

## 邱式邦院士在中国亚洲玉米螟早期研究中的贡献

亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (以下简称玉米螟) 是我国玉米生产上的重要农业害虫, 20 世纪 50 年代被列为《全国农业发展纲要》中限期消灭的危险害虫之一; 其分布广、为害重, 每年都会造成严重的玉米产量损失; 并能诱发穗腐病, 加重了玉米的损失及品质下降, 影响玉米食用和饲用安全。在一般发生年, 春玉米受害后减产 10% 左右, 夏玉米减产 20%~30%; 大发生年减产可达 50% 以上甚至绝产。

### 1 亚洲玉米螟在我国的发生与防治的早期研究

以邱式邦院士为首的老一辈农业科学家在 20 世纪 30 年代, 就开始了我国玉米螟的早期研究工作, 这是我国玉米螟生物学特性、农业防治技术及玉米抗螟品种等研究的开端; 20 世纪 50—60 年代开创了农药颗粒剂防治、赤眼蜂生物防治等多种玉米螟防治技术的先河, 防控效果显著, 对保障我国玉米稳产、保产及粮食安全做出了重大贡献。

1938—1939 年, 在中国人民共同抵御外侵的艰难时期, 邱式邦院士在广西柳州沙塘开展了玉米播种时期与玉米螟为害程度的关系研究, 明确了 5 月播种, 玉米螟为害最重。提出了适当早播或晚播, 早播可使螟害减轻是因为将玉米螟发生高峰期与玉米敏感期避开, 晚播是因为夏季和秋季卵寄生蜂赤眼蜂数量增多及高温干旱降低了玉米螟的存活率。1941 年, 邱式邦院士研究了广西玉米螟越冬及其冬季防治方法, 明确了广西玉米螟的越冬时期、越冬寄主及场所, 提出利用寄主植物饲喂牲畜和彻底烧毁寄主残株的防治措施, 并强调了“防治害虫之道, 防胜于治”, 这一秸秆处理技术至今都是玉米螟农业防治的重要措施。

邱式邦院士是中国最早重视利用抗螟品种来减轻玉米螟为害的科学家, 他在比较观察了 41 个玉米品种的螟害发生程度后, 发现了玉米品种间的抗螟性有显著的差异, 并明确了螟害发生程度与玉米生长状况以及株高、茎粗有显著的正相关, 得出了玉米生长发育过程中 (生育期 90~100d) 最能吸引玉米螟产卵的时期为第 45~54d, 为玉米抗螟品种的选育和利用以及防治适期提供了重要的理论依据。邱式邦院士认为用玉米螟幼虫存活数量来衡量玉米的抗螟性是不准确的, 提出用玉米螟的存活率 (每百粒玉米螟卵孵化钻蛀玉米并发育到老熟幼虫的数量) 作为玉米抗虫性的标准, 并一直被用作玉米抗螟性鉴定工作的指标。

20 世纪 50—60 年代, 我国玉米螟为害严重, 邱式邦院士带领团队成员深入生产一线开展玉米螟的防治技术研究, 当时多是在心叶期采用六六六液灌心叶进行玉米螟防治, 这种方法缺陷是费工、费水、残效期短; 随后研制出利用毒土防治玉米螟的方法, 已经具备了一些颗粒剂的特点, 且配制

简单，防治效果优于六六六灌心叶方法。邱式邦院士在深入田间观察试验效果后得出：防治玉米螟的理想杀虫剂不仅要在施药时可与虫体充分接触，而且在施药后的较长一段时间内也应能继续停留在玉米螟幼虫经常取食活动的心叶部位（大喇叭口内），这样才能够保证后续孵化和侵入的玉米螟幼虫都能接触到药剂，从而发挥杀虫效能。此后，邱式邦院士团队经过不断改善以及多年多地的田间试验，创制出颗粒剂治螟技术，取得了良好的防效，在玉米产区普遍推广应用，对控制玉米螟为害提供了强有力的技术支撑。为了使颗粒剂治螟技术在生产上得到广泛应用，他与助手周大荣等因陋就简、因地制宜，利用农村最易取得的煤渣、黏土、炕土、窑土等材料晒干后，打碎加工成20~60目的颗粒，经过反复试验改进，并最终研制成功5% DDT和1%林丹六六六颗粒剂，这是我国第一个农药颗粒剂剂型，其具有效力高、残效长、用工少、不用水、施药简便等特点，开启了颗粒剂防治玉米螟等害虫新篇章。经过大面积推广示范，进一步明确了新的颗粒剂治螟技术不仅能够防治一代玉米螟为害，还可兼治二代玉米螟，防治效果十分显著，使得这一防治技术很快在全国推广应用，有效地控制了玉米螟这一农业重大害虫，保障了国家粮食的安全生产。该项技术一直到21世纪的今天在有些地区仍在应用，而且随着无人机撒施颗粒剂技术的研发成功与不断完善，将使这项精准用药、持效期长、防控效果好的优势进一步得到充分发挥。在明确了玉米不同生长发育阶段抗螟性不同、玉米螟在玉米早期生长阶段为害死亡率高的基础上，邱式邦院士等提出了在我国北部春玉米上施用残效期较长的颗粒剂进行玉米螟防治，防治时期不宜过早，以心叶末期施药收效最高，从而减少了防治次数和成本，而玉米产量不受影响。同时，邱式邦院士还研究了玉米不同生育期遭受螟害对产量损失的影响，明确了在螟虫数量相同或相近的情况下，心叶末期孵化的螟虫造成的为害对产量的影响较心叶中期和穗期大，提出了玉米心叶末期为玉米螟的防治适期。为了更好和更快地使广大群众掌握玉米心叶末期这一玉米螟防治适期的方法，进一步发展为用“数叶片法”来确定玉米心叶末期，让测报人员能够更好地掌握和预测心叶末期的方法，做好防治预报，更好地指导玉米螟的防治，提高防治效果。由于颗粒剂治螟效果好、方法简便、不需用水、还可不用器械撒布，很快被群众掌握并大面积推广应用。1963年，在河北、江苏、山西推广面积达1300万亩，占这3省玉米面积的一半，且多年来一直是防治玉米螟的主要措施之一。

利用生物防治控制害虫一直是邱式邦院士的夙愿。早年在害虫防治工作中，他就十分重视自然天敌的重要作用，试图通过提供适生环境和利用人工饲养增殖释放天敌等途径，达到提高天敌控制害虫的作用。在20世纪30年代末和40年代初，邱式邦院士就开展了松毛虫天敌种类调查、玉米螟的卵寄生蜂和甘蔗棉蚜主要天敌的观察及饲养研究；他对玉米螟为害损失与天敌的发生数量，特别是与赤眼蜂寄生的关系，做了十分细致的观察。由于各种原因，直到20世纪70年代初期，邱式邦院士才有机会将主要精力逐步转移到生物防治的研究工作中，当时他在河南民权棉区蹲点，开展对草蛉的利用研究，取得了很多成果。邱式邦院士晚年仍在强调生物防治是害虫综合防治的重要内容，应大力提倡发展生物防治工作，发挥天敌治虫的巨大潜力，促进农产品的安全生产。

20 世纪 50—60 年代，国内外防治害虫主要依赖化学农药，并遵循防治害虫要“治早、治小、治了”的指导思想，长期过量使用化学农药出现和暴露了一系列的矛盾。邱式邦院士敏锐地认识到，必须深入研究并探讨我国未来的植物保护技术策略，这是一个根本性的问题。1974 年，他在全国第一次农作物主要病虫害综合防治讨论会上，指出综合防治是植物保护工作的方向。1975 年，在全国植物保护工作会议上又作了有关“预防为主，综合防治”的专题报告。在这次大会上，农业部正式确定“预防为主，综合防治”为我国植物保护工作的大政方针。这八个字，是邱式邦院士从解决农业生产实际问题上升到植物保护科学技术理论创新的集中体现。

周大荣研究员作为邱式邦院士的得力助手，在 20 世纪 70—80 年代，带领研究团队将邱式邦院士开创的玉米螟研究工作继续深入开展，先后研制出我国首例亚洲玉米螟人工饲料及大量饲养技术，“玉米螟人工大量饲养技术”于 1978 年获农业部农牧渔业科技改进二等奖；组织全国玉米抗螟协助组，开展玉米品种资源的抗螟性鉴定，1983 年获农业部农牧渔业技术改进二等奖；研发出取代长残留有机氯 DDT 和六六六的高效杀螟药剂并进一步完善颗粒剂制作工艺，1984 年“1605 煤渣颗粒剂防治玉米螟研究”获农业部农牧渔业技术改进二等奖；1985 年“玉米螟人工大量饲养、抗螟性鉴定及高效治螟技术”获国家科技进步三等奖；1986 年“我国玉米螟优势种的鉴定、分布及性信息素应用研究”获农牧渔业部科技进步三等奖。之后，研发出无琼脂玉米螟人工饲料配方，完善了大量饲养所需的条件及技术，1999 年“亚洲玉米螟无琼脂半人工饲料研制及应用”获北京市科技进步二等奖，为推动我国玉米螟生物学、玉米品种抗性鉴定和综合防治技术全方位研究奠定了更加坚实的基础；同时，针对玉米螟不同世代成虫扩散行为与迁飞可能性的研究，首次明确了我国北方 95% 的越冬代玉米螟扩散距离在 4km 半径范围内，一、二代玉米螟 93% 以上的个体在 2km 半径范围内，为玉米螟发生量的预测预报及防治提供了科学依据，1998 年“亚洲玉米螟成虫扩散规律”获农业部科技进步三等奖。

进入 21 世纪，邱式邦院士提出的“预防为主，综合防治”作为我国的植保方针继续在农林业有害生物防治中发挥着重要作用。新技术的不断出现为害虫综合防治增添了新的内涵，邱式邦院士在晚年仍不忘我国的农业害虫综合治理，努力为新技术的推广示范及应用贡献自己的力量。

## 2 亚洲玉米螟综合治理策略及应用

亚洲玉米螟的综合治理是以农业防治为基础，优化生态调控体系，积极开展生物防治，合理运用物理和化学防治等措施的综合防控技术体系。同时应因地制宜，做到越冬期防治与发生期防治相结合，田外防治与田间防治相结合，玉米田与其他寄主作物田防治相结合，心叶期防治与穗期防治相结合，生物防治与化学防治相结合。

### 2.1 种植抗螟品种

不同玉米品种对玉米螟的抗性程度存在一定的差异，种植具有一定抗性的玉米品种能减轻玉米螟的发生为害程度。利用抗螟品种是控制玉米螟为害的根本措施，是综合治理的基础。自 20 世纪 90 年代末，在北美开始商业化种植转 *cry1Ab*、*cry1F* 等 Bt 基因抗虫玉米，对欧洲玉米螟 *Ostrinia*

*nubilalis* (Hübner) 可达到全生育期接近免疫性的防治效果,同时可兼治多种鳞翅目害虫,种植转 Bt 基因抗虫玉米成为北美防治玉米害虫的最主要措施。近年来,我国大力开发具有自主知识产权的转基因抗虫玉米的研发,并已取得了显著的进展,2019 年底 2 个国产转基因抗虫玉米产品获得在北方春玉米区的生产应用安全证书,将我国转基因玉米的研发应用向前推进了一大步,为亚洲玉米螟等我国玉米主要鳞翅目害虫的防治提供了可供选择的新途径。

## 2.2 优化耕作制度

在玉米螟 3 代发生区,尽量压缩春播玉米、高粱、谷子等寄主作物的面积,减少当年一代玉米螟的寄主和繁殖场所,以降低二、三代发生量;选用非玉米螟寄主进行间作或套作;玉米与红薯或马铃薯间套种,玉米与花生、绿豆等间作,可改变玉米田间的生态环境,吸引天敌,显著减少玉米螟的为害。

## 2.3 消灭越冬虫源

处理越冬寄主,压低虫源基数。采取秸秆粉碎还田或高温沤肥或用作饲料和燃料等,辅以白僵菌、Bt 制剂等生物农药,可减轻一代玉米螟的发生程度;白僵菌封垛是降低玉米螟越冬虫源的有效方法。

## 2.4 物理防治

设置频振式杀虫灯诱杀玉米螟成虫,简单有效,且对天敌杀伤小,成本低;或在成虫盛发期使用性诱剂诱杀玉米螟雄虫,减少田间雌蛾受精率,可减轻下一代的发生为害,方法简便,亦不伤害天敌。

## 2.5 生物防治

优化田间生态系统,创造有利于天敌自然种群增长的生态环境;或加强虫情调查,在成虫产卵期人工释放赤眼蜂,提高玉米螟卵的寄生率;还可田间喷施生物制剂如白僵菌、Bt 制剂等防治玉米螟,不仅对当年治螟有效,而且对第二年螟虫发生也有一定的控制作用。

## 2.6 化学防治

化学防治是玉米螟大发生时必不可少的应急防治措施,应采用高效低毒农药或植物源农药在玉米心叶末期和吐丝期进行喷雾,注意不使用对天敌赤眼蜂影响较大的杀虫剂。

综合我国玉米螟发生防治的历史及现状,从早期的农业防治、化学防治到生物防治及综合防治的观念变化,都是邱式邦院士等老一辈农业科学家求真务实、坚持实践、不断开拓创新的集中体现。在继承中发展,生物育种及植保无人机飞防等新技术的应用,为玉米害虫的综合治理提供了更有效的技术手段。在全球气候变暖、害虫全球化的农业生态环境下,农作物病虫害的发生呈现多样性和复杂性,给植保工作者带来了新的挑战,我们要始终秉承邱式邦院士“要为子孙后代留下一块绿色净土”这一植物保护研究思想,传承和发扬老一辈科学家为国分忧、为民解愁、甘于奉献的崇高精神,为我国农作物害虫治理、保障我国粮食安全生产做出应有的贡献。

(中国农科院植保所 白树雄、何康来、王振营撰稿,转载自《中国生物防治学报》,2021 年第 4 期)