

# 农业害虫危害何以越来越严重

严火其

(南京农业大学 科技与社会发展研究所, 江苏 南京 210095)

**【摘要】**与当今的农业害虫危害相比,历史上产生严重危害的害虫种类较少,害虫发生危害的频率较低。1949年以来,我国农业严重害虫的种类发生了明显变化,并且害虫种类不断增加。在害虫种类增加的同时,虫灾日益频繁,危害越来越严重。现代的作物品种、化肥、农药、市场经营是虫害越来越严重的主要原因。育种和转基因技术等难以控制害虫危害。未来人类要学会与害虫相处,通过各种手段特别是生态调控或生态治理,把虫灾控制在人类可以承受的限度之内。

**【关键词】**病虫害防治;现代性批判;生态治理

**【中图分类号】**S-09;K207 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1000-4459(2021)03-0003-13

## Why are Agricultural Pests Becoming More and More Harmful

YAN Huo-qi

(*Institute of Science, Technology and Social Development, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095*)

**Abstract:** Compared with today's agricultural pests, there were fewer kinds of pests that had caused serious harm in history, and the incidence rate of pests was relatively low. Since 1949, the kinds of serious pests in agriculture in China have changed obviously, and the kinds of pests are increasing. With the increase of pest species, pest damage is more frequent and more serious. Modern crop varieties, fertilizers, pesticides and marketing are the main factors for the increasing severity of pests. Breeding and transgenic technology are inadequate in controlling pest damage. In the future, human beings should learn to get along with pests and control the hazard of pests within the limits that human beings can bear through various means, especially ecological regulation or ecological management.

**Key words:** pest control; modernistic critique; ecological management

人类的种植业生产总是伴随着病虫害。考察人类与病虫害的斗争,自有文字记载以来,不同时期病虫害的种类,危害的程度有不同的特点。一个基本的现象是,历史上的病虫害种类较少,危害程度也相对较轻。伴随着科技进步和社会发展,各种现代性要素如新品种、化肥、农药、农业机械、市场化经营等的引入和不断增加,中国近几十年病虫害危害越来越严重。尽管人们付出了艰辛的努力,病虫害似乎越来越难以控制<sup>①②</sup>。由于历史文献对植物病害的记载较少,为了讨论的方便,本文重点关注虫害问题。过去的几十年,我国的虫害是不是越来越严重了?为何会越来越严重?我们该怎样控制害虫危害?本文拟对此做一讨论。

**【收稿日期】**2020-10-30

**【作者简介】**严火其(1963-),男,南京农业大学科技与社会发展研究所教授、博士生导师,主要从事农业历史和科学思想史研究。

① 刘万才等:《近10年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析》,《植物保护》2016年第5期。

② 翟保平:《从IPM到EPM:水稻有害生物治理的中国路径》,《植物保护学报》2017年第6期。

## 一、害虫的发生在近几年越来越严重了

在中国大陆,邹树文教授和周尧教授是现代较早对中国历史上的害虫发生情况做系统研究的学者。他们的著作名都叫《中国昆虫学史》。按照邹树文先生的统计,在1911年之前的2630年里,中国共记载虫灾645次,其中蝗虫灾害520次,螟虫灾害49次,粘虫(史称蚜蚘)灾害29次。其他虫灾“则远不及此三种虫灾之多”<sup>①</sup>。按照邹先生的数据,这三种虫灾占到历史上虫灾总次数的92.7%,其中蝗虫灾害又要占到中国历史上虫灾总数的80.6%。因此,说中国历史上的虫灾主要由蝗虫、螟虫、粘虫三种害虫引起,其中最主要的又是蝗虫,大致不会错。

周尧先生的研究结果与邹树文先生类似。但作为昆虫分类学家,周先生进一步指出,螟虫是一个类别的虫,包含多个不同的种,如粟灰螟、高粱条螟、水稻三化螟、二化螟等。除了前述三种害虫之外,周先生认为居第四位的害虫是野蚕。野蚕是家蚕的原始种,因为影响到蚕桑生产而被视为害虫。从公元26年到明朝末年野蚕危害共发生30次<sup>②</sup>。中国历史上明确出现过的害虫还有枣步屈、桑尺蠖、蟋蟀、麦蛾、桑黑金花虫、小麦吸浆虫、稻苞虫、稻飞虱、稻铁甲虫、棉大造桥虫、地老虎、蝼蛄、守瓜、天牛、鸟蠹、蝇、衣鱼等<sup>③</sup>。这些害虫只是发生过,但次数很少,周先生也没有给出具体的次数统计。

在两千多年的历史中,只记载了几百次虫灾,并且主要是蝗虫危害。似乎表明传统农业时期害虫的种类很少,远不及现在多,危害程度也不如现在重。或许有人会说,邹树文和周尧的工作是40年前的成果,内容有待更新。事实上,2018年出版的《中国地学通鉴·灾害卷》的结论与邹、周二先生的类似,也认为历史上的虫灾主要是蝗灾,其次是螟虫和粘虫危害。并具体指出:在1949年之前的2600多年中,“中国发生蝗灾有800多次,平均2~3年就有1次地区性蝗灾发生,间隔5~7年发生1次大范围的蝗灾。主要受灾地区多发生在华北平原农业区。”<sup>④</sup>

施和金教授近期对中国历史上的蝗灾作了专门研究。按照施教授的研究结果,元明清时期中国的蝗灾主要集中发生在河北、山东、河南三省。在大大小小的861次蝗灾中,发生在河北、山东、河南三省范围内的就有591次,约占70%。显然,这三省是我国蝗灾的主要发生地区。这三省之外,发生较多的地区是江苏、安徽、湖北。江苏、安徽、湖北三省的蝗灾主要出现在这三省的北部,邻近山东、河南二省的地方,因此可以看作是河北、河南、山东这个蝗灾中心区的南延。山西、陕西的蝗灾发生又较江苏、安徽、湖北为少,并且山西、陕西的蝗灾又主要发生在其邻近河北、河南的地方,可以看成是蝗灾中心区的西延。其它地方如辽宁、内蒙古、新疆、甘肃、宁夏、浙江、江西、云南、广东等均只是偶尔发生。福建、广西、贵州、湖南、四川、青海、吉林、黑龙江、海南、台湾、西藏等,在元明清时期则没有蝗灾的记载。不是仅元明清时期蝗灾的分布如此,从两汉时期开始蝗灾的发生就大致呈现这种基本面貌<sup>⑤</sup>。施和金在研究的时候还按蝗灾发生地域范围的大小把蝗灾区分为路级、府州级、县级(元代),或省级、府州级、县级(明代),府州级和县级(清代)。结合这里对蝗灾发生区域的讨论,我们大致可以说,我国历史上的蝗灾大的不过数省(3省或5省),小的则仅数个县,蝗灾的发生集中在以河北、山东、河南为中心的地区。以此来看,我国历史上危害最为严重的蝗灾,相比于今天的农业害虫来说,确实并不太严重。

不仅中国传统时期的农业害虫不太严重,世界其他地区的害虫危害也类似。L.O. 霍华德1930年时

① 邹树文:《中国昆虫学史》,科学出版社,1981年,第20页。

② 周尧:《中国昆虫学史》,天则出版社,1988年,第66-67页。

③ 周尧:《中国昆虫学史》,第67-68页。

④ 张治勋、张万霞主编:《中国地学通鉴·灾害卷》,陕西师范大学出版总社,2018年,第43页。

⑤ 施和金:《论中国历史上的蝗灾及其社会影响》,《南京师大学报(社会科学版)》,2002年第2期。

说：“农业的兴起是以小农经济为基础，昆虫所给与之损失，除了间隔性发生而不是很大之外，是不大为人所注意的。直到近百年以前在欧洲虫害的损失是很少受着注意的，并且即使在近百年的早期亦仅仅着重在森林的虫害。”<sup>①</sup>这表明，不仅中国而且包括欧洲，在现代农业大规模发展起来之前，害虫对农业的危害相对来说是比较小的。

历史上如此，距离我们较近的1950年代虽与此不同，但还有几分相似。按照国务院1956年提出的《1956年到1967年全国农业发展纲要》，我国在1950年代中期农业生产中主要的病虫害有“蝗虫、稻螟虫、粘虫、玉米螟虫、棉蚜虫、棉红蜘蛛、棉红铃虫、小麦吸浆虫、麦类黑穗病、小麦线虫病、甘薯黑斑病。”《纲要》表明，1950年代从国家层面要防治和消灭的病虫害共有11种，其中害虫8种。8种害虫中排在前三位的仍是历史上危害最为严重的蝗虫、螟虫和粘虫。如果说1956年前后，中国农业害虫为8种，比历史上的三种增加不少，但不得不说，我国这一时期的农业害虫种类并不算多。此后，我国农业生产上的害虫危害快速发展。到2015年时，按《中国农作物病虫害》的表述，中国重要农作物害虫达到739种之多，主要农作物水稻、小麦、玉米、棉花等每种作物都各有约30种重要害虫<sup>②</sup>。当然，3种、8种和739种，我们不能简单地比较这三个数字，但这三个数字至少表明，近几十年里，我国害虫的种类确实有了大幅度的增加。

过去的几十年里，不仅害虫的种类在增加，而且危害程度也变得越来越严重。农业农村部统计数据表明：1995—2001年我国农作物害虫平均年发生面积1.85亿公顷，2002—2011年平均发生面积上升到2.36亿公顷，2012年以后超过2.5亿公顷<sup>③</sup>。表明在很短的时间里（不到10年），害虫的发生就有显著的增长。刘万才等人的研究指出，2006—2015年间全国病虫害草鼠害的发生面积和防治面积与改革开放不久的1980—1989年对比，前者分别是后者的2.84倍和3.93倍<sup>④</sup>。2006—2015年相比1980—1989年不过相差26年，但病虫害草鼠害的防治面积就有数倍之差。刘万才等人的数据反映的是病虫害草鼠害的整体情况，但对于理解近几十年害虫的发展情形仍有参考价值。这里对过去几十年害虫危害整体的发展作了初步描述，但显得粗糙，不够深入。下面结合具体的作物，讨论一下虫害具体的发展情形。

水稻是我国最重要的粮食作物，全国60%以上的人口以水稻为主食。在20世纪50—60年代前期，水稻生产上“大面积引起经济危害的主要病虫害草害就是螟虫（三化螟为主）、稻瘟病和稗草等，其它只是些局部地区零星发生的种类”，例如直纹稻苞虫、稻瘿蚊等。病虫害的种类少，防治也容易。当时主要使用有机氯农药防治螟虫，利用汞制剂浸种防治稻瘟病<sup>⑤</sup>。程家安教授等指出在20世纪50—60年代前期，水稻害虫“种类少，防治也容易”的同时，也指出了害虫随后的发展。例如在1957—1958年，褐飞虱开始在湖南局部成灾。20世纪60年代中期，灰飞虱和黑尾叶蝉先后暴发成灾并传播病毒，1963年在长江三角洲稻区发现了灰飞虱传播的条纹叶枯病和黑条矮缩病。1968年褐飞虱开始在中国南方稻区大面积暴发。随着双季稻面积的扩大，稻纵卷叶螟开始成灾<sup>⑥</sup>。2015年出版的《中国农作物病虫害》指出，我国水稻病虫害种类很多，仅害虫就有600多种。该书具体描述了褐飞虱、白背飞虱、灰飞虱、稻纵卷叶螟、三化螟、二化螟等、大螟等31种重要水稻害虫。

在水稻害虫种类增加的同时，害虫危害的程度也增加了。例如，2006年中国水稻稻飞虱发生面积、防治面积分别达到3272.71万公顷和5209.32万公顷（当年水稻种植面积2894万公顷）。这一年稻飞虱的发生面积还要大于水稻种植面积，是由于同一块稻田可能不同的时间多次发生稻飞虱危害。防治

① 邹树文：《中国昆虫学史》，第172页。

② 中国农业科学院植物保护研究所、中国植物保护学会主编：《中国农作物病虫害》（第3版），中国农业出版社，2015年。

③ 陆宴辉等：《我国农业害虫综合防治研究进展》，《应用昆虫学报》2017年第3期。

④ 刘万才等：《近10年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析》，《植物保护》2016年第5期。

⑤ 程家安等：《中国水稻病虫害草害治理60年：问题与对策》，《植物保护学报》2017年第6期。

⑥ 祝增荣、程家安：《中国水稻害虫治理对策的演变及其展望》，《植物保护》2013年第5期。

面积大大超过水稻实际种植面积则是由于稻田可能用药不止一次;为了控制稻飞虱危害,一些稻田不得不多次用药。由此可见,2006年稻飞虱危害的普遍性和严重程度。对另一种水稻害虫稻纵卷叶螟来说,它在2007—2008年连续2年里暴发成灾,发生面积分别为2619.58万和2545.41万公顷,防治面积则分别达3969.73万和3726.12万公顷<sup>①</sup>。2007、2008年我国水稻种植面积分别为2892万和2924万公顷。这两年稻纵卷叶螟的发生面积接近于水稻种植面积,而防治面积则显著多于种植面积。由此可见,这两年稻纵卷叶螟发生的普遍性和危害的严重性。这样的发生面积和用药面积是历史上任何一种害虫都难以达到的。

与水稻的情形类似,1950年代中国小麦害虫的危害也不是太严重。此期的小麦害虫主要是粘虫和小麦吸浆虫。这一时期发生粘虫危害最严重的大约是1953年。这一年粘虫在全国发生面积达3800余万亩<sup>②</sup>。3800余万亩约合253万公顷,当然不是一个小数目。但如果和近期发生的小麦害虫危害面积相比,则确实不太大。在发生面积不太大的同时,1950年代粘虫防治起来也容易。当时的人们用各种六六六粉剂或上海出品的“223乳剂”就能很容易地控制粘虫危害。与此类似,专家说小麦吸浆虫也只在局部地区发生。在发生面积有限的同时,防治也很容易。“一般地区,掌握有利时机喷药一次即可”,而在虫量不大的地区,还建议在六六六粉中加入一倍筛过的细土,以减少农药的用量<sup>③</sup>。

由于农业生产条件的不断发展变化,我国小麦虫害种类增加,危害也日益严重。2015年版《中国农作物病虫害》指出,“我国小麦生产常见病虫害有60多种,其中病害30多种,虫害30余种。常年发生面积约7000万公顷。”<sup>④</sup>在过去的十多年里,我国小麦种植面积大致稳定在2400万公顷左右。小麦病虫害常年发生面积是小麦种植面积的2.9倍,可见发生的普遍性。与1950年代小麦虫害以粘虫、小麦吸浆虫危害最严重不同,如今小麦生产最为严重的害虫是麦蚜和麦蜘蛛。这表明小麦害虫的种类发生了重大变化。

玉米害虫发展的情形与水稻、小麦类似,也是愈演愈烈。进入21世纪,尤其是2003年以来,“玉米病虫害的发生一直呈加重趋势,一些原来的次要病虫害,在全国范围或局部地区为害不断加重,甚至上升为主要病虫害,一些新发生的病虫害已对玉米安全生产构成了威胁。”2011、2012年我国玉米种植面积分别为3354万公顷和3503万公顷。2011、2012年虫害的发生面积在玉米种植面积的1.5倍以上<sup>⑤</sup>。

1911年之前,虫灾发生的次数相对较少,没有现在频繁和普遍。历史上的虫灾往往只是发生在某几个县,或某几个州,更大的也不过3—5个省。如今则几乎每个省、每个县的农田都有发生。历史上的虫灾每两、三年才发生一次,现在则每年都要发生好多次。历史上虫灾的防治似乎也相对容易。通过各种农业措施,辅之以人工捕打,在没有现代农药的情形下,就能基本控制害虫危害。现在的害虫,用尽了包括化学农药在内的各种现代化手段,似乎仍然难以控制。

面向未来,害虫危害还有进一步加重的可能。例如,源于美洲地区的草地贪夜蛾最先于2018年12月由云南传入我国。到2019年10月8日已侵入我国大陆除辽宁、吉林、黑龙江、青海和新疆之外的26个省(市、区),造成危害的有22个省(市、区)的341个县(市、区)<sup>⑥</sup>。显然,草地贪夜蛾会迅速成为我国最新的重要农作物害虫。并且研究表明,“随着全球温度的上升,水稻、玉米和小麦上的害虫危害将加剧,若气温提升1℃,虫害引发的损失将提高10%~25%。”<sup>⑦</sup>1949年以来,虫害的发生确实越来越严重了,并且虫害的发生似乎还处在愈演愈烈的发展过程之中。

① 刘万才等:《近10年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析》,《植物保护》2016年第5期。

② 刘增义等:《粘虫》,《农业科学通讯》1956年第3期。

③ 刘家仁:《小麦吸浆虫》,《中国农业科学》1958年第4期。

④ 中国农业科学院植物保护研究所、中国植物保护学会主编:《中国农作物病虫害》(第3版),第503页。

⑤ 中国农业科学院植物保护研究所、中国植物保护学会主编:《中国农作物病虫害》(第3版),第737页。

⑥ 王永崇:《即将暴发的草地贪夜蛾如何防控? 吴孔明院士等专家来支招!》,《农药市场信息》2019年第23/24期。

⑦ 王振营等:《我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策》,《植物保护》2019年第1期。

## 二、害虫发生越来越严重的原因探析

前面我们描述了害虫危害越来越严重的事实。问题是:害虫危害何以会越来越严重?害虫是动物界里面的一个类群。它因为取食农民种植的农作物,影响到农民的收获,才被人们称为害虫。对任何一种害虫来说,它都处在一定的生态位上,自然界都有它生存的条件。它的正常存在并不对人类的生产活动造成危害。但超出“正常存在”范围的大规模发生,就会影响到农民的收成,从而成为人们防治的对象。害虫的大规模发生一方面取决于在一定的温度、湿度等环境条件下食物的适宜性和丰富性;另一方面取决于天敌的丰富性和环境对其制约作用的大小。只有农民们种植的作物中适宜于这种害虫的食物特别丰富,并且天敌又少,害虫才有可能大规模发生。

在1949年之前几千年的中国传统社会中,“种谷必杂五种,以备灾害。田中不得有树,用妨五谷……还庐树桑,菜茹有畦,瓜瓠果蓏殖于疆易。鸡豚狗彘毋失其时,女修蚕织……”<sup>①</sup>农民家庭尽管只拥有一小块土地(几公顷或甚至不到1公顷),在这样一小块土地上,他还要种植多样的作物。由于各个农户自己选种留种和用种,这使我国历史时期农民们种植的每一种作物其品种都极其多样。在这样的农业生产情形下,土地上的作物种类多样,每一种作物特别是作物的每一个品种,所种植的面积都有限。这样的生产特点使害虫难以大规模爆发。即使发生,也是零星小规模。只有食性特别杂的害虫如蝗虫,才有可能较大规模地发生。

伴随着现代社会的发展,现代农业通过新品种、化肥、农药、农业机械等科技手段武装起来,并以产业化、市场化形式进行经营。新的生产方式彻底改变了农业生产的面貌,改变了害虫发生和发展的条件。这种发展引起的结果是害虫的种类和危害程度都发生了显著变化。害虫的发生和发展受到食物和环境条件的影响。环境条件中的光、热、水、气、肥等条件是按照有利于作物生长发育的需要建立的,而作物害虫和作物长期协同进化,有利于作物生长的环境条件往往也有利于以这种作物为生的害虫的发育。因此这里对环境条件作一简化,主要从害虫食物的变化和害虫天敌的变化两个方面,讨论害虫近几十年来越来越严重的原因。

随着各种现代农业要素的引入,现代农作物产品在组成成分上与传统社会相比发生了明显变化。例如美国德克萨斯州大学对美国农业部1950—1999年记录的近50年蔬菜、水果的营养数据进行对比,发现营养成分的含量明显下降。蔬果的蛋白质、钙、磷、铁、维生素B<sub>2</sub>、维生素C的含量平均减少5%~40%不等。类似的,英国在1930—1980年间蔬菜钙含量平均减少19%、铁减少22%、钾减少14%。美国某研究所对1975—1997年的12种新鲜蔬菜测定表明,它们的平均钙含量减少27%、铁减少37%、维生素A减少21%、维生素C减少30%<sup>②</sup>。作物营养成分的变化意味着害虫食物的变化,而害虫食物的变化当然会影响到虫害的发生。

是什么因素导致现代农业产品营养成分的变化呢?赵方杰教授在英国洛桑试验站的研究表明,在过去的160年里,英国单位面积上的小麦产量有了很大的提高,但小麦籽粒中的锌、铜、铁、镁等矿物质营养元素显著减少,总体下降幅度约20%~30%。1968年矮秆品种的引入,矮秆品种对高秆品种的替代是小麦籽粒中矿质营养元素下降的主要原因<sup>③</sup>。国内赵言文等的研究也指出,在1950—2006年间江苏

① [东汉]班固:《汉书》,中华书局,1962年,第1120页。

② 赵玉芬等:《我国肥料使用中存在的问题及对策》,《科学通报》2015年第36期。

③ Ming-Sheng Fan, Fang-Jie Zhao, Susan J. Fairweather-Tait, Paul R. Poulton, Sarah J. Dunham, Steve P. McGrath: Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 22(2008)315 - 324.

省随着品种的变化,小麦单位面积的产量大幅度增加,品种的株高明显下降,籽粒蛋白质含量和赖氨酸含量明显上升<sup>①</sup>。

高产优质是农作物品种改良的经常性目标。为了实现高产,随着品种的更新换代,作物的收获指数不断提高,在光合作用基础上形成的淀粉、脂肪、蛋白质越来越多地向籽粒等人类收获的部分转移和积累。为了实现优质,人类食用部分中的角质层、木质素、纤维素、半纤维素等人类难以消化的成分则不断减少。因此,品种的更新换代不仅意味着农产品对人而言价值的变化,而且意味着害虫食物条件的重大改变,从而必然影响到虫害的发生。

矮秆品种的育成和推广标志世界范围内绿色革命的开始。我国第一个大面积推广的矮秆品种是水稻中的矮脚南特。矮脚南特与传统的高秆品种相比根系发达,秆矮,蘖多,穗大,叶片短宽挺直。基部1~2节间单位长度干重比一般高秆品种重二倍<sup>②</sup>。矮秆品种在形态特征、组织结构、营养成分等方面都与传统的品种不同,从而不能不影响到以水稻为取食对象的害虫的发生。在第一次绿色革命启动前,南方稻区主要病虫害是三化螟和稻瘟病。随着矮秆品种的大面积应用,单双季水稻混栽面积的扩大,导致二化螟危害加重,二化螟上升成为优势种群。不仅如此,“随着矮秆品种的大面积种植,南方稻区双季稻面积持续扩大,为稻纵卷叶螟种群发展提供了有利的食料条件,自20世纪60年代中期起稻纵卷叶螟逐步发展成为水稻重要害虫。”<sup>③</sup>品种的更替及伴随而来的种植制度的改变直接影响到害虫种类的变化。

品种的单一化和简单化是现代品种影响害虫食料的另一个因素。中国原有水稻地方品种4万多个,而1990年时生产上推广种植的新品种仅2312个<sup>④</sup>。2312个新品种中的多数品种种植面积相对较少,其中的少数优良品种又被大面积种植。例如在1986年至1996年间,杂交稻汕优63一个品种在全国16个省区平均每年种植面积为467万公顷,约占全国水稻种植总面积的15%以上,其中1990年种植面积达687万公顷,占全国水稻种植面积的20%以上<sup>⑤</sup>。一个品种的种植面积就占到全国水稻种植面积的15%到20%,可见其种植面积之大,也可见其他的许多品种种植面积相对很小。

现代品种的推广在生产上使用的品种数量大幅度减少的同时,现代品种在血缘上的关系则越来越近了。由于追求共同的育种目标,现代的新品种大多使用了某些共同的育种材料,这使现代新品种往往是某些共同亲本的后代。例如,中国绝大多数水稻矮秆品种其矮秆基因都来自矮脚南特、矮仔占、日本晴和农垦58等少数几个亲本品种。中国杂交稻有10个不育系所培育的杂交稻品种,种植面积占全国杂交稻总种植面积的70%~90%以上<sup>⑥</sup>。由于现代品种血缘上的亲近性,这就不能不使这些新品种在形态特征、组织结构和营养成分上具有某种程度上的近似性。这种近似性增加了对特定害虫来说食物的丰富性,从而有利于这种害虫的大规模暴发。

我国的传统农业是自给自足的小农经济。过去几十年中国农业发展的一个重要影响因素是市场机制的引入和不断发展。在市场经济条件下,农民生产的目的是为了通过出售自己的产品获取利润。因此市场经济农业就要实行专业化生产、单一化经营、规模化发展<sup>⑦</sup>。这种单一化包括两个方面的内容。其一是农户种养种类的单一化。传统农户总是搞多种经营,五谷杂粮、水果蔬菜、猪狗鸡鸭等什么都要种一些或养几只,如今的农民则强调“专业化生产”,他可能只种水稻,只种蔬菜或只养猪。其二

① 赵言文等:《江苏省小麦品种更替过程中主要农艺性状的演变》,《西南农业学报》2009年第5期。

② 中国农业科学院水稻科学技术组:《早籼矮脚南特的品种特性和栽培技术总结》,《中国农业科学》1966年第2期。

③ 程家安等:《中国水稻病虫害治理60年:问题与对策》,《植物保护学报》2017年第6期。

④ 同上。

⑤ 谢华安:《中国种植面积最大的水稻良种“汕优63”主要农艺学和生物学特征特性》,《福建省农科院学报》1997年第3期。

⑥ 毛昌祥等:《中国杂交水稻发展现状分析》,《杂交水稻》2006年第6期。

⑦ 严火其:《农业效率与生态的冲突:基于分工视角的分析》,《自然辩证法通讯》2019年第12期。

是在种类单一的情形下还品种单一。如以种植水稻的农民来说,传统农户往往为了满足自给自足的需要既种早熟的品种,又种晚熟的品种,还种糯稻;如今则主要种市场需要的某一个优良品种。这种生产的单一化如前所述,为特定的害虫提供了丰富的食物,从而有利于这些害虫的大规模产生。

伴随着种植业结构和品种的变化,害虫的食物条件发生改变,从而必然引起害虫种类的变化。例如历史上危害农业生产最严重的蝗虫,如今几乎退出了重要农业害虫的行列。植保专家周雪平等指出:“20世纪60—70年代,……全国性害虫如东亚飞蝗、小麦吸浆虫等已基本得到控制。到20世纪80年代,……困扰中华文明两千多年的蝗灾已得到根治。”<sup>①</sup>在如今的农业生产中,危害水稻最严重的是褐飞虱、白背飞虱、灰飞虱和稻纵卷叶螟;危害小麦最严重的则是小麦蚜虫和麦蜘蛛。由此可见,今昔害虫种类变化之大。

当今危害严重的害虫其基本特点是,个体很小,年发生世代数多,繁殖能力强。例如褐飞虱、白背飞虱、灰飞虱、小麦蚜虫只有几毫米大,麦蜘蛛甚至不到1毫米。褐飞虱、白背飞虱、灰飞虱一年可以发生11~12代,各种小麦蚜虫则一年可以发生18~30代。尽管成虫个体很小,但褐飞虱每头雌虫可产卵200~700粒,多者超过1000粒。

当今严重害虫的另一个特点是,它们具有长距离迁徙的能力。由于个体小,并且往往还有翅膀,这使它们能够随着空气的流动作远距离的迁移。例如白背飞虱就能够随着气流在泰国、缅甸、柬埔寨、老挝、越南的稻作区和我国东北南部、华北地区之间往返迁移,不断为害。在如今的主要害虫中,褐飞虱、灰飞虱、麦蚜、稻纵卷叶螟等都具有类似的迁飞能力。当今危害稻麦严重害虫的另一个特点是,与传统害虫如蝗虫、粘虫食性杂形成对比,如今稻麦严重害虫的食性相对简单。例如褐飞虱只取食水稻。白背飞虱、稻纵卷叶螟、麦蜘蛛虽然可以危害多种作物,但危害作物的种类也相对较少。

如今害虫个体小、世代多、繁殖力强,可以在大范围内迁飞为害,并且食性相对简单的特点,是否与对这些害虫来说,食物异常丰富有关呢?或许可以说,是食物的简单化和食物的异常丰富导致了害虫种类的变化。如今的害虫种类繁殖能力特强,使其特别容易暴发成灾,并且据有迁飞能力,使其能够在范围内造成危害。这或许是当今害虫危害严重,危害面积特别大的原因。

植物的生长发育需要从土壤中吸收氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锌、锰等各种必需营养元素。植物对这些营养物质吸收的多与少,直接影响作物株体的组成成分、形态特征和组织结构特点等,从而影响作物对特定害虫的适宜性,影响到害虫的发生和爆发流行。现代农学研究表明,氮肥的大量施用有利于病虫害的发展,硅肥、钾肥等的施用则有利于减少病虫害的发生。

普遍施用氮肥是现代农业的标志之一。如今的生产现实是,氮肥不仅被普遍使用,而且被普遍过量使用。郭明亮等分别以化肥用量等于地上部吸氮量为标准,以化肥+生物固氮量=地上部收获物带走量为标准,以化肥+生物固氮+稻秆还田+有机肥养分量=地上部收获物带走养分量为标准,来分别衡量我国农业生产中水稻氮肥施用过量与不足的情形。结果表明,我国水稻生产上普遍存在过量施用氮肥的情形。过量施氮农户的比例分别为59%,94%和96%。标准不同,农户过量施氮的普遍性不同。过量施氮则加重了水稻病虫害的发生。与施氮合理和施氮不足相比,过量施氮可显著增加水稻病虫害发生率1.9倍,增加病情指数1.1倍。病虫害种类包括纹枯病、稻瘟病、二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱等。另外,根据对安徽省的1171个农户的调查,在现实的农业生产中,每公顷农田每增加10公斤的氮肥用量,农药用量需要增加0.2公斤<sup>②</sup>。农药用量是一个综合性的指标,它综合反映出病虫害的发生规模和危害程度。随着农户氮肥用量的增加,农户农药使用量也相应地增加,意味着随着氮肥施用的增加,水

① 周雪平等:《农作物有害生物防控:成就与展望》,《中国科学:生命科学》2019年第12期。

② 郭明亮等:《中国水稻氮过量对农药用量的影响》,中国农业大学博士学位论文(指导教师张福锁)2016年6月,见摘要。

稻病虫害的发生也越来越严重。

如果说氮肥的施用有利于病虫害发生的话,那么硅等微量元素肥料的施用则有利于减轻病虫害的发生。以硅肥来说,水稻上施用硅肥可显著提高水稻对白叶枯病、……稻纵卷叶螟和稻飞虱的抵抗力<sup>①</sup>。中国农业生产的现实是,氮磷肥料普遍过量施用并导致环境污染,土壤质量降低;微量元素肥料则重视不够,施用不足,导致土壤普遍缺乏。赵玉芬等院士说:土壤中微量营养元素普遍缺乏“导致病虫害加重,农产品品质下降”<sup>②</sup>。中国农业生产中不断增加的氮肥等的使用是害虫危害越来越严重的重要原因。

害虫取食庄稼,损害了农民们的利益,因此在过去的几千年里,农民们通过深耕多耕,合理轮作,人工掘卵杀虫等各种手段控制害虫危害。现代科技的发展为农民保护自己的劳动果实提供了新的强有力武器——化学农药(它的早期代表是滴滴涕和六六六)。在这些新式武器的武装下,农民用极小量的农药就能轻易杀死各类害虫。并且这些农药成本低廉,使用方便。滴滴涕和六六六的发明和使用,使人们相信人类找到了控制害虫危害的灵丹妙药,从此人类就可以彻底控制甚至消灭害虫危害。例如《1956年到1967年全国农业发展纲要》明确要求,“从1956年起,分别在7年或者12年内,在一切可能的地方,基本上消灭危害农作物最严重的虫害和病害。”二十世纪五十年代,化学农药也确实取得了药到害除的效果。

用化学农药防治害虫一度效果极其良好。但进一步的实践表明,害虫没有那么容易对付,更不用说消灭。害虫在遗传其各种性状的同时,总是存在小概率的变异。当用六六六等杀灭某种害虫的时候,这类害虫中的绝大多数都被杀死了。但数量庞大的害虫中偶尔会有少量的变异个体不被杀死,它能够有效地抵抗六六六对它的毒杀作用。在以后继续用六六六防治这种害虫的时候,对六六六敏感的个体可以被杀死,但有抗性的个体不被杀死并能正常的繁衍后代。这样经过一段时间,对六六六敏感的个体逐渐消失,对六六六有抗性的个体则发展成为优势的种群。在抗性个体成为优势种群的情形下,用原来的剂量,使用原来的农药就不能有效地控制这种害虫。为控制害虫危害,就要加大农药的使用量。在加大用量的情形下,产生了初步抗性的种群可能由于变异产生对更高浓度农药的抗药性。这样发展的结果导致这种农药因为成本的增加,对环境污染的加重,对人类健康的不利影响等而不再被使用。在这样的情形下,人类不得不发明和改用新的化学农药。新的农药在早期效果良好,随后害虫对新的农药产生抗药性,以至产生更强的抗药性,直到最后放弃这种农药的使用。人类为保护自己种植的庄稼,害虫为了种群的延续,就进入了这样一种“水涨船高式”的恶性循环之中。

早在20世纪60年代中期,中国就发现水稻三化螟对六六六等有机氯农药产生了抗药性。此后出现抗药性的害虫种类不断增加,并且同种害虫对多种农药表现出抗药性。以二化螟为例,从20世纪80年代起,部分地区二化螟种群已对敌百虫、甲基对硫磷及杀螟松等表现出抗性。从20世纪90年代起,二化螟又对杀虫双、杀虫单、三唑磷和甲胺磷等农药表现出高度抗性,对氟虫腈、阿维菌素和甲维盐等农药表现出低度抗性;近年来,又对氯虫苯甲酰胺及氟苯虫酰胺等农药产生了抗性。又如褐飞虱于20世纪80年代对有机磷和氨基甲酸酯等农药表现出抗性,90年代对噻嗪酮产生抗性,2005年对吡虫啉表现出高度抗性,近年来又对氟虫腈、吡蚜酮、噻虫嗪等农药产生了抗性<sup>③</sup>。由于抗药性的产生,尽管农药的种类不断增加,农药的使用量不断加大,害虫的危害照样存在,并且似乎还越来越严重。

农药科技的不断进步,农药使用量的不断加大为何不能有效控制害虫危害,反而让害虫危害愈演愈烈呢?原因之一在于自然界本来存在着控制害虫危害的力量,而农药在杀死害虫的同时,更杀死了害虫的天敌,从根本上削弱了自然界自身控制害虫的力量。人类过于相信自己手中武器的作用,忽视或低估

① 于广星等:《硅肥对水稻增产提质抗病虫的影响研究进展》,《中国稻米》2019年第1期。

② 赵玉芬等:《适应农业新需求,构建我国肥料领域创新体系——中国科学院学部咨询报告》,《植物营养与肥料学报》2018年第2期。

③ 程家安等:《中国水稻病虫草害治理60年:问题与对策》,《植物保护学报》2017年第6期。

了自然界控害因素的作用。

在传统农业时期,作物种类多样,品种也多样。与此相应地,其他种类的各种生物也多种多样。在生物多样性丰富的条件下,生物之间相互制约的关系使害虫往往难以大规模暴发。例如1950—1960年间,中国南方稻区稻螟虫卵期寄生率可达20%~80%;幼虫期寄生率可达40%~80%;稻纵卷叶螟卵期寄生率可达80%;稻飞虱寄生率可达70%;黑尾叶蝉卵寄生率可达50%~80%<sup>①</sup>。由于各种主要害虫从卵期开始就先后被其天敌所寄生或吞食,这些害虫也就难以大规模发生。即使有,也难以形成大的灾害。

如今的农业生态系统是为尽可能多地收获农作物而建立的。在现代农业生产条件下,在大面积农田上种植作物的种类单一,每种作物的品种也单一,这就改变了许多生物的取食条件。这样的农田生态系统只是为特定的某些生物例如害虫提供了好的生存和食物条件,对大多数的生物来说,则因为没有合适的取食对象和生存环境,以至于难以生存。农田生态系统生物多样性的降低,弱化了天敌对各种害虫的控制能力。在降低了生物多样性的前提下,人们又长期依赖化学农药防治害虫。化学农药能杀死害虫,也能普遍地杀死害虫的各类天敌。非常遗憾,正如格尔(Gurr)所说:“农药的大量使用对益虫的危害大于害虫。”<sup>②</sup>这是因为天敌和害虫是两类不同的生物。害虫是植食性的,以各种农作物为食,天敌则以害虫为食物或寄主。捕食性和寄生性天敌均需要四处寻觅猎物,这样天敌触碰农药的可能性和受到喷雾的影响就比害虫更大。这就可以理解,随着现代农业的发展,在害虫种群增加的同时,天敌的种类和数量却大大地下降了。“自1970年以来,天敌种群显著下降,长腹黑卵蜂等已在稻田消失,高产稻区各种主要天敌的寄生率一般均已降到个位数”<sup>③</sup>。正是天敌的大量减少,为害虫的暴发创造了现实条件。例如由于天敌大幅度减少,“我国稻飞虱在稻田的增长倍数已达到热带国家的数十倍”<sup>④</sup>。农田生态系统中天敌制约作用弱化是现代生产条件下害虫危害严重的根本原因。

化学农药的大量使用,使稻田系统自然天敌调控功能显著退化,从而导致各类害虫更容易暴发成灾。从这种意义上说,化学农药本身是害虫越来越严重,越来越难以控制的一个原因。

### 三、人类应该如何控制害虫危害

如今的害虫危害似乎越来越严重。为了控制害虫,人类付出了一系列环境、食品安全、生物多样性方面的代价,但对害虫的斗争似乎远没有取得胜利。人类该如何控制害虫危害呢?

为控制害虫危害,育种学家、植保专家想到的第一个办法就是选育抗虫的作物品种。选育能够抗某种严重害虫的品种就能有效避免对这种作物的取食,从而能够保护这种作物。这难道不是控制害虫危害的好办法吗?看起来是一个好办法,但事实上困难重重,现实中难以取得人们期待的成效。

育种学家在育种时具有多个目标,首先是高产,其次是优质,然后才是抗虫、抗病。假设每个目标性状出现的概率是千分之一(事实上这个概率已经很高了),那么聚集两个优良性状如高产和优质的概率就是百万分之一。在此基础上抗某一种虫的概率就是 $1000^3$ 分之一,抗两种虫的概率就是 $1000^4$ 分之一。考虑到水稻、小麦、玉米、棉花等主要作物每一种作物都有约30种主要害虫,则要避免害虫危害,真正做到高产、优质、抗虫,则相应品种出现的概率在 $1000^{30}$ 分之一以下。这样的品种是根本不可能育成的,它的概率太低了。这还没有考虑到病害,如果考虑到每一种主要农作物又有约30种主要病害,则选育高

① 浙江农业大学编著:《农业昆虫学(第2版)》(上册),上海科学出版社,1982年,第466页。

② 祝增荣主编:《生态工程治理水稻有害生物》,中国农业出版社,2012年第9页。

③ 程家安等:《中国水稻病虫草害治理60年:问题与对策》,《植物保护学报》2017第6期。

④ 同上。

产、优质、抗虫、抗病的作物品种更是不可能的。如果我们放低要求,只抗某一、两种主要害虫,则这样品种的作用是有限的。因为食物条件充分,其他病虫害就会大量发生,次要害虫就会上升为主要害虫。对一种作物来说,即使有了某种抗虫品种,这个品种只具有某个抗性基因。由于害虫基因的多样性和变异性,被抗性基因抗住的害虫种群难以发生,但不能抗住的害虫种群就可能大量地发展起来。

例如对水稻褐飞虱来说,育种学家们在野生稻和栽培稻中发现了21个抗褐飞虱基因,即Bph1、Bph2、Bph3……。每个抗虫基因都能抵抗一定类型的褐飞虱危害。国际水稻研究所(设在菲律宾)育成的水稻品种IR26含有Bph1基因,IR42含有Bph2基因,IR56含有Bph3基因。我国早期的杂交水稻汕优系列由于采用IR26为恢复系,因而对I型褐飞虱具有一定抗性。因此在杂交水稻推广的一段时期内,由于Bph1基因的抗性作用,褐飞虱种群数量就有所下降。但随着虫源地和中国褐飞虱种群在带有Bph1基因水稻上的长期发育,田间种群发生了显著变化,适应侵害含Bph1基因的II型生物型发展成为优势种群,于是褐飞虱数量显著上升,再次成为水稻的首要害虫。在褐飞虱种群由I型向II型转化期间,杂交水稻的不育系明恢63被广泛使用。由于明恢63对白背飞虱具有超感性,以明恢63为不育系的杂交水稻的大面积推广,使白背飞虱于20世纪80—90年代成为南方稻区的首要害虫,并一度取代褐飞虱首要害虫的位置。林拥军教授说,导入Bph1、Bph2基因的水稻品种曾经在生产中发挥明显的控害作用,但由于褐飞虱的变异性 and 适应能力,如今“导入Bph1、Bph2的水稻品种对我国褐飞虱已经失去控害作用”<sup>①</sup>。由于褐飞虱广泛的变异性,它具有多种多样的生物类型,要选育一个能够全面抗住各种类型褐飞虱的品种是何其困难啊!在全面抗褐飞虱的基础上,再抗白背飞虱、再抗灰飞虱、再抗稻纵卷叶螟,再抗稻瘟病,再抗白叶枯病,这怎么可能呢?这对育种工作者来说,是一个难以完成的任务。考虑到育种工作者最终要在田间的环境下进行选择,他的头脑和眼睛只能关注少数的几个目标,他不可能同时关注这么多的对象。不要说控制多样性的害虫,单单褐飞虱一种害虫,由于其基因的多样性和变异性,指望通过育种的手段完全控制住也是难以实现的。

如果说常规育种不能解决虫害问题,那么近期蓬勃发展并引起广泛争议的转基因技术又如何呢?出于食品安全的考虑,水稻、小麦等主要粮食作物还没有实现转基因品种大规模商业化。未来即使实现商业化,转基因技术也只不过是一种育种手段,最终也难以真正控制害虫危害。例如,如果我们成功地将抗褐飞虱的某一、两个基因转入栽培的水稻品种之中,由于褐飞虱自身的变异性 and 适应能力,一段时间以后,这样的品种同样会丧失对褐飞虱的抗性。那么我们能否把所有的抗褐飞虱的基因都转移到同一个水稻品种之中,从而提高其抗性,避免抗性消失呢?理论上也许是可以的。还可能把抗白背飞虱、灰飞虱、稻纵卷叶螟、稻瘟病、白叶枯病、纹枯病等所有的抗性基因都转入同一个水稻品种之中。这样一来又会怎样呢?由于这样的品种要合成种类繁多的抗性物质,不可避免需要消耗物质和能量,这会不会影响产量呢?这样多的抗性物质会不会影响品质呢?按照能量守恒,物质不灭等简单的原理,这种状况恐怕不能避免。通过转基因技术实现对害虫的控制恐怕也不现实。

转基因抗虫最为成功的应用出现在棉花生产上。苏云金芽孢杆菌在其芽孢形成过程中产生一种 $\delta$ -内毒素,这种毒素可以毒杀鳞翅目、双翅目和鞘翅目等的昆虫。生产上把编码 $\delta$ -内毒素的基因导入棉花品种中,从而使育成的棉花品种能够抵抗棉铃虫对棉花的危害。我国从1998年开始推广种植转基因抗虫棉。沈晋良等通过实验室生物测定监测和田间种群验证的方法研究了棉铃虫对转Bt基因抗虫棉的抗性。室内筛选实验表明:幼虫取食转Bt基因抗虫棉叶17代后,抗虫棉对棉铃虫的抗性下降70%,取食至40代以上,棉铃虫的抗性指数增加了1000倍。更早种植转基因抗虫棉的美国德克萨斯部分地区在1996年因大面积种植转Bt基因抗虫棉,致使棉铃虫对其产生抗性,不得不重新采用化学农药

<sup>①</sup> 林拥军等:《水稻褐飞虱综合治理研究与示范》,《应用昆虫学报》2011年第5期。

防治棉铃虫<sup>①</sup>。转基因技术是一个可以用的手段,但很难靠它完全控制害虫危害。

现代农业为害虫的发生提供了丰富且良好的食物。未来通过抗虫品种的选育,通过适当减少氮素化肥的使用,可以对害虫发生的食物条件产生某种影响。事实上人类也期待着这种影响。但未来由于人类对农产品产量、品质、适口性等的追求,中国通过选育抗虫品种、减少化肥的用量来影响害虫食物品质的努力恐怕作用有限。例如中国虽然氮肥普遍过量施用,但中国政府控制化肥用量的目标仅是在2020年实现零增长<sup>②</sup>。中国氮肥的施用量在一个不短的时期内将居高不下。至于新品种选育,中国育种的目标仍将以高产、优质为主,在高产优质的基础上追求抗性。品种的选育难以对害虫的食物产生明显影响。例如“近年农业部拟在南方稻区推广的40余个水稻主导品种中,在对稻瘟病抗性鉴定结果有介绍的38个品种中有24个属于中高感品种;对褐飞虱有抗性鉴定结果介绍的19个品种中有14个属于中高感品种。这表明育种科技人员在育种过程中并没有把对主要病虫害的抗性作为高产育种的必要指标。”<sup>③</sup>

影响害虫发生的另一个不能忽视的因素就是市场机制的作用。市场机制通过促进生产的专业化、单一化、规模化来提高劳动生产率。改革开放以来,我国自觉选择了市场经济的发展道路,未来我们不会改变这一发展道路。可以预见,市场机制将进一步促进生产的专业化、单一化、规模化,甚至促进化肥、农药等的进一步扩大使用等<sup>④</sup>。市场经济的作用将使特定害虫的食物更加丰富,适宜性更好,从而更有利于害虫的暴发成灾。考虑到品种、化肥、市场经济等的共同作用,未来害虫发生的总体食物条件仍对害虫的发生有利。

如果害虫发生的食物条件在未来的一个时期内难以明显改变,那就意味着难以通过改变害虫的食物条件来控制害虫危害。看来控制害虫危害的努力方向就只能是“治”或“制”了。这个“治”就是不断研制新的化学农药或其他农药,不断改进化学农药或其他农药的施用技术,用农药来杀死害虫;“制”就是要发挥农田害虫天敌的作用,恢复田间已经被破坏的害虫天敌种群,通过害虫天敌来制约害虫的发生和发展。

现代农业兴起以后,化学农药迅速成为人们控制害虫危害的主要手段。尽管由于抗药性的产生,我国从20世纪60年代开始就认识到单一化学农药不仅不能解决已发生的有害生物的危害,而且会带来更多的有害生物。“并主张减少化学农药的使用,提出了以农业防治、物理防治、生物防治和化学防治相结合的综合防治策略。”<sup>⑤</sup>1975年中国农业部更明确提出了“预防为主,综合防治”的植物保护工作方针。相应地,美国于1972年提出有害生物综合治理(IPM)的概念。但正如翟保平教授所说,“在迄今为止国内外几乎所有的IPM实践中,IPM的理念基本上难以真正实行,主要还是以化学防治为主。”<sup>⑥</sup>

1950年以来的几十年里,中国农业事实上主要依靠化学农药控制害虫危害。结果是,农药的大量使用不仅引起广泛的抗药性、农药残留、食品安全、环境污染、生物多样性降低等,更导致害虫越来越严重。任由抗药性、农药残留和害虫越来越严重这种趋势发展,其结果必然是农业系统的崩溃。显然,这是人类无论如何都要阻止的。这大约是2015年农业部制定《到2020年农药使用量零增长行动方案》的根本原因。这表明,“治”不应该是人类未来控制病虫害危害的主要努力方向。

回顾人类与害虫斗争的历史,人类几千年的传统农业由于作物种类的多样性,品种的多样性和农业生态系统中的生物多样性,使农业害虫难以爆发成灾。生物多样性可以成为人类控制害虫大规模危害的有效手段。综合历史的经验和教训,控制害虫危害要发挥生物多样性的作用,避免走主要依靠化学农

① 汪佳妮等:《棉铃虫对转Bt基因棉花的抗性及其治理策略》,《分子植物育种》2009年第1期。

② 参见中华人民共和国农业部2015年到2020年《化肥使用量零增长行动方案》。

③ 程家安等:《中国水稻病虫害治理60年:问题与对策》,《植物保护学报》2017年第6期。

④ 严火其:《农业效率与生态的冲突:基于分工视角的分析》,《自然辩证法通讯》2019年第12期。

⑤ 程家安等:《中国水稻病虫害治理60年:问题与对策》,《植物保护学报》2017年第6期。

⑥ 翟保平:《从IPM到EPM:水稻有害生物治理的中国路径》,《植物保护学报》2017年第6期。

药的老路。从上个世纪60年代开始,我国就在探寻防治害虫危害的新的道路。在这个过程中,人们不断增强了发挥生态因素作用重要性的认识。并且这种认识是连续的,不断增强的。在2006年的全国植物保护高层论坛上,专家们得出了“走生态治理之路才是解决有害生物危害的唯一途径”的结论<sup>①</sup>。大家也许会疑虑,人类从二十世纪六十年代开始,就认识到不能单纯依靠化学农药,就主张发挥生态因素的作用,结果不是效果不良,成效有限吗?是成效有限。但这并不能否认人类努力方向的正确性。只是表明人类还没有找到通过生态学的原理控制害虫危害的切实可行的路径罢了。过去半个多世纪,人类探寻通过生态的路子控制害虫危害的努力虽然尚未成功,但努力并没有白费,而是发展了许多新的认识,积累了不少的经验,为在新的形势下探寻害虫的生态治理之路创造了条件。

在中国的稻田中取食水稻的动物(即可能的害虫)有695种,其中较为重要的害虫有30多种。稻田中的天敌则有137科613属1303种,其中捕食性天敌就有820种,寄生性天敌有419种,病原性天敌64种<sup>②</sup>。稻田中有种类众多的害虫,多达695种;但有更多种类的天敌,天敌的种类多达1303种。害虫吃水稻,天敌则吃害虫或能杀死害虫。考虑到天敌种类繁多,显然天敌具有控制害虫危害的巨大力量。只要田间天敌作用发挥正常,就能有效控制害虫发生,害虫就难以暴发成灾。

害虫和天敌是两类不同的生物。目前的农业体系和农业技术措施有利于害虫而不利于害虫的天敌。例如增施氮肥往往有利于害虫的发生,但却导致稻田中一些重要天敌的种群数量显著减少,捕食功能下降。例如,在施用氮肥的稻株上黑肩绿盲蝽对褐飞虱卵和若虫的捕食能力明显下降。稻田中诱捕到的寄生蜂种群数量也显著减少<sup>③</sup>。既然害虫和天敌是两类不同的生物,它们具有不同的生物学特性,需要不同的生境,取食不同的对象,我们就可能通过适当改变田间生境,为天敌创造一个稍好的生存条件,从而帮助恢复和重建天敌的种群。

著名生态学家奥德姆(Odum)最早使用生态工程这一概念,“认为生态工程是人类通过少量的资源实现对环境的调控,而这少量的资源主要还是来源于自然。”<sup>④</sup>这表明要为天敌创造一个良好的生存条件并不一定要投入很多的资源,要从根本上改变目前的农业生产系统。“联产承包责任制”是我国基本的农业生产经营制度。在此制度下,我国的农田系统中存在着大量的道路、田埂和沟渠。如果我们科学地利用道路、田埂、沟渠,甚或田边,种植一些适宜于天敌生存的作物,从而就有可能帮助天敌恢复其种群。天敌生活在田间,不需要人类其它的特殊照顾,就能够一天24小时,不分白天、黑夜地发挥控害作用。由于这种不分昼夜地发挥作用,天敌的少量恢复,都可以期待取得较为明显的控害效果。例如,当水稻种植开始时,稻田生态系统就同时给包括害虫和害虫天敌的入侵种群提供了短暂的栖息地。当飞虱进入稻田后,大多数都会被等候的蛄蛄类取食。没被取食的有机会进一步发育并交配产卵。产出的卵往往被黑肩绿盲蝽所吞食或被缨小蜂属和赤眼蜂属小蜂所寄生。残存的卵发育成若虫后就会遭到稻田中蜘蛛、蟋蟀和甲虫等的攻击<sup>⑤</sup>。这样,稻田的天敌系统就能大致控制飞虱种群的危害。

如今,植保专家们利用生态调控或生态工程的原理控制害虫危害进行了大量地探索,积累了初步的经验。例如,在水稻害虫的治理方面,利用田埂、沟渠等资源广泛种植夏枯草、菊科、酢浆草、芝麻、豆类、黄秋葵、向日葵等就能为稻田害虫天敌提供恰当的生境,从而有利于稻田的害虫防治<sup>⑥</sup>。对小麦生产来说,麦田周围条带状种植紫花苜蓿,能够为瓢虫、卵形异绒螨等麦田害虫天敌提供生境,从而有利于控制

① 翟保平:《从IPM到EPM:水稻有害生物治理的中国路径》,《植物保护学报》2017年第6期。

② 程家安:《水稻害虫》,农业出版社,1996年,第1-19页。

③ 吕仲贤等:《氮肥对天敌自然控制作用的影响及其在稻田生态系统中的例证》,《浙江农业学报》2006年第2期。

④ 祝增荣主编:《生态工程治理水稻有害生物》,中国农业出版社,2012年,第13页。

⑤ 祝增荣主编:《生态工程治理水稻有害生物》,第22页。

⑥ 祝增荣、程家安:《中国水稻害虫治理对策的演变及其展望》,《植物保护》2013年第5期。

小麦害虫危害<sup>①</sup>。种植北方地区广泛分布的蛇床草能够大量保护小麦、玉米田的多种天敌,也能起到控制害虫危害的作用。

从生态学的角度看,人类的现代农业生产系统为害虫的大量存在创造了良好的条件,害虫的大量存在难以避免。既然现代的农业生产体系有利于害虫的发生,人类想当然地追求没有害虫的生产条件,显然是不够理性的一厢情愿。面向未来,人类不能试图消灭害虫。人类要追求的是学会与害虫正常相处。过去,人类主要依靠化学农药来控制害虫危害,结果是害虫越来越严重。现在要做的是尽快扭转这种趋势,不能再让虫灾越来越严重下去了! 虫灾越来越严重发展的结果,大概率是农业生态系统的崩溃,是农业生产的不可持续。通过生态调控或生态工程的方法,通过适当恢复天敌的种群,发挥天敌的控害作用,人类就有可能控制虫害发生的频率和规模,从而把虫害的发生控制在人类可以承受的范围之内。人类害虫防治的目标应该确立为保证人类的农业生产系统不至于崩溃。害虫治理要发挥各种手段的作用,包括发挥化学农药的作用,但与过去不同的是要切实发挥生态调控或生态工程的作用。

(责任编辑:徐定懿)

### [参 考 文 献]

- [1] 邹树文. 中国昆虫学史[M]. 北京:科学出版社,1981.
- [2] 周 尧. 中国昆虫学史[M]. 杨陵:天则出版社,1988.
- [3] 中国农业科学院植物保护研究所,中国植物保护学会. 中国农作物病虫害(第3版)[M]. 北京:中国农业出版社,2015.
- [4] 张治勋,张万霞主编. 中国地学通鉴·灾害卷[M]. 西安:陕西师范大学出版总社,2018.
- [5] 施和金. 论中国历史上的蝗灾及其社会影响[J]. 南京师大学报(社会科学版),2002,(2).
- [6] 祝增荣,程家安. 中国水稻害虫治理对策的演变及其展望[J]. 植物保护,2013,(5).
- [7] 赵玉芬等. 我国肥料使用中存在的问题及对策[J]. 科学通报,2015,(36).
- [8] 刘万才等. 近10年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析[J]. 植物保护,2016,(5).
- [9] 陆宴辉等. 我国农业害虫综合防治研究进展[J]. 应用昆虫学报,2017,(3).
- [10] 翟保平. 从IPM到EPM:水稻有害生物治理的中国路径[J]. 植物保护学报,2017,(6).
- [11] 程家安等. 中国水稻病虫草害治理60年:问题与对策[J]. 植物保护学报,2017,(6).
- [12] 王振营等. 我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策[J]. 植物保护,2019,(1).
- [13] 严火其. 农业效率与生态的冲突:基于分工视角的分析[J]. 自然辩证法通讯,2019,(12).
- [14] 周雪平等. 农作物有害生物防控:成就与展望[J]. 中国科学:生命科学,2019,(12).

<sup>①</sup> 门兴元等:《基于生态调控的小麦害虫综合治理研究进展》,《应用昆虫生态学》2020年第1期。