

关于害虫生态防治若干概念的讨论

盛承发, 苏建伟, 宣维健*, 王红托, 范伟民

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 讨论有关害虫生态防治策略的若干基本概念, 包括产生背景、含义、与综合防治等的关系以及实施等。综合防治遇到的一些问题使得人们寻找新的策略, 而生态学、计算机、信息科学及分子生物学的知识与技术的普及则催产了生态防治策略。该策略的要义是强调系统观点和经济生态学原则, 运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, 实现环境安全、经济高效、生态协调、持续发展的目标。生态防治的含义与综合防治十分接近, 实践中难以区分。生态防治策略及措施具不同的发展阶段, 且随国家和地区的条件不同而变化。与综合防治一样, 生态防治的实施需要适宜的社会组织, 包含社会组织的统一防治将有助于生态防治的实施。

关键词: 害虫生态防治; 概念; 实施; 持续植保; 中国

A Discuss on the Conceptions of Ecological Pest Management

SHENG Cheng-Fa, SU Jian-Wei, XUAN Wei-Jian, WANG Hong-Tuo, FAN Wei-Min
(Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(4): 597~602.

Abstract: This paper gives an overview on the studies and conceptual development of ecological pest management (EPM) or ecologically based Pest management (EBPM) strategy. Examinations are made on EPM's background, implication, relation to integrated pest management (IPM) and sustainable pest control, and implementation. Trying to solve some problems with IPM needs a new management strategy. The widespread knowledge and technologies of ecology, computer, information and molecular biology sciences lay a foundation of EPM. Essential of this new strategy is to put a stress on principles of system and econ-ecology, use of suitable measures to reduce or regulate a pest population, and requirement of continuous improving the functions of an agroecosystem. It's goals are focused on environmental safety, ecological harmony, economical profitability and development sustainability. There is a close relation of EPM to IPM and it is hardly to distinguish these two strategies in a practical control. The strategy and tactics of an EPM have several stages of development and vary with a change in social, economic and technical conditions in different countries or regions. Implementation of EPM needs suitable social organizations and the community-wide strategy incorporating social organizations can play an important role in the implementation.

Key words: ecological pest management; conception; implementation; sustainable plant protection; China
文章编号: 1000-0933(2002)04-0597-06 中图分类号: S435, S471 文献标识码: A

害虫防治, 人与害虫之间的一场旷日持久的战争。人类采取何种防治策略对于赢得这场战争至关重要。已经提出的策略不下 10 种, 生态防治(ecological pest control)是其中较新的一种, 并已在国内外得到部

基金项目: 中国科学院“十五”新疆棉花资助项目(NK 十五-B-07); 中国科学院东北农业创新工程重大资助项目(KZCX1-Y-07)

收稿日期: 2000-10-18; 修订日期: 2001-06-10

作者简介: 盛承发(1950—), 男, 汉族, 安徽庐江人, 博士, 研究员。主要从事昆虫生态学、经济生态学研究。方方数据

* 通讯作者 Author for correspondence.

分采纳和应用。然而,象“生态”一词一样,生态防治的概念模糊,定义分歧,给研究和应用带来很大不便。鉴于此,本文拟就生态防治的若干基本概念和问题开展讨论。

1 生态防治的产生背景

作为现代人类生存对策的一部分,生态防治策略的产生背景当然是十分复杂的。扼要说来,应归纳于两方面因素,即害虫防治策略自身的需要(内因)和生态知识及有关技术的普及和发展(外因)。

1.1 害虫防治策略的发展要求

害虫,狭义指有害昆虫,一般指有害节肢动物及软体动物,广义指一切有害动物。不难推断,自有栽培作物起,害虫问题就为人类所遭遇,而且成为农林生产的重要制约因素,因此我国古代就将害虫与旱涝等一起列为自然灾害。近年来,世界农作物因虫害每年损失产量 15%~25%左右,尽管防治已花费上百亿美元的代价。防治害虫,称为人虫大战,由来已久,早在西周时期《诗经》就有“去其螟,及其蠹贼,无害我田”的诗句,将螟虫、蝗虫、蝼蛄等地下害虫以及粘虫列为四大类害虫,务求除去,以保护庄稼免受其害^[1]。可见害虫问题的持久性、广泛性和严重性。

随着社会发展和经济技术条件的改善,害虫防治策略处于不断发展变化中,在二次大战前基本上是自然防治和农业防治,此后几十年基本完全依赖化学防治,20 世纪 70 年代后才逐渐并最终广泛认同综合防治(IPC)或综合治理(IPM)^[2~4]。

综合防治的初级水平是协调化学防治与生物防治之间的矛盾^[2],在我国则更多地包括农业防治及“土”农药等防治措施^[5,6]。按马世骏阐释,综合防治的较高级水平还包括对于防治对象的综合,分为一种作物上的全部害虫和一定农林区内所有病虫害^[7]。

综合防治策略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^[8,9];④有害生物治理应放在自然-经济-社会大系统中去进行^[10];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, 12];⑥综合防治实际上忽视对于植病和杂草的控制;⑦综合防治难以实施,主要障碍来自技术、财政、教育、组织及社会 5 方面^[13]。由于这些问题,需要寻找新的防治策略。

1.2 生态学知识和相关技术的发展与普及

害虫防治工作呼吁新的防治策略,但新策略的产生尚需一定的条件。生态学的发展和相关技术的开发与普及正好提供了这种条件。20 世纪 60 年代以来,以《寂静的春天》为起点,唤醒了人们的生态觉悟。70 年代后,计算机技术迅速发展和普及,系统科学也迅速发展,系统论、整体论深入人心,系统分析逐渐成为常用的研究方法,使得人们能够去解析农业生态系统等复杂系统的不同组分并确定它们各自的功能。90 年代以来,信息技术突飞猛进,RS、GIS 和 GPS 等极大地扩展了信息来源与共享并降低了信息获取的代价。如今“生态”业已成为上从国家领导下至普通百姓的日常词汇,这些空前的觉悟、意识、知识和技术奠定了生态防治策略的基础。以基因工程为代表的生物技术的发展无疑催动了生态防治的问世,转基因抗虫作物及新型生物农药的使用为生态防治增添了有力手段。生态农业也带动了生态防治的提出。害虫防治隶属于植物保护,而后者又是农业“八字宪法”中的一项,既然已有生态农业的概念,那么生态防治的提出便是水到渠成的事。生态农业在不同的国家和地区,有着不尽相同的含义。我国 1981 年提出的生态农业在发展中国家较有代表性,它实质上是一种综合生态因素和社会因素而形成的生态经济农业,是一种依照生态学、经济学和工程学原理,应用现代科学技术、管理手段以及传统农业精华建立起来的,具有较高生态效益、经济效益和社会效益的新型农业模式^[14]。生态农业的这些原则也正是害虫防治所要遵循的原则,而生态防治恰是体现这些原则的一个方便的表达。

1.3 生态防治及有关名词提出的时间

可能原有的防治措施就应属于生态防治范畴,但有意识地运用生态学原理去防治害虫则只是现代的事。在我国,20 世纪 50 年代治理蝗灾时大量开展生态学研究,系统说明害虫防治策略的生态学基础

不迟于 1976 年^[15]。明确提出害虫生态控制名词的时间不迟于 1985 年^[16]。随后其他作者于 1993、1996 和 1998 年分别提出生态控制、生态管理和生态调控等名词^[9, 11, 12]。此外还有生态防治专题科普书^[17]。在国外,Smith 等指出“综合防治利用一切生态学资源,这给予人们可能的最持久、满意和经济的害虫控制^[18]”。明确提出“基于生态的害虫防治策略”的概念不迟于 1981 年^[19]。在明确提出生态治理名词的文献中,影响较大的有 Tshernshev 于 1995 年提出的害虫生态管理(ecological pest management 或 EPM)^[8]和美国国家科学研究委员会(NRC)于 1996 年提出的以生态为基础的害虫治理(ecologically based pest management 或 EBPM)^[20]。

2 生态防治的含义

需要说明的是,以上不同作者提出生态防治及同类名词时,可能基于不同的侧重点,但为了方便讨论,本文不区别这些名词,而将害虫的生态防治、生态控制、生态治理、生态管理、生态调控及以生态为基础的治理等视为同义。当年提出害虫综合防治后,出现了综合治理、综合管理等名词,后来联合国 FAO 专家组认为 IPM 与 IPC 同义。在我国大多沿用综合防治一词甚至将 IPM 翻译成综合防治。

在众多的有关文献中,尚未找到较为公认的生态防治的确切定义,这并不奇怪,因为生态和生态学这两个名词本身的定义就很分歧^[21]。定义多表明它们在迅速发展,人们的认识在迅速加深。同时表明生态防治的理论远落后于实践,现在更需要把握它们的基本含义。按照从个别到一般的归纳方法,顺着措施、原则、目标的线索,讨论生态防治的实质或基本含义。

钟文勤等提出生态控制是针对内蒙古鼠害草场的害鼠防治的,重点采取的措施包括休牧、轮牧、轮封、灌溉、施肥、补播、围建、恶化害鼠越冬和早春繁殖条件以及保护天敌等,不排除早春或有计划地施用化学杀鼠剂。原则是注意害鼠与环境的整体性,采取多层次协同调整。目标是防止草场退化,保证资源永续利用,达到生态、经济、和社会效益的优化结合和统一^[16]。

盛承发等在华北棉区采用提高二代棉铃虫经济阈值、辅以人工去除部分早蕾,适当追肥浇水,获得治虫、增产、少污染的良好收效,成功地示范了防治新策略。其原则是利用棉株与棉铃虫的协同进化关系,变人为对抗为适度容忍,激发和增强植株自身的耐害补偿和超补偿功能。目标是增产、减耗、不造成或大大减轻环境污染,提高生态效益和经济效益^[22]。

乔晓军在控制温室病虫害中,采取的主要措施有冬季除虫清洁、处理种子、夜间通风降湿(降温)、物理诱杀白粉虱、点片药剂处理病株、尽量使用生物农药和增效剂。原则是增进系统健康。目标是提高防效,减少农药用量,增加经济效益与生态效益^[23]。

类似例子还有很多。常用措施还有选择抗性作物品种、种植诱集植物和应用性信息素等。由此不难看出生态防治的措施可能是任何种类的,单一的或组合的。选择措施并集成的原则是经济合算、社会接受、环境友善(environmentally freindly)、生态持续、简便易行、服从整体^[20,24]。有的专家还强调循环再生、和谐共生、相依相克、自我稳定等原则^[11, 12]。至此,生态防治的目标已经清晰,集中于安全健康、经济高效和持续发展^[20],只不过不同作者的目标优先顺序不一致而已。

至此,需要给生态防治策略下一个定义为:依据整体观点和经济生态学原则,选择任何种类的单一或组合措施,不断改善和优化系统的结构与功能,使其安全、健康、高效、低耗、稳定、持续,同时将害虫维持在经济阈值水平之下。

上述环境友善和系统改善两条原则,这涉及到生态防治中对化学毒杀剂的限定。在一个人为扰动而失衡或退化的系统中,害虫为害猖獗,“3R”问题严重,只要能减少农药用量,经济上合理,并符合上述其它主要原则,有恢复和改善系统的功用,就应归入生态防治范畴。对那些健康的系统,自我稳定性较好,或以其它措施即可达到以上目标,任何施用化学毒杀剂的措施都是背离生态防治原则的。按化学毒杀剂使用与否,生态防治可分为广义的^[16, 20]和狭义的^[8]两大类。

3 生态防治与综合防治及持续控制的关系

讨论现有生态防治策略之间的关系,有助于进一步认识生态防治的本质和地位。生态防治应是害虫防治策略的继续和发展,当然也会带有已有策略的合理成分。

3.1 与综合防治的关系

马世骏为综合防治下了一个比较全面的定义,即“从生物与环境的整体观点出发,本着预防为主为指导思想和安全、有效、经济、简易的原则,因地因时制宜,合理运用农业的、化学的、生物的、物理的方法,以及其它有效的生态手段,把害虫控制在不足危害的水平,以达到保护人畜健康和增加生产的目的^[7]。”防治工作可“以生态系统或一定范围的农林区”内“全部重要病虫害”为对象。此前他就深刻阐明了增加生产的植保经验,“以作物为中心,以增产为目标”的“植物保护准则”,“它体现了农业生产的整体思想,也指出了植保工作的最终目的”^[16]。同期国外关于综合防治的定义一般为:“害虫综合防治是一个害虫治理体系,根据所处的环境及害虫种群动态,尽可能地以一种相容的方式使用所有适宜的技术和方法,将害虫种群维持在造成经济为害水平之下^[25]。”甚至有这样的定义:“符合生态方向的、经济可行的、社会可接受的,能够合理地、明智地使用化学杀虫剂的技术,这就是 IPM^[26]。”此类定义比马世骏的定义浅显、狭窄。国外最近出现的定义“IPM 是一个选择和使用害虫防治措施的决策支持系统,基于代价-收益分析,考虑到对生产者、社会和环境的利益和影响,将这些措施单独或协调地融入治理方案中^[27]”。此与马世骏的定义比较接近。对照马世骏的定义可知,前述许多对于综合防治的批评显得无力,很可能是国外作者不大了解这篇中文文献的缘故。生态防治与综合防治^[7]大部分相同或相近,只是生态防治更强调(并非崭新提出)环境友善、系统健康和持续发展。不怪乎钟文勤等在提出内蒙古草原鼠害生态控制对策时结论说:“以生态控制为主的综合防治对策^[16]”,Flint 和 van den Bosch 也称 IPM 为基于生态的防治对策^[19],这一观点后来受到较广泛的认同^[12, 20, 22~24],甚至认为 EBPM 的提法将混淆人们对于 IPM 的认识^[27]。

受自然农法(natural farming)、有机农业(organic agriculture)、生物动力农业(bio-dynamic agriculture)、生物农业(biological agriculture)和生态农业(ecological agriculture)等影响较大,国外一些作者提出的生态防治可能与马世骏定义的综合防治差别较大,按本文观点,它们多数应归入狭义生态防治范畴。

3.2 与持续控制的关系

1980 年,世界自然保护同盟首先提出可持续发展(sustainable development)概念。1992 年 6 月在巴西里约召开的环发大会确定了人类社会可持续发展的方略,许多学者认为影响农业持续发展的重要根源是滥用农药和化肥,使有害生物的持续控制问题显得突出。1995 年 7 月在荷兰海牙召开的第 13 届国际植物保护大会的主题就是“可持续的植物保护造福于全人类”。近年来,害虫持续控制(sustainable pest management)的讨论渐多,但难以找到一个比较一致的定义。不过其主要含义与持续农业一致,即①经济高效;②环境改善;③稳定协调;④持续发展。要领是在农业生态系统的整体中,以合理的经济代价和尽可能小的环境代价,将害虫维持在低发生水平上,实现当前生产的高效目标,且不损害他人和未来的利益。由此可见,持续控制与生态控制的含义几乎完全一致。事实上,不少作者并不区别二者,或将害虫的生态防治或综合防治置于持续农业之下加以讨论^[28~31]。

4 生态防治的实施

应用是农业技术的归宿。对综合防治策略的批评之一就是它实施困难。对于实施生态防治的条件,NRC 农业专家组关于生态治理的专著中有较详细的说明^[20]。主要包括:①资金与技术支持;②技术顾问与生产者的联系;③信息的传递;④种植者的协作;⑤集体联合行动等。应当指出,这些方面的困难在综合防治的实施中早已存在。事实证明,这些困难在发达国家未能很好解决,更不用说在小农经济的发展中国家。当然,处于信息时代,有些困难可能变小,尤其是顾问与生产者之间的联系。不过,也应同时看到,生态防治比综合防治要求以更小的风险,解决更大范围和更长远的问题,这无疑带来新的困难。

我国农民的经营规模是极小型的,害虫防治行动极分散,防治措施尤其是生态防治措施的效果极难保证。为了越过这一障碍,在遭受棉铃虫灾害的惨重损失后,于 1992 年提出了统一防治策略,它由两部分组成,一是技术体系(综合防治),二是人员的社会组织体系,因此是在更大尺度上的治虫策略,至少是综合防治的组织和社会保证^[32, 33],从而克服了大面积(一个或几个县)统一除蛹、诱蛾、喷洒 Bt 等无公害防治的实施困难,在我国棉铃虫治理中取得良好收效^[34]。对这一策略,国务院以国阅[1993] 70 号送发党和国家最高领导、有关部门和棉花主产省、区,农业部称之为重要经验^[35]。与综合防治一样,生态防治也需要在自然-经

济-社会复合生态系统中实现^[10]。因此,对于生态防治,统一防治也会起着保障实施的作用,尤其在中国等小农经济国家。

5 小结与讨论

随着社会经济的发展和生活水平的提高,害虫综合防治策略遇到了新的困难,迫切需要新的防治策略。另一方面,人们生态觉悟的提高和环境意识的增强,计算机、信息和生物技术的发展,为害虫生态防治策略的产生提供了条件。生态防治及其繁多的同义词的核心是依据整体思想和经济生态学原则,运用任何适宜的措施,调控害虫种群,改善和优化系统功能,实现环境安全、生态协调、经济高效、持续发展的目标。生态防治是以往防治策略的延续和改进。与综合防治相比,其显著改进是强调整体效能、系统健康和持续控制,因此更符合农业生产和社会发展趋势。

既然生态防治着眼于持久和未来,它就有不同的发展阶段,期望能够因时制宜由低级到高级稳步发展。同时,生态防治需要在复合生态系统中进行,必然要接受所在社会的强烈影响,从而带有不同社会的特征。不同国家和地区的生态防治策略及技术可能是完全不同的,因此要因地制宜进行。

当今世界出现“科学生态化”^[21]和“生态政治化”的明显倾向。生态防治的提出与这种倾向不无关系。“生态”毕竟是一句响亮的口号和一面鲜明的旗帜,很可能有利于引起全社会对治虫工作的重视,有利于开展国内国际各种防治力量的协作,提高害虫防治的科技水平和增加其对社会的贡献。马世骏先生在 25a 前就阐明植保工作也要立足于“改”字,方能适应迅速发展的农业^[7],生态防治算是防治策略的一种改进。

生态防治策略仍属于技术范畴,仍未摆脱“物”的局限,它的实施还有赖于人的适当的组织形式,因此统一防治仍不失为实施生态防治的重要保障,在发展中国家尤其如此。

生态防治面临着系列困难,资金和技术的短缺,信息获取、加工与传递的代价,各种社会力量和集团间的利益冲突,国家或地区之间条件的巨大差异。诸如此类的困难,即使最终能得到基本克服,也需要相当长的时间。

参考文献

- [1] Zou S W (邹树文). *The history of entomology in China*(in Chinese). Beijing: Science Press, 1982. 1~242.
- [2] Stern V M, Smith R F, Bosch R v d. The integrated control concept. *Hilgardia*, 1959, **29**: 81~101.
- [3] Huffaker C B ed. *New technology of pest control*. Wiley-Interscience, New York, 1980. 1~500.
- [4] Qiu S B (邱式邦). Prevention and integrated control as key strategy in plant protection policy. In: Zhang Z L (张芝利)eds. *Proceedings of the National Symposium on IPM in China*(in Chinese). Beijing: Agricultural Science & Technology Publishing House of China, 1996. 7~9.
- [5] Qi Z S (齐兆生), Zhang Z P (张泽溥), Wang D X (王德秀). Integrated control of red spider mites in cotton. *Bulletin of Agricultural Sciences*(in Chinese)(农业科学通讯), 1952, (5): 20~22.
- [6] Chu H F (朱弘复). On the theory and practices of integrated control of insect pests. *Scientia Agricultura Sinica*(in Chinese)(中国农业科学), 1963, (3): 29~31.
- [7] Ma S J (马世骏). Introduction to IPC. In: Institute of Zoology, CAS (中国科学院动物研究所)ed. *Integrated control of main pests in China*(in Chinese). Beijing: Science Press, 1979. 1~21.
- [8] Tshernshev W B. Ecological pest management (EPM): general approaches. *J. Appl. Ent.*, 1995, **119**: 379~381.
- [9] Zhang Z (张真) and Zhou S Z (周淑芷). The approaches of IPM: Ecological pest management (EPM). In: Zhang Z L (张芝利)eds. *Proceedings of the National Symposium on IPM in China*(in Chinese). Beijing: Agricultural Science & Technology Publishing House of China, 1996. 96~98.
- [10] Ge S K (葛绍奎) and Li D M (李典谟). A study of sustainable pest management in agriculture. In: Zhang Z L (张芝利)eds. *Proceedings of The National Symposium on IPM in China*(in Chinese). Beijing: Agricultural Science & Technology Publishing House of China, 1996. 90~94.
- [11] Ding Y Q (丁岩钦). Ecological management of pest insect populations. *Acta Ecologica Sinica*(in Chinese)(生态学报), 1993, **13**(2): 99~106.
- [12] Ge F (戈峰). The principles and methods of ecological regulation and management of pests. *Chinese Journal of Ecology* (生态学报), 1998, **17**(2): 38~42.
- [13] Wearing C H. Evaluating the IPM implementation process. *Ann. Rev. Entomol.*, 1988, **33**: 17~38.

- [14] Yan L J(严力蛟), Miao Z W(苗泽伟), and Tang J Y(汤金尧). A discussion on sustainable agriculture and eco-agriculture. In: Chen X F(陈晓峰)eds. *Ecological Research and Sustainable Development* (in Chinese). Beijing: Environmental Science Press of China, 1997. 213 ~ 218.
- [15] Ma S J(马世骏). On the integrated control of agricultural insect pests. *Acta Entomologica Sinica* (in Chinese) (昆虫学报), 1976, **19**(2): 129 ~ 141.
- [16] Zhong W Q(钟文勤), Zhou Q Q(周庆强), and Sun C L(孙崇璐). The basic characteristics of the rodent pests on the Inner Mongolia and the ecological strategies of controlling. *Acta Theriologica Sinica* (in Chinese) (兽类学报), 1985, **5**(4): 241 ~ 249.
- [17] Fan W M(范伟民) and Sheng C F(盛承发). *The war of man vs. insect-On ecological control of insect pests* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press ,
- [18] Smith R F and Allen W W. Insect control and the balance of nature. *Sci. Am.*, 1954, **190**(6): 38 ~ 92.
- [19] Flint M L and Bosch R v d . *Introduction to integrated pest management*. New York: Plenum, 1981, 240.
- [20] National Research Council. *Ecologically based pest management: New solutions for a new century*. Washington, D. C. : National Academy Press, 1996. 144.
- [21] Sheng C F(盛承发). Development of conception in ecology. In: Wan F H(万方浩)eds. *Transactions of the Ecological Society of Chinese Youth Vol. 1* (in Chinese). Beijing: China Science & Technology Press, 13 ~ 23.
- [22] Sheng C F(盛承发). A successful demonstration of raising the economic threshold of the 2nd generation of cotton bollworm with rational square removal. Kunchong Zhishi. *Entomological Knowledge* (in Chinese) (昆虫知识), 1978, **21**(4): 156 ~ 157.
- [23] Qiao X J(乔晓军). *Studies on greenhouse ecosystem health. I: Development of digital systems for monitoring and controlling greenhouse environment and its application to analysis of aphid population dynamics* (in Chinese). Ph D dissertation. Beijing: China Agricultural University, 2000. 1 ~ 126.
- [24] Singleton G R, et al. eds. *Ecologically-based management of rodent pests*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1999. 494.
- [25] FAO. *Rep. FAO panel of experts on integrated pest control*, 3rd. Sept. 10 ~ 16. Rome, Italy: FAO-UN, Meet. Rep., 1970/M/7, 1975. 38.
- [26] Metcalf R L. The ecology of insecticides and the chemical control of insects. In: M. Kogan eds. *Ecological theory and integrated pest management practice*. New York: John Wiley & Sons, 1986. 251 ~ 297.
- [27] Kogan M. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.*, 1998, **43**: 243 ~ 270.
- [28] Cai Q N(蔡青年), Zhang Q W(张青文). The IPM strategy of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in sustainable agriculture. In: Chen X F(陈晓峰)eds. *Ecological research and sustainable development* (in Chinese). Beijing: Environmental Science Press of China, 1997. 233 ~ 237.
- [29] Ge F(戈峰) and Li D M(李典谟). Insect pest management in sustainable agriculture. *Entomological Knowledge* (in Chinese) (昆虫知识), 1997, **34**(1): 39 ~ 45.
- [30] Yan Y H(严毓华). New directions in insect pest control: Alternatives towards sustainable pest management. In: Zhang Z L(张芝利)eds. *Proceedings of The National Symposium on IPM in China* (in Chinese). Beijing: Agricultural Science & Technology Publishing House of China, 1996. 39 ~ 42.
- [31] Liu S S(刘树生). IPM in face of opportunity, challenge and its countermeasure. *Plant Protection* (in Chinese) (植物保护), 2000, **26**(4): 35 ~ 38.
- [32] Sheng C F(盛承发), Tu Y Q(屠予钦), and Guan Z H(管致和). The fundamental way out for control over the bollworm in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences* (in Chinese) (中国科学院院刊), 1994, **9**(1): 42 ~ 46.
- [33] Sheng C F(盛承发) and Xuan W J(宣维健). Development of the community-wide control of cotton bollworm in China. In: *Proceedings of Sino-American Symposium on Agricultural Research and Development in China* (in Chinese). Beijing: Agricultural Publishing House of China, 1996. 125 ~ 128.
- [34] Xu J(许建). The difficulties and strategies of the cotton bollworm control. *Xinjiang Agricultural Sciences* (in Chinese) (新疆农业科学), 1998, (2): 73 ~ 75.
- [35] Bai Z J(白志健). Making good use of technologies and key measures for a bumper harvest of cotton this year. Xinjiang Nongye Keji. *Xinjiang Agricultural Science & Technology* (in Chinese) (新疆农业科技), 1997, (5): 2 ~ 4.