

烈日下的田野，农事繁忙。在勤劳的务农队伍中，有这样一些不同寻常的人：他们穿着朴素，汗流浹背，时而挥动手中的捕虫网，仔细观察；时而剥开秧苗稻穗，紧紧凝视。他们就是活跃在农业病虫害防控一线的科研人员，为建立有中国特色的、资源节约型、环境友好型生物防治体系，常年俯首田间挥洒着辛勤的汗水。

蛾等害虫。试验结果令人惊喜。据山东省东营市园林局高级工程师刁志娥介绍，芜菁夜蛾线虫在明潭公园、秋月湖防治蛴螬效果达到80%左右；而花绒寄甲、肿腿蜂在防治白蜡树、柳树蛀干害虫方面，也取得了较好的效果。

以菌治虫

大豆是中国重要的粮食作物之一，为科学有效地控制玉米—大豆套作田间病虫害发生，四川农业大学杨文钰教授及其团队经过18年的不懈努力，在传统玉米—大豆套作基础上，创新发展出“减量一体化施肥、化控抗倒、绿色防控”的配套技术。

“以菌抑菌、以菌治虫”双管齐下。为有效防治玉米螟、大豆高隆象、大豆食心虫、蝼蛄、蛴螬、地老虎等玉米和大豆的常发虫害，团队选用具有广谱杀虫性的球孢白僵菌。球孢白僵菌分生繁殖产生的分生孢子接触害虫后附着于昆虫表皮，分生孢子萌发出的芽管顶端产生的脂肪酶、蛋白酶、几丁质酶可溶解昆虫外壳，侵入害虫体内生长繁殖，消耗虫体内养分，形成的大量菌丝和孢子布满虫身，产生的毒素可扰乱害虫的新陈代谢，最终促使其死亡。与传统农药相比，该菌剂具有杀虫谱广、无抗药性、绿色无污染等特点。

研究团队成员尚静副教授介绍，应用绿色防控体系后，病虫害的防控率达85%以上，农药减量25%—40%，减少了4—5次农药施用，率先实现了带状间套作、有害生物的发生规律、防控策略与防治技术的三融合，填补了国内外带状间套作绿色综合防控技术体系的空白。据介绍，土地玉米产量与原净作产量水平相当，可新增套作大豆130—150公斤/亩，间作大豆100—130公斤/亩。与净作玉米相比，该技术可为农户每亩增收节本350—600元。

以虫治虫

每到春季，最让农民头痛的病虫害防控问题之一就是蚜虫。而因病虫害防控所产生的农药误杀、农药残留等，已导致了环境污染和食品安全等诸多问题。

面对这一问题，许多科学家开始行动起来，山东农业大学新农村发展研究院副院长刘玉升教授创造的“生态化以虫治虫”生物防控技术体系，则是绿色防控理论结合实际典型案例。

2000年左右，刘玉升教授所在的山东农业大学已经着手异色瓢虫控制蚜虫技术系统的研究。经过20年的不断改进，团队成功建立了异色瓢虫生态化生产繁育并控制蚜虫的技术系统。

“如何在早春蚜虫繁育之前或数量比较少时，就将其天敌培育出来，这是制胜的关键”。刘玉升教授表示，“异色瓢虫生态化生产繁育并控制蚜虫生物技术系统分为两大部分，一是天敌培育系统，在越冬季节时，先通过人工诱集技术收集异色瓢虫，接着用酸模培育酸模蚜，来繁育越冬代异色瓢虫，在来年2—3月份之前，实现异色瓢虫的大量繁殖。二是保护系统。早春蚜虫开始繁育时，数量有限，此时释放压倒性数量的异色瓢虫，就能达到直接控制有害蚜虫发生基数的目的。”

随着刘玉升团队研究的系统后续规模化生产的完善，将助力生态植保，最大限度地减少农药使用。



上图：科研人员在浙江青田稻田共生系统病虫害情况调查。陈欣摄

中图：近年来，江苏省泰州市海陵区大力发展以“稻虾共养”为核心的绿色有机农业。图为华港镇贾桂家庭农场的稻田里，农户在整理龙虾。陈春阳摄（人民视觉）

下图：随着白莲进入始花期，江西省抚州市广昌县白莲产业发展局积极引导农户加强田间施肥除草、防治病虫害等管理，为白莲丰产丰收奠定坚实的基础。图为广昌县叶山镇小港村莲农正在莲田里拔除杂草，确保白莲茁壮生长。曾恒贵摄（人民视觉）



稻田天敌助丰年

卢蕾 周克己

浙江大学农业与生物技术学院教授祝增荣，作为稻田天敌保育生态工程的先行者，经常在田地头做实地调查与研究。

从本科学业算起，祝增荣从事稻田天敌的生态学研究已30年有余。在田间实验的过程中，他发现一些地区从不使用杀虫剂，仅依靠自然中的天敌，十多年稻田害虫没有成灾，反倒是打了药的水稻被害虫吃倒了。这让他意识到，稻田天敌可以有效控制稻飞虱等植食性昆虫的种群发展，而大量不合理

使用杀虫剂，不仅浪费，还破坏了天敌对害虫调控的生态服务功能，而且可能刺激害虫繁殖。因此，他坚定了推动稻田天敌保育生态工程的决心。

根据祝增荣的解释，稻田天敌保育生态工程治理水稻害虫，主要是通过景观设计种植生态功能植物，为天敌提供“食住行”的基本需求，助增早期天敌。具体而言，就是通过构建生态工程系列技术，恢复重建农田功能植被，为天敌提供营养、替代猎物或寄主、转移廊道、庇护所，提高天敌的繁殖能力。祝增荣将生态工程治虫技术归纳为“景观‘着’想、良种与肥料适时适量‘着’地、目标生物‘着’眼、天敌‘着’力、农药‘着’急（农药只用于急用）”，简言之就是“生态工程，五‘着’制胜”。

然而，没有一项研究是一帆风顺的。上世纪90年代以来，祝增荣及其团队的研究从以往的实验室研究为主转为田间实验，之后便遇到了一系列研究难题：作物抗性、化学投入品对天敌的不利和对稻飞虱的再增猖獗、有机肥通过培育腐食者为早期天敌提供替代猎物等。为了解决这些难题，祝教授带领团队一一实地验证。令他记忆最深刻的挑战是有人发问：“小山村因为生境条件好，可以实现你的‘蜘蛛小蜂绿青蛙’防控害虫，在平原地区敢试试吗？”于是，他们从2013年开始，在浙江平原开展连续多年的田间实验，结果非常满意，不仅正面回应了上述挑战，也得到了大小合作农户、所在政府及同行的肯定。

作为浙西山村的“原住民”，祝增荣对农田有一种与生俱来的亲切感，“几星期不到田里，我就浑身难受。”祝增荣笑道。田间实验的工作就是与田里的植物、昆虫们打交道，除了常规正式的生态学取样外，还需调查有些昆虫蜘蛛天敌。至今，他已涉足了全国几乎所有的稻区。祝增荣实验室中的周文武、原鑫、吕进、钱萍等老师同学们，不辞劳苦，经常冒着烈日在田间取样、调查，有10多名同学在基地一住就是整个暑假，每一个数据都是用滴滴汗水换来的。

在祝增荣及其团队的长期努力下，稻田天敌保育生态工程在华东、东北稻区等地得到了大面积的推广应用。工程所及之处，可见一幅幅稻田新景：“稻浪千层花常伴，天敌集群先助增。岂有害虫欲犯苗？未尝繁衍化丰年。”同时，稻田天敌保育生态工程这项工作，在2019年获得了全国农业丰收奖成果一等奖。

使用杀虫剂，不仅浪费，还破坏了天敌对害虫调控的生态服务功能，而且可能刺激害虫繁殖。因此，他坚定了推动稻田天敌保育生态工程的决心。

根据祝增荣的解释，稻田天敌保育生态工程治理水稻害虫，主要是通过景观设计种植生态功能植物，为天敌提供“食住行”的基本需求，助增早期天敌。具体而言，就是通过构建生态工程系列技术，恢复重建农田功能植被，为天敌提供营养、替代猎物或寄主、转移廊道、庇护所，提高天敌的繁殖能力。祝增荣将生态工程治虫技术归纳为“景观‘着’想、良种与肥料适时适量‘着’地、目标生物‘着’眼、天敌‘着’力、农药‘着’急（农药只用于急用）”，简言之就是“生态工程，五‘着’制胜”。

然而，没有一项研究是一帆风顺的。上世纪90年代以来，祝增荣及其团队的研究从以往的实验室研究为主转为田间实验，之后便遇到了一系列研究难题：作物抗性、化学投入品对天敌的不利和对稻飞虱的再增猖獗、有机肥通过培育腐食者为早期天敌提供替代猎物等。为了解决这些难题，祝教授带领团队一一实地验证。令他记忆最深刻的挑战是有人发问：“小山村因为生境条件好，可以实现你的‘蜘蛛小蜂绿青蛙’防控害虫，在平原地区敢试试吗？”于是，他们从2013年开始，在浙江平原开展连续多年的田间实验，结果非常满意，不仅正面回应了上述挑战，也得到了大小合作农户、所在政府及同行的肯定。

作为浙西山村的“原住民”，祝增荣对农田有一种与生俱来的亲切感，“几星期不到田里，我就浑身难受。”祝增荣笑道。田间实验的工作就是与田里的植物、昆虫们打交道，除了常规正式的生态学取样外，还需调查有些昆虫蜘蛛天敌。至今，他已涉足了全国几乎所有的稻区。祝增荣实验室中的周文武、原鑫、吕进、钱萍等老师同学们，不辞劳苦，经常冒着烈日在田间取样、调查，有10多名同学在基地一住就是整个暑假，每一个数据都是用滴滴汗水换来的。

在祝增荣及其团队的长期努力下，稻田天敌保育生态工程在华东、东北稻区等地得到了大面积的推广应用。工程所及之处，可见一幅幅稻田新景：“稻浪千层花常伴，天敌集群先助增。岂有害虫欲犯苗？未尝繁衍化丰年。”同时，稻田天敌保育生态工程这项工作，在2019年获得了全国农业丰收奖成果一等奖。

每年发生在农、林业的病虫害，给农、林业带来严重危害和重大经济损失。为防治农作物病虫害、保证粮食产量而大量使用化学农药的行为，不但导致农作物抗药性上升，防治效果下降，而且由此带来的环境污染、生态危机、粮食安全和健康等问题令人担忧。

生物防治是指利用生物及其产物控制有害生物的技术体系，可以通过保护和利用自然界的天敌（如以虫治虫、以菌抑菌等），实现对病虫害的防控，是当下国际上广泛提倡的“基于自然的解决方案”。

在中国，各种赤眼蜂对玉米、水稻、甘蔗、棉花、烟草等作物上的目标害虫的防治效果明显，这项技术已走在国际前列；对美国白蛾等害虫的生物防治方面，中国也取得较好成绩。在设施农业方面，通过释放相对应的天敌昆虫，有效防治了农作物的主要害虫；为了更好地推广宣传天敌昆虫的作用，科技人员与地方政府部门、群众和企业在全国不同地区，建立了许多反应地方特色的试验示范基地，旨在推动生物防治综合防治体系的技术落地。

比如，北京市农林科学院植物保护环境保护研究所会同中国科学院动物研究所、浙江农业大学及相关企业等在北京昌平区建立了天敌昆虫诱集增殖的生物多样性示范园，在园中种植了数十种北方常见作物，通过几年的观察，各种寄生蜂和捕食性天敌种群数量比基地初建时增加了十几倍。科研人员提出了建设“生态岛”，形成“天敌昆虫银行”，发挥生物多样性的作用和其生态功能，形成区域性的“农田、林区生态免疫区”应用技术。科技人员还在北京诺亚生态农场建立了“配备式天敌工厂”，有针对性地选择在设施内接种释放，配合“栖境和储藏”等功能植物体统/系统，实现了害虫的全程生物防治，保证了农产品的安全。

上述行动让人看到，农林害虫生物防治的前景是光明的。但是，受历史发展、资金投入等影响，大力、快速发展农林害虫的生物防治尚有部分瓶颈问题亟待解决。

目前，生物防治技术与产品的研究与开发，主要依赖于相关科研机构与少数中小企业。特别是天敌昆虫人工繁育和应用，很难形成规模，无法满足生产上的巨大需求。政府应引导并加大扶持天敌等生物技术产品的研发生产，建立稳定长效机制。

战略上，笔者建议将农林害虫的生物防治和统防统治列入国家减灾序列，逐步形成生态免疫格局。在害虫的生物防治（尤其是昆虫天敌）研究与开发上，扶持形成规模化产业。

在战术上，要开发资源，摸清家底，包括天敌昆虫、生物（天然动植物、微生物）等的调查，包括资源数据库和技术数据库建设。特别要加强优势资源的产业化生产技术与高效使用技术开发。

在具体部署上，要形成生物资源有效利用的时空分布与技术布局。对于生物防治投入品的工厂化生产，包括生物农药、天敌昆虫、部分理化技术和生产装备的研发等，国家应给予关注并予以常态化支持。（作者王大生系中国科学院研究员，张帆系中国昆虫学会生物防治专业委员会主任委员）

基于自然的防控之道

王大生 张帆

大生态治理小害虫

王华 王岩青 唐玲 黄璐

生态除害

病虫害的生态治理是世界农业发展趋势之一。从生态系统的整体性出发，通过生物防治和生态防治等方法降低、抑制病虫害，这种自然为农除害之法，对于生态文明建设具有重要意义：降低治理成本、提升农产品质量，维持生态的稳定性，避免污染环境和破坏生物多样性，让农林生产和环境保护两不误。

中国高度重视农业的绿色防控，农业农村部等七部门联合印发的《国家质量兴农战略规划（2018—2022年）》中，明确提出实施绿色防控替代化学防治行动，建设300个绿色防控示范区，主要农作物病虫害绿色防控覆盖率达到50%以上。今年5月1日开始生效的《农作物病虫害防治条例》，更是明确优先鼓励和支持生态治理等绿色防控技术，普及应用信息技术、生物技术，推进防治工作的智能化、专业化、绿色化。

近年来，中国科研人员扎根田间，探索出一系列绿色防控的有效办法。比如山东省东营市中心城绿地害虫频发，其中蛀干害虫（如天牛、木蠹蛾）以及一些地下害虫（如蛴螬）等，让这个公园管理部门很是头疼。2018年至2019年间，东营市园林局在市内各公园、秋月湖、清风湖、泊龙湖等地方，陆续引进了花绒寄甲、肿腿蜂、芜菁夜蛾线虫等天敌和生物药剂，利用生物之间的寄生关系防治天牛、木蠹

