



高媛.大豆有害生物综合治理的历史、现状与展望[J].黑龙江农业科学,2023(3):109-113.

大豆有害生物综合治理的历史、现状与展望

高媛

(黑龙江省种业技术服务中心,黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:大豆是全球重要的粮食作物之一,大豆的有害生物管理通常需要大量的化学药品。健全的有害生物综合治理(IPM),是从生态学观点出发,全面考虑生态平衡及社会安全、经济利益和防治效果,提出最合理有效的治理措施。本文综述了大豆 IPM 的历史背景,以巴西和美国的大豆 IPM 发展情况为例,论述了大豆 IPM 发展对作物可持续性生产的重要性和主要挑战,并提出了适应当代大豆生产中 IPM 建议。随着转基因技术的快速发展,必须设计适应植物新性状的现代 IPM 程序,从而为粮食安全和环境保护提供保障。

关键词:大豆;有害生物综合治理;作物可持续生产

大豆是我国重要的油料作物,具有极高的经济价值,在全国范围内均有种植。随着全球大豆田间有害生物发生的面积增大和频率增高,大豆有害生物治理也变得更迫切。在有害生物防治过程中农药不当使用会造成生物多样性减少、害虫抗药性的产生及环境污染的加重。为了降低大豆有害生物对其产量和品质构成的严重威胁,使农业生产效益最大化,有害生物防治规划必须以适当的有害生物综合管理方法为指导。有害生物综合治理(Integrated Pest Management, IPM)的概念是在 20 世纪 50 年代末提出的。它基于栽培植物可以耐受一定程度的伤害而不会造成经济上相关的产量损失这一理念而形成^[1]。当时人们发觉到农药使用不当的危险,各国政府针对农药过度使用出台了一些政策,以降低化学农药的不利影响,而有害生物综合治理(IPM)计划的实施对此起到了很大的推动作用。IPM 被认为是有害生物防控的重大技术进步,它是依据生态学的原理和经济学的原则,选取最优的技术组配方案,把有害生物的种群数量较长时间地稳定在经济损害水平以下,以获得最佳的经济效益、生态效益和社会效益。本文对大豆有害生物综合治理的历史背景及其重要性和面临的挑战进行了综述,并提出了新时代大豆 IPM 发展的思路,以期对农业可持续发展及保障粮食安全提供借鉴。

1 大豆有害生物综合治理的历史背景

众所周知,IPM 试图将几种防治策略结合起来,而不是将有害生物防治仅仅建立在使用农药的基础上。从本质上讲,IPM 概念包括在有害生物控制决策中考虑多种策略的协调,以经济和生态兼容的方式优化所有类型有害生物的控制。这种控制“理念”一经提出便在巴西迅速传播,并很快被应用于包括大豆在内的主要作物的有害生物防控中。

Stern 等^[2]将经济损失水平定义为能对植物造成经济损失的最低病害致病微生物和虫口密度。为了避免经济损失,病虫害治理通常在达到经济损失水平之前进行。因此,防治病害致病微生物和害虫种群达到经济损失水平的适当时间被定义为经济阈值。只有当病害致病微生物和害虫数量等于或大于经济阈值,或预计在数小时或数天内超过这一水平时,即在病原菌或害虫密度或伤害增加到足以产生经济损失之前,才适合进行病虫害管理^[3]。现代 IPM 对于农业可持续发展至关重要,可以避免不必要地使用合成农药。现代(21 世纪后)IPM 不仅包括通过配合经济阈值来合理使用农药,而且包括不同病虫害管理策略的相互结合,例如使用抗性作物、增强生物防治(ABC)、生物技术^[4]等。这些策略中的每一种技术手段都可以提供不同水平的病虫害管理,但它们的叠加效应可以显著减少产量损失^[5]。

巴西在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初首次采用大豆 IPM。如今,大豆是巴西种植面积最大的作物,种植面积接近 3 600 万 hm^2 ^[6]。大豆和玉米占巴西总种植面积的 80% 以上,占巴西粮食

收稿日期:2022-12-05

作者简介:高媛(1980—),女,学士,高级农艺师,从事农业技术推广研究。E-mail:gao_yuan80913@163.com。

产量的 85%。Panizzi^[7] 对大豆 IPM 的历史提供了一个更全面的观点,他确定了 4 个主要时期:(1)20 世纪 70 年代的起源和早期发展,种植者开始并迅速采用 IPM 措施,大量(约 50%)减少了杀菌剂和杀虫剂的使用;(2)20 世纪 80 年代的杆状病毒时代,主要叶部害虫的生物防治;(3)20 世纪 90 年代寄生蜂的发展势头强劲,如卵寄生蜂(*Trissolcus basalis*)的出现及其对稻绿蝽的防治;(4)新千年(21 世纪)大豆 IPM 使用率逐渐降低。

美国也是主要的大豆生产国,从 1997 年到 2020 年,每年大豆种植面积达 3 000 万~3 600 万 hm^2 。美国东部作为主要的大豆产区,其产量高达全国的 80%^[8]。20 世纪 70 年代美国首次在国家政策中提出 IPM,近几十年来,IPM 也被认为是美国农业可持续发展的重要推动因素,并已经形成制度化,得到联邦政府在国家、地区和州一级的支持,包括研究资助计划、信息传播和通过地方推广办公室进行的 IPM 培训^[9]。Steffey^[10] 将美国约 40 种节肢动物或物种复合体列为大豆害虫,其中一半被认为是重要的经济害虫,另一半被归类为偶发性害虫。有些害虫可以在生产周期的早期对发芽的植物和幼苗造成损害,如种蝇和豆叶甲虫;有些害虫在生产周期的晚期危害作物生长,如蝽科(Pentatomidae)^[11]。一些具有经济破坏性的害虫物种广泛分布在全国各地,其他物种则相对局限,一些广泛分布的害虫仅在某些地区具有经济重要性。据报道使用杀虫剂的大豆面积不到 1%^[12],杀虫剂的使用主要针对局部爆发的叶部害虫^[13]。大豆是巴西和美国重要的粮食作物之一,在生产中有多种病虫害管理措施,大豆种植者不愿意完全采用大豆 IPM 主要是因为其虫害取样程序复杂,种植者还担心在不喷洒杀虫剂的情况下会出现明显的产量损失^[14]。因此为了在全球范围内推行大豆有害生物综合治理,以便从根本上提高大豆产量,需要对大豆 IPM 的重要性和面临的挑战进行系统分析和阐述。

2 大豆 IPM 对作物可持续生产的重要性和挑战

大豆可持续生产旨在既不对环境和生物多样性造成危害,也不降低大豆产量和品质或经济价值。据报道,到 2050 年全球人口将达到近 100 亿,这可能使新时代粮食生产面临巨大挑战,大豆作为全球主要作物之一必将发挥重要作用。大豆蛋

白是目前植物蛋白的主要来源,占全球植物蛋白需求的一半以上。全球最大的两个大豆生产国美国和巴西在 2018—2019 年产量分别为 1.2 亿和 1.15 亿 t^[15]。在生产上,如果大豆病虫害得到有效控制,则其产量水平可以有效提高。大豆种植者对有害生物进行防治时,为了减少病虫害爆发的不利影响并提高利润,通常不参考推荐的防治阈值,而导致过度使用化学农药^[16]。大豆有害生物综合治理不仅限于合理使用农药,还包括协调整合不同的有害生物治理策略^[17]。大豆 IPM 实施面临两个突出的难点:(1)种植者担心在不使用农药的情况下会造成显著的产量损失,从而他们拒绝完全采用有害生物综合治理;(2)为确定病虫害经济阈值,病虫害的监测需要大量工作。

2.1 大豆 IPM 的第一个挑战:对经济阈值的确定

大豆经济阈值(Economic Threshold, ETs)准确性的确定是当今大豆有害生物综合治理的主要难点之一。20 世纪 70 年代,巴西和美国首次确定了大豆中最重要的害虫的 ETs。然而,大豆品种及其生产体系自那时起发生了巨大的变化。最重要的变化之一是新大豆品种的开发,具有更高的产量,不同的生长习性,以及更低的叶面积指数^[17]。

不同生长习性的大豆品种对有害生物的耐受性水平不同,多种生长习性的大豆品种同时种植,一定程度上延长了有害生物造成损害的时间,这与植物的耐受性本身没有关系。Batistela^[18] 等比较了不同生长习性大豆品种在田间有害生物发生不同程度,即不同的经济阈值(ETs)时进行化学防治,发现在增加了用药次数的情况下,也不会增加大豆产量、品质和净收益^[19]。

2.2 大豆 IPM 的第二个挑战:需要简单快速的取样程序

对大豆病虫害开展科学的防控措施,正确的管理决策需要对害虫种群密度进行可靠、准确和快速的评估。如果不能精确和足够频繁地进行评估,就存在错误管理决策的重大风险,这可能导致不必要的杀虫剂施用,或在必要时的省略施用。对于地上大豆害虫,最常用的有两种评估方法:诱虫器和扫网^[20]。

扫网是使用最广泛的昆虫采集工具,也是最重要的工具。环境因素(温度、湿度、风速、太阳位

置等)和植物特征(大小、密度等)会导致扫网采样结果的变化。与扫网相比诱虫器更精确,在大豆生产中使用广泛。诱虫器的使用需要专业的工人,且在大面积取样时非常耗时。

诱捕器中使用昆虫信息素可获得较好的结果。有研究表明,含有合成昆虫性信息素化合物的诱捕器对鳞翅目和半翅目害虫的吸引和捕获效果较好。

使用昆虫计数传感器可优化诱捕器监测。然而,使用性信息素,每个诱捕器只能监测一个物种。因此,需要研究开发结合纹理、颜色和形状参数或通过物种特定的翅膀拍打模式来识别捕获物种的成像方法。这种通过捕捉昆虫成像传感器的诱捕器除了能够监测飞蛾,还可以快速监测其他害虫(如螨虫和粉虱)^[21]。

另一种前景较好的昆虫采样方法是使用航空图像(卫星或无人机图像)。随着摄像机功能越来越强大,价格越来越便宜,这项技术将有助于害虫监测,并减少与 IPM 相关的时间和成本。根据 Nansen 等^[22]的研究,在非生物或生物胁迫下植物具有与健康植物不同的光谱反射率。蚜虫侵袭的高粱和大豆植物的近红外反射率(NIR)和归一化植被指数(NDVI)均降低。由于生物和非生物因素之间可能存在相互作用,利用光谱读数监测大豆害虫仍需进一步深入研究。Board 等^[23]发现,大豆植株在高落叶程度下 NDVI 发生了极显著的变化,因此需要区分光谱读数变化的不同原因。

安装在无人机(UAV)上或农业设备(如喷雾器)上的传感器获得的光谱图像可能成为未来实现快速和系统的害虫监测的工具,在校准、信号分化原因和其他航空图像调整等方面还需进一步研究。目前,即使随着新技术的发展,在昆虫监测和 IPM 决策中仍然需要最传统的采样程序(如诱虫器、扫网)来提供所需的精度。无论使用高科技图像采集,还是老式采样技术,如果没有有效的害虫种群监测,成功的大豆有害生物综合治理是不可能的^[24]。

3 新时代的大豆 IPM

3.1 可持续系统的生物技术基础

通过在大豆 IPM 框架内补充 *Bt* 技术并将其与其他管理策略相结合,而不是将 *Bt* 技术作为一种独立的昆虫管理策略,可以使害虫管理更加稳健。这样才能最大限度地地为建立可持续的作物保

护体系做出重大贡献^[25]。*Bt* 技术对鳞翅目目标物种具有较高的特异性,但仍需要定期实地监测。在 20 世纪 70 年代建立的阈值和策略应该继续用于保护作物免受一系列非目标物种的侵害,以及偶发性的次要害虫的防控^[26]使用非选择性杀虫剂来防治 *Bt* 大豆可能会消灭天敌,导致虫害暴发、经济损失及环境效益的损失。此外,主要害虫被 *Bt* 作物等技术消灭时,替代投入品或其他生态因素可能会导致害虫转移,因此可能需要投入额外的作物保护。如果这些额外投入是有选择性的,那么种植者获得的总体收益可能仍然非常乐观,IPM 将得到进一步巩固。世界范围内从事农业生产的劳动力逐年萎缩和对粮食需求的持续增加,使得化学农药的使用不断增加,因为化学农药的价格不断降低,而且防治效果可以得到很好的保障。事实上,在过去的 20 年中,采用预防性害虫控制策略、转基因作物(*Bt* 技术)生产的转基因种子对害虫的绿色防控效果不断挑战了 IPM 的防治策略。但是随着农业机械化程度的不断提高和机械成本的下降,使得更多的机械可用于田间作业,减少了所需的劳动力,进而使 IPM 效率更高^[27]。

3.2 IPM 实施需要的社会因素

种植者和消费者对 IPM 的接受和实施取决于众多变量的相互作用,包括种植者和消费者的受教育水平、经济实力和社会条件、监管情况、政策导向、IPM 工具的可用性、推广力度、消费者偏好及营销渠道等因素。为了促进大豆或其他作物采用 IPM,需要尽可能解决所有相关影响因素。此外,一些 IPM 建议可能并不适用于所有场景,需要针对实际情况进行技术培训^[10]。

世界范围内成功的 IPM 项目都与差异化的消费品(例如,各种大型零售商提供的环保或绿色产品 IPM 认证)相关,这有助于增加种植者的利润,从而鼓励更多的种植者采用 IPM 技术。

在巴西从 20 世纪 70 年代到 20 世纪 90 年代末大豆 IPM 被种植者广泛采用。在此之后,由于免耕栽培和复种制度的引入以及传统的 IPM 缺乏适应新现实的调整,IPM 逐渐被废弃^[28]。常规农药价格低廉,加上国家推广 IPM 服务的投入较低,导致了 IPM 被逐渐废弃。事实上农作物生产中迫切需要将 IPM 中私人投资与公共服务支持结合起来,为更广泛的群体带来长期可持续的利益^[29-30]。

4 展望

本文浅析了大豆 IPM 的历史背景、对作物可持续性生产的重要性及面临的挑战和新时代大豆 IPM 发展的方向。IPM 不是严格统一地适用于每一种情况的管理手段,而是会受到不同因素的影响,应该指导 IPM 从业者使用最适合的有害生物管理工具^[31]。随着转基因技术的快速发展,大豆品种周期发生了向极早成熟品种转变的变化^[32],植物生长习性也发生了从确定的植物生长习性到不确定的植物生长习性的变化,必须设计适应这些新性状的现代 IPM 程序。只有能适应现实情况的新 IPM 建议才有望实现可持续的农业生产,从而为粮食安全和环境保护提供保障。

参考文献:

- [1] HIGLEY L G, PEDIGO L P. The EIL concept[M]//HIGLEY LG, PEDIGO L P. Economic threshold for integrated pest management. University of Nebraska Press, 1996:9-21.
- [2] STERN V M, SMITH R F, van den BOSCHR. The integrated control concept[J]. Hilgardia, 1959, 29:81-10.
- [3] DARA S K. The new integrated pest management paradigm for the modern age[J]. Journal of Integrated Pest Management, 2019, 10:1-9.
- [4] GODOY C V, BUENO A F, GAZZIERO D L P. Brazilian soybean pest management and threats to its sustainability [J]. Outlooks on Pest Management, 2015, 26:113-117.
- [5] GREEN J M, OWEN M D K. Herbicide-resistant crops: utilities and limitations for herbicide-resistant weed management [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59: 5819-5829.
- [6] RAGSDALE D W, LANDIS D A, BRODEUR J, et al. Ecology and management of the soybean aphid in North America [J]. Annual Review of Entomology, 2011, 56:375-399.
- [7] PANIZZI A R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil[J]. Neotrop Entomol, 2013, 42:119-127.
- [8] CATTELAN A J, DALL AGNOL A. The rapid soybean growth in Brazil[J]. Oilseeds & Fats Crops and Lipids, 2018, 25(1):D102.
- [9] TANG S, TANG G, CHEKE R A. Optimum timing for integrated pest management: modeling rates of pesticides application and natural enemy releases [J]. Journal of Theoretical Biology, 2010, 264:623-638.
- [10] STEFFEY K L. Insects and their management [M]//HARTMAN G L, RUPE J C, SIKORA E J, et al. Compendium of soybean diseases and pests, 5th edn. APS Press, 2015: 136-137.
- [11] GREENE J K, DAVIS J A. Stink bugs[M]//HARTMAN G L, RUPE J C, SIKORA E J, et al. Compendium of soybean diseases and pests, 5th edn. APS Press, 2015, 146-149.
- [12] REICHERT J L, COSTA E C. Desfolhamentos contínuos e sequenciais simulando danos de pragas sobre o cultivar de soja BRS 137[J]. Ciência Rural, 2003, 33(1):1-6.
- [13] CASTLE S, NARANJO S E. Sampling plans, selective insecticides and sustainability: the case for IPM as ‘informed pest management’ [J]. Pest Management Science, 2009, 65(12):1321-1328.
- [14] BATISTELA M J, BUENO A F, NISHIKAWA M AN, et al. Reevaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation [J]. Crop Protection, 2012, 32:7-11.
- [15] DENARDIN J E, KOCHHANN R A, BACALTCHUK B, et al. Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura [J]. Agricultura Tropical: Quatro décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2008, 1:1251-1273.
- [16] CUMMING G S, SPIESMAN B J. Regional problems need integrated solutions: pest management and conservation biology in agroecosystems [J]. Biological Conservation, 2006, 3:533-543.
- [17] FARIAS J R, ANDOW D A, HORIKOSHI R J, et al. Field-evolved resistance to Cry1F maize by Spodoptera frugiperda in Brazil [J]. Crop Protection, 2006, 64: 150-158.
- [18] BATISTELA J M, BUENO A F, NISHIKAWAMAN, et al. Re-evaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decision in short-season soybeans using artificial defoliation [J]. Crop Protection, 2017, 32:7-11.
- [19] KIM K S, HILL C B, HARTMAN G L, et al. Discovery of soybean aphid biotypes [J]. Crop Science, 2008, 48(3): 923-928.
- [20] POTAMITIS I, RIGAKIS I. Novel noise-robust optoacoustic sensors to identify insects through wingbeats [J]. IEEE Sensors Journal, 2015, 15(8):4621-4631.
- [22] NANSEN C, ZHANG A, YAN G. Use of variogram analysis to classify field peas with and without internal defects caused by weevil infestation[J]. Journal of Food Engineering, 2014, 123:17-22.
- [23] BOARD J E, MAKI V, PRICE R. Development of vegetation indices for identifying insect infestations in soybean[J]. Agronomy Journal, 2007, 9(3):650-656.
- [24] 张园, 周明明, 陈郝, 等. 进口大豆在储存过程中虫害的预防与治理措施[J]. 中国食品, 2022(1):82-84.
- [25] ROMEIS J, NARANJO S E, MEISSE M, et al. Genetically engineered crops help support conservation biological control[J]. Biological Control, 2018, 130:136-154.
- [26] WEN C, WU D, HU H, et al. Pose estimation-dependent identification method for field moth images using deep learning architecture [J]. Biosystems Engineering, 2015, 136:117-128.
- [27] 邱磊, 杨晓贺, 张茂明, 等. 大豆病虫害的发生及防治[J]. 现代农业科技, 2022(19):123-124, 132.
- [28] SONG F, SWINTON S M. Returns to integrated pest

management research and outreach for soybean aphid [J]. Journal of Economic Entomology, 2009, 102 (6): 2116-2125.

[29] PROKOPY R J,KOGAN M. Integrated pest management [M]//RESH V H,CARDé R T. Encyclopedia of Insects. Amsterdam Academic Press of Elsevier,2003.

[30] PETERSON R K D,HUNT T E. The probabilistic economic injury level: incorporating uncertainty into pest management decision-making [J]. Journal of Economic Entomology, 2003,96(3):536-543.

[31] 高宇,徐凤晓,李汉宇,等. 大豆双斑长跗蚧叶甲综合治理研究进展[J]. 大豆科技,2018(4):43-46.

[32] 杨占清,冯启贵. 探讨大豆常见病虫害的综合治理技术 [J]. 民营科技,2014(1):231.

History, Present Situation and Prospect of Integrated Pest Management of Soybean

GAO Yuan

(Heilongjiang Seed Industry Technical Service Center, Harbin 150080, China)

Abstract: Soybean is one of the most important food crops in the world. Pest management of soybean usually requires a large amount of chemicals. Integrated pest management (IPM) is to put forward the most reasonable and beneficial management measures from the ecological point of view, taking into full consideration the ecological balance, social security, economic benefits and control effects. This paper summarized the historical background of soybean IPM, took the development of soybean IPM in Brazil and the United States as an example, discussed the importance and main challenges of soybean IPM development to sustainable crop production, and put forward suggestions to adapt to the current soybean production IPM. With the rapid development of transgenic technology, it is necessary to design a modern IPM program that adapts to the new characteristics of plants, so as to provide security for food security and environmental protection.

Keywords: soybean; integrated pest management(IPM); sustainable crop production

(上接第 88 页)

Research and Practice of Ideological and Political Education in the Course of History of Chinese Landscape Architecture in Colleges and Universities

XIN Lihong, DI Yanying

(Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin 132101,China)

Abstract: In recent years, the ministry of education has vigorously promoted the reform of college curriculum teaching with the goal of “curriculum ideology and politics”, promoting the organic unity and deep integration of ideological and political education and professional knowledge system. Taking the history of Chinese landscape architecture course with good ideological and political foundation as an example, this paper expounds five ways to carry out teaching reform by building a team capable of ideological and political construction of the course, optimizing the teaching objectives of curriculum ideology and politics in the syllabus, reconstructing the teaching content of the major that are deeply consistent with curriculum ideology and politics, reforming the teaching way that play an important role in curriculum ideology and politics, and increasing the ideological and political assessment to form a diversified evaluation system. And based on the three points of strengthening the use of media resources such as the internet, integrating ideological and political education into outside of classroom teaching, and timely teaching reflection, this paper puts forward the experience of curriculum ideological and political education reform, and putting the concept of ideological and political education through the whole process of college education.

Keywords: history of Chinese landscape architecture; curriculum ideological and political; teaching reform; experience of teaching reform