

# 蝗虫灾害物理防治发展及应用前景探讨

王立新, 周强 ( 中国农业大学工学院机电工程系, 北京 100083)

**摘要** 物理治蝗产生了针对蝗虫生理特性的无毒害化治理效果。负压气流吸入式灭蝗实现了对草原蝗虫无害化治理和蝗虫资源在家禽饲料方面的利用; 针对蝗虫的群体性趋光行为, 光电诱导捕集蝗虫技术已获取相关的发明专利, 并逐步与机械化捕集治蝗技术相结合; 微波、射线等辐射技术, 利用高能电磁波谱对生物体的聚热致死效应, 逐步应用于对蝗灾的防治。物理治蝗有利于生态环境保护 and 农产品品质安全, 必将成为蝗灾治理的重要技术。

**关键词** 蝗虫灾害; 趋光特性; 光电诱导; 机械捕集

中图分类号 S477 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)21-09146-03

## Discussion on the Development of Physical Method in Locust Disaster-controlling and its Prospect

WANG Li-xin et al ( College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

**Abstract** The physical method in the control of locust disaster brings the effect of killing locust innocuously. The mechanized pneumatic sucking & capturing locust technique makes the plain locust controlled innocuously, and promotes the locust resources to be used as feedstuff. According to the Phototaxis of colony locust, the invention patents of optoelectronic inducing & capturing locust technique have been acquired, and combined with the mechanized capturing locust technique gradually. As a result of the effect of caloric assembling rapidly to death produced by high-energy electromagnetic wave, the technique of radiation was utilized to control locust disaster gradually. Physical method of the control of locust was propitious to environment protection and the safety of product, and it became one of the most important techniques in locust disaster-controlling in future.

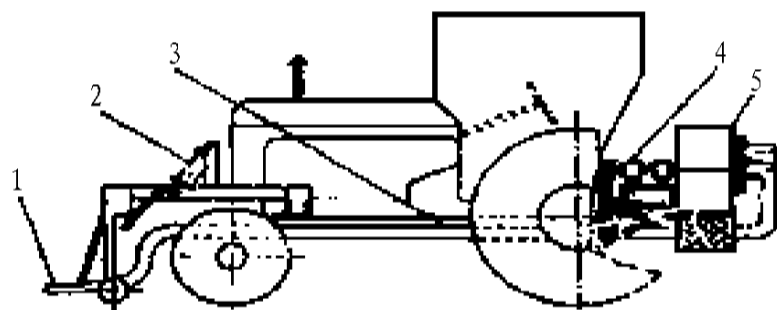
**Key words** Locust disaster; Phototaxis; Optoelectronic inducement; Mechanism capturing

蝗灾与旱灾、洪灾并称为三大自然灾害, 严重威胁农林牧业的健康发展。据统计, 全世界常年发生蝗灾面积达4 680万 $\text{km}^2$ , 全球约1/8的人口受其侵扰<sup>[1]</sup>, 我国每年都会爆发不同程度蝗灾。目前我国主要采用喷洒化学农药的方法防治蝗灾, 在达到治蝗目的的同时, 造成毒素在农牧产品与生态环境中残留, 损害蝗虫的天敌、蜂类等益生物种的生存, 也给人类的健康造成威胁; 同时长期使用化学农药治蝗, 容易引起蝗虫抗药基因的突变和抗药性状的产生, 诱发蝗虫的再猖獗和治理成本的增加<sup>[2]</sup>。韩凤英经过研究指出, 蝗虫具有很高的营养价值, 含有大量的蛋白质、氨基酸及碳水化合物, 并含有丰富的甲壳素、维生素及磷、钙、铁等成分<sup>[3]</sup>。从营养价值角度来说, 蝗虫是一种重要生物资源, 但化学治蝗造成毒素在其体内残存, 阻碍蝗虫资源的利用。而物理治蝗不仅不会造成有机毒素在蝗虫体及农产品与生态环境中残留, 而且还具有灭蝗彻底( 能够杀死虫卵与蛹)、时效性好等优点, 能够实现蝗灾的无害化治理与蝗虫资源的利用。笔者介绍了物理技术防治蝗虫灾害的发展概况及其研究方向, 以期对蝗灾的无害化治理和资源化利用提供理论基础和技术参考。

### 1 机械化捕集技术治理蝗虫灾害

为了实现无害化治蝗和资源化利用蝗虫, 机械化捕集治理蝗虫灾害的技术已经被提出<sup>[4]</sup>, 其中最为主要, 应用最为广泛的是适于治理草原蝗灾的负压气流吸捕机械化灭蝗技术, 该技术利用了拖拉机动力输出轴驱动风机产生较强负压气流, 在行走过程中实现对草地蝗虫的吸入式捕集。青海省机械科学研究所的徐萌生等研制了气吸式草原蝗虫捕集机, 结构示意图见图1。该捕集机由拖拉机动力输出轴经增速机构驱动风机, 产生负压气流, 由管道传送至吸斗, 完成对草原地面蝗虫的吸入式捕集, 同时提升机构随时调节吸斗与地面的距离, 以便能够捕集栖于不同高度的蝗虫, 提高捕集效

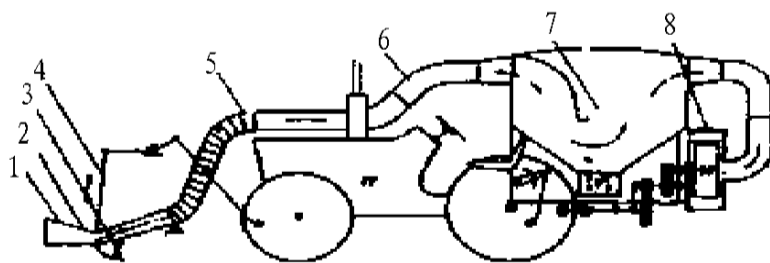
率<sup>[5]</sup>。图2为马耀等研制的一种草原蝗虫吸捕集机, 它以背负的方式与拖拉机连接, 风机由拖拉机的动力输出轴驱动并为吸捕系统提供负压气流, 聚虫挡板和吸头处的负压气流吸



注: 1. 吸斗, 2. 提升机构, 3. 管道, 4. 增建机构, 5. 风机。

图1 气吸式草原蝗虫捕集机结构示意图

Fig.1 Pneumatic sucking capture machine of locust with air suction type



注: 1. 聚虫挡板, 2. 吸头, 3. 仿形板, 4. 起落结构, 5. 波形软管, 6. 汇集输送管, 7. 分离室, 8. 风机。

图2 草原蝗虫吸捕机结构示意图

Fig.2 Pneumatic sucking capture machine of locust

入受声像干扰而跳跃起飞的蝗虫, 经波形管和汇集输送管进入分离室沉淀暂存于卸料口。仿形板具有适应地面起伏的缓冲作用, 起落机构能调节吸捕方向和高度, 以便捕集不同方向和高度的蝗虫<sup>[6]</sup>。

这2种草原蝗虫捕集机虽然结构存在差异, 但都利用了负压气流吸捕技术原理, 实现了蝗灾的机械化捕集治理和蝗虫资源在家禽饲料方面的利用。在实际使用过程中, 草原蝗虫捕集机表现出了良好的性能, 单机捕幅可达4 m, 吸捕系统的进风量为10 328 ~18 324  $\text{m}^3/\text{h}$ , 风压为1 422 ~2 039 Pa, 捕蝗效率为65.0% ~74.2%, 生产率为2.74  $\text{hm}^2/\text{人}$ , 时间利用率为95.5%, 以每天工作6 h计算, 可捕蝗16  $\text{hm}^2$ , 除去燃油

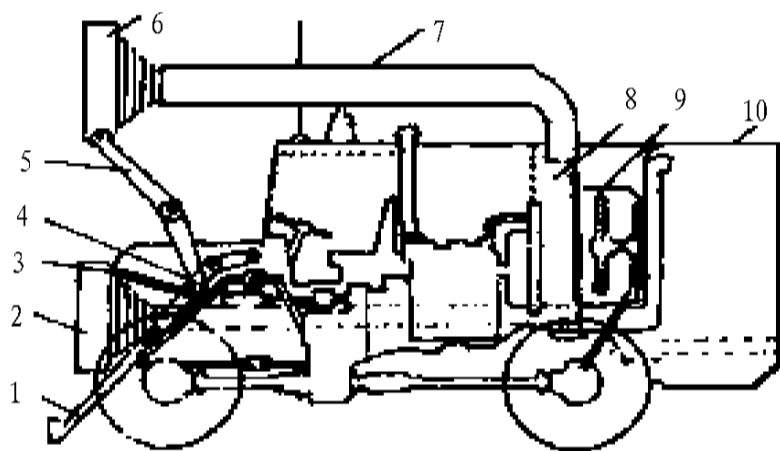
基金项目 高校博士点基金资助项目(20060019012)。

作者简介 王立新(1981-), 男, 吉林辉南人, 博士研究生, 研究方向: 光电诱导治蝗。

收稿日期 2008-04-29

费、劳务费、设备损耗费以及各种不可预见费用外,单从经济效益角度考虑,要明显高于化学防治所带来的效益<sup>[7]</sup>。而且草原蝗虫吸捕机在治理草原蝗灾过程中不会使用化学农药,有益于草原生态系统的保护,并可促进蝗虫资源利用,带来巨大的生态效益和较高的经济附加值。

为了扩大蝗虫机械化捕集的地域范围,一种能够适应于全国广大农牧地区的气吸式灭蝗机已研制成功,该设备的显著特点是在机架中横向安装风机和切碎机,并由发动机经离合器和减速器后驱动,使其同时运转。风机产生的负压气流能够把附着在地表及植被上的蝗虫吸入到风机内并传送至切碎机,蝗虫被切碎后经筛网抛撒到地面,作业过程简明快捷。在应用过程中表现出了良好的指标,工作幅宽为1.6 m,前进速度为4~6 km/h,每天可以灭蝗6~8 hm<sup>2</sup>,成本仅为10~15元/hm<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。为了研发快速灭蝗技术,姚福祥研制了一种高速灭蝗、采蝗汽车(图3)。在汽车的前车架上设有可以升降的微气流驱蝗器用来驱赶附着在地表的蝗虫,涡轮真空发生室产生负压气流,上吸蝗口和下吸蝗口的方位由动臂和伸缩臂调节,实施对跳跃和低空飞行的蝗虫快速吸捕,并由虹吸管道传送到隔网真空仓,最后存贮于储藏室<sup>[9]</sup>。



注:1.微气流驱蝗器,2.下吸蝗口,3.伸缩臂,4.动臂油缸,5.动臂,6.上吸蝗口,7.虹吸管道,8.隔网真空仓,9.涡轮真空发生室,10.储藏室。

图3 高速灭蝗、采蝗汽车结构示意图

Fig.3 Fast capturing and di nating velide of locust

在蝗虫的机械化捕集技术中,蝗虫与滑板的耦合滑移作用是影响蝗虫灾害机械化捕集效率的一个重要因素。对于蝗虫在滑板上滑移行为的研究已经开展,从滑板材料入手研究了蝗虫在不同滑板上的滑移摩擦行为,指出不同材料的滑板对蝗虫的滑移摩擦效果不同,在滑板表面粗糙度相近的情况下,蝗虫的滑移摩擦行为主要受滑板材料与蝗虫驱动足掌垫间分子作用的影响,并指出金属滑板更适合用作蝗虫捕集滑落机构材料<sup>[10]</sup>。笔者以普通玻璃板、PVC塑料板和镀锌铁板为蝗虫捕集滑落机构材料,进行了一系列的滑移测试试验,结果发现蝗虫在镀锌铁板表面上具有较高的滑移率,在PVC塑料板表面上居于其次,在普通玻璃板表面上最差;对于镀锌铁板,其倾斜角为40°时,蝗虫在其表面上滑移率便可达到100%,得出镀锌铁板较适合用作蝗虫捕集滑落机构材料的结论。

随着研究的不断深入,机械化捕集治蝗技术与光电技术结合将是以后研究的方向。利用蝗虫对光热的趋向特性,可在蝗虫捕集机的吸捕系统上固定相应的可见光源与红外热

源,以诱导附近的蝗虫,达到提高吸捕效率的目的。光电诱导蝗虫捕集机<sup>[11]</sup>便是据此原理对气吸式机械化蝗虫捕集技术改进而成,实现了治蝗过程中光机电一体化技术的应用。

## 2 光电技术诱导捕集蝗虫

大多数昆虫都具有趋光特性,趋光特性是具有复眼结构的夜行昆虫对环境适应的一项重要生理功能,利用可见光诱杀农业害虫的研究已经取得可喜的效果,其中得到广泛利用的是杀虫灯<sup>[12-14]</sup>。目前对于蝗虫趋光特性的理论研究鲜有报道,但是蝗虫群体性趋光行为是一个不争的事实,草原蝗虫夜袭光亮村镇和城区的现象已不少见。蒋湘等对2002年夏亚洲小车蝗迁飞北京城区的现象进行观察研究,初步认为北京地区此次亚洲小车蝗的爆发源于外地成虫的大量迁入,虫源基地为内蒙古的东北部和东部,蝗虫群落的迁飞集中在晚上8点至次日凌晨3点,顺次飞经赤峰、承德及张家口等城市,由高空朝向光源方向降落与聚集;认为该种蝗虫具有较强的趋光特性<sup>[15]</sup>。

基于蝗虫趋光行为的光电诱导蝗虫捕集技术已被提出来,周强设计了光电诱导蝗虫捕集机,设置可见光源作为蝗虫趋光行为的导向控制因素,同时设置红外光源作为蝗虫对生物辐射能量需求的供应热源,提高蝗虫的活性及群聚特性,能够简单、广地域、高效地对灾害蝗虫进行无害化捕集灭杀,促进了蝗虫资源的利用和生态环境的保护<sup>[16]</sup>。为了实现光电诱导捕集机所需能源的自给与降低蝗虫捕集的成本,自供电的光电诱导蝗虫捕集机已被设计出来,在光电诱导蝗虫捕集机的基础上,在捕集箱体上设置风力发电机和光伏电池作为诱导光源与红外光源的自供电源,具有结构合理、能耗少、成本低及适应性强等优点,既可以进行定点的蝗虫诱导捕集,也可以在蝗虫爆发期与运动机械配合进行广地域草原和荒田蝗虫的诱导捕集<sup>[17]</sup>。光电诱导蝗虫捕集技术在实际操作过程中可以结合由蝗虫粪便中提取的信息激素<sup>[18]</sup>,以增强诱导捕集效果;也可结合一定的机械装置,实现移动捕蝗或静态捕蝗。

确定蝗虫趋光效应对波长与光强的选择机理,明确对蝗虫趋光效应最为有效的光源波长及光强将是光电技术诱导捕集蝗虫研究的重点所在。目前笔者所在实验室的初步研究表明,蝗虫对波长为495~400 nm的蓝紫光较为敏感,表现出较强的趋向特性,具体的趋光参数有待进一步研究。

## 3 辐射技术治理蝗虫灾害

随着物理学知识的不断发展,很多射线的产生机理与实现技术已经比较成熟,利用辐射技术治理农林及仓储粮食害虫的研究也逐渐开展<sup>[19-22]</sup>。辐射技术治蝗是指利用微波、射线等能够引起生物体聚热致死效应和生殖能力阻滞效应的高能电磁波谱照射蝗虫的卵、幼虫及成虫,导致蝗虫新陈代谢功能紊乱,生殖能力丧失,甚至是直接死亡,达到治理蝗虫灾害的目的<sup>[23]</sup>。辐射治虫技术因具有杀虫彻底、无毒副作用与能够维持农产品原有品质等优点在防治储粮害虫及农田害虫方面的研究已被提出并得到较快发展。

微波是频率在 $3.0 \times 10^8 \sim 3.0 \times 10^{11}$  Hz的一种电磁波,微波技术已经广泛应用于加热干燥领域,在防治农业害虫领域的研究也逐渐开展。陈绍勇<sup>[24]</sup>设计了微波电磁场辐射能杀

虫机,由车载装置、可调整机架装置、微波辐射器和微波源组合而成,可用于杀死蝗虫、棉铃虫等农田害虫,具有杀虫效率高、不污染环境、费用低廉及使用寿命长等优点。微波灭蝗是利用了微波的致热性<sup>[23]</sup>,蝗虫体内含水量高达75%,还含有大量的蛋白质、脂肪、碳水化合物等极性物质,是良好的微波致热介质。当蝗虫受到微波辐射时,体内的极性物质在高能微波的激励下,很短的时间内产生大量热量,使蝗虫体温迅速升高,由于蝗虫是变温动物,对环境温度的依赖性很强,当蝗虫体内的温度急速升高,而外部环境温度没有变化时,在温差的作用下,蝗虫的新陈代谢功能受到影响。随着热量的不断积累,蝗虫体内温度将会迅速超过其生存的极限温度,破坏蝗虫体内酶系统,造成蛋白质凝固,脂肪融化,细胞结构破损,最终导致蝗虫死亡。

射线被广泛应用于无损检测、癌变疾病的治疗以及农业育种、转基因农作物研发等领域。近几年来,利用射线治理农业害虫的研究逐渐兴起,目前关于射线灭蝗技术的研究鲜有报道,但在防治其他农业害虫方面的试验研究已不少见,这为射线治蝗提供了相关的理论基础。Aldryhim对谷仓米象的卵、幼虫、成虫及蛹利用辐射剂量为0、10、30、50、70、100、300、500 Gy的一系列伽玛射线进行辐照处理,结果发现:经30~50 Gy剂量辐照处理后的虫卵不能正常发育,甚至直接死亡;经70 Gy剂量辐照处理的蛹及4龄成虫均出现不育症状,3龄成虫虽然对伽玛射线表现出较高的承受能力,但剂量为100 Gy时就会出现致死状况,表明小辐射剂量射线对仓储粮食害虫及其他农田害虫具有显著的灭杀效果<sup>[25]</sup>。适当辐射剂量的射线照射蝗虫的卵、幼虫及成虫时,射线与虫体细胞物质发生电离作用,产生带电离子,带电离子破坏虫体的遗传物质染色体和脱氧核糖核苷酸(DNA),造成其结构与功能上的改变,诱发基因突变,改变蝗虫的某些性状,使其生殖能力降低,甚至彻底丧失;当射线的辐射剂量较大时,带电离子造成蝗虫体细胞内蛋白质和酶结构的破坏,损害蝗虫的新陈代谢功能,导致蝗虫直接死亡<sup>[23]</sup>。

不同发育阶段的蝗虫致死时,所需要的微波及射线的辐射剂量不同,通过试验确定各个发育阶段的蝗虫致死时所需的最小辐射剂量,将是辐射技术治理蝗虫灾害研究的重点,以能形成辐射灭蝗参数和标准化工艺,从而降低辐射技术治理蝗虫灾害成本,提高操作人员的安全性,使该项技术得到大规模的推广应用。

#### 4 激光技术治理蝗虫灾害

激光技术在工程领域里的测量测绘,医疗领域里的灭菌及对癌变疾病的治疗,农业领域里的诱发基因突变育种与农田整平,军事领域里的精确制导等方面得到广泛应用,其在治理农业虫害方面的研究已经开展<sup>[26-27]</sup>,并取得了相关的研究成果,激光灭蝇枪、激光灭蚊机等发明已获得专利授权<sup>[28-29]</sup>。激光技术治理蝗虫灾害主要利用了激光的高能量密度特性以及对生物体的热效应和电离辐射效应<sup>[30]</sup>。蝗虫受到激光辐照时,体内物质受到电磁辐射产生自由基,引起DNA分子结构改变,诱发基因突变及部分遗传性状的改变,造成害虫生殖能力降低,甚至彻底丧失;当激光器功率增大时,由于激光的高功率密度,虫体在短时间内便聚集大量的

热量,能够迅速烧坏蝗虫的翅膀膜,造成表皮组织碳化,体内脂类物质融化,蛋白质凝固,酶系统破坏,从而导致其活性降低,进食能力减弱,新陈代谢功能紊乱与丧失,最终导致蝗虫死亡。

利用高能激光技术治理蝗虫灾害的设想及试验已经开展。美国物理学家Peter Franken和前苏联物理学家Madilan S.Letokhov共同提出了采用军事激光器对非洲和中东的灾害沙漠蝗虫进行灭杀,主要在蝗虫起飞后用高功率激光扫描,强大的激光能量迅速烧坏蝗虫的翅膀膜,致使蝗虫表皮组织碳化,体内细胞结构破坏,导致蝗虫不能迁飞甚至死亡,从而减轻了灾害蝗虫对农作物及生态环境的破坏<sup>[31]</sup>。姚明印采用波长880 nm、功率2 W的半导体连续单管激光器对中华剑角蝗成虫、东亚飞蝗幼虫和成虫进行照射试验,结果表明:经不同辐照强度及不同辐照时间的激光照射后,东亚飞蝗成虫和幼虫的活性均呈现降低趋势,且激光的功率密度越大,照射时间越长,其活性下降趋势越显著,并可使群体蝗虫的活性达到一个较低的水平,导致其不能正常进食;激光对东亚飞蝗的灭杀效应优于中华剑角蝗,幼虫较成虫更容易被灭杀<sup>[32]</sup>。

蝗虫对不同波长激光的敏感性存在差异,通过试验手段确定蝗虫最敏感的激光波长以及研究不同龄期蝗虫致死时所需最小激光功率和辐照时间将是激光技术治理蝗虫灾害的研究趋势,以利于提高激光灭杀蝗虫效率,降低该技术的应用成本。

#### 5 物理方法防治蝗灾应用前景

蝗虫灾害治理需要寻求一种能够结合蝗虫生理特性,而且能够克服化学治理带来的有机毒素在农产品与生态环境中残留,阻碍蝗虫资源利用等缺点的新型技术。机械捕集、光电诱导及辐射处理、激光灭杀等物理技术治蝗能够克服化学治理带来的诸多弊端,取得了较快的发展,逐渐成为治蝗的一项重要措施。物理治蝗过程中机械捕集、辐射处理、激光灭杀与可见光源诱集技术相结合能够取得更好的效果,利用蝗虫对可见光源的趋光特性,先用光电诱导技术把蝗虫诱集到集中区域,再用机械捕集、辐射处理及激光灭杀等进行捕集或灭杀,将会提高治蝗效率。

目前,仍需要研究可见光源对蝗虫的诱集参数,研究微波、射线等高能电磁波谱辐照技术对蝗虫各个发育时期的防治参数,以期能够形成治理蝗灾的标准化工艺,使该技术得到大规模的推广与应用。

#### 参考文献

- [1] 陈永林. 蝗虫再猖獗的控制与生态学治理[J]. 中国科学院院刊, 2000(5): 341-345.
- [2] 尹楚道. 害虫综合防治与农业可持续发展[J]. 安徽农学通报, 1999, 5(3): 7-10.
- [3] 韩凤英, 阎海芳. 短额负蝗的营养成分与利用评价[J]. 昆虫知识, 2002, 39(1): 57-59.
- [4] 徐瑞清, 周强, 王书茂. 蝗虫灾害的机械化捕集治理技术发展[J]. 农业机械学报, 2005, 11(36): 165-168.
- [5] 徐萌生, 邢国亮, 曲荣青, 等. 气吸式草原蝗虫捕集机: 中国, CN2092865U [P]. 1992-01-15.
- [6] 马耀, 杜文亮, 李克夫, 等. 草原蝗虫吸捕机: 中国, CN2105840U [P]. 1992-06-03.
- [7] 李韬, 史书乐, 赵延贵, 等. 草原蝗虫开发利用的研究[J]. 青海草业, 1995, 4(4): 7-11.

多茬口混种,有计划地进行轮作换茬,最好采用夏大豆与水稻轮作1~2年,或者改种其他作物,隔1年再种夏大豆可显著降低豆荚螟的基数及发生数量;冬耕翻地灭蛹或使幼虫暴露于土表被冻死或被天敌捕食。

**3.1.3 灌溉灭虫。**增加灌水次数,可显著提高越冬幼虫的死亡率。在夏大豆开花结荚期,灌水1~2次/d,可增加入土幼虫的死亡率,提高夏大豆产量。

**3.1.4 其他方法。**定时定期清除夏大豆田间落叶、落荚、枯叶以消灭幼虫;摘除有虫花及豆荚,并集中进行销毁<sup>[2]</sup>;夏大豆成熟及时收割,将未出荚的幼虫集中于晒场处理,可放鸡啄食或撒药围歼<sup>[3]</sup>。

### 3.2 化学防治

**3.2.1 虫情测报。**夏大豆开花后7~10d到豆荚变黄期间,定期于傍晚捕捉成虫,当发现数量激增时,使用药剂防治成虫;在成虫盛发期,定点、定期检查荚面和花萼下的卵数,当发现豆荚上的卵数激增时,立即进行药剂杀虫。

**3.2.2 敌敌畏熏杀。**在成虫盛发期,将玉米秸断成1cm节,浸入敌敌畏原液中,待玉米秸吸足药液后将其每隔4垄夹在夏大豆枝杈处,450~750根/hm<sup>2</sup>,1次/7d,可有效熏杀成虫。

**3.2.3 喷药毒杀。**夏大豆花期的早晨6~9时喷药效果较好<sup>[4]</sup>,将药剂均匀喷到花蕾、花荚、叶背、叶面和茎秆上,喷药量以湿有滴液为度,1次/7d,连续防治2~3次,在夏大豆收获前10d禁止使用农药。(1)喷粉。2%百治屠粉剂(30~37.5kg/hm<sup>2</sup>)。(2)喷雾。40%氧化乐果乳油1000~2000倍液,25%亚胺硫磷可湿性粉剂500~1000倍液,或50%倍硫磷乳油1000~1500倍液皆可。

**3.2.4 晒场处理。**在大豆堆垛地及晒场周围撒上述药剂的低浓度粉剂,以毒杀豆秸内爬出的豆荚螟幼虫。

在进行化学防治时,应注意农药安全,严格掌握安全间

隔期,农药复配,交替使用,这既有利于提高农药使用安全性和防治效果,又可延缓豆荚螟对药剂抗性产生。

**3.3 物理防治** 利用豆荚螟的趋绿性,采用绿板诱杀成虫以减少卵、虫基数。将18cm×9cm的硬纸板(三合板或纤维板)两面分别用绿色油漆涂成绿色,晾干后刷10号机油,田间顺行插放1~2块/m<sup>2</sup>绿板,绿板高度以大豆植株高度而定。当豆荚螟粘满板面时,及时涂补机油,一般1次/7~10d<sup>[5]</sup>;利用成虫的趋黑光性,5~10月的夜晚架设黑光灯、频振式杀虫灯等,诱杀成虫,减少虫源基数<sup>[6]</sup>。

**3.4 生物防治** 豆荚螟的天敌有甲腹茧蜂、小茧蜂、赤眼蜂,以及一些寄生性微生物等。温室夏大豆于豆荚螟产卵盛期释放赤眼蜂,放蜂量不少于15头/hm<sup>2</sup>,对豆荚螟的防治效果可达80%以上;老熟幼虫脱荚入土前,当田间湿度较高时,可施用白僵菌粉剂,45kg/hm<sup>2</sup>白僵菌粉剂(每7.5kg菌粉+细土或草木灰6.75kg),均匀撒在豆田垄台上,脱荚落地的幼虫接触到白僵菌孢子,于适合温度、湿度条件下发病死亡。

**3.5 无公害防治** 豆荚螟主要在夏大豆开花至采收期对其进行危害,使大豆的品质和产量降低。用草木灰、大蒜、桃叶等的浸出液定期喷雾,喷湿叶面与豆荚,1次/10~15d,可有效防治豆荚螟。常用的有草木灰+水25~30倍液,大蒜+水10~15倍液(大蒜等可先捣碎,加水浸泡后过滤),茶麸+水5~10倍液,桃叶+水10~15倍液,苦瓜叶+水10~15倍液。

### 参考文献

- [1] 李建学. 安康地区豆荚螟发生规律及其防治对策[J]. 陕西农业科学, 1999(1): 24-25.
- [2] 张国安. 豆荚螟防治措施[J]. 植保土肥, 2003(6): 30.
- [3] 林建伟. 豆荚螟的发生及综合防治技术[J]. 福建农业, 2008(6): 24.
- [4] 王志平, 张荣宗. 豆荚螟的发生特点与防治措施[J]. 福建农业科技, 1999(1): 35-36.
- [5] 王桂清. 温室西葫芦银叶病的发生与防治[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(2): 1400-1401.
- [6] 陈方景, 夏建美. 大豆豆荚螟的发生规律及综合防治技术[J]. 长江蔬菜, 2005(7): 30-31.
- [7] 申鸿, 黄明, 兆良, 等. <sup>60</sup>Co-射线对当归杀虫效果研究[J]. 西南大学学报, 2001, 23(5): 441-443.
- [8] 吕季璋, 钟丽玉. 放射线辐照防治储粮害虫的研究[J]. 粮食储藏, 1995(21): 86-89.
- [9] 李景奎, 戚大伟. 物理灭虫方法及其机理研究[J]. 林业劳动安全, 2006, 19(2): 20-23.
- [10] 陈绍勇. 一种微波电磁场辐射能杀虫机: 中国, CN2534824 [P]. 2003-02-12.
- [11] ALDRYHMY N, ADAMEE E. Efficacy of gamma irradiation against Stophilus granaries (L.) [J]. J. Stored Products Research, 1999, 35(3): 225-232.
- [12] 蒋心廉. 激光杀虫可能性的探索[J]. 中国激光, 1980(9): 60-61.
- [13] 蒋心廉. YAG激光杀虫试验报告[J]. 中国激光, 1988(2): 59-60.
- [14] 叶海. 激光灭蝇枪: 中国, CN2162088 [P]. 1994-04-20.
- [15] 曹宇. 激光灭蚊机: 中国, CN1631133 [P]. 2005-06-29.
- [16] 李忠明. 激光生物电磁效应理论[J]. 光电子·激光, 1997, 8(4): 322-326.
- [17] SEITHSHLLMAN. Star vanciers seek newfoes [J]. Nature, 1990, 344(26): 802.
- [18] 姚明印, 周强, 牛虎力. 激光照射对蝗虫诱变杀灭效应的初步研究[J]. 现代生物医学进展, 2007(57): 670-673.

(上接第9148页)

- [8] 刘万里. 气吸式灭蝗机: 中国, CN2659139 [P]. 2004-12-01.
- [9] 姚福祥. 高速灭蝗、采蝗汽车: 中国, CN2498023 [P]. 2002-07-03.
- [10] 周强, 牛虎力. 滑板材料因素与蝗虫滑梯摩擦行为的关系研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006(S38): 81-83.
- [11] 周强. 光电诱导蝗虫捕集机: 中国, CN543783A [P]. 2004-11-10.
- [12] 刘立春. 新型高效节能双波灯: 中国, CN2481139 [P]. 2002-03-13.
- [13] 刘立春, 朱白平, 徐炜民, 等. 高效节能双波诱虫灯田间试验及应用效果[J]. 昆虫知识, 2005, 42(2): 202-206.
- [14] 赵树英. 佳多频振式杀虫灯的开发与应用[J]. 中国森林病虫, 2002, 21(S): 6-8.
- [15] 蒋湘, 买买提明, 张龙. 夜间迁飞的亚洲小车蝗[J]. 草地学报, 2003, 11(1): 75-77.
- [16] 周强. 光电诱导蝗虫捕集机: 中国, CN543783A [P]. 2004-11-10.
- [17] 周强, 徐瑞清, 杨柳. 自供电的光电诱导蝗虫捕集机: 中国, CN2777981 [P]. 2006-05-10.
- [18] 石旺鹏, 严毓骅, 张龙, 等. 东亚飞蝗粪便挥发物对其蝗蛹的聚集作用初报[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(5): 54-58.
- [19] 奚小华, 葛吕琴, 柳希来, 等. 高频微波速杀松林线虫试验[J]. 浙江林业科技, 2004, 24(6): 21-23.
- [20] 栗克森, 叶炳元. 微波加热对几种害虫的杀虫试验[J]. 植物检疫,