

利用天敌昆虫防控温室害虫的研究进展

高 熹¹, 曹凤勤², 吴国星¹

(1. 云南农业大学 植物保护学院, 云南 昆明 650201; 2. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 儋州 571737)

摘 要:近年来世界温室面积逐年增加, 温室害虫的发生也日益加重。随着人们对无公害产品的需要及环境意识的提高, 温室内的天敌昆虫的使用也受到了越来越多的关注。该文概述了在温室害虫上寄生性和捕食性天敌的应用; 总结了温室内天敌昆虫使用的限制性因素及控害调控的方法, 并提出了今后的研究方向。

关键词:温室; 天敌昆虫; 防控; 温室害虫; 限制性因素

中图分类号:S 476 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)23-0193-05

近年来, 世界各地的温室利用已越来越广泛^[1-2], 2006 年时全世界的温室面积已达 2 400 000 hm², 而其中玻璃结构的达 45 000 hm², 温室的数量正处于急剧上升的态势^[3]。温室可以避开气候变化所带来的负面效应, 并可提高光强、温度与水分的可利用性, 加强了对病虫害的控制能力, 部分温室内的环境条件可以直接由技术进行调控, 但相对来说造价比较高^[4-5]。

温室中的植物与大田作物不同, 有其特殊性: 如种在塑料大棚或玻璃温室里的蔬菜或花卉, 终年保持高湿; 春夏秋高温冬低温; 多数温室设施条件不够严密导致害虫能从外界进入^[6]。现代的温室害虫多是小型的刺吸式口器昆虫, 如蚜虫、粉虱、蓟马、叶蝉和螨类等, 但在有些地区一些鳞翅目幼虫如斜纹夜蛾 (*Spodoptera litura*) 等害虫也偶有发生。通常这些害虫的控制主要是依赖于化学防治, 但近年来化学农药的过量使用导致害虫的抗药性增强、蔬菜上的农药高残留等一系列问题, 随着公众对无公害食品的需求以及环保意识的增强, 国内外的科研人员都开始关注温室害虫的生物防治, 特别是天敌昆虫的利用与释放。

1 温室害虫的生物防治

在温室里的害虫与大田中的害虫相比比较特殊, 多数为多食性, 有着广泛的寄主范围。因为温室作为

一个温暖湿润的非生物环境, 天敌或病原菌较难以进入, 害虫容易对一般的杀虫剂产生抗药性^[7]。无论是从环境还是经济前景来看, 在温室中使用生物防治都将是杀虫剂的替代品^[8]。近年来, 欧洲就大力推广生物天敌既降低了农药的成本又极大地提高了产量^[9]。

温室中作物的密度更高, 而且没有休闲期, 从而容易引发病虫害的发生与流行, 而自小在肥水供应充足的环境里长大的植物更是对病虫害相当敏感^[2]。但是, 温室里的气候可由人工调控, 从而可以通过创造出适合的气候利于天敌的生长发育, 有利于生物防治的进行^[10]。而且在温室中, 释放天敌在温室中没有时间的限制, 极大地方便了使用者^[11]。

世界上最早的天敌扩繁释放始于欧洲, 在 1734 年 Réaumur 即开始建议生产者释放草蛉来控制蚜虫^[12]。Kirby 等认为可以在温室里使用瓢虫^[13]。Van Lenteren J C 提出应该在温室里扩繁食蚜蝇幼虫^[14]。早期人们在温室中使用的是短期的专食性天敌, 而在现代以广食性天敌的使用占主导地位^[15]。专食性天敌在某些特殊的系统中是无效的 (如快速繁殖的害虫种群下降时), 而广食性天敌在害虫发生前它们也会有充足的食物来源, 只要给广食性天敌提供充足的有花粉的植物 (如甜椒), 就可以使广食性天敌建立起种群, 它们就可以在温室中很好地发挥控害作用^[16]。

生物防治已在众多作物上广泛使用, 在全世界已有超过 150 种的天敌投入使用^[14], 但其中 90% 的商业化销售却只集中在 30 多个种里^[17]。而天敌产生效益的 80% 则来自于在温室中的使用^[14], 2000 年时在欧洲使用生物防治的温室面积已达 15 000 hm²^[11], 全世界在 2007 年时面积已达 32 000 hm²^[14], 而近年来这一数据还在不断地增加中。全世界的温室系统中, 释放丽蚜小蜂 (*Encarsia formosa*) 的收益占了 25%, 捕食螨—智利小植绥螨 (*Phytoseiulus persimilis*) 和黄瓜钝绥螨 (*Amblyseius cucumeris*) 的收益占 12%^[14]。

第一作者简介:高熹(1980-), 女, 福建福州人, 硕士, 讲师, 现主要从事昆虫生态学方面的研究工作。E-mail: chonchon@163.com。
责任作者:吴国星(1975-), 男, 山东临沂人, 博士, 副教授, 现主要从事昆虫毒理学和农业害虫防治及环境生物学方面的研究工作。E-mail: wugx1@163.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30960221); 云南省自然科学基金资助项目(2008CD135); 公益性行业(农业)科研专项资助项目(201003029)。

收稿日期:2011-10-17

2 温室中的天敌昆虫

早在 1930 年以前,英国就开始利用丽蚜小蜂(*E. formosa*)来控制温室白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*),这是在保护地作物上最早的成功范例^[18]。此范例也被认为是温室生物防治历史上最成功的一个例子^[19]。在 20 世纪 30 年代,丽蚜小蜂被引入欧洲的其它国家以及意大利、澳大利亚和新西兰。但到了第二次世界大战以后,杀虫剂的使用导致了这项实践的中止。直至 20 世纪 70 年代,杀虫剂抗性问题的出现才使得人们重拾对丽蚜小蜂的兴趣。到了 1996 年,在拥有温室工业的 35 个国家中有 20 个国家都已开始使用丽蚜小蜂^[19]。对于斑潜蝇(*Lyriomyza* spp.)来说,寄生是最好的也是唯一的生物防治方法^[20]。天敌越专一,对其它非靶标生物的影响就越小,特别是那些在温室中释放的寄生性天敌,它们对寄主是非常专一的^[21],从而降低了对其它非靶标生物的风险性。

温室中的捕食性天敌按照它们的食性可以分为专食性和广食性两类。在温室中最重要的专食性天敌是一种捕食螨—智利小植绥螨(*Phytoseiulus persimilis* (蜱螨亚纲植绥螨科)),此螨捕食速率很快,它的成功释放可以说是捕食螨在温室生物防治上的首次成功应用^[22];自 20 世纪 50 年代首次发现以来,它已在全球的众多温室和大田作物上得到了广泛的应用^[23]。广食性天敌不仅仅取食节肢动物,它们也吃植物产品或真菌^[24]。捕食性天敌大都发源自田间,在田间天敌通常都是处于一种比较饥饿的状态。因此,从进化的角度来看,捕食性天敌逐渐地调节它们的食性以适应食物的不足,包括取食一些非节肢动物性食物(如花粉),但这些食物不一定能给它们的发育和繁殖提供足够的营养,因此这些天敌还必须捕食一些节肢动物来获取必要的营养^[25]。广食性天敌在一定范围的害虫防治上的应用也是非常成功的,一种捕食螨(*Amblyseius swirskii*)就很成功地用来防治温室里的白粉虱和蓟马^[26]。这种捕食螨与小花蝽(*Orius* spp.)相比它的优势在于它的易于饲养性(用麦糠和贮藏性螨就可饲养),可以更好地减少商业成本。尽管存在集团内捕食(Intraguild predation)等问题,广食性天敌在温室害虫的防治中仍显示出了越来越重要的地位,也获得了越来越多的关注^[27]。

3 温室中天敌昆虫使用的限制性因素

尽管生物防治的优点显而易见,但因生物防治依然存在不少的局限性,多数国家在温室中的生物防治利用率还不是太高。下面针对温室中天敌昆虫使用的限制性因素作以简述。

3.1 环境因素

温室里的温度控制已成为昆虫天敌控效的瓶颈之

一。如在日本,冬天温度太低就易导致了天敌释放的失败,如智利小植绥螨(*P. persimilis*)的使用上就出现过这类问题,丽蚜小蜂(*E. formosa*)的释放也曾经有过这样一次失误^[6]。另外像地中海的干热气候,智利小植绥螨也难以适应,释放以后控制效果较差^[1]。

3.2 作物及害虫的自身原因

有些作物生育期太短,如莴苣从播种到采收就 6 周,使用生物防治不太经济^[1]。如果温室里有休闲期(温度过高或过低),天敌则无法生存;如将所有植物收离温室,则天敌也会全部离开;相同的天敌在不同的作物上控效也不一定相同,如天敌在叶面多毛的植物如西红柿上的效果一般就不好;另外,有些植物的分泌液对天敌有毒^[28]。

有些害虫增长太快,天敌难以捕食或寄生。如果所有害虫都死亡,则天敌也无法生存;如果害虫密度过高,而天敌又是首次释放,则有可能控效不高。另外有些种类的害虫难以被天敌或选择性杀虫剂杀灭,所以此时只有依赖广谱性杀虫剂。人们对于害虫为害的低耐受性可以说是生物防治上的最大困难,作物受害程度一旦上升,众多种植者就会迅速采用化学防治而放弃生物防治^[29]。

3.3 天敌原因

3.3.1 天敌的释放时间 在温室中,害虫不一定会发生或发生较晚,因此天敌太早或太晚释放就会造成浪费或是失去控效,在日本 *P. persimilis* 和 *E. formosa* 的使用上就出现过这种问题,释放期的延迟就导致了这种天敌释放的失败^[6,29]。

3.3.2 天敌间的集团内捕食等现象 使用广食性天敌的威胁在于这些捕食性天敌会进攻其它与之猎物相同的天敌(集团内捕食),以及其它天敌(高序捕食作用 high-order predation)。集团内捕食有可能会带来控制效应的减弱,因此一种天敌物种与几种天敌物种共存时,生物防治的效果不尽相同^[30]。猎物的种类不同可能使控制效果提升,因为广食性天敌可通过充足的食物来扩大种群数量并提高捕食功能^[31]。另有报道表明,猎物相同的捕食者在猎物种群密度低的情况下,因自身种群受到抑制,也可能能让对方保留一定的种群数量^[32]。因此并不可单纯地认为天敌的生物多样性越丰富,对害虫的控效就越好。

3.4 其它限制性因素

虽然很多天敌已得到了注册,包括本土的和引进的天敌,在很多地方仍是由一些私营公司在生产。咨询服务开展得不深入,种植者对生物防治知识的匮乏,往往引致生物防治的失败。此外,生物防治技术的复杂以及新型高效杀虫剂的使用也是生物防治的限制性因素,如人们在丽蚜小蜂(*E. formosa*)释放后 2 周施用杀虫剂,发现小蜂仍然全被杀死^[29]。

4 温室中天敌昆虫的控害作用调控

为了增强温室中天敌昆虫的利用效率,提高种植者使用生物防治的积极性,人们就如何提高温室中天敌昆虫的控害作用,作出了一系列的探索。

4.1 温度的调控

日光温室主要热量来源就是阳光,因此昼夜温差较大;在可调温的温室内基本就不存在低温导致天敌冻死的现象。与害虫不同,多数捕食和寄生性天敌的适宜温度是 18.8℃ 左右,相对湿度是 60.90% 左右^[28]。因此,建议在冬季寒冷的地方进行生物防治可在加温温室内进行,塑料日光温室可在一些热带或是冬季较温暖的地区使用。

4.2 温室内外植被管理

温室周围环境的植物数量和地形特点会影响通过温室开放而进入温室天敌的数量,然而害虫的迁移只受温室周围的地形所影响。在伊比里亚半岛东北部,温室白粉虱(*T. vaporariorum*)主要有 2 种捕食性天敌: *Macrolophus caliginosus* 和 *Dicyphus tamaninii*。在冬天,天敌会在温室外的少数农作物和非农业植物上越冬,如马铃薯;而到了春天这些天敌又会扩散到其它植物上。这些昆虫越冬庇护植物的出现与天敌在周围作物中的捕食行为提高密切相关^[33]。Alomar 也证明作物周围植物的远近和复杂性都会影响天敌的捕食能力^[34]。

各种类型的覆盖作物或 Banker Plant 的种植可以给天敌提供花蜜、花粉以及栖息场所,从而达到保护天敌的目的;并提供适宜的小气候,并促进中间寄主或中性昆虫的生长,从而有利于天敌捕食功能的增加^[35-36]。在温室内种植烟草(*Nicotiana* spp.)可以吸引一种捕食性盲蝽(*M. caliginosus*),从而控制番茄上白粉虱的为害^[37]。在蔬菜温室内种植大麦、小麦,其上的中间寄主禾谷缢管蚜(*Rhopalosiphum padi*(不为害蔬菜))能促进棉蚜(*Aphis gossypii*)的天敌粗脊蚜茧蜂(*Aphidius colemani*)的种群增长,从而提高了蚜茧蜂对棉蚜的寄生率^[38]。Frank 还提出如果在温室中不得已要使用杀虫剂时,可以将 Banker Plant 暂时移出温室,等过了安全间隔期后再将其移入,也就是说即使室内的天敌都被杀虫剂杀伤,Banker Plant 上保存下来的天敌依然可以起到控害作用^[36]。

4.3 天敌释放时间及次数的选择

天敌释放时间的延迟通常会导致生物防治的失败^[6,39]。因此害虫的早期种群变动监测将是关系生物防治成功与否的关键因素。各种色板可以用来诱集害虫,从而对害虫做出监测。在日本很多温室里已普遍使用黄色粘虫板诱集粉虱成虫和使用二项式抽样模型来监测粉虱成虫的发生,从而用来预报丽蚜小蜂的释放时间并评价控制效果^[40]。然而释放成本低廉的天敌可常年的阶段性释放以取代监测;此外释放天敌必

须了解天敌的生活史,有些物种寿命短的(只能活几天)那就必须经常性(如 2 周 1 次)释放,而有些寿命长的(达几周)就可以减少释放次数^[28]。

4.4 不育昆虫(害虫)的释放

大面积的释放不育昆虫可以增加天敌的寄主或捕食来源,从而有利于天敌种群的繁衍^[41]。Barclay 报道配合使用寄生蜂和不育昆虫释放这 2 种技术,控效比分别单独使用的要好很多^[42]。在夏威夷,大面积释放小繭蜂(*Diachasmimorpha tryoni*)并配合释放不育雄虫用于控制地中海实蝇(*Ceratitis capitata*)时也得到了相同的结论^[43]。三叶斑潜蝇(*Liriomyza trifoli*)的防治上也收到了相似的效果^[44]。但释放不育昆虫有一定的局限性,一般来说,它只适合于 1 次交配的害虫,而对于多次交配的害虫效果不佳^[45]。

4.5 食饵喷雾

利用食饵喷雾可以调控瓢虫种群的聚集和分散,从而可以提高生防效果^[46]。如在紫花苜蓿丛中喷洒蔗糖,则可以吸引瓢虫聚集,从而很好地控制苜蓿叶象甲(*Hypera postica*)的幼虫^[47]。但在半翅目上就无法采用此项技术^[48]。

4.6 复合捕食

当温室里温室白粉虱(*T. vaporariorum*)和西花蓟马(*Frankliniella occidentalis*)共存时,温室白粉虱的被捕食率会大大提高,而且天敌的种群数量可以比分别单独捕食这 2 种害虫时增长 15 倍^[31]。室内观察表明,复合捕食后,由于食物因素使得天敌体内的保幼激素含量上升,从而导致天敌数量的增长。

5 展望

温室种植为人类带来了更多的物质产品,同时其特殊的环境也加重了昆虫的发生与为害,长期的化学防治已引起了害虫的抗药性、农药残留等问题。毫无疑问,生物防治在温室病虫害的综合治理中逐渐会上升至重要地位,利用天敌昆虫捕食或寄生害虫在温室中的应用虽已取得了一定成效,但还有很多问题亟待解决。有不少研究都表明,捕食性天敌的物种多样性和丰富度都能影响景观异质性和农业实践,但景观层面对天敌的影响报道甚少。杀虫剂的施用时间与天敌的释放之间的调控;相互配合使用可以提高防效的天敌种类;天敌释放的数量、次数以与不同作物之间的关系等问题都需要长久的研究和评估。总之,进一步研究天敌昆虫在温室内对害虫的控制作用及其机制,对保持生态系统的稳定性以及保证人类的健康都有积极意义。

参考文献

- [1] Van Lenteren J C, Woets J. Biological and integrated pest control in greenhouses [J]. Annual Review of Entomology, 1988, 33: 239-269.
- [2] Gullino M L, Albajes R, van Lenteren J C. Setting the stage: characteristics of protected cultivation and tools for sustainable crop

- protection [C]//Albajes R, Gullino M L, van Lenteren J C, Elad Y (Eds.), Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999.
- [3] Van Lenteren J C. The area under biological control and IPM in greenhouses is much larger than we thought [J]. Sting, 2006, 29:7.
- [4] Manrique L A. Greenhouse crops; A review [J]. Journal of Plant Nutrition, 1993, 16:2411-2477.
- [5] Hanan J J, Holley W D, Goldsberry K L. Greenhouse Management [M]. Springer-Verlag, Berlin, 1978.
- [6] Yano E. Prospects for biological control in protected crops in Japan [J]. Bulletin OILB/SROP, 1993, 16:189-192.
- [7] Bielza P. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* [J]. Pest Management Science, 2008, 64:1131-1138.
- [8] Van Lenteren J C. Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies [C]//Gurr, G., Wratten, S. (Eds.), Measures of Success in Biological Control. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000.
- [9] Krautter M. Food without Pesticides [M]. Greenpeace, Hamburg, Germany, 2007.
- [10] Van Roermund H J W, Van Lenteren J C, Rabbinge R. Biological control of greenhouse whitefly with the parasitoid *Encarsia formosa* on tomato; an individual-based simulation approach [J]. Biological Control, 1997, 9:25-47.
- [11] Van Lenteren J C. A greenhouse without pesticides; fact or fantasy? [J]. Crop Protection, 2000, 19:375-384.
- [12] Luck R F, Forster L D. Quality of augmentative biological control agents; a historical perspective and lessons learned from evaluating *Trichogramma* [C]//Van Lenteren J C (Eds.), Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2003.
- [13] Kirby W, Spence W. An Introduction to Entomology [M]. Longman, Brown, Green and Longmans, London, UK, 1815.
- [14] van Lenteren J C. Internet Book of Biological Control [M]. available from: www. IOBC-Global. org, Wageningen, The Netherlands, 2007.
- [15] Sabelis M W, Janssen A, Lesna I, et al. Developments in the use of predatory mites for biological pest control. Integrated control in protected crops, temperate climate [J]. IOBC/WPRS Bulletin, 2008, 32:187-199.
- [16] Snyder W E, Ballard S N, Yang S, et al. Complementary biocontrol of aphids by the ladybird beetle *Harmonia axyridis* and the parasitoid *Aphelinus asychis* on greenhouse roses [J]. Biological Control, 2004, 30:229-235.
- [17] Bolckmans K J F. Commercial aspect of biological pest control in greenhouses [C]//Albajes R, Gullino M L, van Lenteren J C, Elad Y (Eds.), Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1999.
- [18] Speyer E R. An important parasite of the greenhouse white-fly (*Trialeurodes vaporariorum*, Westwood) [J]. Bulletin of Entomological Research, 1927, 17:301-308.
- [19] van Lenteren J C, van Roermund H J W, Sütterlin S. Biological control of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) with the parasitoid *Encarsia formosa*; How does it work [J]. Biological Control, 1996 (6):1-10.
- [20] Salvo A, Valladares G R. Leafminer parasitoids and pest management [J]. Ciencia E Investigacion Agraria, 2007, 34:167-185.
- [21] Louda S M, Pemberton R W, Johnson M T, et al. Nontarget effects-the achilles' heel of biological control Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions [J]. Annual Review of Entomology, 2003, 48:365-396.
- [22] Bravenboer L, Dosse G. *Phytoseiulus riegeli* dosse as a predator of some mite pests of the *Tetranychus urticae* group [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1996, 25:129-304.
- [23] Van Lenteren J C. Integrated pest management in protected crops [C]//Dent D (Eds.), Integrated Pest Management. Chapman and Hall, London, 1995.
- [24] Symondson W O C, Sunderland K D, Greenstone M H. Can generalist predators be effective biocontrol agents [J]. Annual Review of Entomology, 2002, 47:561-594.
- [25] Bilde T, Toft S. Quantifying food limitation of arthropod predators in the field [J]. Oecologia, 1998, 115:54-58.
- [26] Nomikou M, Janssen A, Schraag R, et al. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food [J]. Experimental and Applied Acarology, 2002, 27:57-68.
- [27] Van Lenteren J C, Bale J, Bigler E, et al. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests [J]. Annual Review of Entomology, 2006, 51:609-634.
- [28] Naranjo S E. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci* [J]. Crop Protection, 2001, 20:835-852.
- [29] Yano E. Recent Development of Biological Control and IPM in Greenhouses in Japan [J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2004, 7(1):5-11.
- [30] Rosenheim J A. Higher-order predators and the regulation of insect herbivore populations [J]. Annual Review of Entomology, 1998, 43:421-447.
- [31] Messelink G J, Roos van Maanen, Sebastiaan E F, et al. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one [J]. Biological Control, 2008, 44:372-379.
- [32] Ramakers P M J, Lieburg M J V. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* sch. and pr. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of Thrips. (thysanoptera: Thripidae) in glasshouses [J]. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent, 1982, 47:541-545.
- [33] Rosa G, Oscar A, Cristina C, et al. Movement of greenhouse whitefly and its predators between in-and outside of Mediterranean greenhouses Agriculture [J]. Ecosystems and Environment, 2004, 102:341-348.
- [34] Alomar O, Goula M, Albajes R. Colonization of tomato fields by predatory mirid bugs (Hemiptera: Heteroptera) in northern Spain [J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2002, 89:105-115.
- [35] Jonsson M, Wratten S D, Landis D A, et al. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods [J]. Biological Control, 2008, 45:172-175.
- [36] Frank SD. Biological control of arthropod pests using banker plant systems; Past progress and future directions [J]. Biological Control, 2010, 52:8-16.
- [37] Arnó J, Arião J, Espanol R, et al. Conservation of *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae) in commercial greenhouses during tomato crop-free periods [J]. Bulletin OILB/SROP, 2000, 23:241-246.
- [38] Blumel, S. Biological control of aphids on vegetable crops [C]//Heinz K M, Van Driesche R G, Parrella M P. (Eds.), Biocontrol in Protected Culture. Ball Publishing, Batavia, 2004.
- [39] Yano E. Biological control of vegetable pests with natural enemies [M]. APO Bulletin, Asian Productivity Organization, Tokyo, 2003.
- [40] Yano E, Koshihara T. Monitoring techniques for adults of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) [J]. Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station. Series A, 1984, 59(12):85-96.

[41] Thomas D B. Integrated pest management with the sterile insect technique [C]//In: Koul O, Cuperus G W (Eds.), Ecologically Based Integrated Pest Management. CAB International, Wallingford, 2007.

[42] Barclay H J. Models for pest control; complementary effects of periodic releases of sterile pests and parasitoids[J]. Theoretical Population Biology, 1987, 32: 76-89.

[43] Wong T T Y, Ramadan M M, Herr J C, et al. Suppression of a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population with concurrent parasitoid and sterile fruit fly releases in Kula, Maui, Hawaii[J]. Journal of Economic Entomology, 1992, 85: 1671-1681.

[44] Kaspi R, Parrella M P. Improving the biological control of leafminers (Diptera: Agromyzidae) using the sterile insect technique [J]. Journal of Economic Entomology, 2006, 99: 1168-1175.

[45] Gurr G M, Kvedaras O L. Synergizing biological control: Scope for sterile insect technique, induced plant defences and cultural techniques to enhance natural enemy impact [J]. Biological Control, 2010, 52(3): 198-207.

[46] Wade M R, Zalucki M P, Wratten S D, et al. Conservation biological control of arthropods using artificial food sprays; current status and future challenges [J]. Biological Control, 2008, 45: 185-199.

[47] Evans E W, England S. Indirect interactions in biological control of insects pests and natural enemies in alfalfa [J]. Ecological Applications, 1996, 6: 920-930.

[48] Evans E W. Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera [J]. Biological Control, 2009, 51: 255-267.

Research Advances on Bio-control of Greenhouse Insect Pests
with Natural Enemies

GAO Xi¹, CAO Feng-qin², WU Guo-xing¹

(1. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201; 2. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737)

Abstract: In recent years, greenhouse area in the world increased greatly, and the pests in greenhouse occurred seriously. With environmental awareness and the need of pollution-free products of the public, the use of natural enemies in greenhouse has caught attentions of many researchers and farmers. The use of natural enemies of greenhouse insect including parasitoids and predators in the greenhouses were reviewed. The limiting factors in the use of natural enemies and the method of manipulation to enhance the biological control were menioned. The future research directions were also discussed.

Key words: greenhouse; natural enemies; control; greenhouse insect pests; limiting factors

农业部十年种业发展规划已进入审议程序

据《上海证券报》10月21日报道,农业部组织专家拟定的《2011~2012年现代农作物种业发展规划》目前已进入审议程序。

报道称,该规划是专门针对种业的10年规划,主要内容是种子企业合并与整合进一步明细,制定和修改推动中国种业快速发展的整套政策策略等。

报道透露,上述规划将主导“种业新政”,进一步理顺科研投资和管理体制、提高种子企业准入门槛、引导和促进种子产业的市场化运作。目的是要着力提升我国种业的科技创新能力、企业竞争能力、供种保障能力、市场监管能力,以此来全面推进种业科研、生产、经营和管理各个环节的改革,逐步培育和建立现代种业体系。

国务院今年4月份出台《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》,提出未来10年中国种业发展的目标,即培育一批突破性优良品种,建设一批优势种子生产基地,打造一批现代农作物种业集团。农业部按照国务院要求,编制上述发展规划,分作物、分区域、分阶段提出发展目标、方向和重点,明确今后10年推进现代农作物种业发展的任务和措施。

2011-10-25 摘自第一财经