

病虫害综合防治 (IPM) 技术发展与蔬菜的健康栽培

刘明池
(国家蔬菜工程技术研究中心 北京 100089)

〔摘要〕 介绍了我国蔬菜业发展和蔬菜病虫害发生防治概况以及国内外病虫害综合防治 (IPM) 技术的发展,在此基础上,对造成我国蔬菜产品农药超标的根本原因进行了分析,认为安全蔬菜生产从根本上是以蔬菜自身的健康生长为基础的,从而初步提出了“健康栽培”的新概念。

〔关键词〕 病虫害综合防治 设施蔬菜 健康栽培

〔中图分类号〕 S157.4*32 S436.3

〔文献标识码〕 A

〔文章编号〕 1000-7857(2005)02-0044-04

DEVELOPMENT OF IPM TECHNOLOGY AND NEW CONCEPT OF HEALTHY CULTIVATION OF FACILITY VEGETABLE

LIU Ming-chi

(National Engineering Research Centre for Vegetables, Beijing 100089, China)

Abstract: The development of vegetable production and the situation of diseases and insects in China were introduced, and an overview on the development of the Integrated Pest Management (IPM) technology at home and abroad given. On the basis of analyzing the reasons of excessive residues of chemicals on harvested vegetables, it was considered that no-polluted vegetable production rely on healthy growth of plant. The concept of ‘healthy cultivation’ was also proposed in no-pollution vegetable production.

Key Words: IPM, facility vegetable, healthy cultivation

CLC Numbers: S157.4*32 S436.3

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)02-0044-04

1 我国蔬菜业发展和蔬菜病虫害发生防治情况

近年来,随着全国种植业结构调整和种植效益的驱使,蔬菜面积和产量发展迅速。20 世纪 80 年代中期,特别是进入 90 年代,发展蔬菜生产成为我国许多地区实施“两高一优”农业的发展战略,也成为农民脱贫致富的突破口,我国蔬菜行业取得了突飞猛进的发展。全国蔬菜播种面积由 1987 年的 556.9 万 hm^2 发展到 2002 年底的 1 700 多万 hm^2 (表 1),其中设施栽培面积达到 170 万 hm^2 ,比 1987 年扩大了 15 倍(表 2)。蔬菜总产量由 1987 年的 15 463.2 万 t 增加到 52 900 万 t,全国人均蔬菜占有量由 1987 年的不足 140kg 增加到接近 400kg,远超过世界人均 126.8kg 的平均水平,从根本上解决了城市人民的吃菜问题^[1]。2002 年蔬菜行业的总产值已达 3 200 亿元,仅次于粮食,在我国农业经济中占据重要地位。

表 1 我国蔬菜产业近 20 年的发展

年份	播种面积/(10 ⁴ hm ²)	年产量/(10 ⁴ t)	人均占有量/(kg)
1980	316.2	8 062.6	79.8
1990	661.6	19 550.5	173.1
2000	1 523.5	42 397.9	326.1
2002	1 735.3	52 908.9	407.0

表 1 的数据显示 1980 年的蔬菜年生产量为 8 062.6 万 t,占当时世界年生产量的 17.1%,而 2001 年的蔬菜年生产量超过 4 800 万 t,已经占到世界年生产量的 43.3%。从数量上说,我国已是世界蔬菜生产第一大国。

表 2 我国蔬菜设施近 20 年的发展/(10⁴×666.7m²)

年份	大中棚	小拱棚	节能日光温室	普通日光温室	连栋温室	加温温室
1981/1982	1.9	7.4	0.0	1.1	—	0.5
1989/1990	42.0	128.7	8.4	24.2	—	5.6
1999/2000	1 048.9	1 025.4	396.0	171.1	1.9	42.4
2001/2002	1 129.5	1 071.0	513.0	187.5	1.9	43.5

带后墙结构的日光温室是我国所独有的一种温室类型,20 世纪 80 年代前生产黄瓜等喜温类蔬菜时每个冬季需要燃煤 30~50t/666.7m²。随着世界性能源危机出现和燃煤价格的大幅提高,政府取消了农业用煤补贴。在这种情况下,我国的日光温室技术在 20 世纪 80 年代后期有了重大突破,创造性地设计出冬季不加温在北方也能生产出黄瓜等喜温类蔬菜的新型结构日光温室——节能日光温室。在三四十年代我国辽宁一带的“立壕子”的基础上,结合北京传统的改良式温室,加以改造提高之后,形成了独具特色的“海城式”和“瓦房店式”两种类型的节能日光温室。1987 年主管农业的田纪云副总理在一份内参上看到了“辽南温室

收稿日期: 2004-03-19

作者简介: 刘明池,男,1966~;北京海淀区国家蔬菜工程技术研究中心,研究员,主要从事无公害与高品质蔬菜生产的研究工作;

E-mail: liumingchi@nercv.com

冬季不加温,春季可以采摘黄瓜上市”报道之后,做了“这种温室值得推广”的重要批示。1990年以后,这种节能日光温室在我国北方迅猛发展起来。到2002年底我国设施蔬菜栽培面积达到210万 hm^2 ,成为了世界设施蔬菜面积第一大国,但还不是强国。

据国家蔬菜工程技术研究中心测定,节能日光温室在北京只采用单层蒲席覆盖的条件下,冬季夜间保温效果达 18.0°C 以上,晴天中午增温效果达 32.0°C 。比北京原有的改良式温室保温效果提高 4.5°C 以上,增温效果提高 10°C ;采光性能也明显优于原来温室,经测试上午提高5%~10%,下午提高15%,尤其是温室后半部可提高17%~20%。其温光性能明显优于20世纪60年代北京的改良式温室。在北方冬季无加温设施时,其温光条件也可基本满足黄瓜等喜温类蔬菜需要。

与先进国家相比,我国设施蔬菜生产存在的一个突出问题是温室环境不尽如人意,造成单位面积产量低、效益差。荷兰是设施栽培最发达的国家之一,荷兰温室年有效利用天数为330天,蕃茄、黄瓜年产已达到 $40\text{kg}/\text{m}^2$ 以上的高产目标。而我国温室年有效利用天数只有210~240天,蕃茄、黄瓜年产只有 $15\sim 20\text{kg}/\text{m}^2$,单位面积的产量差距也较大^[2]。因此迫切需要对温室结构、环境进行优化,特别是探索温室逆境的有效克服途径,缩短温室一年中的逆境时间,从而提高设施周年利用率,提高温室经济效益。

近几年,我国以推广应用节能、低成本的日光温室和塑料棚为主,不加温的设施蔬菜生产面积占98%以上,加温温室(主要用于育苗)仅占1%左右。由于棚室调控、优化环境条件的能力有限,冬季和早春处于低温、高湿和寡日照状态,昼夜和季节间小气候变化大;加之连作障碍加剧,更有利于多种病虫害的滋生、传播、蔓延和周年发生,病虫害为害程度明显加重^[3]。为害或潜在为害设施蔬菜严重的病虫害估计在60种以上,靠植物保护技术年均挽回的蔬菜产量损失高于25%,是保障蔬菜生产力的关键技术之一^[4]。然而,在现行以药剂防治为主的条件下,每年病虫害造成的产量损失仍在20%以上^[5]。

我国多数地区蔬菜年复一年无间歇地生产,使病虫害不断累积,形成了病虫害多发的生长环境,极大地增加了防治的难度。随着蔬菜面积、品种、保护地生产和反季节生产增加,导致农田生态环境发生变化,使危害蔬菜病虫害种类迅速增加。特别是设施内高温、高湿相对稳定的环境条件,为多种病虫害提供了良好的繁殖越冬条件。据调查,20世纪80年代初,全国危害蔬菜病虫害不足500种,90年代初发展至900种,到90年代末病虫害种类已经超过1500种^[6]。对多发病虫害的防治,我国过分依赖使用化学农药,在大量频繁地用药杀死病菌和害虫的同时,也杀死了部分天敌和许多有益的微生物,严重破坏了菜田的生态平衡,增强了病原菌和害虫的抗药性,造成用药量与病虫害竞相递增的“农药陷阱”。设施蔬菜等集约化栽培区施用农药水平低则 $300\text{kg}/\text{hm}^2$,高的超过 $750\text{kg}/\text{hm}^2$,除30%~40%被作物吸收外,大部分进入了水体、土壤及农产品之中,使之受到不同程度的污染。这远远高于荷兰的用药水平。荷兰1988年农药年使用量为 $28\text{kg}/\text{hm}^2$,到1995年已降到 $18.2\text{kg}/\text{hm}^2$,2000年已少于 $14\text{kg}/\text{hm}^2$ ^[7]。

我国蔬菜业的高速发展,化肥、农药等农用化学品起到了非常重要的作用。但农药、化肥的不合理使用也引发了农

产品污染、土壤生产力下降、蔬菜生产的生态环境日趋恶化等问题。最典型的是北京、寿光等蔬菜生产基地经多年种植后普遍出现了“增肥不增产,用药不治病”的尴尬局面,表现为生产成本增加、利润递减、农民收益受到制约^[8]。因此,农产品质量与安全问题已成为制约新阶段农业持续高效发展的瓶颈,成为人们关注的焦点。

2 国外病虫害综合防治(IPM)技术的由来与发展

20世纪40年代由于DDT、六六六等杀虫剂的生产及应用,因其“广谱性、安全性、稳定性”,化学杀虫剂在世界范围内大面积使用,成为害虫的主要防治方法。1962年美国生物学家Rachel Carson发表了《寂静的春天》(Silent Spring),以报告文学的形式把杀虫剂所带来的问题公诸于世,在社会上引起了强烈的反响和关注。

20世纪60年代以来,由于大量施用化学农药防治病虫害,人们逐渐认识了其负面效果。基于对环境保护、社会安全、经济效益等方面的考虑,1966年联合国粮农组织(FAO)及生物防治国际组织(IOBC)联合召开会议,正式提出了有害生物综合防治(IPC);1972年在美国召开的环境质量保护会议(CEQ)决定把IPC改为IPM,即从农业生态系统整体出发,根据有害生物和环境之间的相互关系,充分发挥自然控制因素的作用,因地制宜地协调应用必要的措施,将有害生物控制在经济损失以下,以获得最佳的经济、社会、生态效益。害虫防治从单纯依赖化学杀虫剂转变为害虫综合治理策略。

近些年来,美国一些大学和研究部门应用系统工程方法来研究病虫害发生与防治问题,取得了很大进展。迄今为止,美国应用IPM面积占整个作物面积90%以上,应用作物包括小麦、玉米、大豆、蔬菜、果树,病虫害防治成本比原来下降30%左右。主要是应用计算机,特别是应用地理信息系统,能够把年度间的资料信息、不同地域间的资料信息,包括气象资料、农作物品种抗性、有益有害生物资料、生态变化等信息集合在一起进行分析处理,找出数学模型,对病虫害的发生做出预测,对将要采取的防治措施进行评价,进而科学地指导生产。密歇根州立大学昆虫系在这方面进行了深入的研究,建立了先进的实验室,研究出了当地一些病虫害的预测和IPM模型,并把它输入因特网中,免费供农场主查寻,大大方便了生产。这种思维方式和先进技术的应用,将推动病虫害IPM项目向纵深发展。

荷兰是设施园艺高度发达的国家,在温室病虫害的综合防治方面取得了举世瞩目的成就,推动了温室种植业的可持续发展。其防治病虫害的指导思想,已从保障蔬菜高产的唯一关注焦点,发展到强调蔬菜产品质量、保护环境和改善劳动条件等综合方面,即从保护作物到保护农业生产系统^[10]。其基本作法是:利用计算机和现代温室设备,调控和优化温、湿、光和 CO_2 等环境因子;发展无土栽培;选用丰产优质抗病虫品种;工厂化生产无病虫害壮苗;温室通风口设置防虫网、室内悬挂诱虫色板、地面铺设地膜(减少土壤杂菌),进入温室要更衣和鞋底消毒等;大力发展系列天敌与生物制剂商品化生产与应用,害虫治理以生物防治为主;制定法规限制生产与使用化学农药,包括禁用激素保果、采用雄蜂授粉,并严格检测蔬菜产品的农药残留量。上述措施不仅有效地控制了病虫害发生危害,还形成了与保护环境、生产绿色食

品蔬菜相配套的综合防治技术体系,并纳入法制的范畴,构成了发展外向型温室蔬菜产业的基本条件^[3]。

综合防治策略(IPM)在有害生物防治工作中无疑起到了巨大作用。但是,和所有事物一样,综合防治也有自身的不足。对于综合防治的批评归纳起来有以下几方面:(1)对生态系统自身调控能力强调不够;(2)按经济阈值开展防治强调的是“灭火”,而“防火”即预防虫害则不够;(3)重视防治措施的短期杀虫效果,相对忽视这些措施的长期生态影响,比如即使是释放天敌,对系统的稳定性也是有害的;(4)有害生物治理应放在自然—经济—社会大系统中去进行;(5)杀虫不是农业生产的目的,害虫管理应从防治转向调控,以优化系统结构和功能,提高系统的整体效益^[11]。

针对IPM的某些局限和不足,近年来有些学者相继提出了一些不同的策略和理论,从不同的角度丰富了IPM理论。如20世纪80年代中期提出了“有害生物生态管理”(Ecological Pest Management, EPM)的概念^[12],试图以此来取代IPM。EPM强调系统观点和生态学原则,用任何适宜的措施调控害虫种群,不断改善农业生态系统功能,达到环境安全、经济高效、生态协调、持续发展的目的。EPM是在IPM基础上发展起来的一种有害生物控制策略,其内容与IPM基本类似,但它更强调与环境的关系,强调系统的健康和可持续发展,可以认为它是对IPM的进一步发展。

特别是1987年世界环境与发展委员会提出了“可持续发展”的概念,这一思想很快为世界各国所接受。1995年第13届国际植物保护大会将主题确定为“可持续发展的植物保护造福于全人类”。由此,害虫的可持续控制策略(Sustainable Pest Management, SPM)成为热门话题。SPM策略所寻求的是既能满足当前社会对有害生物控制的需求,又不对今后社会对有害生物的控制能力构成危害,它是一种经济、社会、生态效益相互协调的有害生物控制策略;是以生态体系为基础的,通过对整个生态体系的维护与调控、增强体系的结构和功能的稳定性,发挥生态体系对有害生物的制衡作用^[14]。因此SPM已成为有害生物防治的一种新的理念。

3 我国病虫害综合防治(IPM)技术的发展

我国1975年召开的全国植物保护工作会议制定并实施了“预防为主,综合防治”的植保工作方针,“五五”期间是此方针的探索和实施阶段。该方针扭转了单纯依靠农药化防的观念,以及各种农业、物理、化学、生物防治措施机械“拼凑”在一起的做法,从而逐步提高到综合治理策略管理的水平。“六五”期间,以某种作物每种主要有害生物为对象,协调物理、化学、生物防治方法,将特定作物有害生物控制到经济损失允许阈值EIL(Economic Injury Level)内。1986年,结合我国国情,对综合防治规定了与国外IPM类似的定义:“有害生物的综合防治,是从农业全局及生态系总体出发、以预防为主、防治结合的综合治理。是对有害生物进行科学管理的规范化体系,该体系从农业生态系整体出发,根据有害生物与环境生态之间相互关系,充分利用自然控制因素的作用,因地制宜,有机地协调应用各种必要措施,将有害生物控制在经济危害损失允许水平下,以获取最佳的经济、社会、生态效益。”这一定义深化了IPM内涵。“七五”期间,以作物为中心、多种主要有害生物群体为对象,充分发挥生态系统的自然控制因素作用,开始建立综防体系。

“八五”期间,组装、配套、深化、发展了IPM,在全国示范20多万hm²,并取得一定的成效。概括起来,我国的IPM经历了3个阶段。一是在20世纪70年代中、后期,以某作物某种有害生物为对象防治,根据不足补偿原理,协调物理、化学、生物防治方法,将特定有害生物控制在经济损失允许水平以下。二是20世纪80年代前、中期,对IPM仍依据不足补偿原理,来制定各单种有害生物防治指标,对某种作物多种主要有害生物予以综合防治,并开始注重防治费用及效益问题。三是80年代后期至90年代中期,仍在不足补偿原理指导下,依据从每种作物多种主要有害生物获取的大量信息、参数,拟定复合防治指标及配套综防措施,用现代管理手段综防,初步形成综防管理体系,提高了3个效益^[13]。我国有害生物的综合防治强调生态系统的良性循环和保证人类赖以生存的环境质量,其内涵将随着我国可持续农业的发展而逐步改进。

1983年江苏和湖北省植保站首先提出了“控制上市蔬菜中农药残留量,生产无公害蔬菜”的口号,全国植保总站以此为契机,积极倡导对蔬菜病虫害进行综合防治。1993年我国政府开始在一些大中城市推行有害生物综合防治(IPM)生产技术。目前我国在“预防为主,综合防治”的植保方针指导下,已形成了“优先采用农业和生物防治措施,科学使用化学农药,协调各项防治技术,发挥综合效益,并保证蔬菜中农药残留量低于国家允许标准”的无农药污染蔬菜的病虫害综合防治技术体系。

我国现阶段仍是发展中国家,农业人口多、素质低,人均占有资源少,经济欠发达。因此,对IPM的技术策略,应实施以“农业配套预防性措施为基础,选用高产优质抗病良种,保护利用好天敌及中性生物,关键时(适)期选用高效农药等配套的综合治理策略和技术措施”。特别是应树立可持续植物保护的观念,认真贯彻“预防为主、综合防治”的植保工作方针,使蔬菜植保由单纯防治有害生物、保障作物产量,提高到植物保健栽培和保护农业生产系统的理性认识水平。

4 健康栽培概念的提出与基本设想

为保证人民的吃菜安全,我国各级政府最近相继出台了保障蔬菜安全生产的法规,制定了不少无公害蔬菜生产技术标准,规定了禁用、限用农药品种,并加强了农药残留检测体系的建设。这些举措在目前降低蔬菜产品农药残留和规范市场方面起到了积极作用,但单纯依靠“禁用”、“限制”农药和通过检测农药残留阻止有害产品上市来达到蔬菜的安全是不够的,这只是一时的治标不治本的应急办法。如果不从源头抓起,菜田生态环境得不到根本改善,困扰食品安全和蔬菜产业可持续发展的深层次问题将难以解决。因此,在新世纪要想摆脱人类的根本困境,遏制生态环境的进一步恶化,在植保理念方面务必有新的突破。

据我们多年的研究分析,造成我国蔬菜农药等有害物超标的根本原因有两点。(1)为解决周年供应问题,我国20世纪80年代开始大量发展节能的日光温室、大棚等设施,但设备简陋、对环境调控能力低,造成我国的设施虽然节能,但低温、弱光、高空气湿度等逆境环境持续时间长,难以满足植株健壮生长的需要;特别是深冬,蔬菜作物仅仅能够维持在温室内不死,并不能正常生长发育,造成植株多数时间处于“亚健康”状态,“免疫力”低下、很易得病,以致盲目

用药普遍。(2)与先进国家相比,我国蔬菜生长期过分强调早熟高产,管理上喜欢“大肥、大水”。以前我国工作重点首先是首先解决蔬菜欠缺和周年供应问题,一切以高产超高产为目标,多是用“大肥、大水”促进植株的快速生长,导致植株生长状况不良而不得不多次用药。

决定蔬菜安全、高品质、稳产的关键在设施环境和栽培管理的“产中”环节上。安全和高品质蔬菜生产从根本上是以蔬菜自身的健康生长为基础的。蔬菜的健康生长一方面取决于对所提供的环境条件的调控,另一方面取决于蔬菜自身抗病、抗逆能力和健壮程度的提高,及内在协调的生理代谢基础上的健康的生长发育。基于此种理论,我们提出“健康栽培”的新概念。“健康栽培”是从设施结构、设施环境条件、肥料、水份、根际环境、抗病优质品种选用等几个关键控制点入手,进行优化调控,通过提高植物本身抗病能力(免疫力)和健壮程度,来减少农药的使用,从而降低产品中农药等有害物质残留的新思想,即在保护地内以植株本身“健康”生长为中心,实施对栽培环境条件包括温度、土壤和空气湿度以及土壤营养供给的有效控制,充分调动植物本身抗病能力(免疫力),提高植株本身的健壮程度,来减少农药的使用量、提高产品的安全质量;在达到较高产量水平的基础上,有效地提高水肥利用率,达到设施蔬菜高产、优质、高效、生态、安全的目标。

1975年我国确定的“预防为主,综合防治”的植保方针,是在国际IPM的发展基础上提出来的,是在长期植保工作经验的基础上提出来的。“综合防治”的含义与国际IPM策略是一致的,“预防为主”是对当时的IPM策略的重要补充。但目前蔬菜行业还多是以用农药治病为主,忽视“预防”的作用,“预防为主”显然做得很不够。特别是设施蔬菜把保护植物的重点放在了控制病虫上面,往往忽视了植物保健、抗性和补偿能力的提高等方面。“健康栽培”新概念的提出就是要将蔬菜病虫害的防治从发现病虫害后的防治向上移动一个层次,将重点放到病虫害的预防上,即一切以植株本身“健康”生长为核心,通过增强作物自身的健康和抗性,使其免遭有害生物的危害。

“健康栽培”提出的理论依据在于:栽培作物是农业生态系统的组成部分,是这个系统的主体,作物的生长发育受生态系统中环境因素的影响。如果环境因素的影响超出了作物的适应范围,就会导致生长不良,而诱发病害。在长期的进化过程中,作物对环境形成一定的适应能力,通过人类的科学栽培管理,改变生态系统中各因素的关系,就可以协调其生理代谢,就可以增强作物自身的健康生长发育能力

和抗性,使其免遭有害生物的侵袭和危害。

目前,我国蔬菜生产正在由注重数量、保障供给向保证安全优质和稳产的方向转变。我国“菜篮子”工程建设今后主要任务是以提高质量安全卫生水平为核心,以保障长期稳定供给为目标,努力实现由注重数量、保证供给向更加注重质量、保证卫生和安全转变;由注重阶段性供求平衡,向建立长期稳定供给机制转变;实现从装满“菜篮子”向丰富、净化“菜篮子”的方向转变。“健康栽培”理论的提出为实现“菜篮子”由数量向质量转变提供了新的技术途径。因此,加强这一领域的基础研究,从而建立起安全、稳产的全新“健康栽培”安全技术体系,对实现设施蔬菜“高产、优质、高效、生态、安全”的目标具有重要意义。

参考文献(References)

- [1]张真和,李建伟.我国设施园艺的发展态势及问题探讨[J].中国蔬菜,1999(3):1~4
- [2]陈殿奎.工厂化农业是现代化农业的重要标志[J].农村实用工程技术,2004(1):12~15
- [3]朱国仁、李宝聚.设施蔬菜产业可持续发展的病虫害防治对策[J].中国蔬菜,2000(增刊):20~25
- [4]朱国仁.对我国设施蔬菜病虫害防治技术的评价和建议[M].1999年病虫害防治绿皮书.北京:中国科学技术出版社,1999.94~96
- [5]郑光华,罗斌.绿色食品蔬菜——21世纪设施农业的主导产品[J].中国蔬菜,1999(1):1~3
- [6]郑建秋,师迎春.发展无公害蔬菜生产必须重视源头[J].中国蔬菜,2002(2):55~56
- [7]李涛.荷兰的IPM技术与研究[J].世界农业,1997(1):39~40
- [8]刘玉萍,张明娜.入世后我国蔬菜产业面临的形势及对策[J].中国蔬菜,2002(1):1~3
- [9]张国宝.美国农业IPM实施概况[J].湖北植保,1998(4):33~35
- [10]Fresco L O. From protecting crop to protecting agricultural production system [A]. In: X III international plant protection congress[C]. 1995
- [11]盛承发,苏建伟,宣维健,等.关于害虫生态防治若干概念的讨论[J].生态学报,2002,22(4):597~602
- [12]Tshernyshev W B. Ecological pest management (EMP): General approaches[J]. Appl. Ent., 1995 (119): 379~381
- [13]李家荣.我国有害生物综合治理(IPM)的进展[J].植物医生,1999,12(2):2~3
- [14]缪勇,陈述仁,卞红正,等.有害生物可持续控制的几点探讨[J].安徽农业通报,2001,7(3):8~10

(责任编辑 邱夜明)

河北唐山
安秀扬书

