orange leaf disease, ROLD)最早发现于泰国, 此后, 在菲律宾、印度、马来西亚、印尼和斯里兰卡等国均有发生<sup>[1-3]</sup>。我国在 1978 年首次发现于云南西双版纳, 随后在华南地区各省均有发生; 80 年代末至 90 年代初在华南局部稻区造成严重为害<sup>[4-5]</sup>, 而后相当长的年份, 主要集中在广东的局部地区零星发生。2018 年, 该病在广西、广东的晚稻上大面积暴发, 局部地区的田块发病率高达 60% 以上, 甚至出现了部分田块绝收的情况, 上升为继南方水稻黑条矮缩病之后的主要水稻病害。广西的局部地区, 很多田块这两种病害混合发生。目前, 该病害在早稻和晚稻均有偏重发生的趋势。

该病是由植原体(Phytoplasma)引起的病害。主要症状为: 受害的植株从基部叶片的叶尖开始褪色, 逐渐向上扩展; 移栽初期表现为缓苗慢、不分蘖, 后期表现为矮化, 整株呈现橙黄色, 不能正常抽穗, 受害严重时枯死。据报道, 该病对四环素不敏感<sup>[6]</sup>。目前关于水稻橙叶病的研究以及相关防控技术方案相对比较缺乏, 特别是有效的防控药剂和防控方法较欠缺。结合市场调查和资料查询, 不同时期为害造成不同程度的矮化, 秧田期为害矮化最严重, 可造成绝收, 由此看来, 秧田期是防控的关键时期<sup>[7]</sup>。因此本文参考南方水稻黑条矮缩病的田间防控技术方案, 设计了水稻橙叶病防控药效试验, 主要是对不同药剂在秧田期、大田初期施用效果进行评价, 旨在为今后田间防控水稻橙叶病提供一定的技术支撑。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试药剂

试验药剂: 20% 毒氟磷悬浮剂(广西田园生化股份有限公司, 自配), 30% 毒氟磷可湿性粉剂(广西田园生化股份有限公司, 市购);

对照药剂: 8% 宁南霉素水剂(德强生物股份有限公司, 市购)。

① 收稿日期: 2019-07-25

基金项目: 广西高效农药及施用技术重点实验室项目(17-259-69)。

作者简介: 韦洁玲(1983-), 女, 硕士, 中级农艺师, 主要从事杀菌剂的研发和推广工作。E-mail: 273024289@qq.com



## 1.2 试验地基本情况

试验地设在广西贵港平南一水稻种植户承包地,土地较平整,已种植水稻多年.统一采用秧田和大田2种处理.

## 1.3 试验设计

试验设置5个处理,处理1:20%毒氟磷悬浮剂(SC),有效成分200 g/hm<sup>2</sup>;处理2:20%毒氟磷悬浮剂(SC),有效成分270 g/hm<sup>2</sup>;处理3:30%毒氟磷可湿性粉剂(WP),有效成分200 g/hm<sup>2</sup>;处理4:8%宁南霉素水剂(AS),有效成分54 g/hm<sup>2</sup>;处理5:空白对照.

每个处理3次重复,共15个小区,随机区组排列,每小区面积10 m<sup>2</sup>.

每个秧田处理进行移栽到大田后需标识清晰.秧田期各药剂处理均配合施用80%烯啶虫胺·吡蚜酮水分散粒剂(广西田园生化股份有限公司,市购),空白对照秧田期不用药;大田期和各药剂处理配合喷施统一的杀虫、杀菌剂,进行卷叶虫、飞虱、钻心虫及其他病害的防控.

## 1.4 试验方法

试验共施药3次:2018年8月13日,水稻两叶一心期喷雾;2018年8月22日秧田期移栽前再次喷雾;2018年8月25日移栽,移栽大田15 d后即2018年9月9日第3次施药.第3次药后20 d调查水稻橙叶病发生情况,每个小区对角线5点取样,每点调查20丛(即每小区共调查100丛),记录调查总株数及各级病株数.同时药后5 d和10 d分别观察各处理对水稻的生长影响.

参考南方水稻黑条矮缩病发生和发病程度分级对水稻橙叶病进行分级<sup>[8]</sup>.

0级:全株无病;

1级:底部叶片1~3片变橙色,较轻,没有明显的矮化;

3级:矮缩明显,基部3片以上叶片橙色,高度比健株矮20%~35%;

5级:矮缩严重,半数以上叶片橙色,高度比健株矮35%~50%;

7级:矮缩严重,整株水稻橙色或者枯死,高度比健株矮50%以上.

$$\text{病株率} = \frac{\text{病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\%$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总株数} \times 7} \times 100$$

$$\text{防治效果} = \frac{\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{对照病情指数}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 药剂安全性评价

施药后5,10 d对各处理的水稻长势进行观察,发现各小区水稻长势较好,无药害情况发生,说明施用药剂均具有良好的安全性.

### 2.2 药剂防治效果

在秧田期和大田初期进行3次药剂喷施,第3次药后20 d观察不同药剂对水稻橙叶病的防控效果,结果如表1所示.由结果可知,喷施20%毒氟磷悬浮剂的2个浓度处理对水稻橙叶病的防控效果分别为81%和90%;30%毒氟磷可湿性粉剂处理的防控效果为77%,对照药剂8%宁南霉素的防控效果为57%.采用Duncan法对防效进行多重比较,结果表明,毒氟磷的防治效果显著优于对照药剂宁南霉素;在2种毒氟磷悬浮剂的不同浓度处理以及毒氟磷可湿性粉剂中,毒氟磷悬浮剂有效成分含量为270 g/hm<sup>2</sup>的处理防效最好,但是3个处理间并无显著差异.

表 1 不同处理对南方水稻橙叶病的防控效果

药剂	施药量(有效成分)/ g · hm <sup>-2</sup>	第 3 次药后 20 d		
		病株率/%	病情指数	防效/%
20% 毒氟磷 SC	200	16.7±0.3	7.2±0.4	81±1.1a
20% 毒氟磷 SC	270	8.0±1.2	3.7±0.7	90±2.1a
30% 毒氟磷 WP	200	17.7±1.3	8.5±0.9	77±2.3a
8% 宁南霉素 AS	54	31.7±4.7	16.2±2.3	57±5.9b
对照(空白)	—	65.3±3.8	37.7±1.4	—

注: 各数值为 3 次重复平均值; 调查株数均为 300 株. 同列数值后不同小写英文字母表示处理间差异在 5% 水平有统计学意义.

### 3 结论与讨论

20 世纪 90 年代, 人们认为电光叶蝉是水稻橙叶病的唯一传播介体, 2015 年发现黑尾叶蝉也是该病的有效传播介体<sup>[9-11]</sup>. 电光叶蝉和黑尾叶蝉对水稻橙叶病的传播属于持久性传播, 一旦取食获得病菌则终身带菌. 根据田间调查发现, 有的发病水稻中, 半丛表现为发病严重接近枯死, 另外半丛则表现为没有发病或者发病很轻(图 1). 由此现象可推测, 秧田期时一棵秧被病菌侵染, 而另外一棵没有, 两棵一起扦插大田后表现出以上的症状, 故秧田期是防治水稻橙叶病的关键时期.



图 1 水稻秧田带毒移栽形成半丛矮化半丛健康

本研究评价了不同药剂(剂型或剂量)在秧田期及大田初期用药对水稻橙叶病的防治效果. 结果表明, 20% 毒氟磷悬浮剂和 30% 毒氟磷可湿性粉剂对水稻橙叶病防控效果较好, 显著优于对照药剂 8% 宁南霉素水剂. 毒氟磷防控水稻橙叶病的建议用量为有效成分含量 200~270 g/hm<sup>2</sup>, 在实际生产中推荐使用 20% 毒氟磷悬浮剂防控水稻橙叶病. 毒氟磷具有内吸传导性, 能诱导激活水稻的系统抗逆性<sup>[12]</sup>, 因此对植原体引起的水稻橙叶病也有较好的防控效果.

2015 年以前, 水稻橙叶病在广西的发病率不高, 但是近几年有明显加重的趋势<sup>[11]</sup>. 秧田期和分蘖初期是水稻橙叶病防控的关键时期, 因此, 建议在这两个时期使用药剂防控. 同时, 由于该病是由叶蝉进行传播的, 在生产中还需要注意结合杀虫药剂一起使用, 以切断毒源.

## 参考文献:

- [1] SATIO Y, CHAIMONGKOL U, SINGH K G, et al. Mycoplasma-like Bodies Associated with Rice Orange Leaf Disease [J]. *Plant Disease Report*, 1976, 60: 649-651.
- [2] 张曙光, 范怀忠, 肖火根, 等. 广东新发生流行的水稻橙叶病的鉴定 [J]. *植物病理学报*, 1995, 25(3): 233-237.
- [3] 张曙光, 范怀忠, 徐秀华, 等. 广东水稻橙叶病发病条件及防治研究 [J]. *植物保护学报*, 1999, 26(3): 230-234.
- [4] 吴自强, 何云昆, 徐守蓉, 等. 水稻橙叶病在云南的发生 [J]. *植物病理学报*, 1980, 10(1): 55-58.
- [5] 张曙光, 谢双大, 蔡汉雄, 等. 广东水稻新病害“橙叶病”在茂名市发生流行 [J]. *华南农业大学学报*, 1994, 15(2): 156-157.
- [6] 林奇英, 谢联辉, 朱其亮. 水稻橙叶病的研究 [J]. *福建农学院学报*, 1983, 12(3): 195-201.
- [7] 陈怡光. 广东省罗定市水稻橙叶病发生原因分析及其防控对策 [J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(19): 87-88.
- [8] 陈卓, 刘家驹, 宋宝安, 等. 2010年南方水稻黑条矮缩病应急防控试验探究 [J]. *贵州大学学报(自然科学版)*, 2010, 27(5): 38-40, 46.
- [9] 谢双大, 周小毛, 虞皓, 等. 广东水稻橙叶病病原(MLO)的越冬 [J]. *植物保护学报*, 1996, 23(1): 29-33.
- [10] LI S, HAO W J, LU G H, et al. Occurrence and Identification of a New Vector of Rice Orange Leaf Phytoplasma in South China [J]. *Plant Disease*, 2015, 99(11): 1483-1487.
- [11] 何园歌, 李舒, 郝维佳, 等. 水稻橙叶病分子检测及其在华南地区的发生与分布研究 [J]. *中国植保导刊*, 2016, 36(2): 9-12, 21, 85.
- [12] 陈卓, 杨松. 自主创制抗植物病毒新农药: 毒氟磷 [J]. *世界农药*, 2009, 31(2): 52-53.

## Effects of Dufulin Against Rice Orange Leaf Disease

WEI Jie-ling, GAO Ya-nan, LI Xian-ling, WANG Shun-qing

*Guangxi Pastoral Biochemical Co., Ltd., Nanning 530007, China*

**Abstract:** The occurrence of rice orange leaf disease is aggravated in the rice-growing areas of Guangxi. According to preliminary field observations, rice seedling stage and the early stage of growing in field may be the key periods for controlling this disease. In order to provide theoretical basis and technical support for field control of this disease, rice seedlings in the nursery plot and soon after they were transplanted into the field were treated with Dufulin or other pesticides to evaluate their effect on the rice orange leaf disease. The results showed that Dufulin SC and Dufulin WP at 200~270 g a.i./ha had a good effect on rice orange leaf disease, the control effect being as high as 77%~90%, which was significantly better than that of the control Ningnanmycin AS at 54 g a.i./ha, whose control effect was 57%.

**Key words:** Dufulin; rice; rice seedling stage and the early stage of growing in field; rice orange leaf disease; control effect.

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.007

含砒基的芳基羧酸酰胺的合成与除草活性<sup>①</sup>

杨子辉, 田 昊

山东金华海生物开发有限公司, 济南 251400

**摘 要:** 为合成具有潜在除草活性的芳基羧酸酰胺衍生物, 以 5-溴-2-氨基-1,3,4-噁二唑, 3-叔丁基-吡唑-5-胺, 5-甲基-2-氨基-1,3,4-噁二唑, 氯化黄原素为原料分别和 2-硝基-4-甲砒基苯甲酸进行缩合反应, 合成了 4 种新型芳基羧酸酰胺衍生物, 其化学结构经<sup>1</sup>H-NMR 得到确证. 初步除草活性测定表明, 在有效成分含量 1 000 g/hm<sup>2</sup> 浓度下, 新化合物 A3[N-(5-甲基-1,3,4-噁二唑-2-基)-2-硝基-4-甲砒基苯甲酸胺]对单子叶杂草稗草具有较好的抑制活性, 对稗草鲜质量抑制率达 77.74%. 本研究为获得新型高效的除草剂农药提供了一定的参考.

**关键词:** 芳基羧酸酰胺; 合成; 除草活性

**中图分类号:** O621.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0036-04

在胡椒属植物中发现的酰胺类化合物因具有抗菌、杀虫、除草等生物活性而脱颖而出<sup>[1]</sup>. 其中, 酰胺类除草剂是一种高效、高选择性的除草剂, 主要分为芳酰胺类和氯代乙酰胺类. 芳酰胺类只能在药剂喷洒部位起作用, 其可作为电子传递抑制剂破坏植物的光合作用, 还可以通过抑制含硫基酶的活性从而抑制呼吸作用, 同时还可以干扰核酸和蛋白质合成. 氯代乙酰胺类可抑制赤霉素诱导蛋白酶和  $\alpha$ -淀粉酶等蛋白质的合成, 不可抑制杂草生长<sup>[2-3]</sup>. 酰胺类除草剂可有效防除未出苗的一年生禾本科杂草以及一些小粒种子的阔叶杂草. 其中单子叶杂草靠幼芽吸收, 而双子叶杂草主要靠根部吸收, 其次靠幼芽吸收.

含砒基的杂环化合物具有广泛的农药活性, 如杀菌、杀虫和除草. 在除草剂领域, 对羟基苯丙酮酸双加氧酶(4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase, HPPD)类除草剂磺草酮和硝磺草酮均含有砒基, 其对农药的生物活性起到一定促进作用. 此外, 如拜耳作物开发的化合物 A(图 1)在 80 g/hm<sup>2</sup> 剂量下对波斯婆婆纳的防除效果高于 80%<sup>[4]</sup>. 笔者在参考拜耳公司的一系列专利基础上, 设计合成了 4 种含砒基的芳基羧酸酰胺衍生物, 并采用盆栽法进行除草活性测定, 以期筛选出高除草活性的新型化合物, 为开发新型除草剂提供支撑.

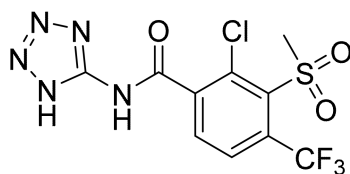


图 1 化合物 A

① 收稿日期: 2019-07-26

作者简介: 杨子辉(1989-), 男, 工程师, 主要从事精细化工研究. E-mail: kih352870@163.com

# 1 材料与方法

## 1.1 仪器

ZF-2 型三用紫外仪(上海安亭电子仪器厂); RE-52C 型旋转蒸发仪、SHB-III 型循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司); RY-1G 型熔点仪(天津天光光学仪器有限公司); 核磁共振仪(BRUKER, 400 MHz,  $\text{CDCl}_3$  溶剂, TMS 内标); Agilent 1100 Series 型高效液相色谱-质谱联用系统(EI, 美国 Agilent 公司); 薄层层析硅胶板(烟台江友硅胶开发有限公司)。

## 1.2 试剂

2-硝基-4-甲砷基苯甲酸(上海泰坦科技有限公司), 氢化黄原素, 5-溴-2-氨基-1,3,4-噻二唑(上海泰坦科技有限公司), 其他溶剂和试剂均为市售分析纯或化学纯。

## 1.3 化合物合成

按照图 2 的合成路线合成 4 种化合物  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  和  $A_4$ 。

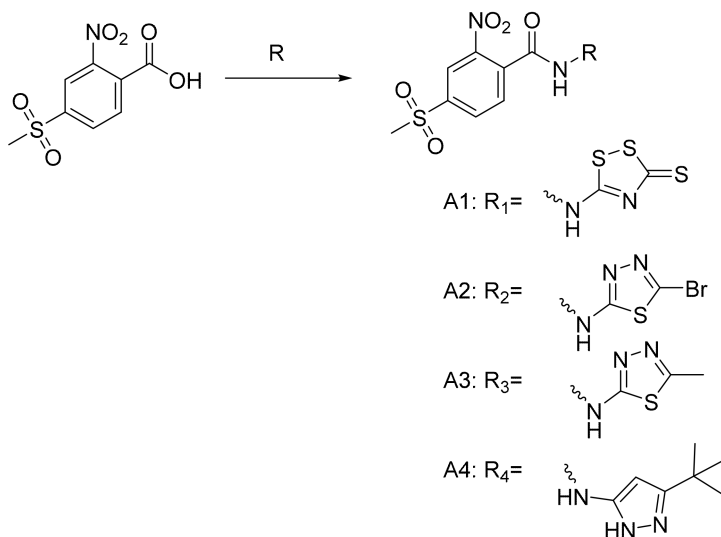


图 2 目标化合物  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  和  $A_4$  的合成路线

### 1.3.1 目标化合物 $A_1$ [N-(3-硫代-3H-1,2,4-噻二唑-5-基)-2-硝基-4-甲砷基苯甲酰胺]的制备

0.245 g (1.0 mmol) 2-硝基-4-甲砷基苯甲酸溶于 30 mL 二氯甲烷中, 搅拌下降温至  $0^\circ\text{C}$ , 分批加入 1-乙基-(3-二甲基氨基丙基)碳酰二亚胺盐酸盐(EDCI)和 1-羟基苯并三唑,  $0^\circ\text{C}$  下搅拌 10 min, 后加入氢化黄原素, 升至室温反应 3 h, 有机层以 20 mL 饱和柠檬酸洗涤 2 次, 20 mL 饱和碳酸氢钠洗涤 2 次, 20 mL 饱和食盐水洗涤 1 次, 干燥, 脱溶, 粗品经石油醚打浆 2 h, 抽滤, 滤饼干燥得深橙色固体。

### 1.3.2 目标化合物 $A_2$ [N-(5-溴-1,3,4-噻二唑-2-基)-2-硝基-4-甲砷基苯甲酰胺]的制备

0.245 g (1.0 mmol) 2-硝基-4-甲砷基苯甲酸溶于 30 mL 二氯甲烷中, 搅拌下降温至  $0^\circ\text{C}$ , 分批加入 EDCI 和 1-羟基苯并三唑,  $0^\circ\text{C}$  下搅拌 10 min, 后加入 0.180 g (1 mmol) 5-溴-2-氨基-1,3,4-噻二唑, 升至室温, 反应 3.0 h, 反应完毕, 有机层以 20 mL 饱和柠檬酸洗涤 2 次, 20 mL 饱和碳酸氢钠洗涤 2 次, 20 mL 饱和食盐水洗涤 1 次, 干燥, 脱溶, 粗品经石油醚打浆 5 h, 抽滤, 滤饼干燥得浅黄色固体。核磁共振氢谱  $^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 8.88 (s, 1H, NH), 8.03 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 7.93 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 7.69 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 3.22 (s, 3H,  $\text{SO}_2\text{CH}_3$ )。

### 1.3.3 目标化合物 $A_3$ [N-(5-甲基-1,3,4-噻二唑-2-基)-2-硝基-4-甲砷基苯甲酰胺]的制备

0.245 g (1.0 mmol) 2-硝基-4-甲砷基苯甲酸溶于 30 mL 二氯甲烷中, 搅拌下降温至  $0^\circ\text{C}$ , 加入 EDCI 和

1-羟基苯并三唑, 0 °C 下搅拌 10 min, 后加入 0.15 g(1 mmol)5-甲基-2-氨基-1,3,4-噻二唑, 升至室温, 反应 5.0 h, 反应完毕, 有机层以 25 mL 饱和柠檬酸洗涤 2 次, 20 mL 饱和碳酸氢钠洗涤 2 次, 30 mL 饱和食盐水洗涤 1 次, 干燥, 脱溶, 粗品经乙醇重结晶得白色固体.  $^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 8.00 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 7.89 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 7.60 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 3.20 (s, 3H,  $\text{SO}_2\text{CH}_3$ ), 2.55 (s, 3H,  $\text{CH}_3$ ).

#### 1.3.4 目标化合物 A4[N-(3-叔丁基-吡唑-5-基)-2-硝基-4-甲磺基苯甲酰胺]的制备

0.245 g (1.0 mmol)2-硝基-4-甲磺基苯甲酸溶于 30 mL 二氯甲烷中, 搅拌下降温至 0 °C, 分批加入 EDCI 和 1-羟基苯并三唑, 0 °C 下搅拌 10 min, 后加入 0.139 g(1 mmol)3-叔丁基-吡唑-5-胺, 升至室温, 反应 1.0 h, 反应完毕, 有机层以 20 mL 饱和柠檬酸洗涤 2 次, 20 mL 饱和碳酸氢钠洗涤 2 次, 20 mL 饱和食盐水洗涤 1 次, 干燥, 脱溶, 粗品经石油醚打浆 2 h, 抽滤滤饼干燥得橙色固体.  $^1\text{H-NMR}$  (500MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) $\delta$ : 8.88 (s, 1H, NH), 8.64 (s, 1H, pyrazole), 8.03 (d,  $J = 8.4$  Hz, 1H, benzyl), 7.93 (d,  $J = 8.0$  Hz, 1H, benzyl), 7.43~7.41 (m, 1H, benzyl), 5.35 (s, 1H, pyrazole), 3.23 (s, 1H,  $\text{SO}_2\text{CH}_3$ ), 1.07 [s, 9H,  $(\text{CH}_3)_3$ ].

### 1.4 除草活性测定

茎叶处理: 稗草种子经催芽露白后播入塑料花盆中(直径 10 cm, 深 12 cm, 装入取自青岛农业大学校园的壤土)<sup>[5]</sup>, 每盆播种 5 粒, 播种后覆土 0.5 cm. 播种后的花盆从底部浸湿, 在实验室内培养至 3~4 叶期, 喷施待测化合物的乳液. 乳液配制方法: 取适量化合物, 以二氯甲烷溶解, 加入少量吐温-80 乳化剂, 搅匀后加入定量清水, 配置成所需浓度. 喷雾后将花盆搬回实验室, 室温培养, 根据需要浇水. 试验设 3 次重复, 以喷施含等量二氯甲烷和吐温-80 的乳液作为对照. 施药后第 29 d 取地上部分称量鲜质量, 计算鲜质量抑制率.

$$\text{鲜质量抑制率} = \frac{\text{对照鲜质量} - \text{处理鲜质量}}{\text{对照鲜质量}} \times 100\%$$

通过对 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> 化合物的除草活性进行普筛, 计算 4 种化合物对稗草的鲜质量抑制率.

## 2 结果与分析

### 2.1 目标化合物的合成

目标化合物的制备采用二氯甲烷为溶剂, EDCI 为催化剂一步合成, 后处理经石油醚对粗品打浆纯化, 合成操作简便, 收率较高, 均达到了 80% 以上(表 1).

表 1 目标化合物的熔点及收率

编号	熔点/°C	收率/%
A1	118~120	80.0
A2	65~66	81.0
A3	85~87	81.0
A4	123~125	90.0

### 2.2 目标化合物的生物活性

目标化合物对单子叶杂草均具有一定的抑制活性, 含噻二唑基取代的化合物在有效成分含量 1 000 g/hm<sup>2</sup> 浓度下对稗草有一定抑制活性(表 2). 其中, 化合物 A3 对稗草的茎叶处理抑制率最高, 为 77.74%; 其次为引入溴原子的噻二唑酰胺(化合物 A2), 抑制率为 41.67%. 说明引入供电子基的活性优于

引入溴取代基. 引入氢化黄原素的化合物(A1)活性最低. 综上所述, 化合物 A3 可作为先导化合物, 有一定的优化价值.

表 2 目标化合物 A1~A4 对稗草的除草活性

编号	施药量(有效成分)/g · hm <sup>-2</sup>	鲜质量/g	鲜质量抑制率/%
A1	1 000	0.875±0.171a	11.08
A2	1 000	0.574±0.164ab	41.67
A3	1 000	0.219±0.175b	77.74
A4	1 000	0.776±0.077a	21.14
CK		0.984±0.139a	

注: 同列数值后不同小写字母表示处理间差异在 5% 水平有统计学意义.

### 3 结论与讨论

化合物 A2 和 A3 均引入了噻二唑取代基, 且对稗草的除草活性优于其他取代基, 其中化合物 A3 对稗草的除草活性最高, 可作为先导化合物进行优化, 提升其除草活性. 周梦成等合成了 1,3,4-噻二唑酰胺化合物 145~147, 生物活性检测结果表明, 目标化合物 145 和 146 对单子叶植物大麦的抑制活性与对照药剂 2,4-D 的防效相当; 146 和 147 对双子叶油菜的抑制活性与对照药剂 2,4-D 的防效相当<sup>[6]</sup>. Witschel 等报道合成了吡唑酰胺化合物, 在浓度 1.0 kg/hm<sup>2</sup> 时, 目标化合物对藜、反枝苋等的抑制率均在 90% 以上<sup>[7]</sup>. 本文只评价了目标化合物对稗草的除草活性, 且 A3 的活性最好, 后续可用 A3 作为先导化合物进行优化, 并评价优化的化合物对其他单子叶以及双子叶植物的除草活性.

#### 参考文献:

- [1] 苏少泉. 除草剂品种发展近况[J]. 农药, 1999, 38(10): 11-15.
- [2] 江忠萍, 谷文喆. 酰胺类除草剂研究进展[J]. 山东农药信息, 2010(3): 27-28.
- [3] 孙家隆, 周凤艳. 现代农药应用技术丛书·除草剂卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
- [4] 骆焱平, 曾志刚. 新编简明农药使用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
- [5] 胡伟群, 朱卫刚, 陈定花, 等. 甲氧基丙烯酸酯类新化合物 ZJ1621 的生物活性[J]. 农药学报, 2007, 9(3): 240-244.
- [6] 周梦成, 张池, 曹肖, 等. N-[(5-对氯苯基)-1,3,4-噻二唑]-2-基)-2-芳氧烟酰胺的合成及生物活性[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2012, 46(2): 170-173.
- [7] WITSCHHEL M. Preparation of Heteroaroylserine Amides as Herbicides: WO, 2006029829[P]. 2006-03-03.

## A Study of Synthesis of Aryl Carboxylic Acid Amides Containing Sulfone Groups and Their Herbicidal Activity

YANG Zi-hui, TIAN Hao

Shan Dong Jinhua Hai Biotechnology Co., Ltd. Jinan 251400, China

**Abstract:** In order to synthesize aryl carboxylic acid amide derivatives having potential herbicidal activity, four novel aryl carboxylamide derivatives were obtained by condensation reaction of 5-bromo-2-amino-1,3,4-thiadiazole, 3-tert-butyl-pyrazole-5-amine, 5-methyl-2-amino-1,3,4-thiadiazole and xanthane hydride with 2-nitro-4-methyl sulfone benzoic acid, respectively. Their chemical structures were confirmed by <sup>1</sup>H-NMR. A preliminary herbicidal activity determination indicated that the new compound A3 had a good inhibitory activity against barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*), a monocotyledonous weed, at a concentration of 1 000 g/ha, and the inhibition rate was 77.74%. This study provides a reference for obtaining new and efficient herbicide pesticides.

**Key words:** aryl carboxylic acid amide; synthesis; herbicidal activity

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.008

# 不同微肥叶面处理对烟草病害发生的影响<sup>①</sup>

张学杰

重庆市烟草公司黔江分公司, 重庆 黔江 409000

**摘要:** 为明确微肥施用对烟草病害的防控效果, 在重庆市黔江区水市烟草基地开展了田间小区试验, 调查不同处理对烟草病害的影响。结果表明: 团棵期和旺长期 2 次叶面补充微量元素对烟草普通花叶病、赤星病、野火病和青枯病均有一定控制效果。其中, 叶面补充锌元素对控制烟草普通花叶病、野火病的效果较好, 叶面补充硼元素对烟草赤星病、野火病和青枯病的防控效果较好。因此, 在今后实际生产中, 可结合烟草生长和病害防治关键期, 通过叶面喷雾或灌根的方法分时期、分次、适时、适量补充硼肥和锌肥, 同时, 结合药剂复配来实现农药的减量增效以及减少防治投入, 这对于烟株保健、控制化学投入品、延缓病害进程均有重要意义。

**关键词:** 微量元素; 烟草; 生长发育; 抗病性

**中图分类号:** S435.72

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0040-05

烟草是我国重要的经济作物, 作为一种叶用作物, 烟叶品质是制约烟草行业高质量发展的重要因素, 其中, 普通花叶病、青枯病、赤星病和野火病等是烟叶生产上的重要病害, 在全国各大烟区普遍发生, 严重影响烟叶品质和质量<sup>[1]</sup>。烟草病害的发生与烟株长势和产地小气候密切相关, 各地在烟草育苗中, 均以生产无病壮苗为标准, 以期获得良好、连续的生长势, 抵御病虫害侵袭<sup>[2]</sup>。近些年的大田生产中, 由于气候和连作等因素的影响, 各类病害的发生情况都出现了巨大变化, 深究病害的产生原因, 植株的营养平衡和生长状况问题不可忽视。土壤中的硼、铜、锰、钼、锌等微量元素直接参与有机体的氧化、呼吸、光合作用等重要代谢过程, 影响着植物的生长发育、抗逆和抗病能力, 是“营养型病害”发生和发展的关键因子<sup>[3]</sup>。因此, 肥料的平衡施用, 尤其是微肥的补充在病害预防和控制方面具有极大的应用价值, 应得到充分重视。

黔江烟区是重庆市重要的烟叶基地之一, 近些年, 烟草普通花叶病、青枯病和赤星病的发病率均较高, 然而过多的药剂防治对烟草品质和产地环境都易造成不利影响, 因此, 适时补充微量元素成为一种促健控害新思路<sup>[3]</sup>。为明确微肥施用对烟草病害的防控效果, 在黔江水市烟叶基地开展补充微量元素试验, 探讨补充微肥对烟草生长和病害发生的影响, 以期对烟草病害绿色防控和重庆特色山地烟叶安全生产提供参考。

① 收稿日期: 2019-07-29

作者简介: 张学杰(1984-), 男, 助理农艺师, 主要从事烟草育苗、栽培、植保工作. E-mail: 290725770@qq.com



## 1 材料与方法

### 1.1 试验地与耕作概况

试验地设置在重庆市黔江区水市乡核桃园村,海拔 873.2 m,东经 108°42′57.85″,北纬 29°12′44.86″. 试验地块土地平整,常年种植烟草,往年烟草青枯病、普通花叶病发生严重.

试验所用烟草品种为云烟 87,采用漂浮育苗,按相关技术标准进行统一大田管理.烟草种植株距 0.55 m、行距 1.1 m,667 m<sup>2</sup> 种植约 1 100 株.移栽时间为 2018 年 5 月 3 日,中心花开放时打顶,于 7 月 2 日首次打顶,7 月 17 日首次采烤.

试验地施肥氮磷钾配比约 1:1:2.5,纯氮用量约为每 667 m<sup>2</sup> 施用 7.5 kg.起垄前增施饼肥和有机肥,施用量为腐熟发酵饼肥 667 m<sup>2</sup> 施用 25 kg,生物有机肥 667 m<sup>2</sup> 施用 30~50 kg,农家肥 667 m<sup>2</sup> 施用 150 kg.

### 1.2 试验材料

迈格沃烟草专用颗粒镁(纯镁含量≥60%),辽宁鑫阳矿质肥料有限公司生产;

中化颗粒锌(纯锌含量≥25%),中化(烟台)作物营养有限公司生产;

中化颗粒硼[纯硼含量(15±0.5)%],烟台中化作物营养有限公司生产.

### 1.3 试验设计

试验共设 4 个处理,3 次重复,共 12 个小区,小区面积为 150 m<sup>2</sup>,四周设置保护行,试验地面积约 3 667 m<sup>2</sup>.

处理 1:在团棵期、旺长期叶面喷施迈格沃烟草专用颗粒镁,667 m<sup>2</sup> 施用 2 000 g;

处理 2:在团棵期、旺长期叶面增喷施中化牌颗粒锌,667 m<sup>2</sup> 施用 200 g;

处理 3:在团棵期、旺长期叶面喷施中化牌颗粒硼,667 m<sup>2</sup> 施用 400 g;

处理 4:清水处理.

喷施过程中肥液均匀分布于烟苗的叶片表面、恰好不下滴.每次喷施处理后 12 h 内无有效雨水降落.试验过程中管理措施同当地常规操作,未增施其他药剂.

### 1.4 调查内容和方法

根据国家标准《烟草病虫害调查与分级(GB/23222—2008)》,采用 5 点取样方法,每点固定调查 5 株.在田间有叶部病害和根茎病害零星发生时开始调查各小区叶部病害和根茎病害发生情况,此后每隔 5~10 d 调查一次,并根据公式(1)计算发病率,按公式(2)计算病情指数,按公式(3)计算防治效果.

$$\text{发病率} = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{病级最高值}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{防治效果} = \frac{\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{对照病情指数}} \times 100\% \quad (3)$$

## 2 结果与分析

对不同处理后烟草普通花叶病、赤星病、野火病和青枯病的发生情况进行调查,结果如图 1—4 所示.不同处理烟草普通花叶病发生情况如图 1 所示.不同微量元素叶面喷雾处理对烟草普通花叶病均有一

定控制作用, 历次调查中发病率、病情指数均低于对照. 其中, 中化颗粒锌对烟草普通花叶病防效最佳, 末次调查发病率为 5.83%、病情指数 2.13、防效 68.49%; 其次为迈格沃颗粒镁, 末次调查发病率、病情指数和防效分别为 11.67%、4.62、36.99%; 中化颗粒硼的效果较差, 末次调查发病率、病情指数和防效分别为 11.67%、5.37、20.55%.

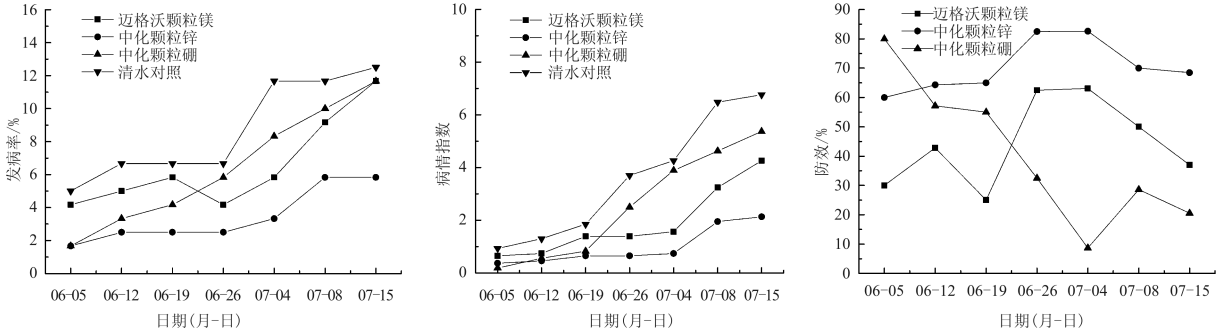


图 1 不同微量元素处理对烟草普通花叶病发生的影响

不同处理烟草赤星病发生情况如图 2 所示. 烟草赤星病发病高峰出现在 7 月 17 日到 24 日之间. 不同微量元素叶面喷雾处理后, 中化牌颗粒硼处理对赤星病防效最佳, 最高防效超过 70%. 末次调查结果表明, 中化牌颗粒锌的防效为 50.00%, 中化牌颗粒硼的防效为 41.44%, 迈格沃颗粒镁的防效为 33.33%.

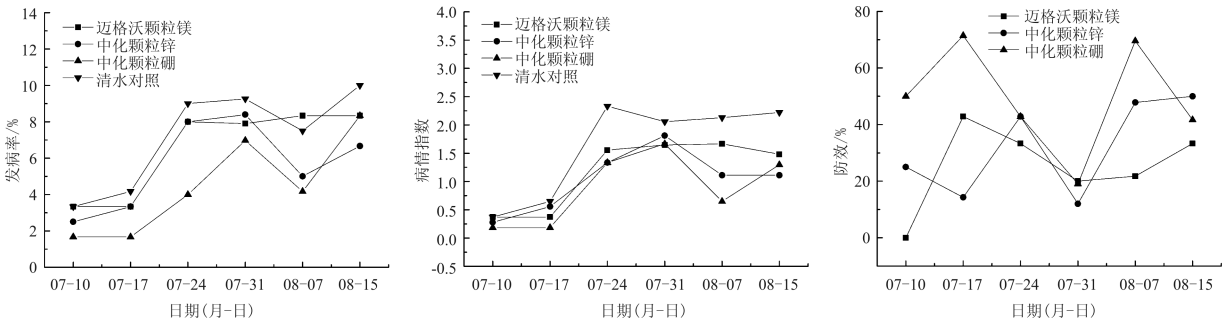


图 2 不同微量元素处理对烟草赤星病发生的影响

不同处理烟草野火病发生情况如图 3 所示. 历次调查结果显示, 不同微量元素叶面喷雾处理发病率、病情指数均低于清水对照, 表明各处理对烟草野火病有一定控制效果. 其中, 中化颗粒硼、中化颗粒锌和迈格沃颗粒镁处理末次防效分别为 47.06%, 44.12%和 35.29%.

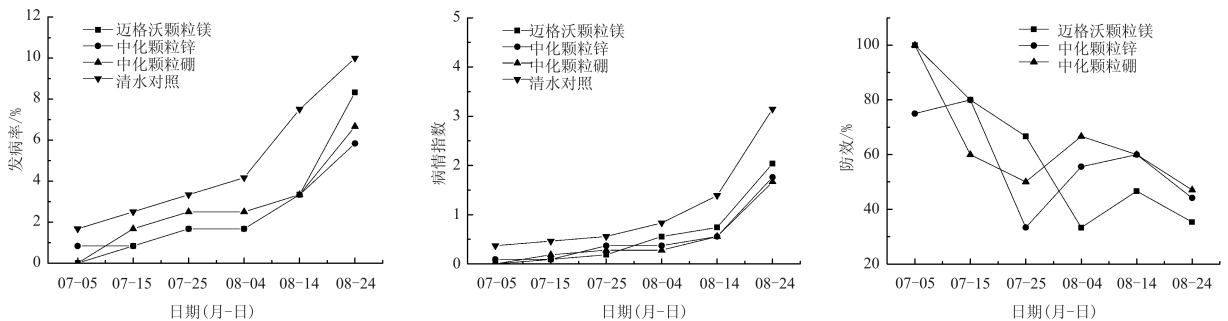


图 3 不同微量元素处理对烟草野火病发生的影响

不同处理烟草青枯病发生情况如图 4 所示. 各处理青枯病发病率随生育期呈增加趋势, 于 7 月下旬集中暴发, 田间初发病烟株和累计发病烟株迅速增多, 整体发病率在 10% 以内. 中化牌颗粒硼处理对青枯病防效在 40% 以上, 最高达 100%. 中化颗粒锌(最高为 40%)和迈格沃颗粒镁处理(最高为 20%)对青枯病无稳定和明显的防控效果.

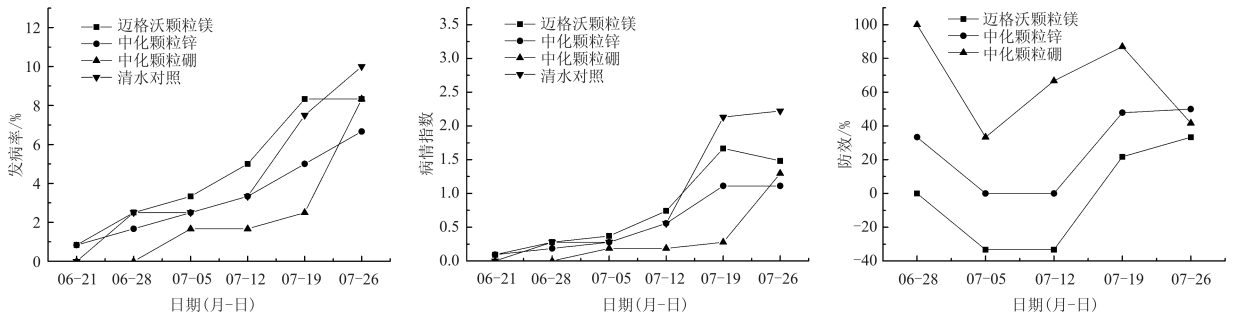


图 4 不同微量元素处理对烟草青枯病发生的影响

### 3 结论与讨论

田间试验结果表明, 团棵期和旺长期 2 次叶面补充微量元素对烟草普通花叶病、赤星病、野火病和青枯病均有一定控制效果. 其中, 叶面补充锌元素对控制烟草普通花叶病、野火病的效果较好, 叶面补充硼元素对烟草赤星病、野火病和青枯病的防控效果较好, 叶面补充硼元素对根茎病害(青枯病)和叶部病害(赤星病和野火病)都有较好控制作用.

微量元素是多种酶或辅助酶的组成成分, 对叶绿素和蛋白质的合成均有着重要的促进和调节作用, 适量的硼、锌元素对烟草生长具有重要意义<sup>[4]</sup>. 研究表明, 硼元素能够促进糖类物质的合成, 并影响其在韧皮部的装载和运输. 缺硼会导致大量糖类化合物在中上部叶积累, 不能及时转运分散, 容易导致下部叶含糖不足被病原菌侵害<sup>[5]</sup>. 同时, 缺硼也会造成烟草维管束发育不良, 植株长势差, 易受青枯病为害<sup>[6-7]</sup>. 刘国顺等的研究表明, 黔江地区土壤微量元素整体表现为高锌低硼<sup>[8]</sup>, 因此, 在今后实际生产中, 可于烟草生长和病害防治关键期, 通过叶面喷雾或灌根的方法分时期、分次、适量地补充硼肥和锌肥; 同时, 结合药剂复配来实现农药的减量增效以及减少防治投入, 对于烟株保健、控制化学投入品、延缓病害进程均有重要意义.

#### 参考文献:

- [1] 万维肖, 丁伟, 帅红, 等. 烟草叶部病害种类及综合治理技术 [J]. 植物医生, 2014, 27(4): 38-39.
- [2] 孔银亮. 膜下小苗移栽对预防病毒病、烟草生长发育及经济性状的影响 [J]. 烟草科技, 2011, 44(9): 75-80.
- [3] 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.
- [4] 杨波, 祖朝龙, 李斌, 等. 锌、硼对烟草生长发育及其他矿质元素积累的影响 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(10): 218-222.
- [5] 王振国, 丁伟, 肖鹏, 等. 中微量元素对烟草野火病的控制效果及其对烟草生物学性状的影响 [J]. 中国烟草学报, 2012, 18(5): 60-65.
- [6] 孔凡玉. 烟草青枯病的综合防治 [J]. 烟草科技, 2003, 36(4): 42-43, 48.
- [7] 牛义, 张盛林. 植物硼营养研究的现状及展望 [J]. 中国农学通报, 2003, 19(2): 101-104.
- [8] 刘国顺, 李娟, 黄克久. 重庆植烟土壤有效态微量元素状况分析 [J]. 烟草科技, 2010, 43(5): 55-59.

## Effects of Foliar Treatments with Different Micro-fertilizers on Tobacco Diseases

ZHANG Xue-jie

*Qianjiang Branch of Chongqing Tobacco Monopoly Administration, Qianjiang Chongqing 409000, China*

**Abstract:** In order to clarify the effect of micro-fertilizer application on the control of tobacco diseases, a field plot experiment was carried out in a tobacco field of Qianjiang District of Chongqing. The results showed that foliar spray of micro-fertilizers in the rosette stage and the fast growing period of tobacco plants had certain control effects on TMV, tobacco brown spot disease, tobacco wildfire disease and tobacco bacterial wilt. Of the micro-elements foliar sprayed, Zn and B gave satisfactory controlling results for TMV and tobacco wildfire disease, and tobacco brown spot disease, tobacco wildfire disease and tobacco bacterial wilt, respectively. In conclusion, B fertilizer and Zn fertilizer can be supplemented in the key period of tobacco growth and disease prevention. In addition, combined application of pesticides may achieve chemical reduction and synergy and reduce investment in disease prevention and control, which is of great significance for the health care of tobacco plants, the control of chemical inputs and the delay of disease progression.

**Key words:** trace element; tobacco; growth and development; disease resistance

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.009

# 小麦茎基腐病的发生与防治<sup>①</sup>

李洪奎<sup>1</sup>, 宫瑞杰<sup>2</sup>, 曹虎春<sup>3</sup>, 巩玉升<sup>4</sup>

1. 山东省潍坊市植物保护站, 山东 潍坊 261061;

2. 山东省昌邑市植物保护站, 山东 昌邑 261030;

3. 山东省潍坊市寒亭区植物保护站, 山东 潍坊 261100;

4. 山东省寿光市植物保护站, 山东 寿光 262700

**摘要:** 本文对山东省潍坊市的小麦茎基腐病发生为害与分布进行了调查, 对其病原菌进行了鉴定, 分析了发病重的因素与防治措施. 结果表明, 假禾谷镰刀菌(*Fusarium pseudograminearum*)是引起潍坊市小麦茎基腐病的主要病原菌, 发病程度与耕作制度、气候条件、土壤类型等有关. 采用土壤深耕、轮作换茬、种子包衣或药剂拌种、药剂喷苗等综合防治措施可明显减轻病害的发生.

**关键词:** 小麦茎基腐病; 假禾谷镰刀菌; 综合防治

**中图分类号:** S435.121.4

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0045-04

近年来, 由于气候、耕作方式的变化, 新的病虫不断出现, 许多次要病虫上升为害, 灾变病虫种类增加, 危害逐年加重. 小麦茎基腐病被称为小麦的“癌症”, 该病一旦发生, 可使小麦分蘖减少、植株矮弱、穗粒数减少、粒质量降低, 并易形成白穗, 基本无产量<sup>[1]</sup>. 我国最早于 2012 年在河南省发现该病<sup>[2]</sup>, 2016 年该病在全国多个省份大发生. 山东省潍坊市于 2015 年发现其为害, 2018 年受气候、苗情、耕作方式等多种因素集中影响, 小麦茎基腐病在全市普遍发生, 为害严重地块绝产.

## 1 发生为害与分布

2018 年 5 月, 潍坊市组织植保技术人员开展了调查, 通过大田普查和田间重点调查, 基本掌握了小麦茎基腐病在潍坊市的发生为害情况. 全市有 7 个县市区发生, 以北部寿光、寒亭、昌邑等县(市、区)发生严重, 全市发病面积 3.61 万 hm<sup>2</sup>, 平均病田率 47.9%, 病株率 20.7%, 最高病株率 96%, 平均白穗率 8.68%, 最高白穗率 41.8%, 不少地块减产 50% 以上. 2019 年 5 月调查发现, 全市发病面积 3.15 万 hm<sup>2</sup>, 有 7 个县(市、区)发生, 平均病田率 35.14%, 病株率 12.43%, 平均白穗率 6.53%.

## 2 为害症状特征

病害田间症状发生始期在 4 月上中旬, 植株表现叶尖变黄、植株枯死、白穗现象, 枯死植株叶鞘基本正常, 叶鞘无云纹状斑块, 茎秆基部第一和第二节变褐、腐烂, 发病部位有白色或红色粉状物, 剖开叶鞘内

① 收稿日期: 2019-08-09

作者简介: 李洪奎(1961-), 男, 推广研究员, 主要从事农作物病虫害综合防治研究. E-mail: wfszwbhstgz@wf.shandong.cn

部有灰白色菌丝充满腔内,小麦根系基本正常,严重者根系腐烂。

### 3 病原菌鉴定

2018年5月取山东省潍坊市昌邑和寒亭的病株送至山东农业大学植物保护学院于金凤教授实验室进行病原鉴定,鉴定结果:菌株总数95株,鉴定株数32株,假禾谷镰刀菌(*Fusarium pseudograminearum*)29株,层出镰刀菌(*F. proliferatum*)3株。2019年3月取昌邑柳瞳镇病株送山东农业科学院植物保护所齐军山研究员实验室,采用形态鉴定和分子生物学鉴定,共鉴定出病原菌5种,分别为假禾谷镰刀菌、三线镰刀菌(*F. tricinctum*)、麦根腐平脐蠕孢菌(*Bipolaris sorokiniana*)、亚洲镰刀菌(*F. asiaticum*)和镰刀菌未定种(*Fusarium* sp.),分离频率主要以前3种为主。其中假禾谷镰刀菌占11株,居第1位;分离到的麦根腐平脐蠕孢菌应该是由田间小麦根腐病的混和发生引起的。昌邑市柳瞳镇的小麦茎基腐病主要由假禾谷镰刀菌引起。综合判断,潍坊市小麦茎基腐病是一种由假禾谷镰刀菌引起的土传真菌病害。

### 4 发病影响因素

根据对发病地的调查统计,结合资料,笔者总结了影响小麦茎基腐病发病的几个因素。

#### 4.1 耕作制度不合理

小麦-玉米连作。小麦、玉米是潍坊市主要粮食作物,种植面积占作物种植总面积的65%,小麦-玉米连作成为主要种植模式。据各地调查统计,小麦茎基腐病发病地块前茬作物为玉米的(占90%),病情最重,平均病株率为21.6%,白穗率10.9%;而前茬为大豆、水稻、中药材作物的田块白穗率分别为4.4%,1.5%和0.5%,小麦茎基腐病的发病率显著低于前作为玉米的地块。

秸秆还田。潍坊市多采用玉米秸秆粉碎还田,旋耕的秸秆多,且耕层浅,多年旋耕不深耕,导致病原菌数量逐年积累增加,加重了病害的发生。田间调查发现,玉米茎基腐病严重的地块,往往小麦茎基腐病也会严重。

#### 4.2 气候条件适宜病害发生

2017年潍坊市秋季多雨,小麦播种期延迟,湿润的表层土有利于病菌在苗期侵染,2018年小麦拔节后严重干旱,昌邑北部、滨海麦田在无水浇条件的情况下,小麦长势瘦弱,抗病力差,发病严重,病株率80%~96%,不少地块绝产。2019年1月至6月上旬全市平均降水量89mm,比上年同期的180.9mm减少了91.9mm,比常年的135.2mm减少了46.2mm。干旱、半干旱的气候条件不利于小麦的生长,加重了病害的发生。

#### 4.3 土壤类型利于病害发生

不同土壤类型的田块发病情况也不一致,潍坊北部盐化潮土发病最重,平均病株率66.2%,白穗率28.4%;砂质土次之,平均病株率27%,白穗率16.9%;壤土平均病株率20%以下,白穗率6.5%。

#### 4.4 品种抗病性差

潍坊市2018—2019年调查,不同品种之间抗病性差异不明显,发病小麦品种有济麦22、济南17、烟农15、烟农999、邯6172、山农13等。

## 5 综合防治技术措施

### 5.1 土壤深耕

小麦播种前,深耕土壤 30 cm,将表层病残体翻入深层,减少病原菌数量,同时可疏松土壤,有利于小麦生长,提高抗病能力.2018 年在寒亭区高里桥西村的试验结果表明,与旋耕措施相比较,深耕处理对小麦茎基腐病的病株防治效果为 76.98%,而对白穗的防效为 80%(表 1).

表 1 深耕和旋耕条件下小麦茎基腐病的发病情况

处理	小麦	取样 点数	每点调查 株数	调查 株数	发病 株数	病株率 /%	病株防效 /%	白穗 株数	白穗率 /%	白穗防效 /%
	品种									
深耕	济麦 22 号	5	50	250	26	11.6	76.98	2	0.8	80.00
旋耕	济麦 22 号	5	50	250	291	50.4		10	4.0	

注:2018 年 5 月 23 日调查.

### 5.2 轮作换茬

在潍坊市小麦茎基腐病重病地改种大蒜、圆葱等百合科蔬菜,或前茬改种棉花、大豆、花生等双子叶作物,切断病原菌侵染.

### 5.3 化学防治

种子包衣或药剂拌种.每千克种子用 27%酷拉斯(咯菌腈·苯醚甲环唑·噻虫嗪)3 mL 作包衣,每千克种子用 31.9%奥拜瑞(戊唑醇·吡虫啉)3 mL 作包衣,或选用 10 亿活芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂 300 g/hm<sup>2</sup>、25%氰烯菌酯悬浮剂 3 mL 拌 1 kg 种子.

药剂防治.在小麦返青期选用 18.7%扬彩(丙环唑·啞菌酯)悬浮剂 1.05 L/hm<sup>2</sup>、25%氰烯菌酯悬浮剂 1.5 L/hm<sup>2</sup> 喷施.

## 6 小结与讨论

山东潍坊市小麦茎基腐病主要是由假禾谷镰刀菌(*Fusarium pseudograminearum*)引起的一种土传病害,造成发病重的原因与耕作制度有重要关系,尤其是秸秆还田和多年旋耕不深耕,病原菌数量逐年积累增加,且品种抗病性差,加重了病害的发生.防治小麦茎基腐病应实行综合防治措施,重病地块实施轮作换茬,对发病地块进行土壤深耕,结合化学防治可明显减轻病害发生为害.

小麦茎基腐病受多种因素影响,徐飞等<sup>[2]</sup>连续 4 年对河南省小麦茎基腐病发生的调查发现,8 块存在子囊壳的地块中,有 6 块田为禾谷镰孢的子囊壳,只有 2 块田为假禾谷镰孢的子囊壳.而朱素梅等<sup>[3]</sup>调查发现,河南省新乡市引起小麦茎基腐病的主要病原菌为假禾谷镰刀菌,且鲁西南地区主要致病菌也是假禾谷镰刀菌<sup>[4]</sup>,这与潍坊市的发病情况相似.研究表明小麦茎基腐病发生的严重程度与小麦生长期降雨量、年降雨量呈负相关关系,干旱可加重小麦茎基腐病的发生<sup>[5]</sup>.小麦和玉米都是假禾谷镰刀菌的寄主<sup>[6]</sup>,因此小麦-玉米连作且玉米秸秆还田的模式可促使病原菌的积累,加重小麦茎基腐病的发生.综合防治小麦茎基腐病,要转换连作模式,如果病害发生,要进行化学防治保证产量.郑中玲等<sup>[7]</sup>研究表明,采用敌萎丹+芸天力、适麦丹+芸天力对小麦进行拌种处理,可促进小麦幼苗生长,且对小麦茎基腐病的防治效果均达到了 80%以上.农业部明确提出我国要在 2020 年底实现农药使用量零增长的目标,减少农药使用量且保证作物产量和品质已经成为当前面临的紧迫问题,生物防治或将生物农药减量复配并实现增效的目的,成为

研究热点. 张洁等<sup>[8]</sup>利用枯草芽孢杆菌和申嗪霉素悬浮剂复配生物制剂进行拌种处理, 对小麦有一定的促生和增产作用, 对小麦茎基腐病有良好的防治效果.

小麦茎基腐病要进行综合防治, 以农业防治为主, 将还田的玉米秸秆粉碎并深耕处理, 改变单一的小麦-玉米连作模式, 选用抗性品种, 适时适量进行播种, 同时合理施肥, 保证小麦营养平衡. 化学防治采用拌种的方式进行病害预防, 在生长期喷施化学药剂防治病害, 控制病害发生程度, 保证小麦产量.

#### 参考文献:

- [1] 周海峰, 杨云, 牛亚娟, 等. 小麦茎基腐病的发生动态与防治技术 [J]. 河南农业科学, 2014, 43(5): 114-117.
- [2] 徐飞, 宋玉立, 周益林, 等. 2013—2016 年河南省小麦茎基腐病的发生危害情况及特点 [J]. 植物保护, 2016, 42(6): 126-132.
- [3] 朱素梅, 刘清瑞. 新乡市小麦茎基腐病发生原因及综合防治 [J]. 中国植保导刊, 2016, 36(7): 40-42.
- [4] 吴斌, 郭霞, 张眉, 等. 鲁西南地区小麦茎基腐病病原菌鉴定及其致病力分析 [J]. 麦类作物学报, 2018, 38(3): 358-365.
- [5] CHEKALI S, GARGOURI S, PAULITZ T, et al. Effects of *Fusarium Culmorum* and Water Stress on Durum Wheat in Tunisia [J]. Crop Protection, 2011, 30(6): 718-725.
- [6] 徐富义, 王玉爽. 玉米茎基腐病的发生及其防治 [J]. 新农业, 2015(11): 27-28.
- [7] 郑中玲, 陆宁海, 吴利民, 等. 药剂拌种对小麦茎基腐病的防治效果 [J]. 河南科技学院学报(自然科学版), 2018, 46(1): 25-28, 33.
- [8] 张洁, 汤蒙蒙, 夏明聪, 等. 枯草芽孢杆菌 YB-05 与申嗪霉素复配防治小麦茎基腐病 [J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(6): 866-872.



DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.010

# 新疆干旱高寒地区籽用南瓜健康管理技术<sup>①</sup>

陈燕芳<sup>1</sup>, 王跃琴<sup>1</sup>, 穆龙<sup>1</sup>, 李燕<sup>2</sup>, 王静<sup>3</sup>, 陈贵红<sup>1</sup>

1. 新疆生产建设兵团第十师农业科学研究所, 新疆 北屯 836099;
2. 新疆生产建设兵团第十师 187 团农业技术推广站, 新疆 北屯 836099;
3. 新疆生产建设兵团第十师 183 团农业技术推广站, 新疆 北屯 836099

**摘要:** 籽用南瓜具有产量高、经济效益好等优点, 在新疆干旱高寒地区广泛种植, 但由于长时间的连续种植, 暴发病虫害的风险越来越高, 进而出现产量递减的趋势。2015—2017 年, 新疆生产建设兵团第十师农业科学研究所通过田间试验和调查实践等方式, 开展了特色作物滴灌籽用南瓜栽培研究。本文结合实践, 从籽用南瓜品种选择、合理施肥和病虫害防控等方面, 系统地总结了籽用南瓜的健康管理技术, 为南瓜种植业及相关产业的发展提供技术支持。

**关键词:** 籽用南瓜; 栽培管理; 田间管理; 病虫害防治

**中图分类号:** S642.1, S471 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-1067(2019)05-0049-04

葫芦科(Cucurbitaceae)植物有 118 属 825 种<sup>[1]</sup>, 我国主要有 26 属 140 种<sup>[2]</sup>。南瓜是葫芦科南瓜属(*Cucurbita*)的 1 年生蔓生草本植物, 广义南瓜包括南瓜、笋瓜和西葫芦 3 种<sup>[3]</sup>。南瓜具有品种多、抗逆性强、适应性强、地域分布广、产量高、耐储藏、植株全身均能食用等特性<sup>[4-5]</sup>。南瓜有着久远的种植历史, 因其良好的环境适应性, 在世界上的大部分地区都可以种植, 其中亚洲地区南瓜的种植面积最大, 其次为欧洲和南美洲<sup>[6]</sup>。根据考古发掘及品种资源的分布考察, 南瓜属作物均起源于美洲, 我国自明初引入南瓜品种<sup>[7]</sup>。籽用南瓜是葫芦科南瓜属中食用种子的栽培品种的总称, 主要包括印度南瓜、美洲南瓜和中国南瓜 3 个栽培种<sup>[5]</sup>。目前, 籽用南瓜主要在我国的黑龙江、内蒙古、新疆、甘肃等地大面积种植<sup>[1,8]</sup>。

新疆生产建设兵团第十师, 位于阿尔泰山南麓, 准噶尔盆地北部, 属于干旱高寒地区, 师部在北屯市(E87°48'34"、N47°21'7"), 海拔约 500 m, 光热资源充足, 非常适合籽用南瓜的种植。2009 年, 籽用南瓜开始零星引入新疆古尔班通古特沙漠北侧额尔齐斯河流域种植。随着南瓜产业的快速发展, 第十师于 2012 年开始种植籽用南瓜, 种植面积由最初的 0.54 万 hm<sup>2</sup> 扩大到 2018 年的 1.34 万 hm<sup>2</sup>。目前, 籽用南瓜已成为第十师主栽作物, 同时也是具有区域优势的重大优质特色农产品之一, 相关产业也在不断壮大。

由于籽用南瓜经济效益较高, 深受当地种植户的欢迎, 种植积极性也十分高, 但随着连年大面积的种植, 籽用南瓜遭受病虫害的风险也越来越严重, 再加上种植技术缺乏, 管理粗放, 北屯地区已开始出现籽用南瓜产量递减的趋势<sup>[9]</sup>。2015—2017 年, 新疆生产建设兵团第十师农业科学研究所技术人员对籽用南瓜栽培管理进行了田间试验和科技调查实践, 并总结出特色作物滴灌籽用南瓜高产高效栽培技术。本文结

① 收稿日期: 2018-10-22

基金项目: 新疆生产建设兵团“三区”科技人才专项计划; 新疆生产建设兵团科技特派员创新创业计划(2015CA004)。

作者简介: 陈燕芳(1982-), 女, 高级农艺师, 主要从事植物保护、作物栽培、生物农药应用研究。E-mail: chenyanfang12@foxmail.com

通信作者: 陈贵红(1978-), 男, 高级农艺师, 主要从事植物保护、栽培与杂交育种研究。E-mail: swaugh@qq.com

合实践和经验总结,从品种选择、合理施肥和病虫害防控等方面介绍了籽用南瓜种植过程中的各个环节的管理技术,希望通过本文为广大瓜农提供适合北屯地区的籽用南瓜高产技术模式,从而促进南瓜种植业及相关产业在北屯地区的良性发展。

## 1 播种前的健康管理技术

### 1.1 种植地选择及深耕

南瓜是喜温的短日照植物,耐旱性强,对土壤条件要求不严格,但以肥沃、中性或微酸性砂壤土为好。籽用南瓜种植应选择土层深厚、土壤疏松、肥力较高、排灌水方便的砂壤土地块,前茬作物以小麦、玉米、豆类等为佳,盐碱高的土壤不适种植。

籽用南瓜是直根系作物,根系入土深,因此种植南瓜的地块,在前茬作物收获后应及时进行秋翻,耕深 25 cm。

### 1.2 施足底肥或带种肥

犁地前或播种时,应根据地力撒施充分腐熟农家肥(667 m<sup>2</sup> 施用 2~3 t)或商品有机肥(按使用要求施用)或施磷酸二铵(667 m<sup>2</sup> 施用 15~20 kg),也可深施带种肥或开沟肥。

### 1.3 土壤封闭及整地

每 667 m<sup>2</sup> 用 48% 仲丁灵乳油 120~200 g,对水 30~50 kg,均匀喷洒,或选用异丙甲草胺、金都尔进行土壤封闭处理。

喷洒土壤封闭药剂后,用联合整地机进行对角整地或用分流式平地机进行对角平地,达到“齐、平、松、碎、净、墒”六字标准。

## 2 播种时的健康管理技术

### 2.1 播种时期的选择

南瓜属喜温作物,种子发芽所需的最低温度为 13 ℃。当 5 cm 地温稳定达到 13 ℃ 以上时即可覆膜播种,一般最佳播期为 4 月 20 日至 5 月 10 日。

### 2.2 品种选择

选择抗病高产品种。推荐选用在北屯种植 3 年以上的抗病、优质、高产、稳产的南瓜品种,主要选择抗病性强、蔓短瓜匀、侧蔓少、单瓜籽粒多、结瓜率高、籽粒品质好的品种,如金苹果系列、瑞丰系列、白雪公主系列等。无壳南瓜可选择“金果一号”“金苹果无壳系列”等,有壳南瓜可选择“金苹果有壳系列”“瑞丰九号”等。市场上品种较多,要选择经过当地种植实践检验或农业推广部门田间试验证明的抗病性较好、产量较高的品种。

### 2.3 播种技术要求

播种方式:采用气吸式播种机械,铺膜、铺设毛管和播种一次完成,膜心距 110~130 cm,一膜一管,一管二行,膜上行距 40~45 cm,株距 45~55 cm,根据地力适度调整,667 m<sup>2</sup> 保苗株数 2 000~2 500 株。

质量要求:应做到播行笔直,接行准确,下籽均匀,深浅一致,播种全面、均匀;膜面平展,松紧适度,膜边垂紧,覆土严密,膜面干净,采光面大;以达到早苗、全苗、匀苗、壮苗、齐苗的目的。

播种方法:每穴播种 1~2 粒,深度 2~3 cm,667 m<sup>2</sup> 播种 0.4~0.6 kg。地膜采光面确保每行达到 35 cm 以上,种行覆土细碎均匀,覆土应压实。

酌情补水:播种完成后,及时顺毛管方向铺设干管并将接头连接紧密,干管两边毛管数最好相同,然后安装支管,连接滴灌带并冲洗。北屯区域墒情较差,同一地块墒情不一,推荐播种后视墒情及时滴水 10~15 m<sup>3</sup>,确保“一播全苗”。

## 3 田间健康管理技术

### 3.1 苗期健康管理

干播湿出:如播种时土壤墒情差,播种完成后及时滴灌,增加墒度,保证出苗,出苗水不宜过多,能够浸湿播种穴即可。

破板结:播种后如遇雨土壤板结,雨后适墒期可用机动花格镇压器破碎板结,或采用中耕杆尺深松,提高地温,促进出苗。

查苗补种:出苗后发现缺行断垄时,要及时进行人工催芽补种,出苗前遇雨土壤易板结,要及时轻耙疏松表土,力争全苗。

及时放苗定苗:放苗宜早不宜迟,做到出一棵放一棵,封一棵保一棵,缺一棵补一棵,力争全苗保增产。

### 3.2 开花结果期健康管理

开花结果期是指从第一朵雄花开放、坐果到果实成熟至采收时期。植株甩蔓后及时整枝,一般长至7~10叶时打顶或用生长调节剂控制植株生长。667 m<sup>2</sup>每次施复合肥20 kg,或豆麸30 kg混合磷肥2 kg、生物钾肥2 kg。

#### 3.2.1 灌水

籽用南瓜抗旱,在坐瓜前一般不灌水,以利于植株深扎根,促进营养生长,提高抗病性,瓜坐稳前视生长情况可以少灌水。根据南瓜生长情况以及天气、土壤状况来决定灌第1次水的时间,一般在6月上旬;当幼瓜70%以上有鸡蛋大小时,每株选留1~2个瓜,摘除畸形瓜及其他雌花后,及时灌水。

灌水总要求:小水勤灌,防止大水漫灌、串灌、垄面跑水积水,控制好土壤湿度。加压滴灌用水量为667 m<sup>2</sup>不超过30 m<sup>3</sup>,土层较薄时不超过25 m<sup>3</sup>。籽用南瓜虽然耐旱,但叶片大,耗水量多,需经常保持土壤湿润,瓜坐稳后至成熟需注意及时灌水。

灌水次数和周期:一般是加压滴灌5~8次,灌水周期5 d左右,后期可以间隔8~10 d灌一次水。6月开始灌水,8月10日左右停止灌水。

具体根据田间情况和气候环境因地制宜。弱苗可早灌水,旺苗可推迟灌水,确保南瓜全生育期不旺长、中后期不早衰,以保证坐果结实率。瓜蔓伸蔓以后,开花到坐果期植株生长发育旺盛,需水量大,这时正当炎热天气,不同的瓜田会先后出现旱情,旱情过重,会影响坐瓜和瓜的生长,造成减产。凡瓜叶叶色暗绿,晴天中午卷须稍下垂,傍晚又恢复正常的瓜田,说明出现旱情,应及时组织灌水。

#### 3.2.2 施肥

原则上瓜坐稳前不施肥,如旱象明显可适当灌水,防止旺长田间郁蔽不结瓜。采用随水加压施肥技术,选用可溶性好、无杂质、微酸性、正规厂家生产的尿素、磷酸二氢钾、磷酸一铵、可溶性滴灌专用肥等。

施肥原则:旺苗少施,弱苗多施,使用腐殖酸等新型土壤微环境改良肥料。当幼瓜70%以上有鸡蛋大小时是南瓜需肥的高峰期,此时应重施肥,后期注意钾肥的施用。瓜坐稳后,第1次667 m<sup>2</sup>滴施尿素5~7 kg、滴灌肥3~5 kg、腐殖酸等新型土壤微环境改善肥适量;第2次667 m<sup>2</sup>滴施尿素5~8 kg和滴灌肥2~5 kg;第3次开始增施硫酸钾肥。瓜成形后,视田间实际情况,合理水肥。

滴灌施肥总量:每667 m<sup>2</sup>用尿素10~15 kg,硫酸钾肥5~10 kg,滴灌肥等其他肥料5~10 kg。

#### 3.2.3 引蜂授粉

南瓜是雌雄异花植物,主要靠蜜蜂等昆虫来授粉。6月下旬左右,瓜田第1朵雌花开放时,就要引蜂授粉,一般0.6~1.0 hm<sup>2</sup>瓜地保证2箱蜜蜂就能满足授粉的需要。开花前期应将蜂群引入授粉地块,否则,不但坐瓜困难,而且即使是坐住的瓜,其畸形率也较高,导致产量的大幅度降低。雌雄花开放时应在每天早晨6~7时人工补充授粉,每蔓授3~4朵雌花,选留2~3个瓜。

## 4 病虫害防控

本地籽用南瓜主要病害是白粉病、病毒病、瓜腐病等,虫害是蓟马、红蜘蛛、蚜虫等.推荐选用植保无人机进行病虫害防控.

### 4.1 白粉病

瓜类白粉病主要为害叶片,严重时叶柄、茎蔓均会发病.受害时叶片或嫩茎出现白色霉斑,严重时整个叶片布满白粉.该病发生后传播迅速,危害严重,从初发病到高发引起枯死一般只需 10~15 d,严重影响产量,应高度重视.高温高湿是发病诱因,在干旱少雨时发病轻,连阴雨天、闷热天气条件下发展速度极快.

防治方法:在发病初期,可选用的药剂有 12% 腈菌唑乳油 2 000 倍液、50% 多菌灵可湿性粉剂 500 倍液、50% 退菌特可湿性粉剂 500 倍液等,叶面喷雾,轮换使用,连喷 3~4 次,可有效预防.喷雾时一定要做到整个叶的正面、反面、茎叶全部喷洒均匀.当地较有效的方法是在瓜长成个后,机力喷硫磺粉,防治白粉病效果较好.

### 4.2 病毒病

受害植株叶面出现黄斑或深浅相间的斑驳花叶,叶面凹凸不平,茎蔓和顶叶扭缩.可选用的药剂有 20% 病毒 A 或病毒一号可湿性粉剂 500 倍液、1.5% 植病灵乳剂 1 000 倍液、5% 菌毒清水剂 400 倍液、83 增抗剂 100 倍液、菌毒宁 600 倍液,隔 7~10 d 喷 1 次,连喷 3 次.

### 4.3 斑点病

受害株叶片出现圆形至近圆形的斑点,湿度大时斑面密生小黑点,严重时斑点融合,导致叶片局部枯死.可选用的药剂有 70% 甲基托布津可湿性粉剂 800 倍液、50% 扑海因可湿性粉剂 1 500 倍液、75% 百菌清可湿性粉剂 800 倍液等,每 15 d 喷施 1 次,连喷 2 次.

### 4.4 虫害

籽用南瓜主要虫害有蚜虫、黄虫、瓜蝇、夜蛾等,用抗蚜威加杀虫双或菊酯类农药交叉使用即可防治.

## 5 采收和后熟

籽用南瓜一般在 8 月开始枯秧,此时,不应立即采收挖籽,而应在地里面让其熟 10~20 d,具体时间根据南瓜个头和天气情况等决定.在瓜秧枯干后立即挖籽,不但籽粒色泽不好、无光泽,而且影响籽粒饱满度,产量也会明显降低.经后熟的种子色泽光亮,籽粒饱满,不仅商品性状好,而且产量也高.

### 参考文献:

- [1] 古勤生,范在丰,李怀方.葫芦科作物病毒名录[J].中国西瓜甜瓜,2002,15(1):45-47.
- [2] 褚盼盼.中国南瓜种质资源遗传多样性研究[D].武汉:华中农业大学,2007.
- [3] 曹丽霞,陈贵林.籽用南瓜种质资源植物学性状多样性分析[J].华北农学报,2009,24(1):154-158.
- [4] 屈淑平,刘超,葛宇,等.籽用南瓜种质资源形态学多样性分析[J].东北农业大学学报,2013,44(10):67-75.
- [5] 刘超.籽用南瓜种质资源遗传多样性研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2012.
- [6] 靳娜.籽用南瓜种质资源的评价[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2012.
- [7] 林德佩.南瓜植物的起源和分类[J].中国西瓜甜瓜,2000,13(1):36-38.
- [8] 任琛荣.北疆籽用西葫芦病毒病害调查及病毒种类鉴定和检测[D].石河子:石河子大学,2016.
- [9] 张东海,张莉,杨德松,等.第十师籽用南瓜病虫害调查及防治[J].新疆农业科技,2018(3):45-46.

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.011

# 韭黄育苗的健康管理及病虫害防治<sup>①</sup>

周璇

贵州省普定县农业技术推广站, 贵州 普定 562100

**摘要:** 2019 年 8 月贵州省安顺市普定县韭黄种植面积已达 5 600 hm<sup>2</sup>, 投产面积 2 000 hm<sup>2</sup>, 已成为普定县农业主导特色产品. 在韭黄产业化的不断推进过程中, 一些种植技术难题也逐渐凸显, 特别是对韭黄的育苗技术、培育壮苗技术、苗期管理以及防治病虫害等方面缺乏科学指导. 本文概述了实际生产工作中韭黄的栽培过程中所积累的一些经验, 以期为广大韭黄种植户提供参考.

**关键词:** 韭黄; 育苗; 健康管理; 病虫害防治

**中图分类号:** S633.3

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0053-05

韭黄又叫“韭芽”, 俗称“韭黄白”, 韭黄是在遮光等条件下处理培土软化栽培转色变黄的一种特色蔬菜农产品, 韭黄颜色金黄, 以嫩叶和柔嫩假茎供食用, 口感柔嫩鲜美, 带有甜味, 是一种高档的保健蔬菜<sup>[1]</sup>. 韭黄具有特殊的芳香味, 烹调后, 入口鲜、嫩、甘、脆, 有促进食欲、开胃消食的功效, 营养价值和经济价值都很高, 现在越来越受到人们的喜爱. 由于发展韭黄种植可以为种植户带来可观的经济效益, 农民栽种并发展韭黄产业的愿望已越来越强烈, 但广大的种植户缺乏科学的技术指导, 使得贵州省普定县韭黄产业的发展受到严重制约. 为了更好地解决韭黄种植户们在技术上的瓶颈问题, 本文将在实际生产中积累的经验技术流程集成一套完整的技术规程, 以期为广大韭黄生产者提供现实帮助.

## 1 韭黄育苗的健康管理

韭黄育苗可采取大棚育苗和露地育苗 2 种方式. 大棚具有升温功能, 可提前播种和缩短育苗时间; 露地育苗可节约大棚的投资成本. 大棚育苗不同于露地育苗, 需炼苗 7 d 以上, 同时要在高温时进行降温通风处理. 其他操作技术基本一致.

### 1.1 育苗地的选择

选择土壤肥沃、土层深厚、土质疏松、地势平坦、交通便利、避风向阳、灌溉并排灌条件好的地块, 前茬忌用葱、蒜类百合科作物, 前期作物杂草少.

### 1.2 品种选择

选用抗病、抗寒、发棵早、株形紧凑、直立性强、分蘖力强, 生长速度快、抗倒伏, 叶片宽大肥厚, 纤维素少, 柔嫩质优, 适应性强的品种. 同时应根据种植制度与气候条件以及市场需求科学地选取韭黄品种<sup>[2]</sup>.

### 1.3 播期与播量

播种期: 春播于 2 月 28 日以后, 当土温稳定在 10 ℃ 以上时, 即可播种, 4 月 10 日以前播种结束. 秋季

① 收稿日期: 2019-08-06

作者简介: 周璇(1982-), 男, 农艺师, 主要从事农业技术推广和植物保护工作. E-mail: pdnyj@126.com

于 9 月下旬至 10 月上旬进行播种。

播种量：667 m<sup>2</sup> 苗床用种子 5 kg 左右。按 1.3 m 的厢面宽计算，净面积 510 m<sup>2</sup>，每平方播种量 8~10 g。

#### 1.4 施肥整地与做厢

667 m<sup>2</sup> 用腐熟细碎有机肥 1 500~2 000 kg，或者生物有机肥 100~150 kg(也可适当增施硫酸钾型三元复合肥 15 kg 左右)，肥料与土壤充分混合均匀，深耕 25 cm 左右。厢宽 1.30 m，厢长因地制宜，厢深 0.20 m 以上，厢沟宽 0.40 m，从厢面取土 3.00 cm 厚的表土，放在厢外筛细，以备播种后覆土用。厢面需平整、土碎、无杂草。播种后需精细管理，为以后无公害、绿色韭黄产品生产打下良好基础。

#### 1.5 播种方法

厢面浇足底水(确保墒情一次出全苗)，水渗下去后下撒一层细土，厚度 1.5 cm，将种子用清水浸种 20~24 h，然后滤去水分等待播种，播种前 20 d 进行抽样发芽试验，发芽率达到要求后方可播种。播种前根据发芽率计算每厢的播种量，称出放入器皿，并掺入 3~4 倍的过磷酸钙磷肥和细土，过筛混匀，2~3 次撒完，做到播种均匀；播种后覆土厚度保持 1.50 cm，要求厚度均匀，以不露出种子为宜，覆土后用水喷湿表土。覆盖遮阳网或地膜，其目的在于保湿、保温，防止晴天高温烧苗并具有一定的控制杂草功能，提高种子的出苗率。播种后覆盖遮阳网是最为关键的技术措施之一。

采用遮阳网或地膜覆盖，四周压严，保墒并防止大风吹开。盖网后要注意管护，防人畜践踏。覆盖遮阳网的苗床，表土变白时，及时补水。覆盖地膜的苗床，其出苗率达到 70% 时，应揭掉地膜，并及时补水，防止出苗期间出现烧苗现象。随时观察，当表土变白时，应适时适当补水。

#### 1.6 苗床肥水管理

播种后要保持土壤湿润松软，田间含水量在 90% 左右，墒情不足时要及时浇水，一般 7~10 d 浇一次水，出苗 80% 后揭掉遮阳网<sup>[3]</sup>。齐苗后(两叶一心时)，用“喜满地”等水溶肥，对水 800~1 000 倍液叶面喷施，同时 667 m<sup>2</sup> 用尿素 2 kg 对水(800 倍)淋施。三叶期以后，适当控水，含水量控制在 80% 左右，地面“见干见湿”，结合浇水 667 m<sup>2</sup> 追复合肥 10 kg 1~2 次。5 叶以后结合浇水追肥 1~2 次，667 m<sup>2</sup> 复合肥 10 kg 左右，促进壮苗分株，健壮生长；勤施薄施肥水，当韭苗长至 7~10 cm 时，应追施 1 次 2 成浓度的人粪尿或沼气水(即 2 份腐熟的人粪尿对 8 份清水)，约 15~20 d 后再追施 1 次，以后每隔 1 个星期追施 1 次，浓度与上次相同。待韭苗长至 30~50 cm 时追施 3 成浓度的人粪尿(即 3 份人粪尿对 7 份清水)，同时粪水中加入 0.5% 尿素。如遇久旱，须放水浇透厢面，随即追施 50% 浓度的人粪尿，并加入 0.5% 尿素施用。如果韭苗长势弱，植株叶片薄，茎的粗度、硬度不够时，可适当追施有机复合肥，每 667 m<sup>2</sup> 用量 20~25 kg。加强田间管理，及时清理田间杂草，防止杂草影响韭黄苗生长，做到早除勤除，保持厢面无杂草。防除杂草亦是韭黄育苗最为关键的技术之一。

韭黄常年生长，需肥量较大，应根据土壤肥力和不同时期对水肥的需求规律，合理施肥浇水。在施用底肥的基础上，于移栽后 12~15 d 施第 1 次肥，667 m<sup>2</sup> 施用尿素 10~15 kg，促进早生快发；间隔 25~30 d 施第 2 次肥，667 m<sup>2</sup> 施用尿素 20~25 kg、磷酸一铵 10 kg 或普钙 30 kg、硫酸钾 10~15 kg，撒施后浇透水，并喷施芸苔素内酯等植物生长调节剂，以满足韭黄生长需求。

## 2 苗床病虫害防治

苗床病害主要包括灰霉病、疫病。虫害主要包括韭蛆、潜叶蝇、蓟马等。

#### 2.1 灰霉病防治

灰霉病主要为害叶片，分白点型、干尖型和湿腐型。白点型：在叶片的正面和背面生白色或褐色小斑点，由叶尖向下发展，一般正面多于背面，病斑梭形或椭圆形，发病后期互相汇合成斑块，使半叶或全叶枯焦。干尖型：在割茬刀口处向下腐烂，初呈水浸状，后变淡绿色，有褐色轮纹，病斑扩散后多呈半圆形或“v”字形，并向下延伸 2~3 cm，呈黄褐色，表面生灰褐色或灰绿色绒毛。湿腐型：土壤湿度过大时显著发生，

枯叶表面密生灰至绿色绒毛状霉,伴有霉味,但不产生白点,病叶出现腐烂症状,直至完全湿软腐烂,表面产生灰霉<sup>[4]</sup>。

防治方法:选用抗病品种,轮作倒茬,清洁田园,合理施肥,加强田间管理,降低湿度,提高抗病性。在发病初期,轮换喷淋50%多菌灵可湿性粉剂或70%甲基硫菌灵可湿性粉剂500倍液,必要时可选用50%速克灵可湿性粉剂或50%扑海因及50%农利灵可湿性粉剂1000~1500倍液,交替使用,每隔7d喷1次,连续防治2~3次。烟剂主要用10%速克灵、20%速克灵百菌清复合烟剂,每667m<sup>2</sup>施用300~350g,晚上20:00—22:00闭棚熏蒸处理。粉剂主要用2%万霉灵、5%百菌清,每667m<sup>2</sup>施用2.5kg。喷施剂主要用50%速克灵1000倍液、28%百霉威500倍液,5~7d喷施1次,连喷2~3次<sup>[5]</sup>。

## 2.2 疫病防治

疫病是韭黄夏季多雨季节的主要病害,韭黄的鳞茎、假茎、叶片、叶鞘、花苔等各个部位都可发病,叶片受害,初为暗绿色水浸状病斑,病部缢缩,叶片变黄枯萎。天气潮湿时病斑软腐,有灰白色霜。叶鞘受害呈褐色水浸状病斑、软腐。鳞茎、根部受害呈软腐。

防治方法:选用抗病品种,清洁田园,轮作倒茬,减少病源,合理密植,促进通风透光,及时排水,防止田间积水。药剂防治可用25%甲霜灵可湿性粉剂750倍液,或58%甲霜灵锰锌可湿性粉剂400~500倍液,或64%杀毒矾可湿性粉剂400倍液,或50%甲霜铜可湿性粉剂600倍液喷雾防治,667m<sup>2</sup>喷药液50kg,每隔5~7d喷1次,连续用药2~3次。可用90%疫霜灵粉剂500倍液、72%普力克水剂1200倍液喷雾或灌根处理。

## 2.3 韭蛆的防治

韭蛆为害与韭龄有关,播种当年的幼苗,根系小,植株周围透气性强,为害程度较轻。2年生以上的植株,生长势旺盛,叶片数多,分蘖增多,近地面处通风不良,为害较重。幼虫群集在地下部的叶鞘和鳞茎上蛀食为害。植株受害后一般先从外叶表现出症状,初期外叶一侧出现条状枯黄,随后是整叶、整株枯黄,直至连片死亡。韭蛆在1年中多次为害。

防治方法:在成虫羽化盛期喷洒50%辛硫磷乳油800倍液或50%氯氰乳油3000倍液,上午9:00—10:00施药效果最好;在幼虫为害盛期,当韭黄叶尖开始变黄、变软,逐渐向地面倒伏时,即用药剂灌根防治,可选用50%辛硫磷乳油1000倍液、或80%敌百虫可溶性粉剂1000倍液、或用48%地蛆灵乳油1000倍液、48%毒死蜱乳油2000倍液灌根,可先将韭墩边的土耙开,喷雾器卸去喷头喷灌<sup>[6]</sup>。黄板诱杀成虫,每667m<sup>2</sup>挂黄板30~40块;灭虫灯诱杀成虫,每667m<sup>2</sup>用1~2个;糖醋液诱杀成虫,应每667m<sup>2</sup>放20~30个点进行诱杀。

## 2.4 潜叶蝇的防治

潜叶蝇主要为害蔬菜叶肉,其幼虫蛀食叶肉成曲折隧道,成虫产卵于叶肉内。受害叶片失缘、变白干枯,严重影响产量和品质。

防治方法:及时清除残枝,集中深埋或焚烧,减少虫源。物理防治可采用以下两种,①黄板或灭虫灯诱杀成虫。成虫发生期,用黄板胶诱杀,每667m<sup>2</sup>用50~100片黄板,均匀安放胶板,高出植物10cm。②用78×35cm型的捕虫网。大棚内用捕虫网扫完一次只需5min,可捕到成虫3000多头,可连续捕获10min。农药防治可用10%蚜虱净1000倍液,或用1.8%吡虫啉2000倍液,或2.5%溴氰菊酯2000倍液叶面喷雾防治。以上药剂,在幼虫发生期任用1种,7~10d喷1次,连续喷2~3次,安全期间隔期20d。

## 2.5 蓟马的防治

蓟马成虫,若虫多隐藏于韭黄幼嫩组织部位,以锉吸式口器锉伤条形叶,并吸食韭菜新叶与嫩叶的汁液,使其产生细小的灰白色或灰黄色长条斑点,严重时造成叶片萎焉、发黄、干枯,严重影响其产量与品质。根据蓟马的聚集特性,蓟马晴天喜欢隐藏在叶背,所以喷药重点部位是叶背及生长点等;应科学交替用药,蓟马发生初期,每株有虫3~5头时,利用早晨或傍晚蓟马多潜伏叶背时及时用药防治。

防治方法：清除杂草和植株残体，集中焚烧或深埋。根据蓟马对蓝色有强烈趋性，可利用蓝色黏虫板引诱防治，可在近地面处每 667 m<sup>2</sup> 设置 40~60 块 15×20 cm 的蓝色黏虫板，每隔 7~10 d 清除一次黏虫板上的蓟马。精准选取施药部位，可选用高效氯氰菊酯、阿克泰、啉虫咪、吡虫啉、多杀菌素、乙基多杀菌素、螺虫乙酯等喷雾防治。为提高防治效果，再加入等量的增效剂(如消抗液)等。每 5~7 d 喷一次，连喷 2~3 次，施药时间最好选择在上午 9:00—10:00，为延缓抗药性的产生，每种药物施用最多连续不能超过 2 次。

## 2.6 蚜虫的防治

韭菜蚜虫主要是以若虫、成虫吸取汁液，排泄分泌物还会污染韭株。为害较轻时叶片畸形，植株早衰，为害严重时导致韭丛枯黄萎蔫倒伏。蚜虫繁殖速度快，应以早期预防为主。

防治方法：清洁床苗、合理施肥、确保墒情、悬挂黄板、加强通风。可选用 10% 异丙威烟剂、12% 吡蚜·异丙威烟剂和 15% 敌敌畏烟剂等，宜在傍晚闭棚后进行熏蒸处理。喷雾防治可用 10% 蚜虱净 1 000 倍液，或用 1.8% 吡虫啉 2 000 倍液，或 2.5% 的溴氰菊酯 2 000 倍液叶面喷雾防治。

## 3 育苗常见问题与对策

### 3.1 播种后不出苗问题

原因：使用陈种、发热霉变种；苗床过干，种子缺水；播种过深；施肥量过大，或过集中；地温过高；催芽后播种时间过长，播种后浇水不及时。

对策：用新种子，避免播种过深，适量匀施肥，适时播种，及时播种，及时浇水。

### 3.2 出苗时间长问题

原因：气温地温低；苗床缺水，墒情差；播种深、覆土厚。

对策：适时播种，低温不播种，浇足出苗水，避免播种过深、覆土过厚。

### 3.3 出苗不匀问题

原因：苗床高低不平，浇水不均匀；覆土厚薄不一致；播种不均匀；肥料不均匀使用；地下害虫为害严重。

对策：精细整地，浇水一致，确保播种均匀，覆土标准一致，施肥不成堆不结块，并均匀深施。

### 3.4 出苗戴帽(种皮)问题

原因：播种浅，覆土过薄。

对策：保持覆土厚 1.5 cm，覆土应均匀一致。

### 3.5 除草剂使用不当出现的问题

原因：除草剂选用不当严重影响韭黄出苗与生长；使用比例过大影响出苗与生长；使用比例过小，喷施不匀影响除草效果。

对策：选用对韭黄出苗生长安全的除草剂(如 33% 二甲戊灵乳油)，使用量严格按照说明，不随意增减使用量，喷施均匀一致。

### 3.6 光照强度高过出现的问题

原因：温度过高，韭黄水分蒸发快时影响出苗；地膜覆盖，容易造成烧苗现象。

对策：浇足出苗水，保持苗床湿润；苗床加盖遮光物(遮阳网、草苫)，降低光照强度和苗床温度，以利早出苗出全苗。

### 3.7 喷施叶面肥不当出现的问题

原因：叶片淡绿、干尖多，严重时叶片枯萎。

对策：喷施叶面肥，使用量按照说明要求，不随意增大使用量，喷施均匀一致。喷施叶面肥应在三叶后，不宜过早使用。



## 4 展望

韭黄是在特殊栽培管理条件获得的一种人们喜爱的蔬菜. 因其栽培难度较大, 育苗过程中出现的问题多, 病虫害严重等致使韭黄生产的发展受到制约. 作为在生产第一线的农技工作者, 有责任解决生产实践中的问题, 引导他们使用科学技术, 促进生产的发展, 以获得更大的经济效益, 同时也为社会提供更多的优质的农产品. 本文通过总结经验, 并参考有关资料, 就韭黄育苗的健康管理和病虫害防治集成了一套较为完整的技术措施, 以期为非黄生产者提供技术帮助, 为非黄产业的发展做出应有的贡献.

### 参考文献:

- [1] 杨艳, 许芬. 普定县韭黄无公害栽培技术 [J]. 耕作与栽培, 2014(5): 66-67, 69.
- [2] 古丽曼·结克参百. 韭菜绿色优质高产栽培技术 [J]. 农业与技术, 2018, 38(22): 146.
- [3] 潘意. 无公害韭菜栽培关键技术研究 [J]. 中国农业信息, 2016(11): 88-89.
- [4] 范国庆. 大棚韭菜灰霉病的发生与防治 [J]. 吉林蔬菜, 2008(2): 37.
- [5] 孙淑敏. 棚室韭菜灰霉病的症状与防治 [N]. 河北农民报, 2016-04-21(A06).
- [6] 姜国霞, 陈建华, 高产. 日光温室韭菜—小型西瓜立体栽培技术 [J]. 现代农业科技, 2014(17): 110-111.

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.012

# 安全用药保护蜜蜂授粉及其对油菜生产的作用<sup>①</sup>

鄢 勤, 张春容, 童守远, 黄 建

四川省乐至县农业农村局植保植检站, 四川 乐至 641500

**摘 要:**近年来,蜜蜂授粉与绿色防控集成技术不断受到重视,并在全国范围内多种作物上进行大面积示范推广.四川省乐至县自 2016 年以来开展油菜蜜蜂授粉与病虫害绿色防控技术集成示范,结果显示,示范区油菜有效角果率、结实率、产量和质量等均比仅靠风媒自花授粉有不同程度提高,其中 667 m<sup>2</sup> 产量提高 10%~15%,净收益提高 194.40 元;在病虫害控制与农药使用方面,化学农药使用量比常规防治区减少 50%左右,对菌核病的防控 59.58%,有效保护了蜜蜂安全,保障生态环境安全,总体收益提高.

**关键词:**油菜;蜜蜂授粉;价值和作用;安全用药

**中图分类号:** S897+.3 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-1067(2019)05-0058-04

蜜蜂是许多农作物重要的授粉昆虫,蜜蜂授粉在生态环境保护和农作物增产方面起着非常重要的作用,每年因授粉使农作物增产和品质提高而创造的经济价值更是超过了其蜂产品价值的上百倍.美国对蜜蜂授粉的直接和间接效益进行评估,蜜蜂给社会的贡献是养蜂业本身的 143 倍,国内研究学者对蜜蜂的社会贡献进行统计,其对 36 种作物生产贡献的经济价值达到 3 042.20 亿元,是养蜂业总产值的 76 倍<sup>[1]</sup>.此外,蜜蜂授粉是自然资源的再利用,有利于农田生态环境的保护,符合生态农业可持续发展要求.

油菜是我国播种面积最大、地区分布最广的油料作物,其种植面积和总产超过世界总量的 25%.油菜是典型的虫媒作物,蜜蜂传粉对其产量和质量的影响很大.国内多个课题组的研究表明,蜜蜂为油菜授粉具有显著的增产提质效果<sup>[2-5]</sup>,尤其在野生昆虫种类和数量不断减少的情况下,采用蜜蜂授粉能够有效提高油菜等农产品的产量与品质,保护农业生态环境,促进农民增收.然而蜜蜂对化学农药敏感,多数新烟碱类杀虫剂如噻虫嗪、吡虫啉<sup>[6]</sup>,杀菌剂如氟环唑<sup>[7]</sup>等均对蜜蜂具有中度偏高的毒性.此外,蜜蜂倾向于取食施用过新烟碱类杀虫剂的食物,从而提高了蜂群对于农药的暴露几率<sup>[8]</sup>.因此,在油菜田中要注重农药正确选择与科学使用,减少因化学农药滥用引起的蜜蜂安全性等问题而导致油菜减产<sup>[2]</sup>,在防治油菜病虫害的同时,应加强对蜜蜂的保护利用,更好地结合绿色防控技术措施,改善农业生态环境,促进农产品质量安全.

## 1 油菜田病虫害绿色防控及安全用药技术

90%以上的杀虫剂对蜜蜂有毒,多数杀菌剂对蜜蜂相对安全,属于低毒,少数为剧毒,因此蜜蜂授粉区要合理使用农药,保护授粉蜜蜂安全.蜜蜂授粉油菜田病虫害绿色防控要以预测预报为前提,农业、物

① 收稿日期: 2019-07-19

作者简介: 鄢 勤(1986-),女,农艺师,主要从事植物保护工作. E-mail: yqddjdx2018@163.com

理、生物防治为基础,适时药控为关键,全方位实施绿色防控技术<sup>[9]</sup>。

### 1.1 农业防控

选用抗病虫性高、抗倒伏能力强的品种,且播种前采用 10% 盐水选种;合理轮作,特别是与禾本科植物轮作,可减少菌源积累;做好田间管理,农艺措施到位,采用窄厢深沟,减少积水,保持土壤良好通透性。

### 1.2 物理防治

秋播油菜地悬挂黄板,667 m<sup>2</sup> 悬挂 20~30 张,悬挂高度高出地面 50 cm,可大量诱杀有翅蚜,但油菜定植生长期后要去除黄板,减少对蜜蜂的诱杀。油菜定植生长期利用黑光灯诱杀鳞翅目害虫。

### 1.3 生物防治

多采用释放天敌、利用生物药剂等方式进行防治,如释放人工饲养的蚜茧蜂、草蛉、瓢虫等。在育苗阶段,按照 667 m<sup>2</sup> 2 次投放 1.5 万头赤眼蜂防治菜青虫;在油菜春蚜高峰期可选择释放七星瓢虫进行防治,释放量一般为 667 m<sup>2</sup> 释放 200~250 头。此外,可采用 667 m<sup>2</sup> 用白僵菌 1 000 g 与 10 kg 土混匀撒施于油菜穴中,用于防治地下害虫;防治小菜蛾与菜青虫,可选用 1.6 万 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂 1 000 倍液进行叶面喷施。

### 1.4 化学防治与安全用药

采取以上防治措施后,仍不能够达到理想的防治效果时,应考虑采用化学防治,尽量使用高效、低毒、低残留,对天敌与蜜蜂影响较小的农药,部分低毒农药可与生物农药交替使用。如防治蚜虫优先采用啉虫脒、烯啶虫胺等烟碱类农药及植物源农药鱼藤酮<sup>[10]</sup>。防治油菜田小菜蛾、菜青虫等鳞翅目害虫,优先选择多杀菌素。可在苗期放蜂前确保安全间隔期的情况下选用除虫脒、氟啶脒、灭幼脒、藜芦碱、印楝素、烟碱、苦皮藤素等植物源农药<sup>[11]</sup>。菌核病可在初花期和盛花期选用生物农药木霉菌或 40% 菌核净可湿性粉剂进行防治。杭德龙等研究表明:油菜田蜜蜂授粉盛花期使用 40% 菌核净可湿性粉剂对油菜菌核病有良好防治效果,能明显提高油菜籽产量,对授粉蜜蜂安全,且生产出的油菜籽和蜂蜜基本无农残<sup>[12]</sup>。盛花期防治菌核病使用 40% 菌核净可湿性粉剂对油菜菌核病有良好防效,且对蜜蜂安全。四川省乐至县农业农村局植保植检站试验表明,油菜蜜蜂授粉示范区在油菜初花期 667 m<sup>2</sup> 仅用 40% 菌核净可湿性粉剂 40 g 防治 1 次,与非示范区相比,菌核病防效提高 59.58%,且农药使用量整体减少 50% 左右,对授粉蜜蜂安全。

使用化学药剂进行病虫害防治时应严格按照使用浓度施药,随意加大施药浓度,将增加蜜蜂接触农药死亡的风险,蜜蜂吸食残留在花蜜或者水中的农药也将中毒甚至死亡。同时也应关注施药时间,避免在花期或者蜜蜂授粉时施药,最大限度减少对蜜蜂的伤害。

## 2 油菜田安全用药保护蜜蜂授粉对油菜生产的作用

油菜蜜蜂授粉不仅可以有效增加油菜籽产量,提高油菜籽品质和质量安全水平,还可以节约劳力成本,保护生态环境,增产、增收效果十分显著。油菜田安全用药,对保护蜜蜂授粉有至关重要的作用。

### 2.1 增产作用

乐至县农业农村局植保植检站于 2016 年 2—5 月在乐至县油菜主产区宝林镇开展了蜜蜂授粉与病虫害绿色防控技术集成示范。设置示范区(大面积放蜂+农药安全使用)、非示范区(农户自防但不放蜂,距示范区 5 km 以上)和空白对照(不防治也不放蜂,用 30 目的塑料网和竹杆、木棒等材料,搭建物理隔离网棚)。示范区在油菜初花期,667 m<sup>2</sup> 用 40% 菌核净可湿性粉剂 40 g 防治 1 次,结果显示,油菜增产效果显著,经蜜蜂授粉的油菜花期明显缩短,成熟期提前,平均 667 m<sup>2</sup> 增产 26.9 kg,增幅为 22.3%。2019 年示范结果显

示, 蜜蜂授粉示范区比非示范区有效角粒数增加 6.6 粒, 结荚率提高 5.32%, 结实率提高 2.41%, 千粒质量增加 0.32 g, 667 m<sup>2</sup> 平均增产 32.8 kg, 增幅为 17.4%。

油菜蜜蜂授粉具有显著的增产效果, 2013 年农业部在安徽等 13 个省建立 20 个蜜蜂授粉与绿色防控增产技术集成应用示范基地, 涉及大豆、油菜、苹果、番茄等 10 种作物, 试验示范结果显示, 油菜、向日葵、草莓、番茄、大豆等均表现出增产效果, 其中油菜 667 m<sup>2</sup> 平均增产 32 kg, 增幅为 19.2%<sup>[13]</sup>。李静等研究表明, 油菜蜜蜂授粉处理理论产量、实际产量显著高于对照处理, 分别增长 34.31% 与 16.14%<sup>[14]</sup>。金水华等研究表明, 浙江平湖地区油菜蜜蜂授粉区的实际产量分别比无授粉区提高 49.4%<sup>[4]</sup>。石元元等试验结果表明蜜蜂授粉区比自然授粉区油菜籽产量提高 40.16%<sup>[5]</sup>。

## 2.2 提质作用

蜜蜂授粉增加了花粉授粉量, 使雌蕊具有选择最富生命力的花粉的机会, 授精发育良好, 从而生产出更优质的油菜籽, 结实率提高、千粒质量增加、出油率提高<sup>[15]</sup>。乐至县植保植检站试验结果表明, 油菜蜜蜂授粉区结荚率提高 30.67%, 有效果角粒数增加 8.2 粒。安徽巢湖试验区单株角果数增加 12.5 个, 单角粒数增加 7.5 粒, 千粒质量增加 0.4 g, 油菜籽出油率达 39.45%, 比非蜜蜂授粉区高 1.94%<sup>[13]</sup>。金水华等的研究表明, 浙江平湖地区油菜蜜蜂授粉区的单株有效角果数、油菜籽含油量分别比无授粉区高 27.9% 和 1.8%。谢霖霖等研究表明, 蜜蜂授粉区的平均油脂含量比无蜂区平均提高 13.32%<sup>[3]</sup>。李静等研究表明, 油菜蜜蜂授粉处理单株角果数比对照处理提高 44.4%<sup>[14]</sup>。吴曙的调查结果表明, 通过蜜蜂授粉油菜籽的品质明显改善, 出油率提高 10.7%<sup>[16]</sup>。石元元等的研究表明, 蜜蜂授粉区的油菜籽出油率比无蜂授粉区提高 13.79%, 蜜蜂授粉区油菜籽中饱和脂肪酸含量高于无蜂授粉区<sup>[5]</sup>。但不同研究人员的结果有差异, 周丹银等的研究则表明, 蜜蜂授粉对油菜籽出油率无显著影响<sup>[2]</sup>, 谢霖霖等的研究表明, 通过蜜蜂授粉的油菜籽中饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸的含量并没有呈现明显的变化规律<sup>[3]</sup>。关于蜜蜂授粉对油菜籽脂肪酸组成的影响还需进一步研究。

## 2.3 增收作用

油菜蜜蜂授粉与绿色防控增产技术集成, 增收效果显著, 一方面增加了油菜籽产量, 另一方面提高了油菜籽品质。同时, 蜜蜂有了稳定蜜源, 蜂蜜产量提高, 促进了蜂农增收。周阳等统计 2015 年油菜蜜蜂授粉与农药安全使用示范区增产增收 168 元, 提质增收 190 元, 节本增收 3 元, 总增效益 361 元<sup>[17]</sup>。安徽巢湖试验区平均 667 m<sup>2</sup> 蜂产品收益为 330 元, 蜜蜂授粉示范区总体效益明显好于常规无蜂对照区, 增收 187 元<sup>[13]</sup>。乐至县农业农村局植保植检站试验表明, 油菜蜜蜂授粉示范区 667 m<sup>2</sup> 净收益增加 151.4~194.4 元。据对示范区内蜂农的调查结果, 整个油菜花期平均 667 m<sup>2</sup> 产蜂蜜 20 kg, 按蜂蜜市场收购价 20 元/kg, 扣除其他养蜂成本 300 元, 平均 667 m<sup>2</sup> 蜂产品收益为 100 元, 为新增纯收益。

## 3 结论与讨论

油菜蜜蜂授粉增产增收效果显著, 通过绿色防控技术集成应用, 有效减少了化学农药使用, 既增产增收又保证了蜜蜂安全和生态环境安全。蜜蜂授粉油菜田, 苗期使用鱼藤酮等生物农药、黄板防治蚜虫, 生长期使用多杀菌素防治小菜蛾、菜青虫等鳞翅目害虫, 初花期使用 40% 菌核净可湿性粉剂防治油菜菌核病, 可作为“油菜田蜜蜂授粉与病虫害绿色防控技术集成”予以大面积推广应用。

## 参考文献:

- [1] 刘朋飞, 吴 杰, 李海燕, 等. 中国农业蜜蜂授粉的经济价值评估 [J]. 中国农业科学, 2011, 44(24): 5117-5123.
- [2] 周丹银, 简绍方, 刘意秋, 等. 蜜蜂为油菜授粉效果初步研究 [J]. 蜜蜂杂志, 2010, 30(1): 3-5.
- [3] 谢霖霖, 胥保华, 孙阳恩, 等. 蜜蜂授粉对油菜籽产量及油中脂肪酸组成的影响 [J]. 蜜蜂杂志, 2011, 31(4): 41-43.
- [4] 金水华, 魏文挺, 易松强, 等. 平湖地区油菜蜜蜂授粉效果的研究 [J]. 蜜蜂杂志, 2011, 31(8): 1-3.
- [5] 石元元, 管 翠, 曾志将, 等. 蜜蜂为油菜授粉增产效果及机理研究 [J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(6): 994-999, 1005.
- [6] 苍 涛, 王彦华, 吴长兴, 等. 新烟碱类杀虫剂对蜜蜂的急性毒性及风险评价 [J]. 生态毒理学报, 2017, 12(4): 285-292.
- [7] 张 勇, 李沛明, 周凤艳, 等. 三唑类杀菌剂对蜜蜂的急性毒性及风险性评价 [J]. 农药, 2016, 55(4): 269-271, 274.
- [8] KESSLER S C, TIEDEKEN E J, SIMCOCK K L, et al. Bees Prefer Foods Containing Neonicotinoid Pesticides [J]. Nature, 2015, 521(7550): 74-76.
- [9] 王明文, 彭昌家, 罗东洋, 等. 油菜病虫害绿色防控技术[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(6): 106-107.
- [10] 谭丽超, 程 燕, 朱昱璇, 等. 油菜蚜虫防治用药对蜜蜂的急性毒性与风险评价 [J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(4): 500-505.
- [11] 何伟志, 贾变桃, 赵中华. 蜜蜂授粉示范区病虫害绿色防控及用药技术 [J]. 中国植保导刊, 2014, 34(10): 55-61.
- [12] 杭德龙. 油菜田蜜蜂授粉与病虫害绿色防控技术集成研究 [J]. 农业灾害研究, 2017, 7(Z4): 1-3.
- [13] 赵中华, 杨普云, 李萍, 等. 蜜蜂授粉与绿色防控增产技术集成应用与示范效果初报 [J]. 中国植保导刊, 2015, 35(4): 43-45.
- [14] 李 静, 吴向辉, 郑兆阳, 等. 油菜蜜蜂授粉与绿色防控技术的集成示范 [J]. 安徽农学通报, 2016, 22(9): 92-93.
- [15] 逯彦果. 蜜蜂授粉增产提质的机理 [J]. 甘肃畜牧兽医, 2017, 47(7): 103-105.
- [16] 吴 曙. 油菜蜜蜂授粉增产试验简报 [J]. 蜜蜂杂志, 1991, 11(6): 8-9.
- [17] 周 阳, 赵中华, 杨普云. 蜜蜂授粉与绿色防控技术集成示范及提质增效潜力分析 [J]. 中国植保导刊, 2016, 36(3): 28-32.

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.013

# 柑橘大实蝇对柠檬的为害及防治技术<sup>①</sup>

周世明<sup>1</sup>, 杜泽坚<sup>2</sup>

1. 重庆市万州区白羊镇农业服务中心, 重庆 万州 404022; 2. 重庆市垫江第一中学校, 重庆 垫江 408300

**摘要:** 本文描述了重庆万州地区柑橘大实蝇在柠檬上的生物特征、生活习性、为害特征等; 阐述了大实蝇防治技术, 包括柠檬检疫、农业防治、物理防治、药剂防治等措施, 以期对柑橘大实蝇在柠檬上的防治提供技术参考。

**关键词:** 柑橘大实蝇; 柠檬; 防治技术

**中图分类号:** S436.661.2<sup>+</sup>9

**文献标志码:**

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0062-03

重庆市万州区白羊镇栽植柠檬已有 40 多年的历史, 而今栽植面积已达 3 000 hm<sup>2</sup> 左右, 经济效益良好, 为白羊镇人民脱贫致富开辟了重要经济道路。但是, 随着柠檬栽植面积的不断扩大, 大实蝇的发生为害越来越严重, 柠檬产量和品质不断下降, 给柠檬种植户造成了较大的经济损失。对此, 掌握柑橘大实蝇的生物特性和为害特征, 并找到有效的防治方法意义重大。

## 1 柑橘大实蝇的主要特征和生活习性

### 1.1 主要特征

柑橘大实蝇 *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein) 属双翅目实蝇科寡鬃实蝇亚科昆虫, 被国际上和国内一些省(市、区)列为检疫性农业有害生物, 寄主植物有柠檬、甜橙、酸橙、红橘等<sup>[1]</sup>。柠檬上的大实蝇成虫体长 10~12 mm, 翅展 18~19 mm, 体色淡黄褐色。中胸背面中央有一条倒“Y”字形的黑色斑纹, 腹部背面第 3 节前缘有一条较宽的黑色横纹, 与腹背中央从基部伸达端部的黑色纵条纹相交成“十”字形。雌虫产卵管由 3 节导管组成, 长约 6.5 mm, 为圆锥形; 产出的卵长 1.3 mm 左右, 椭圆形, 卵的一端稍尖微弯曲, 中部乳白色, 两端比较透明; 老熟幼虫体长 16~17 mm, 乳白色, 前部尖细, 后部粗壮, 口器呈黑色钩形, 平时收缩前胸内; 蛹为椭圆形, 长 7~8 mm, 宽 4 mm, 金黄色, 羽化前转变为黄褐色; 幼虫时期, 前气门乳状突起, 清晰可见<sup>[2]</sup>(图 1)。



图 1 为害柠檬的柑橘大实蝇的成虫(左)和幼虫(右)

① 收稿日期: 2019-01-20

作者简介: 周世明(1956-), 男, 机械工程师, 主要从事种植业和养殖业新技术推广工作. E-mail: xjj58600036@163.com

## 1.2 生活习性

柑橘大实蝇在柠檬上1年发生1代,蛹在表层土壤中越冬,于翌年4月下旬开始羽化,特别是雨后晴天,羽化速度非常快,羽化后的成虫在上午9:00—12:00出土,出土后的成虫,常群集在柠檬树附近的竹林或树林内,取食蚜虫分泌的蜜露。柑橘大实蝇在5月中旬到达羽化盛期,6—7月开始交尾,交尾15 d后就产卵,卵产于柠檬顶端幼果内,在果实上的产卵部位是柠檬果脐或果腰间处,每孔产卵8粒左右,最多可达70粒。柠檬幼果产卵处,呈乳状突起,卵在幼果内孵化后,幼虫成群取食柠檬瓣,柠檬被幼虫为害后,果实出现未熟先黄、自然脱落现象。幼虫老熟后,穿孔爬出果外,又开始入土化蛹越冬,入土深度为3~7 cm。各虫态历期为:卵期30 d左右,幼虫期90 d左右,蛹期180 d左右,成虫期45 d左右。

## 2 柠檬上柑橘大实蝇的防治技术

### 2.1 柠檬检疫

柑橘大实蝇在柠檬上的传播方式有两种。一种是幼虫传播,由于大实蝇的孵化繁殖过程是在柠檬果实内完成的,所以在柠檬果实运输和销售过程中,可传播大实蝇幼虫;另一种是越冬蛹传播,由于大实蝇虫蛹到成虫羽化是在土壤中完成的,所以在运输和移栽带土柠檬树苗过程中,可传播大实蝇虫蛹。如果在柠檬果实和带土树苗等运输过程中,做好了植物检疫工作,就会有效控制柠檬大实蝇的传播。具体控制方法是:凡是对调出或调入的柠檬果实、种子、带土树苗等,必须通过植物检疫方可过关,或用 $60\text{ Co}_\gamma$ 射线70 Gy照射处理,方可调进或调出。

### 2.2 农业防治

#### 2.2.1 翻耕土壤灭蛹

在冬季霜雪来临前,翻耕柠檬果园土壤深20 cm以上,可增加大实蝇虫蛹的机械伤亡率,且增加大实蝇虫蛹的天敌取食率,以及大实蝇虫蛹的冰冻死亡率,能有效减少虫蛹数量。

#### 2.2.2 果实套袋

在每年6月下旬,柠檬坐果转色前10 d,对柠檬树上的果实喷1次杀菌剂(欧普、病毒速净、大生、世高等)和杀虫剂(快杀灵、虫螨克等)后,套上内黑外黄双层柠檬专用纸袋,扎口朝下,可保证柠檬果实不会受到大实蝇的为害。

#### 2.2.3 清理果园

在每年8—10月,如果发现柠檬树上有未熟先黄果或落地果,要及时全面清除,并且将清除的果实用水浸、深埋、焚烧、水烫等方法杀死果内大实蝇幼虫<sup>[3]</sup>。水浸蛆果8 d后,果内幼虫即可死亡;深埋蛆果45 cm以上,4 d后果内幼虫即可死亡;焚烧蛆果1 h以上,果内幼虫即可死亡;沸水烫蛆果5 min后,果内幼虫即可死亡。

#### 2.2.4 高改换种

对于品种老化、品质较差、种植分散的果园,可实行整体砍除或改种的方法。利用品种更换的有利时机,进行高位换种,让换种区域内的柠檬果树全部停止1年以上结果,断绝大实蝇的食物来源<sup>[4]</sup>。

### 2.3 物理防治

收集蛆果待幼虫大量化蛹后用 $\gamma$ 射线辐射处理雄蛹,杀死雄成虫体内精液细胞,然后将羽化后的雄成虫释放到柠檬果园内,与野外的雌成虫交尾,由于雄成虫的精子是死精子,雌成虫产出的卵不会孵化的,可有效控制大实蝇的数量发展<sup>[5]</sup>。有经济和技术条件的柠檬种植户,可以大力推广这一新技术,对控制大实蝇的发展有很好效果。

### 2.4 药剂防治

#### 2.4.1 毒杀成虫

大实蝇成虫在4月下旬开始羽化出土,防治人员可利用大实蝇的这一生活习性,先在柠檬果园地面喷施90%敌百虫晶体900倍液,或48%乐斯本乳油900倍液,然后将药液耙入土中,可有效毒杀出土的大实蝇成虫。也可用3%辛硫磷颗粒剂1 kg拌细土20 kg后,均匀散撒在柠檬树冠下土表上,可有效毒杀出土的

大实蝇成虫.

#### 2.4.2 诱杀成虫

在 6—7 月大实蝇成虫活动盛期时,用 80%敌敌畏乳油 1 500 倍液+3%红糖液后,用机动喷雾器将药液喷施在柠檬树冠浓密处,每株柠檬树喷 1/3 树冠,每块柠檬果园喷 1/3 的植株,每隔 10 d 喷雾一次,连续喷雾 3 次,可有效诱杀大实蝇成虫 85%以上. 喷药不便的零星柠檬果园,可采取树冠上悬挂诱杀药液的办法诱杀成虫,诱杀药液配制为红糖 2.5 kg、酒 0.5 kg、醋 0.25 kg、晶体敌百虫 0.05 kg、水 20 kg 制成诱杀药液,加注在有口钵内,然后挂在柠檬树上 1.2 m 高处,每隔 10 d 加(换)1 次药液,可有效诱杀大实蝇成虫 85%以上. 也可用大实蝇专用药剂“猎蝇”喷雾处理,用喷雾器各株点喷柠檬树 1 次,可有效诱杀柠檬大实蝇成虫.

### 3 总结与建议

柑橘大实蝇的防治要以预防为主,严格检疫,相关部门要掌握疫情的分布动态,加大科普宣传,提倡科学防治,加大对柑橘大实蝇生物学特性知识的宣传工作,指导果农在最佳时期进行防治. 同时,要贯彻“预防为主,综合防治”的方针,把农业防治、物理防治、化学防治和生物防治结合起来,控制大实蝇为害,以获得最大的生态效益和经济效益<sup>[6]</sup>.

#### 参考文献:

- [1] 舒祥伦,肖志健. 柑橘大实蝇的发生与防除[J]. 植物医生, 2006, 19(3): 26.
- [2] 杨明霞. 柑橘大实蝇发生规律及防治技术[J]. 中国农技推广, 2009, 25(6): 43-44.
- [3] 王小蕾,张润杰. 桔大实蝇生物学、生态学及其防治研究概述[J]. 环境昆虫学报, 2009, 31(1): 73-79.
- [4] 范京安. 四川柑桔大实蝇发生与防治[J]. 植物检疫, 2002, 16(3): 150-152.
- [5] 王金涛,董永成,李宗锴,等. 昆虫不育技术防治柑橘大实蝇研究概况[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(3): 848-852.
- [6] 余乐明. 柑橘大实蝇的发生为害及综合防治技术[J]. 南方农业, 2007, 1(5): 37-39.



DOI: 10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.014

# 桉树生理性病害的发生与防治建议<sup>①</sup>

黄清堂<sup>1</sup>, 黄巨璧<sup>1</sup>, 吴晓伟<sup>2</sup>, 黄敏堂<sup>3</sup>

1. 广西上思县林业局, 广西 上思 535500; 2. 广西上思县糖业局, 广西 上思 535500;  
3. 广西上思县气象局, 广西 上思 535500

**摘要:** 桉树生理性病害严重影响桉树株高和材积的增长, 给桉树产业带来极大的影响, 其原因主要是营养元素的缺乏。通过调查, 广西壮族自治区上思县桉树生理性病害大面积暴发的主要原因是管理技术粗放, 进而导致供给桉树的营养失调。本文通过分析上思县桉树生理性病害的发生情况, 结合当地生产特点提出防治建议, 为上思县桉树产业的可持续发展提供科学理论依据。

**关键词:** 桉树; 生理性病害; 调查; 分析; 施肥; 防治

**中图分类号:** S792.39      **文献标志码:** B      **文章编号:** 1007-1067(2019)04-0065-05

桉树生理性病害泛指桉树缺素症, 属非侵染性病害, 主要是由于缺乏某些营养元素或营养元素配比不科学而引起的一类病害。该病多发生在半年生至 3 年生桉林, 4 年生以上桉树也常有发生。桉树一旦发生生理性病害, 将严重影响桉林的株高生长和材积增长。本文结合薛振南等<sup>[1]</sup>对桉树生理性病害的诊断和防治研究结果, 对广西上思县近年来发生的桉树生理性病害原因进行了调查研究, 希望找出结症所在, 并结合实际提出针对性的预防建议, 为上思县桉树产业的可持续发展提供科学决策。

## 1 桉树产业发展概况

上思县位于广西壮族自治区南部, 是个林业大县, 全县共有林地 18.7 万  $\text{hm}^2$ , 占全县总面积的 66.6%<sup>[2]</sup>。上思县政府十分重视林业发展, 充分利用山区优势, 加强生态建设、维护生态安全, 大力推进林业优势产业发展。上思县于 1996 年便开始成片开发种植桉树, 但直到 2001 年广西直七坡林场进驻上思县, 进行大面积租地种植桉树, 才掀起了全县种植桉树的高潮。目前有广西桂嘉公司、广西直七坡林场、金光集团、丰林集团等公司在上思县通过租地、合作造林等方式种植桉树, 也有部分农民在自己责任山或通过租地零星种植桉树。截至 2017 年底, 全县共种植桉树约 3.5 万  $\text{hm}^2$ , 桉树年采伐量约 90 万  $\text{m}^3$ 。近年来, 随着上思县桉树种植面积不断扩大, 桉树种植不仅带动了全县林化产业的迅猛发展, 同时也吸引大批木材加工企业投资办厂。据统计, 全县现有木材加工企业 49 家, 其中生产纤维板龙头企业 1 家, 人造板生产企业 10 家, 木片加工企业 5 家, 单板生产企业 31 家, 锯材、木粉加工企业 2 家。

① 收稿日期: 2019-07-26

作者简介: 黄清堂(1965-), 男, 工程师, 主要从事森林防疫等工作。E-mail: 18077059819@163.com

## 2 桉树生理性病害发生情况

### 2.1 桉树生理性病害发生特点

由于当前技术条件的限制,上思县桉树生理性病害主要通过林业局森防站技术员实地跟踪调查来判断。据多年跟踪调查统计,上思县境内大部分桉树林的生理性病害症状主要表现为,桉树叶片变红、枯死,严重者造成树顶梢嫩枝形成扫帚状丛枝,甚至造成顶梢枯死等现象。2013年之前,上思县境内的桉树生理性病害还处于零星发生的状态,2013年之后开始呈现成片的状态,引起政府、种植户的极大关注。2013—2017年,上思县森林防疫站技术员对桉树生理性病害进行跟踪调查,结果显示桉树生理性病害在上思县的发生面积呈上升趋势,2017年最为严重,感病桉树面积约有 1 292 hm<sup>2</sup>,其中,重度感病面积约 200 hm<sup>2</sup>,但并未发现桉树死亡的情况(表 1)。统计显示,桉树生理性病害发病的高峰都是在每年的 5—10 月。桉树林生理性病害大面积发生主要集中在以下几个地方:①林相单一的桉树林;②农户粗放经营且长势较差的桉树林;③低海拔地区(海拔低于 200 m)的平缓地、沟谷边、水田边,湿度大且通风条件不好的桉树林;④树龄低于 2 年生的桉树林。

表 1 2017 年上思县各乡镇桉树新病害发生情况

乡镇	发生面积/hm <sup>2</sup>
在妙	30.0
平福	154.7
华兰	70.0
南屏	312.0
叫安	237.3
思阳	43.3
那琴	380.0
公正	64.7
总计	1 292.0

### 2.2 桉树大面积暴发生理性病害原因

#### 2.2.1 缺素引起的桉树生理性病害

桉树在生长过程中需要大量的营养元素,包括主要营养元素氮、磷、钾以及微量元素硼、锌、铜等。薛振南等<sup>[1]</sup>对桉树生理性病害研究发现,桉树生理性病害在广西严重发生的主要原因是由于磷、硼元素的严重缺乏,其次是缺乏铜、氮、钾,再次是缺乏锌。桉树缺磷会使植株各种代谢过程严重受阻、植株生长迟缓、矮小、瘦弱,根系不发达,叶片暗绿或灰绿、无光泽。桉树严重缺磷时叶片上会出现紫红色斑点,并造成叶片枯死脱落。桉树硼元素供应不足会造成植株矮化,根系不发达,叶片肥厚、皱缩,甚至造成顶梢停止生长,植株逐渐死亡。桉树缺铜造成植株停止生长,顶部枝条弯曲、下垂、枯死;主梢形成“顶枯”或“梢枯”,枝干上可见坏死斑;树皮粗糙无光泽,甚至出现裂纹,有的叶片背面分泌出棕色胶液等。桉树缺氮会造成植株地上部根系生长受到显著抑制,对叶片发育的影响最大,叶片细小直立,与树干的夹角小,叶色淡绿,严重时呈淡黄色。桉树缺钾时,先在老叶上出现症状,叶缘先发黄,进而变褐,呈焦枯状,叶片上出现褐色斑点或斑块,但叶中部、叶脉处仍保持绿色,随着缺钾程度的加剧,整个叶片变为红棕色或干枯状,坏死脱落。桉树缺锌造成植株生长缓慢、矮、缩、平头,叶小、簇生,枝节肿大,树冠呈“莲座状”或“簇状”。

根据上思县林业局森防站技术员的实际调查发现,目前上思县桉树的生理性病害症状主要有叶片、枝干变色型和枯梢型两种。调查发现,引起这两种类型病症的主要原因分别是桉树主要营养元素钾的缺乏和主要微量元素硼和铜的缺失。

#### 2.2.2 管理不规范引起的桉树生理性病害

上思县于 1996 年成片开发种植桉树,在起初种植阶段都是公司(林场)以租地、合作等方式造林种植。

合作造林种植模式的管理相对精细,从整地、选苗、栽种到施肥都有精心的准备和计划,这个阶段上思县境内桉树的生理性病害比较少见。自2011年以后,有相当部分的农户通过租地或在自家承包的山林种植桉树。由于农户缺乏桉树相关的种植管理知识,在生产经营环节管理粗放,特别在施肥环节表现尤为突出,对用肥量、用肥类型、施肥时间、施肥方法等均未按相关要求执行,从而导致桉树林营养元素供应不平衡,缺乏主要营养元素钾、主要微量元素硼和铜等,从而出现大面积的生理性病害。

### 2.2.3 高温高湿环境引起的桉树生理性病害

据上思县林业局森防站技术员的实际调查统计发现,上思县桉树大面积叶片变红、枯死的生理性病害一般发生在温度较高且雨水较多的5—10月。由于这段时间气温较高,空气湿度大,桉树焦枯病等也容易同期暴发<sup>[3]</sup>。据上思县气象局观测资料显示,2017年上思县各地平均降水量为764.7~2 234.4 mm,西部地区少30%~40%,中部、北部多30%左右,南部多70%~80%,全年 $\geq 0.1$  mm降水日数为171 d,比历年平均135 d多36 d,造成2017年桉树生理性病害的大面积暴发。

5—10月是上思县一年中温度较高的时段,由于温度适宜,桉树处于快速生长的阶段,因此所需养分也最多,如果用肥量、用肥类型没有计划好,林地养分供应不上,造成树势变弱。同时,5—10月是上思县一年中降水较多的阶段,如果施肥时间、施肥方法没有掌握好,施入的肥料被雨水冲刷流失,造成林地养分供应不上。这些问题在农户粗放经营的桉树林表现特别突出,加之管理措施跟不上,导致桉树生长不正常、长势衰弱,同时引起病虫害发生,进一步影响桉树的正常生长<sup>[4]</sup>。

### 2.2.4 单一纯桉树林及低海拔引起的桉树生理性病害

上思县林业局森防站技术员在调查时发现单一纯桉树林及低海拔地区(海拔低于200 m)的平缓地、沟谷边、水田边的桉树林易感病。经深入调查分析,单一纯桉林感病现象比较复杂,除了存在生理性病害,还存在其他的传染性病害。薛振南等<sup>[1]</sup>研究指出,生理性病害发生后,加速了传染性病害的发生。庞正轰<sup>[4]</sup>也认为单一、高纯的同龄桉树林,其生态效能非常低,抗病虫害能力比较差,一旦条件适宜,病虫害极易迅速发生、蔓延,造成生理性病害大面积暴发。而低海拔地区的平缓地、沟谷边、水田边的桉树林由于湿度大,通风条件不好,给传染性病原菌的繁衍提供了有利条件。单一纯桉林及低海拔地区传染性病原的复合侵染,又进一步加速了生理性病害的严重程度。

### 2.2.5 树势生长引起的桉树生理性病害

根据调查发现,桉树生理性病害主要发生在半年生至3年生桉林。半年生至3年生的桉树由于仍处在幼龄阶段,树势较弱,再加上管理措施跟不上,造成树势较弱,容易发生生理性病害。同时,由于树势较弱,也容易引起其他传染性病害的复合侵染,进一步促进了桉树生理性病害的大面积暴发。

奚福生等<sup>[5]</sup>对桉树生理性枯梢病的危害损失研究发现,1~2年生桉林发生生理性病害对经营者的经济效益影响更为严重,因为这个阶段桉树处在高速生长阶段,发病后严重影响桉树高生长及材积增长。其中,以桉树梢枯病每发生1次影响半年生长量计,速生桉林每年每公顷要损失15 m<sup>3</sup>以上木材,价值至少400元。

## 3 防治建议

### 3.1 加强肥料市场监管

自市场开放后,上思县桉肥经销商大量涌现,由于货源不受限制,有的商家甚至自行调配桉肥出售,因此市面在售的桉肥质量参差不齐。政府部门虽然对桉肥市场进行了监管,但仍然存在漏洞,建议相关部门要强化责任,加大监管力度,争取对桉肥厂商每个批次的桉肥都进行科学抽检,测定其成分、含量、配比等,从源头上杜绝不合格肥料流入市场。

### 3.2 提高桉树管理意识

林业部门要通过发放宣传资料或下乡开展培训等方式让农户了解相关管理知识,掌握“平衡施肥、适量施肥”的原则,以及施肥时间和施肥方法。

### 3.2.1 科学选择肥料

选择肥料时,应使用桉树容易吸收、营养元素齐全、配比合理的合格肥料.奚福生等<sup>[5]</sup>对预防桉树生理性枯梢病用肥上推荐使用全营养元素复合肥(含 N 10%~15%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10%~15%、K<sub>2</sub>O 10%~15%)作为基肥.据调查,上思县种植户目前都使用桉树组培苗造林,定植后植株很快进入生长期,结合前面的研究结果“引起这两种类型病症的主要原因是缺乏主要营养元素钾、主要微量元素硼和铜”,建议在基肥(复合肥)中加入适量的微量元素硼和铜.

### 3.2.2 正确施肥

桉树施肥时应选择离树根 30 cm 处,在土壤上坡处开月牙形施肥沟或在树根的上方、左右两侧各开一个施肥穴,施后覆土,防止肥料流失.

### 3.2.3 科学追肥

应根据造林地土壤成分、林分状况等分析测定来确定追肥的种类、数量和配比等.建议使用肥效长达 12 个月的长效性肥料追肥,防范桉树缺素性生理病害效果显著.

### 3.2.4 掌握施肥的时间及次数

建议使用长效性有机复合肥,可满足桉树周年生长的营养需要,又可逐步改良土壤.施用长效专用桉树肥,可 1 年施用 1 次,建议在 11 月至次年 4 月前的雨天后施肥.

## 3.3 选育抗病品种与完善种苗消毒

从使用抗性强的品种(无性系)入手,选用经过抗病虫害检测并具有很好抗性的品种(无性系)<sup>[6]</sup>.据 Phan Cong Kien 等<sup>[3]</sup>研究发现,目前广西的两大主栽无性系中,广林 9 号抗桉树焦枯病性较强,而 DH32-29 相对较感病.从上思县桉树生理性病害与桉树焦枯病发病季节相似的特点分析,为避免传染性病原的复合侵染加重生理性病害的感病程度,建议选种抗病品种较好的广林 9 号,并且在种植过程中要进行彻底消毒,防止病菌随苗木被带入;还应保持种植区排水系统的正常,切断病菌传播途径,减少感病概率.

## 3.4 及时对桉树病株进行处置

对于已发生生理性病害的林地,按照“节约成本、保护环境、缺什么补什么”的原则,通过测土配方,及时把桉树所需养分和微量元素补足,使患病桉树及时恢复生长,减少损失.另外,对于同时存在传染性病原的林地,还应配合施用化学药剂进行防治,并结合施肥管理把落下的枯枝落叶清理干净.

## 参考文献:

- [1] 薛振南,李贵玉,黄乃秀.桉树生理性病害的诊断和防治研究[J].中国森林病虫,2007,26(2):1-4.
- [2] 上思县林业局.发展中的上思林业[J].中国林业,2003(24):46-48.
- [3] PHAN C K,韦继光,黄晓娜,等.广西桉树焦枯病的流行规律研究[J].中国森林病虫,2014,33(6):30-34.
- [4] 庞正轰.桉树人工林丰产技术[M].南宁:广西科学技术出版社,2008.
- [5] 奚福生,吴耀军,项东云.速生桉生理性枯梢病严重发生原因及应急防治[J].广西林业科学,2005,34(2):73-75.
- [6] 项东云,陈健波,叶露,等.广西桉树人工林发展现状、问题与对策[J].广西林业科学,2006,35(4):195-201.

# Investigation of Physiological Diseases of Eucalyptus Trees in Shangsi County and Recommendations for Their Prevention and Control

HUANG Qing-tang<sup>1</sup>, HUANG Ju-bi<sup>1</sup>, WU Xiao-wei<sup>2</sup>, HUANG Min-tang<sup>3</sup>

1. Shangsi Forestry Bureau, Shangsi Guangxi 535500, China; 2. Shangsi Sugar Industry Bureau, Shangsi Guangxi 535500, China;  
3. Shangsi Weather Bureau, Shangsi Guangxi 535500, China

**Abstract:** The physiological diseases of eucalyptus (*Eucalyptus robusta* Smith), resulting mainly from insufficient nutrient supply, often affect the growth of plant height and accumulated timber, which has a great impact on the eucalyptus industry. An investigation made in Shangsi County of Guangxi Zhuang Autonomous Region has shown that the main reason for the large-scale outbreak of physiological diseases of eucalyptus in this county is extensive management of tending management technology, which leads to an imbalance of eucalyptus nutrition supply. This paper analyzes the occurrence of physiological diseases of eucalyptus in Shangsi County and, based on the local production practice, puts forward some prevention and control recommendations so as to provide scientific theoretical basis for the sustainable development of eucalyptus industry in Shangsi County.

**Key words:** eucalyptus (*Eucalyptus robusta* Smith); physiological disease; investigation; analysis; fertilizer application; prevention and control

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.015

# 森林松材线虫病防控技术体系研究<sup>①</sup>

卜 洁, 周安会, 陈发彬

重庆市巴南区林业局, 重庆 401320

**摘 要:** 松材线虫病是一种由松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*) 侵染松树引起的毁灭性松树病害, 同时也是国际森林植物检疫性有害生物, 其传播蔓延迅速, 防治难度大, 对松树林造成严重为害, 被称为松树的“癌症”。重庆市巴南区森林覆盖率为 41.7%, 是重庆市松材线虫病主要疫区。长期以来, 实现对松材线虫病的有效防控一直是巴南区松林资源安全和国土生态安全工作的重点, 本文从松材线虫病防控技术体系、存在问题和建议 3 个方面对巴南区近几年来防控松材线虫病的工作进行了总结, 旨在为松材线虫病的防控提供参考。

**关键词:** 松材线虫病; 森林有害生物; 防控技术体系

**中图分类号:** S763.18

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0070-03

松材线虫病是一种由松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*) 侵染松树引起的毁灭性松树病害, 同时也是国际森林植物检疫对象。松材线虫病可借助媒介昆虫进行传播, 也可以通过自然和人为传播<sup>[1]</sup>, 其传播蔓延迅速, 防治难度大, 往往对松树林造成严重为害, 被称为松树的“癌症”。1982 年, 松材线虫病在我国南京中山陵首次发现<sup>[2]</sup>, 最近几十年, 在我国逐渐蔓延。2019 年, 国家林业局松材线虫病疫区公告公布的松材线虫疫区已达 18 个省(自治区、直辖市), 相对 2014 年有所蔓延。松材线虫病每年对我国林业造成严重损失。

重庆市地貌以丘陵和山地为主, 有“山城”之称, 森林覆盖率达 43.1%, 其森林主要树种为马尾松, 占全市森林面积的 67% 以上<sup>[3]</sup>, 而松材线虫病又是为害松林的主要病虫害之一。2014 年国家林业局公布的重庆市松材线虫疫区仅为巴南、万州、涪陵、长寿、云阳、忠县 6 个区县, 到 2019 年松材线虫疫区已经扩展到 18 个区县。松材线虫病的发生和流行已成为影响重庆林业可持续发展的重要因素。巴南区是重庆主城近郊区, 属三峡库区范围, 森林覆盖率为 41.7%, 是重庆市松材线虫病主要疫区。长期以来, 实现对松材线虫病的有效防控一直是巴南区松林资源安全和国土生态安全工作的重点, 这项工作涉及到经济贸易安全和人民财产安全; 同时, 还关系到国土绿化的提升以及三峡库区生态文明建设。因此, 本文从松材线虫病防控技术体系、存在问题和建议 3 个方面对巴南区近几年来防控松材线虫病的工作进行了总结, 旨在为松材线虫病的防控提供参考。

## 1 松材线虫病防控技术体系

2003 年, 松材线虫病首次传入重庆市巴南区后, 疫点便由最初的麻柳嘴、丰盛 2 个镇发展到 2016 年的 22 个镇(街道)的 4 个国有林场, 对 3.149 万  $\text{hm}^2$  的松树林造成严重为害<sup>[4]</sup>。经过长期的摸索实践, 巴南区探索出 1 套科学系统的松材线虫防控技术体系, 采用落实责任、广泛宣传、强化保障、硬性考核的工作方

① 收稿日期: 2019-09-02

作者简介: 卜 洁(1984-), 女, 硕士, 林业副高级工程师, 主要从事林业规划设计及森林资源保护研究。E-mail: 157959230@qq.com

式,通过连续几年的系统防控工作,实现了巴南区松材线虫病病枯株数的逐年降低,2014,2015,2016年疫情分别较上年同期下降50.6%,55.2%,35.9%,目前全区疫情危害程度处于较低水平。

### 1.1 建立和完善有害生物测报技术体系

有的放矢,建立有害生物测报技术体系能准确掌握森林有害生物发生动态,为后期松材线虫病的防控提供数据支撑和理论指导。按重庆市制定的《重点测报站测报对象的测报方法》开展森林有害生物监测预报工作,巴南区主要对松材线虫病、松墨天牛、松毛虫、油茶尺蠖等病虫害进行监测,并不断创新预防工作机制,强化监测预报手段,强调监测预报的准确性、时效性和指导性,全区测报准确率高达95%。

### 1.2 采用科学系统的防控技术

松材线虫病的防控应严格按照以疫木清理为核心、天牛防治为辅助的工作思想展开。

(1)开展林区病枯死树集中除治。按照国家林业局颁布的《松材线虫病除治技术规程》,对疫区内病枯死木、衰弱木,因风灾、火灾、滑坡导致的倒伏松木和遗留伐桩实行全域除治,降低疫区山场中松材线虫的原始基数以及带病媒介昆虫的数量,避免疫区内病害的蔓延和扩散。

(2)开展山下疫木清理。以镇街、林场为单位,对疫区辖区内农户、涉木企业的松木及其制品进行清理,对直径1 cm以上的主干、枝桠进行焚烧碳化处理,避免病害从疫区向非疫区扩散。

(3)狠抓松材线虫传播媒介——松墨天牛的治理。松材线虫病的主要传播媒介昆虫是松墨天牛。松墨天牛每年4—10月携带大量的松材线虫飞到周围的松树上取食针叶或刻槽产卵,造成疫情自然传播。单株松科植物染病后2~3个月即可死亡,成片松林感病后3~5年即可毁灭<sup>[4]</sup>。因此,控制疫区松墨天牛的数量和扩散能有效切断松材线虫在病株与健株之间的迁移,实现对松材线虫病的有效防控。治理松墨天牛可采用以下方法:一是化学药剂防治。针对病害特点,结合飞机施药方式(简称飞防)对松材线虫进行化学药剂防治。在飞防前期,明确疫区和疫情,作好飞防设计,摸排飞防区域安全隐患,确保飞防安全;在飞防期间,于4—6月上旬采用8%氯氰菊酯微囊悬浮剂对疫区及周边区域进行施药处理,每年分2次对重点松林实施飞机施药防治。二是诱杀防治。自4月下旬起,在疫区及其周边挂放APF-I型诱捕器对松墨天牛进行诱捕。诱捕期间应及时进行诱芯更换和天牛收集处理,确保诱捕和控病效果。

(4)狠抓松毛虫的防治。研究表明,松毛虫为害松树,削弱树势,容易招引松墨天牛侵入并增殖<sup>[5]</sup>。一方面,松毛虫为害松树一定程度上增加了带毒松墨天牛的数量;另一方面,促进了松材线虫病的蔓延。因此,防治松毛虫有利于实现对松材线虫病的防控。松毛虫的防治采用综合防治措施方式:春季在松毛虫发生集中区域撒施白僵菌,减轻越冬代和第1代松毛虫为害;夏初喷施菊酯类和仿生类(如灭幼脲、噻嗪酮)杀虫剂,抑制松毛虫幼虫为害;同时挂设杀虫灯进行诱捕和诱杀,进一步控制松毛虫虫口密度,从而控制松材线虫病的发生和扩散。

## 2 松材线虫病防治存在的问题

### 2.1 山场除治质量未全面达标

山场除治应严格按照标准进行,但目前还存在以下问题:(1)枯死松树、风折松树漏除;(2)伐桩漏处理或处理不合格,即伐桩过高、密封不严或未施药就密封;(3)对疫木及直径1 cm以上枝桠清理不干净,疫木段、伐倒死树未焚烧或焚烧未碳化。

### 2.2 边界零星区域除治有遗漏

镇街之间、村与村之间由于山场除治时间不一致、界线不清和衔接不畅等原因,出现除治遗漏区有关单位应进行及时监督、排查和处理。同时,应优先除治枯病死树零星发生区域,避免农户砍伐死树,遗留未处理伐桩和枝桠,造成病害蔓延。

### 2.3 农户私搬、私藏松柴现象存在

全区22个镇街中,还有镇街农户擅自砍伐利用松树行为未得到有效制止,农户家中疫木疫柴存量

不减反增,甚至全部为新增等现象频频发生,这既增加了清理焚烧难度,又增加了山上除治量,易留下隐患.

#### 2.4 疫木监管不严

部分乡镇和街道未落实现场监管人员和村社干部、除治队伍的监管责任不明确,不能有效制止农户到除治现场擅拿疫木疫枝行为,导致疫木流失和疫情扩散风险.

### 3 松材线虫病防治建议

#### 3.1 充分发挥政府职能,加强政策引导

松材线虫病是一种检疫性病害,其预防和治理工作应该由政府部门牵头开展.有关单位应充分发挥各自职能,制订相关政策,指定负责人,发动、引导和指挥各单位人员以及群众开展松材线虫病的防治工作.同时,聘请相关专业人员对防治工作进行指导,保证防治工作科学、系统、有效开展.

#### 3.2 抓住关键环节,确保疫木除治、媒介昆虫控制工作保质保量完成

各单位应围绕总体目标、年度任务,强化措施实施过程,确保各项关键措施及时落地实施.关键环节包括:(1)病株、死株、疫木等带病材料的清理.带病材料应彻底从山场清除并完全碳化处理.(2)4—7月松墨天牛羽化期.在松墨天牛羽化初期进行药剂防控可有效降低带毒天牛数量、阻断传毒过程.根据实际情况,建议每年防治期施药2次.(3)对越冬松毛虫和第1代松毛虫幼虫除治可有效促进松材线虫病的控制.建议在春季采用白僵菌撒施,夏季喷洒菊酯类、灭幼脲和噻嗪酮等药剂防治,同时安装杀虫灯.

#### 3.3 实行精细化全过程监管,确保各项措施落地

进一步建设完善基层林业有害生物监测网络,抓紧建立以护林员为基础的网格化监测体系,推动建立基于地面和空中相结合的一体化立体监测平台,全面推行信息化管理.同时,设立除治清理责任清单,落实专人负责跟进,重点加强疫木山场采伐、焚烧(粉碎)的事前、事中、事后等关键环节的全程监管.

#### 3.4 严格督促检查

各级林业局要进一步实施领导包片、落实专人的责任制,对各镇街疫木集中除治清理工作进行实地指导,对发现的突出问题要现场拍照存查,督促整改.同时,制订工作指标、考核指标以及奖惩制度,对各部门工作质量和成效进行考核,保证工作有计划、过程有指标、结果不走样.

#### 参考文献:

- [1] 杨宝君. 松材线虫病[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [2] 程瑚瑞, 林茂松, 黎伟强. 南京松树线虫研究 [J]. 南京农业大学学报, 1983, 6(4): 84.
- [3] 张文强, 申菲菲, 杨广海, 等. 重庆市林业有害生物发生与防控现状 [C]//庆祝重庆市植物保护学会成立 10 周年暨植保科技论坛论文集. 重庆铜梁, 2007: 16-19.
- [4] 聂明. 巴南区林业有害生物发生现状及防控对策 [J]. 植物医生, 2016, 29(6): 65-67.
- [5] 中国林业科学研究院. 中国森林昆虫[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983.



DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.016

# 桑螟的发生规律与防治技术<sup>①</sup>

杨淞杰<sup>1</sup>, 田 卉<sup>1</sup>, 蒲 颖<sup>1</sup>, 徐 翔<sup>1</sup>, 马 利<sup>1</sup>, 汪 丽<sup>2</sup>

1. 四川省农业农村厅植物保护站, 成都 610041; 2. 四川省绵阳市涪城区农业农村局植保植检站, 四川 绵阳 621000

**摘 要:** 绵阳市涪城区是四川省重要的蚕桑产业基地, 随着蚕桑产业迅速发展, 桑树虫害发生日益严重, 桑螟繁殖力强, 食量大, 已逐渐上升为涪城区桑园主要害虫。本文介绍了目前涪城区桑螟发生规律、生活习性、大发生原因、综合防治技术等, 以期对桑螟的进一步研究提供参考。

**关键词:** 桑螟; 发生规律; 综合防治

**中图分类号:** S888.72<sup>+</sup>2      **文献标志码:** B      **文章编号:** 1007-1067(2019)05-0073-03

桑螟 *Diahania pyloalis* (Walker) 属鳞翅目螟蛾科, 又名卷叶虫、青虫等, 20 世纪 80 年代以前一直不是桑树主要害虫, 但 80 年代后在江浙、川渝一带为害现象逐渐增多。四川省绵阳市涪城区属于亚热带湿润季风气候, 年平均气温 16.3 °C, 平均降雨量 963.2 mm, 平均空气相对湿度 79%, 适合桑树的生长。涪城区栽桑养蚕历史悠久, 是四川省优质蚕茧主产区之一, 每年栽植桑树 1 700 hm<sup>2</sup> 左右。近年来由于传统蚕桑产业发生了根本改变, 集约化栽植程度不断提高, 桑树栽植区桑螟呈暴发趋势。据调查, 桑螟对桑树的为害率可达 67%, 且会导致家蚕微粒子病大流行, 致使蚕种淘汰率上升, 严重时可达到 12.4%, 蚕种带毒率超过 80%<sup>[1]</sup>, 桑螟的发生严重影响蚕种的生产安全, 威胁蚕茧质量安全。为促进桑螟防治工作开展, 本文简要介绍了有关桑螟发生特点、发生因素以及综合防治方法, 以期对桑螟的防治提供技术支撑。

## 1 发生规律

### 1.1 为害情况

桑园桑螟主要以幼虫咀嚼为害桑叶, 不仅取食稍顶端嫩叶, 同时又吐丝、排粪污染桑叶, 用被害叶片养蚕, 可将桑螟的绿僵菌、细菌病原和病毒性软化病的病原带入蚕房传染给家蚕, 造成幼蚕死亡, 严重影响蚕茧产量。

### 1.2 发生世代与生活史

桑螟以 1 年发生 5 代为主<sup>[2]</sup>, 以老熟幼虫在树皮裂隙、洞孔中吐丝结一薄茧越冬。第 2 年气温上升, 越冬幼虫陆续化蛹、羽化、交配产卵。各龄幼虫出现为害盛期: 第 1 代幼虫 4 月底至 5 月上旬, 第 2 代幼虫 6 月中旬, 第 3 代幼虫 7 月中旬, 第 4 代幼虫 8 月中旬, 第 5 代幼虫 9 月中旬至 10 月上旬。各虫态历期: 成虫期 5~6 d, 卵期 5~6 d, 幼虫期 16~18 d, 蛹期 7~14 d, 越冬代幼虫历经 250 d 左右。

### 1.3 主要习性

桑螟以最后一代老熟幼虫进入树干裂隙、洞孔中越冬, 不老熟幼虫越冬, 虽能吐丝结一薄茧, 但最终

① 收稿日期: 2019-06-28

作者简介: 杨淞杰(1988-), 男, 助理农艺师, 主要从事植物保护工作。E-mail: 402879428@qq.com

都要死亡。成虫以早晨 5:00—9:00 羽化飞出最多,白天隐蔽杂草或桑丛中,夜间飞舞,有趋光性。成虫产卵在梢顶嫩叶背面较多。从卵中孵出的幼虫,多在梢顶取食嫩叶叶肉,以后虫体随之增长,即可吐丝重叠叶片,藏在其中取食,叶肉吃光,又可转移另株为害。非越冬代幼虫老熟,多在叶背卷叠叶片中化蛹。

## 2 影响桑螟暴发的主要因素

### 2.1 桑园管理不当,虫口基数大

农业农事操作繁琐且任务重,桑园管理粗放,杂物落叶荒草等的堆积,使得桑螟的发生尤为严重。尤其在冬季彻底清洁桑园时,未能及时彻底除去桑园杂草落叶、深翻土壤。同时,树缝树穴等的越冬虫口未及时清理,从而使得虫口基数高,是造成桑螟暴发的重要原因。

### 2.2 气候因素

据相关文献记载,桑螟受气候因子中的湿度因子影响最大,相对湿度 70%~80%时孵化率最高,但是桑螟在多雨环境中存活率降低,遇干旱高温时加重为害。根据 2018 年涪城区气象情况,全年雨水天数较多,高于常年,平均温度较高,与常年同期持平,多雨环境一定程度上降低了桑螟幼虫基数,但雨后气温短时间内迅速升高,造成相对湿度较高、气温较高,为桑螟暴发创造了条件<sup>[3]</sup>,所以 2018 年涪城区各地的桑园均发现桑螟为害,呈中等为害程度。

### 2.3 年度和世代的虫口积累

桑螟年发生世代较多。尤其是第 3~4 代繁殖速度快,其密度一般可达到每株 1 000 条左右<sup>[4]</sup>,难以彻底防治,这样逐代、逐年积累的大量出口,一旦环境条件达到适宜情况,就会暴发成灾,将对桑园造成严重为害。桑螟是卷叶性害虫,防治时应多强调施药时间与施药方式,这既可直接阻断害虫的群体发育,又能简单有效的防治螟虫为害。

### 2.4 虫害防治不科学

目前农民依然不能根据病虫害发生特点进行科学的规律用药,而是按照自己的判断随意用药,使得防治难度增大。桑螟孵化到卷叶期间的 4—5 d 是防治的最佳时期,幼虫期抗性差且对药剂敏感,此时用药效果最好。特别是桑螟具有卷叶的习性,后期虫螟卷叶后将增加防治难度。因此,应精准施药,精确控制害虫发生发展。

## 3 桑螟综合防治

桑螟防治要认真贯彻“预防为主、综合防治”的方针,通过加强田间监测,推进绿色防控技术和精准用药,达到理想的效果。

### 3.1 农业防治

#### 3.1.1 加强桑园管理

日常管理中,经常清洁桑园,清除桑园枯枝落叶及杂草,旋耕桑园,消灭表层越冬病虫害。待桑树完全停止生长后及时彻底采摘桑园落叶并集中堆制,做到地内无落叶,集中清除越冬不同虫态的越冬桑螟虫,有效减少虫源越冬基数<sup>[5]</sup>。

#### 3.1.2 摘除带虫卷叶

人工摘除卷叶,降低虫口基数。桑螟到三龄期后会卷叶为害,为减少以后虫口数量,可将已卷叶的连叶带虫一起摘除处理,可有效减少虫口基数<sup>[6]</sup>。

### 3.2 理化诱控

#### 3.2.1 灯光诱杀

按每 2 hm<sup>2</sup> 安装频振式杀虫灯 1 台,夜间开灯,诱杀桑螟成虫,降低虫源基数<sup>[7]</sup>。

#### 3.2.2 食诱剂

使用百乐宝诱捕箱+诱饵,每 667 m<sup>2</sup> 安装诱捕箱 3~4 个,均匀悬挂田间,诱捕箱有效距离不超过 50 m。

### 3.2.3 性诱剂

诱捕器+性诱剂诱芯,平均每667 m<sup>2</sup>安装1个,成片安装.安装要求为诱捕器下沿略高于桑树顶端20 cm,并随着桑树不断长高,每隔15 d调整1次诱捕器高度<sup>[8]</sup>.诱捕器在安装诱芯的时候一定要旋转到位,密封不严,入笼成虫将会逃逸.诱捕器必须随时保持直立状态,确保诱虫效果.

### 3.3 化学防治

有夏伐桑的,可结合夏伐进行1次药剂防治(在夏伐后桑树未发芽前进行).选用50%辛硫磷或77.5%敌敌畏乳油1000倍液进行喷洒<sup>[9]</sup>,可杀死残留在桑树树桩和地里残存的幼虫,以减少下半年桑螟的发生率.晚秋蚕或者晚秋蚕上簇后可以使用高效氟氯氰菊酯1500~2000倍进行全面封园施药,有效控制消灭待越冬的桑螟幼虫.施药时间:选择桑螟2~3龄幼虫时期集中施药,该时期幼虫对药剂敏感且未形成卷叶,施药效果较好.

### 3.4 生物防治

桑螟天敌资源丰富,在桑园管理中要注意保护和利用天敌.如果发现桑螟绒茧蜂(*Apanteles heterusiae* Wilkinson)等天敌,应在药剂使用前摘下,待施药后或药剂有效期后再放回桑树上,保护其羽化寄生,应尽可能少施对天敌有害的农药,利用有利于天敌繁衍的耕作栽培措施,不断增加天敌数量,减轻桑螟为害.

## 4 结论

桑螟已成为桑园的主要害虫之一,随着桑螟抗药性增强,加之家蚕对桑叶使用化学农药十分敏感,桑树用药防治须十分谨慎,仅靠单一的防治方法很难达到预期防治效果.桑螟防治目标应转变思路,将传统防治措施提高到环境保护和生产高质量蚕茧的高度来认识,加大绿色防控措施的推广应用,减少高毒高残留农药使用,提高桑叶质量,确保蚕的安全.随着蚕桑生产结构调整和桑螟的演变,桑螟防治方法也要不断改进,今后还需更多领域的交叉渗透研究,使桑螟防治更加科学绿色有效.

### 参考文献:

- [1] 赵叙华,白锡川,施国方.桑螟发生规律及防治技术的研究进展[J].蚕桑通报,2013,44(3):5-10.
- [2] 白锡川,杨海江,陆鸿英,等.光周期对浙江地区桑螟滞育的影响[J].蚕业科学,2002,28(4):329-332.
- [3] 刘俊凤.温度对桑螟越冬幼虫发育影响的研究[J].四川蚕业,1993,21(1):7-9.
- [4] 顾海洋,杨明方,张义军,等.桑螟暴发原因及防治对策[J].中国蚕业,2001,22(1):40.
- [5] 杨华荣,冉龙平,罗贤燕.宁南县桑树病虫害发展趋势与防治对策[J].四川蚕业,2016,44(2):44,12.
- [6] 张彩萍.桑螟暴发原因分析与防控措施[J].蚕桑通报,2018,49(2):54-55.
- [7] 郭铭建,刘怀,郑琳.重庆地区桑树主要病虫害及防治技术[J].蚕学通讯,2017,37(4):6-12.
- [8] 万林林,朱运华,曹红妹,等.性信息素监测桑螟消长动态研究[J].蚕桑茶叶通讯,2018,195(3):4-5.
- [9] 钱祥明,洪志英,王卫明,等.桑螟的生物学特性研究[J].蚕业科学,1995,21(1):50-52.

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2019.05.017

# 农作物病虫害的绿色防控与农药减量成效<sup>①</sup>

段晓敏, 赵书文, 常鹏

山西省忻州市植物保护植物检疫站, 山西 忻州 034000

**摘要:** 为保障农作物优质安全生产, 实现“到 2020 年农药使用量零增长”的目标, 山西省忻州市实施了提升病虫害的预警水平, 加强培训宣传、统防统治, 集成“灯诱、色诱、性诱、生物农药”的绿色防控技术, 以及集成农药的轮换、安全、精准使用等配套技术, 绿色防控面积由 5.4 万  $\text{hm}^2$  上升到 20.7 万  $\text{hm}^2$ , 化学农药使用量 4 年减少了 32.1%, 取得了很好的效果。

**关键词:** 农药使用量; 病虫害; 绿色防控

**中图分类号:** S435

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1007-1067(2019)05-0076-03

农药是重要的农业生产资料, 与农作物生产安全和农产品质量安全有着非常密切的关系, 而复杂多变的农作物病虫害形势, 使病虫害防控工作仍未能摆脱对化学农药的依赖。国家农业部于 2015 年提出了“到 2020 年农药使用量零增长”的目标, 在全国开展农药减量行动。山西省忻州市在实施农作物病虫害防控的进程中, 积极推进绿色防控技术应用, 化学防治总面积和农药使用总量逐年递减, 而防效并没有明显降低。据统计, 2015—2018 年, 忻州市绿色防治面积由 5.4 万  $\text{hm}^2$  上升到了 20.7 万  $\text{hm}^2$ , 统防统治面积由 15.3 万  $\text{hm}^2$  上升到了 27.7 万  $\text{hm}^2$ , 化学防治面积由 55 万  $\text{hm}^2$  降至 42.3 万  $\text{hm}^2$ , 农药使用量由 2015 年的 403.23 t 降低到 2018 年的 273.72 t。通过农业防治、物理防治、生物防治和生态调控等绿色防控技术与农作物病虫害监测预警、专业化统防统治技术相结合, 使得农药减量工作取得了初步成效。

## 1 忻州市农作物病虫害发生及农药使用情况

忻州市地处山西省中北部, 气候类型为温带大陆性季风气候。2018 年, 全市农作物播种面积 49.4 万  $\text{hm}^2$ , 其中粮食作物 42.5 万  $\text{hm}^2$ 、油料作物 0.2 万  $\text{hm}^2$ 、瓜菜 2.8 万  $\text{hm}^2$ 。粮食作物中籽粒玉米 18.3 万  $\text{hm}^2$ 、杂粮 22.5 万  $\text{hm}^2$ ; 受气候、作物结构调整和耕作栽培管理等因素的综合影响, 主要农作物上为害较重的病虫害有玉米大斑病、马铃薯晚疫病、二代黏虫、玉米红蜘蛛、土蝗、粟叶甲、双斑萤叶甲、果树腐烂病、番茄病毒病、地下害虫、梨大食心虫和梨小食心虫等; 全市农作物病虫害发生面积 79.8 万  $\text{hm}^2$ 。

据统计, 2015 年全市病虫害防治面积 70.4 万  $\text{hm}^2$ , 农药使用量 403.23 t, 杀虫剂、除草剂和杀菌剂 3 类农药仍然是农药使用的主要品种, 其中杀虫剂 188.38 t, 占 46.71%; 杀菌剂 12.58 t, 占 3.12%; 除草剂 147.14 t, 占 36.49%; 其他农药共占 13.68%。到 2018 年, 全市农药使用量 273.72 t, 其中杀虫剂 139.58 t, 占 50.99%; 杀菌剂 33.63 t, 占 12.29%; 除草剂 94.34 t, 占 34.47%; 其他农药共占 2.25%。

① 收稿日期: 2019-08-23

作者简介: 段晓敏(1984-), 女, 本科, 主要从事农作物病虫害预测预报和防治工作。E-mail: 312056187@qq.com

## 2 绿色防控技术措施

### 2.1 提升重大农作物病虫害监测预警水平

近年来,忻州市农技植保部门通过稳定发展病虫害测报员队伍、增加测报站点、扩大监测范围、改进测报手段,切实提高了病虫害监测预警的时效性、准确性和覆盖面,对引导农户适期防治、综合防治起到了很好的作用.2018年,忻州市市级植保部门共编发了9期《病虫情报》,发布重大农作物病虫害发生与防控信息80多条,还通过“晋农天天”的12316短信平台、《忻州日报》向全市发布病虫害发生信息和防治办法60多条.在病虫害信息的宣传方面,忻州市农技植保部门还利用《山西植保网》《山西病虫测报网》《忻州日报》《忻州农业》《忻州政务信息》和忻州电视台等媒介进行广泛宣传.

### 2.2 强化宣传和技术培训

2018年,忻州市先后在忻府区、定襄县、原平市、神池县、五台县、代县等地开展大规模的植物保护实用技术培训,累计举办各种类型短期培训140多场次,培训各级干部、种植大户、统防统治队伍3万多人次,先后发放有关技术资料25万份.通过召开现场会和无人机操作培训会等培训活动,指导农户和植保专业队伍合理选用农药,使农户和植保专业队伍的用药水平和植保机械操作水平有了很大程度地提高.

### 2.3 推进专业化统防统治,提高新型植保机械使用率

按照“政府支持、市场运作、农民自愿、循序渐进”的原则积极发展专业化防治组织.截至2018年底,忻州市具有农作物病虫害专业化统防统治能力的组织达到115个,专业化防治队员达到1550人,全部经过专业培训上岗.高效植保机械装备数量达到1160台,日作业能力达0.7万 $\text{hm}^2$ 以上.通过大力推进统防统治,忻州市病害防控模式逐步由科学选药、精准施药的技术手段和农药统购、统供、统配和统施的组织方式替代了长期以来农户分散防治为主的施药方式,进而从源头上控制了农药的盲目施用,减少了农药使用量.

遵循“扶大、扶优、扶强”的原则,从基本情况、服务作业能力和发展潜力3个方面考虑,近年来忻州市农业植保部门先后确定原平市田家庄村田平农机服务农业专业合作社、静乐县专业合作社、定襄县大卫农业植保专业化防治组织服务有限公司、繁峙县绿旺种植专业合作社为扶持对象,为每个扶持对象支付20万元,用于大中型植保机械的购买.同时,还集中购买了自走式喷杆喷雾机、植保无人机、背负式电动喷杆喷雾剂,用于扶持统防统治服务组织和绿色防控示范区的建设,为强化统防统治、扩大规模防治提供了强有力的支撑.

### 2.4 推进绿色防控技术与专业化统防统治融合模式

以病虫害预测预报为基础,大力推广农作物病虫害绿色防控技术,集“灯诱、色诱、性诱、生物农药”为一体,建设绿色防控示范区,做到综合防治、适期防治.同时,选用高效、低毒、低残留农药,积极推广生物农药,并尽可能隐蔽用药、轮换用药、交替用药、精准用药,有效减少了化学农药用量<sup>[1-2]</sup>.

#### 2.4.1 推广玉米田病虫害绿色防控技术与专业化统防统治结合

忻州市先后在定襄县长安村、南王村、智村、原平市田家庄等村建立大面积绿色防控示范园区,在当地起到了很好的带动和引领作用.定襄县长安村建立玉米大斑病绿色防控示范区,示范面积133.3 $\text{hm}^2$ ,种植玉米品种为抗病品种承玉358,通过白僵菌封垛、高巧包衣、喷液态地膜、频振式杀虫灯、黄板诱蚜、性诱等手段;同时,采用释放赤眼蜂防治玉米螟,喷施食诱剂防治二代玉米螟成虫,用阿维菌素防治玉米红蜘蛛以及氨基寡糖素示范等综合技术防治玉米大斑病等绿色防控措施,示范区绿色防控技术到位率达到90%以上,防控效果达到86%以上,化学农药使用量降低68%以上,害虫为害损失率降低到了5%以内.

#### 2.4.2 黄色诱虫板诱控辣椒蚜虫

开展黄板诱蚜绿色防控示范,在忻府区高城村、石家庄村、南胡村等辣椒田布设绿色防控示范点15个,核心示范区面积达100 $\text{hm}^2$ .在示范区插置黄色诱虫板5万多张,对蚜虫、斑潜蝇、白粉虱等均有良好

的诱杀效果, 1 年可减少喷打杀虫剂 2 次, 节约人工和农药成本每公顷 300~750 元, 基本控制了辣椒蚜虫和病毒病的发生, 防控效果达 85% 以上.

### 3 效果分析

近几年, 通过实施农药使用零增长行动, 忻州市在做好 1 个国家级玉米绿色防控示范区、3 个省级高标准病虫害绿色防控示范区建设的同时, 还因地制宜地建设了 23 个县级绿色防控示范区, 全市绿色防控覆盖率达到 29%, 辐射面积约 14 万  $\text{hm}^2$ .

#### 3.1 农药使用量逐年递减

全市近 4 年农药使用总量呈逐年递减态势. 2015—2018 年, 杀虫剂由 188.38 t 下降到 139.58 t, 杀菌剂由 39.64 t 下降到 33.63 t, 除草剂由 147.14 t 下降到 94.34 t. 2018 年全市农药使用量比 2015 年减少了 32.1%, 农药减量成效显著.

#### 3.2 新农药、新机械的推广步伐明显加快

随着专业合作社的发展, 忻州市电动喷雾器、车载式喷雾器、自走式喷雾机的使用量增加了许多. 忻府区、定襄县、原平市、代县、神池县、五寨县、静乐县、河曲县等地先后租用或购买无人机防治病虫害, 提高了对重大病虫害的防治质量, 加快了防治进度. 在农药的使用上, 阿维菌素、甲维盐、银法利、啞菌酯、甲氨基阿维菌素、苯醚甲环唑、丙环唑、吡虫啉等新型农药的用量, 已经占到了化学农药用量的 50% 以上, 这有效加快了农药的更新步伐, 为推进安全用药提供了保障.

#### 3.3 病虫害防效和农业生产效率提高

绿色防控技术和专业化统防统治的结合, 大面积统防统治逐步取代农户分散防治, 使得病虫害防控效果有了很大提升. 大中型植保机械的推广, 减少了传统的背负式手动喷雾器雾化效果差、“跑、冒、滴、漏”严重的现象<sup>[3]</sup>, 提高了农药利用率和防治效果, 也显著改善了用药条件, 保障了农药作业安全.

#### 3.4 农田生态环境得到改善

推广生态调控、生物防治、物理防治等绿色防控技术, 有效替代了高毒高残留农药的使用, 降低了病虫害防治过程中可能出现的用药风险, 减少了人畜中毒事件发生, 也减少了农药及其废弃物对地面及地面水源的污染, 使农田生态环境得到改善, 有利于保护和利用害虫天敌, 促进了生态平衡. 2016—2017 年, 忻州市代县赵村、忻府区南义井、定襄县南王等村田间释放赤眼蜂防治二代玉米螟, 放蜂田块赤眼蜂寄生卵块率多在 60% 以上, 最高的可达 96%. 2018 年在代县赵村调查, 玉米螟赤眼蜂在 7 月底、8 月初田间始见, 卵块自然寄生于 8 月 10 日始见; 8 月二代玉米螟卵块自然寄生率平均为 37.5%, 到 9 月中旬大田玉米收获前卵块自然寄生率为 76.1%, 最高的达到 81.3%.

忻州市通过强化病虫害预测预报、开展实用技术培训、技物结合、农村技术承包等, 积极推进统防统治和绿色防控相结合的新技术, 加大对农户、专业合作社、基层植保专业队伍的培训和扶持力度, 强化了植保专业化统防统治队伍, 逐步提升专业化服务水平, 使农药零增长行动初见成效. “金山银山, 不如绿水青山”, 实现习近平总书记的嘱托, 达到农药零增长的目标, 仍是植保部门一项艰巨的任务, 任重而道远. 未来, 各级单位必须进一步努力, 扎扎实实地落实绿色防控的每一个具体细节, 大面积推广新农药、新技术, 不断提升服务手段和服务水平, 做农业安全生产的排头兵和农业丰收的守护神.

#### 参考文献:

- [1] 蔡英杰. 泉州市农药使用量零增长减量化的实践探索 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39(1): 81-83.
- [2] 陶丽红, 杨太源, 李红祥, 等. 西双版纳州农药使用量零增长的实践和推进建议 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38(11): 76-81.
- [3] 李卫伟, 张武云, 王丽英, 等. 山西省农药使用量主要影响因素分析及减量对策探讨 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38(10): 81-84.