

* 科学与社会 *

农业虫鼠害的严重性及防治对策

李典谟* 张知彬

(动物研究所)

〔提要〕 本文系统综述了农业虫鼠害的严重性及国内外近年来虫鼠害防治的进展、现状与问题,并探讨了农业虫鼠害防治的对策。文中指出,农业虫鼠害在 90 年代将会更加严重,防治工作更艰巨。未来农业虫鼠害防治的新策略是:要彻底抛弃当前普遍存在的单一、盲目和滥用化学农药的作法,应当以作物增产为中心,充分发挥自然调控因素的作用,适时、适量用药,把害虫、害鼠控制在经济阈值以下,以期达到与环境协调发展。本文还介绍了新近发展起来的一些虫鼠害防治高新技术如生物毒素、性引诱剂、不育剂、遗传防治、基因重组培育抗虫作物品种等。

一、农业虫鼠害的严重性

全世界已知的生物已超过几千万种,其中的昆虫类约有 180 万种以上,鼠类有 2000 余种。在我国,昆虫约有 4 万多种,其中农业害虫约 5000 种;鼠类约 150 种,其中农业主要害鼠约 30 种。害虫和害鼠是我国农业的主要有害动物,对农作物危害极大。

害虫不仅种类繁多,而且数量大,危害惊人,造成农作物的减产一般在二成以上,严重时颗粒无收。1944 年,是我国历史上一次蝗灾年,作物受害面积达 5000 万亩,仅打死的蝗虫就有 917 万多公斤,其中蝗卵就有 5 万多公斤。1992 年,是棉铃虫大爆发年,华北种棉区普遍受灾,棉花减产五成以上,部分地区绝产,严重影响了我国棉花的收购任务。

鼠类对农业的危害也很大。据世界卫生组织估算,现在全世界每年大约有 3300 万吨粮食遭鼠类危害。在我国鼠类严重年份,因鼠害造成的粮食损失可高达 150 多亿公斤。80 年代鼠害问题尤为突出。据不完全统计,全国农田受害面积达 3.7 亿亩,占全国耕地面积的 24.9%。在美国约有 37% 的农作物遭受虫鼠害的破坏。治鼠农药的大量使用对环境的危害也很惊人。据估计,美国每年因农药造成的人身伤亡事件达 4500 多起,其中 200 余人中毒死亡。农药被认为与癌症很有关系,占总发病率的 0.5%。总体上看,每年农药对美国环境的危害所造成的损失至少达 10 亿美元。从世界范围内估计,虫鼠害造成的粮食损失一般在 30% 左右。图 1 反映了全世界虫鼠害引起的作物损失与一些国家农业总产值的比较。从图上可以看出,全世界因虫鼠害造成的农作物损失高达 1200 亿美元,接近前苏联的农业总产值。

从未来发展趋势来看,农业虫鼠害有加重的趋势。这主要是因为自 80 年代以来,北半球气温一直呈上升趋势,至 90 年代仍未见降低。气温的上升表现在冬季偏暖,有利于提高虫鼠

* 农业虫鼠害综合治理国家重点实验室主任。

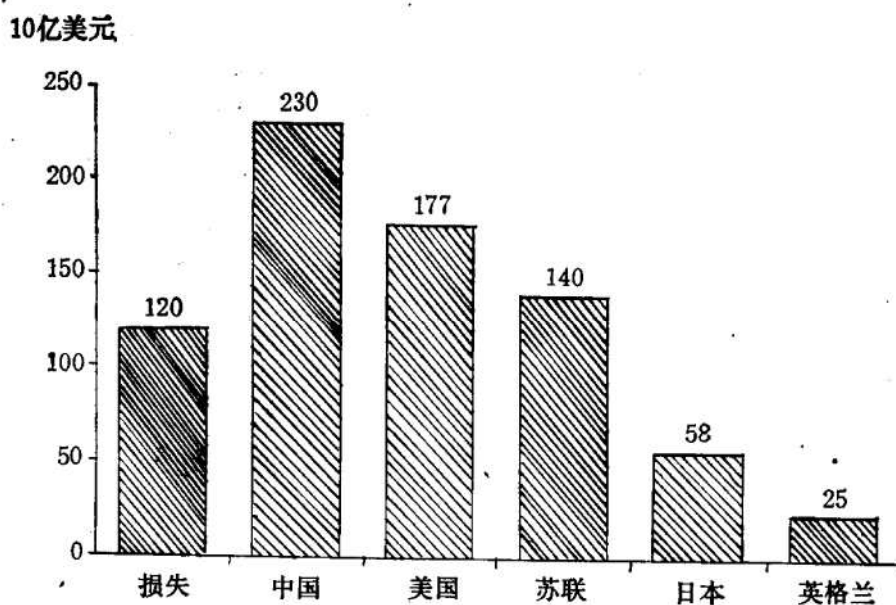


图1 因虫鼠害造成的粮食损失与世界主要国家农产品总值的比较

类的越冬基数,使其繁殖提前,为虫鼠害区域性爆发提供了有利条件。另一方面,害虫、害鼠对农药的抗性增强,给防治工作带来了更大困难。能否及时调整防治策略,发展新的防治手段和技术来控制虫鼠害,关系到农业生产的稳定与持续发展,关系到国计民生。

二、农业虫鼠害的防治与发展

虫鼠害是农业生产与发展过程中的重大祸患,早在古时候,人类就与虫鼠害展开了斗争。在公元前 2500 年,就有用硫化物防治昆虫与螨类的记录。公元前 1200 年,我国开始使用植物性杀虫剂,并用石灰、草木灰防治仓库害虫。历史上,蝗虫是一个突出的问题。最早记录的一次蝗灾发生在公元 707 年。从那时起至今蝗灾发生 800 余次,给劳动人民带来了沉重灾难。开元年间大闹蝗灾,宰相姚崇说服皇帝,排除迷信和障碍,坚持治蝗而取得很大成绩,是我国害虫防治史上的一件大事。

第二次世界大战后,DDT 及其它化学杀虫剂的使用使害虫防治发生了一次革命,挽回了大量粮食损失。由于 DDT 价格低廉、用量少、灭效高、使用方便等优点,以致有许多人幻想,害虫将会很快地从地球消失。所以,从 1947 年至 1957 年这段期间着重化学防治方法,有关杀虫剂的研究论文很多,几乎占化学防治论文的 50% 以上。

然而,这种幻想很快就破灭了。1946 年有人首次报道家蝇对 DDT 具有抗性。后来,越来越多的证据表明,许多害虫对化学杀虫剂具有极强的抗药性。不仅如此,化学杀虫剂对非靶动物如昆虫天敌及其它生物有机体具有较强的毒性,严重污染了生态环境,随后害虫防治成本直线上升,防治效果也越来越不理想,甚至导致失败。例如,1890 年美国加州柑桔园引入澳洲瓢虫后,一直有效地控制害虫吹绵蚧的发生。然而自使用 DDT 后,却杀死了许多天敌瓢虫,使吹绵蚧再次大发生。50 年代,美国密执安州,为防治荷兰榆树病而喷施大量化学农药以消灭传播这种病的甲虫。然而残留的农药却在树叶和树皮上形成一层薄膜,秋天树叶落地,蚯蚓

吃掉了叶子的碎屑,残留的杀虫剂在蚯蚓体内得到了积累和浓缩。春天,当知更鸟飞来时,取食这些蚯蚓,引起了大量中毒死亡。这些例证不胜枚举,有力地批评了仅依靠单一的化学防治便可解决虫害问题的说法。正如《寂静的春天》一书的作者在结尾时指出:“我们需要一个更加高度理智的方针和一个更加远大的眼光……生命是一个超越了我们理解能力的奇迹,甚至在我们不得不与它进行斗争的时候,我们仍需尊重它……依赖杀虫剂这样的武器来消灭害虫足以证明我们知识缺乏,能力不足……”。

在 60 年代,我国和国外分别都提出了综合防治的概念。综合防治是一个复杂的系统工程,必须对组成系统的各个组分作出系统分析和最优对策,才能获得最佳效益。从本质上讲,害虫的综合防治是对害虫种群数量的控制,把它控制在经济阈值以下。既可使用化学防治手段,也可借助生物防治、农业防治等手段。综合防治在虫鼠害治理的实践中也曾取得了很大成就,例如,五六十年代,在已故著名生态学家马世骏教授领导下,采取了“改治并举,根除蝗害”的方针,把害虫防治和害虫栖息地改造结合起来,取得了辉煌的成就。1977 年,美国科学院关于“中华人民共和国的害虫防治”报告中指出:这些成果是采用蝗区环境治理,蝗虫防治较为成功的一个出色的例子。

70 至 80 年代,主要围绕着克服化学农药的环境污染和害虫的抗药性,害虫综合防治技术有了进一步的发展。生物防治在综合防治体系中占有突出的地位。生物防治采用“以虫治虫”、“以菌治虫”的方针。它具有无污染环境、不杀伤天敌、无抗药性、作用时间长等特点。目前世界上已有 100 多种天敌昆虫、病原微生物及其毒素实现工厂化、商品化生产。我国已成功地工厂化繁殖黑青小蜂、青虫菌用于防治棉铃虫。使用的这类生物杀虫剂:苏云金杆菌(B.t)乳剂和棉铃虫核多角体病毒制剂,防治效果在 80% 以上。害虫防治中的另一引人注目的发展是筛选、培育和利用抗虫作物,培育出的抗虫棉花、抗虫土豆、抗锈病小麦等已初见成效。借助生物基因工程,可使作物产生多种抗虫、灭虫毒素,来达到彻底控制虫害,这是一个非常诱人的领域。从害虫及其天敌的栖息环境、生活史出发,调整栽培制度、农作物布局、土地耕作制度、施肥除草等农业防治措施对控制害虫也起到非常重要的作用。

就像 40 年代 DDT 的出现并未彻底解决农业害虫一样。60 年代起发展起来的 IPM (综合治理)也同样面临着前所未有的挑战。虽然近 40 年来,IPM 中非化学防治手段(如生物杀虫剂、天敌防治、抗虫品种等)有了长足进步,但这些并未阻止住化学农药需求量的继续增加。原因是多方面的,一方面是因为农业有了较大的发展,更重要的一面是因为化学农药有见效快、效果明显等优点,但是连续使用导致了害虫抗药性的普遍增强,农药使用剂量不得不一增再增,形成恶性循环。1948 年,对化学杀虫剂有抗性的昆虫仅有 9 种,1970 年上升到 224 种,1975 年达 364 种,1980 年达 428 种,到 1984 年达到 447 种!从 1980 年到 1985 年棉蚜对菊酯类农药的抗性增加了 3000 倍!由于广谱性农药的滥用,一些次要害虫也相继成为主要优势害虫,给农业害虫的防治带来了很大的困难。我国 80 年代中后期以来,一直依赖菊酯类广谱速效杀虫剂。由于盲目、单一甚至滥用,造成大量有益天敌被杀伤,棉虫抗药性剧增,棉农防治成本随农药量加大而呈直线上升。这些终于导致了 90 年代初我国华北大部棉区棉铃虫防治的失败。针对抗药性问题,除了寻求生物防治、农业防治、物理防治等手段外,在合理、科学使用化学农药、挖掘现有杀虫剂的潜力等方面也作了大量工作,主要有放宽害虫防治指标,适度投药;交替或混合使用各种杀虫剂;研制增效剂等。

我国对鼠害防治的工作一直非常重视。50 年代和 60 年代,以急性杀鼠剂磷化锌为主,对危害严重的地区分散灭鼠,并辅以器械灭杀。70 年代后期,采用“预防为主,综合治理”的方针,化学毒饵以慢性抗凝血杀鼠剂为主,在农田大面积推广灭鼠。同时,利用生态防治方法在农田鼠害的综合治理上也取得了不少经验。这些措施有:改变作物布局、土地耕作、灌溉制度,除去田间、田头杂草,恶化鼠类生存环境,减少食物来源等。80 年代,鼠害防治得到进一步重视,把它作为我国植保工作的重点之一。国家每年用于灭鼠和有关研究的拨款为几千万元,将鼠害防治研究列入国家“七五”、“八五”科技攻关重大项目,在全国范围内组织不同部门的鼠害工作者共同攻关。1983 年还成立了全国农田鼠害测报网,至 1985 年网点达 85 个,测报人员达 270 人。这些工作为及时发布鼠情,开展鼠害防治工作,挽回粮食损失起到重要作用。

人类与鼠类的斗争已有几千年的历史。发展到今天,问题并没有得到彻底解决。一方面鼠类有着惊人的繁殖力,灭杀后数量恢复很快;另一方面鼠类适应能力极强,栖息环境复杂,分布广泛。灭鼠面积与实际分布面积相比仍是微乎其微。非灭鼠区的鼠类能很快“填满”灭鼠区的空间。扩散是灭鼠工作中难以解决的大问题。与人类长期相伴,鼠类已进化形成了许多适应人类生存环境下的特征如:非常机敏、警觉、攀缘力强。许多灭鼠措施很难奏效。和昆虫一样,它们对杀鼠剂具有普遍的抗药性和耐药性,也给鼠害防治工作带来了难题。

由于化学杀鼠剂对非靶动物如天敌、家畜及人有一定的杀伤作用,又会污染环境,其应用有一定的局限性。以前使用的剧毒杀鼠剂如氟乙酰胺、磷化锌已被许多国家禁用。而目前使用的抗凝血杀鼠剂虽然高效、低毒,但由于作用时间长、毒饵消耗多,不易被我国广大农民接受。研制高效、低毒、见效快的新型杀鼠剂是当务之急。

近年来,为克服化学杀鼠剂污染环境、天敌二次中毒等缺点,微生物毒素、不育剂、引诱剂、遗传控制等方面的研究愈来愈受到重视。前苏联、意大利等国使用的微生物制剂主要包括四个菌系: 5170 菌, Issatschenko 菌, Mereshkowsky 菌和 BK₂C 菌。我国也曾开展了沙门氏菌、鼠痘病毒等对各种鼠类致病的实验研究,缺点是鼠类能很快产生免疫力,病菌对人畜有危害。不育剂主要用来抑制鼠类生育率,在农田鼠害防治上有一定的前景。目前,加拿大、美国、澳大利亚等国广泛使用 Epibloc 和 Glyzophrol 来控制田野害鼠,和其它灭鼠剂配合使用能取得非常有效的结果。缺点是适口性差。化学引诱剂主要是通过气味来吸引鼠类,提高灭杀效果。目前发现鼠类的性外激素对异性有很强的吸引效果。但由于其成份复杂,尚难实现实验室大批量合成和生产。遗传防治是鼠类防治中新兴的课题,通常是通过释放携带致病、致死或不育基因的个体,增加种群的死亡率或降低出生率。例如 Guneberg 致死综合症突变型可以使 25% 的杂合体双亲子代死亡。借助基因重组技术来培育携带有害基因的鼠类,可能补救不育剂的某些不足,加速应用于防治鼠类的进程。另外,应用天敌防治农田鼠害也做了不少探索,虽然目前尚处于争论阶段,但可作为农田鼠害综合防治中的一个基本措施已形成了共识。

三、农业虫鼠害防治的对策与展望

著名科学家 M.L.Flint 等在《害虫综合治理导论》中指出:“一定要记住,害虫防治根本上是一个生态学问题,这是极为重要的……有效的害虫防治必须由生态学的远见开始。”

虫害、鼠害的治理,必须要有一个科学的指导思想和先进的对策。过去我国害虫防治工

作,往往是“有虫必治”,为及早消灭虫害,致使防治指标过严,用药过多,因而出现了一系列生态学问题。新的防治策略是:以作物增产为中心,依据系统生物学和经济生态学观点,充分发挥自然因素对害虫的调节控制作用,辅以适量使用化学农药,把害虫控制在经济水平允许以下,以期达到经济、社会和生态三大效益的综合要求。

所谓自然因素对害虫的调控作用,主要指:(1)要重视作物本身的抗逆能力。在作物与昆虫协同进化中,作物对害虫的危害,表现为防御性(耐害性和抗虫性)和受害后的补偿作用。(2)自然天敌对害虫的调控作用。(3)农作物种植和田间管理的制度和措施,也是影响害虫发生的自然因素之一。调动这些因素,害虫治理就会达到一个新的水平。

此外,应用性外激素、基因重组等一些新的技术已显示出在害虫防治中的威力,亦应给予重视。

农业鼠害防治仍需坚持“预防为主,综合治理”的方针。一方面,要搞清楚我国主要典型区农业鼠害发生规律,提出准确的预测预报方案;另一方面,要及时调整鼠害防治策略。

传统上对鼠害防治强调“单一化学灭杀”,“消灭或根除害鼠”。由于鼠类具有极高的繁殖力、生存力和扩散力,因此种群不可能被彻底消灭。单一化学灭鼠,不能充分利用自然调控作用,使鼠害防治工作走向恶性循环。而且化学灭鼠的最大问题是灭鼠后数量恢复较快,甚至出现“越灭越多”的奇怪现象。这主要是因为灭杀后残鼠种群具有极强的超补偿繁殖力,以及原有调控鼠害的自然生态因素如天敌、种间或种内社群压力等的作用被削弱,因此是不可取的。

未来的鼠害防治策略要求,要充分利用自然调控作用,以较少的灭鼠投入,较小的环境污染和破坏,将鼠害长期控制在危害水平以下,并能取得较大的经济、社会和生态综合效益,使灭鼠工作走上良性循环。为满足新的防治策略的要求,既需要从经济阈值的角度考虑灭鼠又需要研究各种高效、低毒、污染少、作用持久的鼠害控制办法。令人可喜的是,近年来,许多新的技术和手段如外激素引诱剂、化学不育杀鼠剂、遗传防治、微生物毒素、栖息地治理等已初步显示出广阔的应用前景,为开创防治鼠害的新局面奠定了基础。

归根结蒂,与虫鼠害的斗争是一个协调和持续发展的问題。虫、鼠不仅是有害生物,但同时又是生物圈生态系统中重要组成部分。它们对人类有害是相对而言的。只有在大爆发年份危害才突出。生态系统中的许多自然因素对害虫害鼠的发生具有很大的调控作用。如果为防治虫鼠害而破坏生态平衡,到头来虫鼠害只能更加严重,人类生活的环境和质量只能更加恶化。

地球正面临着一个前所未有的挑战。酸雨、臭氧层破坏、人口爆炸、食品短缺、灾害频繁……,这些工业革命所带来的意想不到的灾难已到了必须解决的关键时刻。1992年6月在巴西召开的联合国环境与发展大会向全世界宣告:“人类社会处在普受关注的可持续发展问题的中心,为实现可持续发展,一切工作不能脱离从整体和长远来考虑。”虫鼠害防治工作的未来发展也应当与社会和环境的发展协同起来。