

蝗灾追凶 16 年

中国科学家找到蝗灾真凶,让绿色防控成为可能

人们很难想象,即便是到了 21 世纪的今天,“蝗灾”这个看似久远、曾肆虐人类上千年的灾害,也并未随着人类社会的进步、科技高度发达而消失。

今年以来,全球多地遭遇蝗灾,再次敲响人类警钟;“东非正遭遇 70 年以来最严重的蝗灾”“南亚国家印度再遭蝗灾袭击,部分城市进入警戒状态”“蝗灾肆虐逼近我国云南,多地相继发生黄脊竹蝗灾害”……关乎人类立身之本的粮食安全问题,直接受到威胁。

蝗虫,这种只有手指大小的小虫子,看起来人畜无害,为何一旦聚集成群便会成灾?人们不解,一度认为蝗虫来袭就是“天灾”。蝗虫成灾的原因找不到,人类的饭碗就难说端得踏实。

中国科学院院士、中国科学院动物研究所研究员康乐带领团队历时 16 年追踪研究,终于找到蝗虫聚群成灾的奥秘。8 月 12 日,这一重大科学发现在国际顶尖学术期刊《自然》发表。



A 1 平方公里蝗群 1 天吃掉 3.5 万人的口粮

蝗虫铺天盖地般袭来时,便会带来遮天蔽日的景象,所过之处寸草不留。也因此,蝗灾被认为是与旱灾、洪灾齐名的我国三大自然灾害,曾造成严重的农业和经济损失。

这其中,沙漠蝗、飞蝗两种蝗虫灾害,又被认为是人类主要的生物灾害之一。

康乐告诉记者,飞蝗是世界上分布最广泛的蝗虫,是非洲、亚洲、中东和澳大利亚的主要农业害虫。我国 2000 多年的历史记载显示,大规模的蝗灾发生过 800 多次。与飞蝗不同,沙漠蝗虽然仅仅分布在非洲、中东、南欧和南亚地区,但危害的记载可以追溯到 5000 多年以前。

直到今天,这种危害还在继续。中国科学院动物研究所研究员戈峰说,大概平均每 5 年全球就会发生一次蝗灾。

就在 2019 年到 2020 年 6 月,沙漠蝗的暴发从非洲之角到伊朗南部和印巴边境,蔓延到 20 多个国家和地区。根据联合国粮农组织的判断,沙漠蝗蝗灾波及区域达 26 万多公顷,规模为 25 年一遇,1 平方公里的蝗群 1 天能吃掉 3.5 万人的口粮,沿途 1190 万人的粮食供应受到直接威胁。

戈峰说,近年来,俄罗斯、北美和南美也遭遇到当地蝗虫的袭扰。在世界范围内,蝗灾仍然对农业、经济和环境构成重大威胁。

B 百年未解科学难题

尽管蝗灾与人类发展历史长期相伴,然而人们对蝗灾成因的科学认识不足百年。

1921 年,被称作“蝗虫学之父”的国际著名昆虫学家尤瓦洛夫发现,飞蝗之所以能成灾是因为蝗虫可以从低密度的散居型,转变为高密度的群居型,他因在蝗虫研究方面的杰出贡献,被英国皇家授予爵士头衔。

说白了,散居型的蝗虫,因密度较低,不发生迁飞,可以认为是无害的,而群居型蝗虫一旦形成,很可能

导致蝗灾发生。

那么,散居的蝗虫,是如何形成蝗群的,这其中发挥关键作用的又是什么?

近 80 年里,科学家对此提出许多假说,比如食物、繁殖地、性成熟、群集信息素、气候等假说。但是,究竟是哪一个因素起主要作用,其中的奥秘和机理又是什么?并没有人能真正说清楚。

直到上世纪 70 年代,科学家才逐渐意识到,群聚信息素可能是蝗虫聚集的最关键因素。

此后,经过 50 多年几代科学家的不断努力,有几种化合物被认为是可能是蝗虫的群聚信息素,这些信息素被命名为蝗醇、蝗酚等。

“然而,这些化合物中,没有一个能够符合群聚信息素的所有标准,特别是没有野外种群验证的证据。”康乐说,比如有的在实验室有效,但在野外进行种群验证时没效,有的对雌性蝗虫有效,但对雄性蝗虫无效。

致使蝗虫群聚成灾的真凶究竟是谁?中国科学家踏上了“追凶”之路。

C 历时 16 年找到真凶

2004 年,康乐带领科研团队开始了蝗虫型变基因表达调控和表观遗传调控的分子机理研究。16 年过去,他们终于找到一种诱惑蝗虫破坏性集群的关键化学物质——4-乙炔基苯甲醚(以下简称 4VA)。

“这是一种释放量低但生物活性非常高的化合物。”康乐告诉记者,科研团队通过分析群居型飞蝗和散居型飞蝗的体表和粪便挥发物,在 35 种化合物中找到了它。

有意思的是,这种化学物质,无论是对群居型飞蝗还是散居型飞蝗,无论雌性飞蝗还是雄性飞蝗,无论飞蝗幼虫还是飞蝗成虫,都具有很强的吸引力,而且能够响应蝗虫种群密度的变化,随着种群密度增加而增加。

康乐团队还发现,仅需 4~5 只散居飞蝗聚集,这种群聚信息素便可产生和释放,继而促进形成巨大的蝗虫群。

“这说明它具有很低的诱发阈

值。”康乐说。换言之,在野外,可能只需要小范围的蝗虫聚集,就能释放 4VA,继而吸引更多的蝗虫加入进来,让蝗虫队伍越来越大。

当然,这只是实验室的结果。科学家还要去自然环境中进一步验证。

科研人员将含有 4VA 的诱芯布置在田间,通过室外草地双选和诱捕实验证明,4VA 对实验室种群在户外具有很强的吸引力。

进而,他们将诱芯直接布局到蝗虫野外发生区天津北大港,大范围的区块实验再一次证明:4VA 不仅能吸引野外种群,还能不受自然环境中蝗虫背景密度的影响。

至此,康乐团队判断,致使蝗虫成群的“真凶”之一就是 4VA。

在康乐看来,该研究第一次从化学分析、行为验证、神经电生理记录、嗅觉受体鉴定、基因

敲除和野外验证等多个层面,对飞蝗群居信息素进行了全面而充分的鉴定和验证,发现和确立了 4VA 是飞蝗群聚信息素,而过去报道已知的其他化合物都不具备群聚信息素的所有条件。

该成果文章在审稿之际,3 位《自然》杂志审稿人对文章分别给予了高度评价,其中两位匿名审稿人认为:“该研究是一项令人印象深刻的、高技术的、深入的研究”“研究聚焦于一个极具吸引力的生物学问题,在这个领域取得了非常重要的进展”。

一位透明审稿人是国际著名神经生物学家、美国科学院院士、美国洛克菲勒大学教授莱斯莉·沃斯霍尔,她在审稿意见中明确表示:“这项工作做出了令人兴奋的发现,找到了一个人们长期寻找的蝗虫群聚信息素分子。我给予无条件的支持,这项杰出工作应不受任何拖延地在《自然》杂志上发表。”

D 蝗灾绿色防控成为可能

长期以来,人们对于蝗灾的防治主要依赖化学杀虫剂大规模的喷施。康乐在发布会结束后接受记者采访时说,此次研究不仅揭示了蝗虫群居的奥秘,更重要的是使蝗虫的绿色和可持续防控成为可能。

“我们发现,4VA 来源于蝗虫吃下去的植物,人工合成非常容易,也很便宜。”康乐说,利用人工合成的信息素可以在田间长期监测蝗虫种群动态,为预测预报服务;可以设计诱集带诱集蝗虫,并在诱集带集中使用化学农药或生物制剂将其消灭,从而极大地减少化学农药的使用;还可以根据 4VA 的结构设计拮抗剂,阻止蝗虫的聚集。

据他介绍,科研人员还在蝗虫的上百个嗅觉受体中,发现了 4VA 的特异性受体,利用基因编辑技术敲除这种受体后,4VA 对飞蝗的吸引力和飞蝗对 4VA 的响应行为就丧失了。

“这告诉我们,可以培养这种突变体飞蝗,并长期释放到野外,这样就可能在重灾区建立起‘不能群居’的蝗虫种群。如此一来,既在野外维持了一定数量的蝗虫,又达到可持续控制的目的,将环境保护与害虫控制有机地结合起来。”康乐说,4VA 和它受体的发现将极大地改变防治蝗虫的对策和技术。

“这是中国科学家为国际昆虫学和蝗虫防治作出的巨大贡献。”联合国粮农组织植物生产与保护司司长夏敬源专门为这一成果发来贺信。他说,这是在经历 50 年的漫长探索后,科学家第一次真正确认了飞蝗的群聚信息素;4VA 的发现将大大提高蝗灾的预测和控制水平,为人们开发新的蝗灾控制方法提供重要线索。

简单梳理可以发现,人类对蝗虫聚群成灾的认识,迄今已经历几个重要突破:第一个是尤瓦洛夫提出的著名的蝗虫型变理论,该理论提出后,全球先后发现大约 10 种最具危险性的蝗虫都有型变现象。第二个重要突破是英国科学家辛普森领导的团队,在上世纪 90 年代建立的沙漠蝗群居型与散居型行为判别模式和生理学特征。第三个重要突破,就是康乐院士团队从 2004 年起,开启的蝗虫型变基因表达调控与表观遗传调控机制的分子机理研究,在此基础上,该团队如今发现飞蝗群聚信息素,揭示出飞蝗群聚的奥秘。

中科院院士、深圳华大基因研究院理事长杨焕明在评价这一成果时说,这是继参与人类基因组、水稻基因组计划之后,中国科学家对世界的又一个重大科学贡献。

据新华网