多维打击：气候变化令害虫抗药性增强

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/15731.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

多维打击：气候变化令害虫抗药性增强。



小菜蛾为害图 中国农科院植保所供图

什么？气候变化和害虫抗药性竟然息息相关！

9月9日，《自然—通讯》在线发表的最新论文首次发现，气候变化可通过扩大害虫的越冬分布范围促进害虫抗药性的发展。

人类活动诸如温室气体排放等造成的气候变化已经威胁到全球粮食安全，农药的大量使用也给人类健康和生态环境带来了风险。论文第一作者及通讯作者、中国农业科学院植物保护研究所（以下简称植保所）研究员马春森告诉《中国科学报》，这项研究揭示的气候变化造成害虫分布范围扩大和农药抗性增强，会使农业生产遭受多维打击，害虫防治难度增加，进而带来更大的经济损失。

越冬与抗药性：毫不相干还是息息相关？

这项研究关注的害虫是小菜蛾。作为全球为害最严重的农业害虫之一，小菜蛾每年对十字花科作物造成的损失超过40亿美元。小菜蛾防治难，源于其抗药性强，据国际杀虫剂抗性行动委员会（IRAC）统计，它至少能抵抗97种杀虫剂。



小菜蛾成虫 中国农科院植保所供图

早在1988年，马春森就开始研究小菜蛾的越冬问题。他在吉林省公主岭、湖北省武汉市以及河南等地进行实地调查，结合小菜蛾低温生存试验、田间越冬试验发现，吉林省公主岭的小菜蛾在冬季不能存活。此后他又发现，冬季过后的第二年，东北地区出现的小菜蛾虫源是南方种群借助西南气流迁入的。

2008年，马春森参与了一项小菜蛾农药抗性监测及治理研究项目。他在项目研究期间发现，中国长江以南地区小菜蛾抗药性问题非常严重，而在北方小菜蛾无法越冬的地区几乎没有听说过抗药性问题。

马春森很快意识到：小菜蛾抗药性与越冬存活可能存在关联。我很关心小菜蛾的越冬问题，这不仅是第二年春季小菜蛾虫源基数的问题，而且，如果在越冬地区小菜蛾全年发生，可能会快速进化出抗药性。

然而当时，害虫分布和抗药性问题通常是被独立研究的，两者之间是否关联并不清楚。

论文共同通讯作者、植保所副研究员张薇告诉《中国科学报》，虽然当时意识到越冬可能有利于抗药性的进化，但抗药性发展受到其他因素的影响，还不能确定越冬存活与抗药性有密切关系。

比如，不同地区小菜蛾年世代数不同，世代数多抗性发展快；不同农药种类因致死机制的差异和

交叉抗性会影响抗性发展；不同地区乃至不同田块，由于人为用药习惯不同，抗药性也会不同。

这些因素混在一起，让我们无法分离出冬季存活与抗药性的关系。张薇说，研究团队进一步深入研究，进行了全球小菜蛾抗药性的大数据分析，并同时考虑了以上干扰因素。

越冬存活关键：低温下的慢性致死效应

与预想的一致，越冬与抗药性之间存在密切的联系。马春森说。

为了确定什么气候因素决定小菜蛾冬季存活，他们设计了室内模拟实验。用人工气候箱模拟了中国不同纬度10个地点的冬季温度变化，试验了小菜蛾幼虫、蛹在不同冬季条件下的存活率。

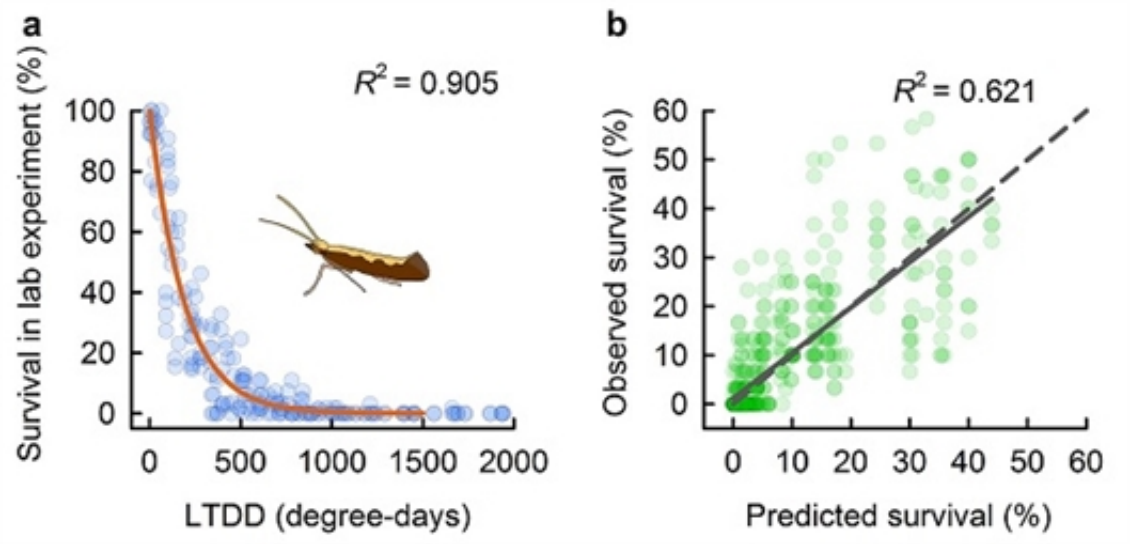
为了检验实验室得出的越冬存活模型，预测复杂多变的田间环境下小菜蛾越冬存活能力，2008-2013年，他们在辽宁沈阳、北京、河北石家庄、山西大同和太原、山东惠民、河南安阳和郑州、驻马店、湖北武汉、湖南长沙、广东广州12个地点进行小菜蛾田间越冬试验。考虑到小菜蛾可能在收获后植株的残株落叶下越冬，因此他们还设计了植株上和残株落叶下两个越冬环境，试验了小菜蛾幼虫、蛹、成虫在不同冬季条件下的存活率。

马春森说，借助上述实验，他们解析出制约小菜蛾越冬的关键气候因子，即低温积温日度（冬季日均温摄氏11°C以下的积温），并构建出低温日度模型。

当冬季温度低于摄氏11°C时，一部分小菜蛾开始死亡。在我国北方非常寒冷的地区如东北，最低气温低于小菜蛾能耐受的极限低温（过冷却点-13.5°C~-20.1°C），小菜蛾肯定不能越冬。而广大的华北平原等地，冬季温度往往高于过冷却点，小菜蛾也不能越冬。

换句话说，小菜蛾在这些地区不是被冻死的而是在长期不太低的温度下冷死的。这一慢性致死效应才是决定冬季存活率的关键。马春森说。

为此，他们构建了基于冬季低温积温的小菜蛾越冬存活模型，计算不同地区不同年份的小菜蛾越冬存活率。



小菜蛾越冬存活最优模型和田间验证 中国农科院植保所供图

在自然界复杂气候环境下，该模型能解释62.1%的存活率，远超以往的低温存活模型。这么高的准确度主要是因为该模型准确地模拟了小菜蛾低温死亡的过程，即长期低温损伤，而不是在极低温度下冻伤。张薇说。

低温积温日度这个气候因子很容易从过去的气候数据和未来的情景中获得。论文作者、美国莱斯大学（Rice University）教授Volker Rudolf说，它只需日平均温度就可计算得到。而全球和中国的日平均温度值在各大公共气候资源数据库中很容易获得。

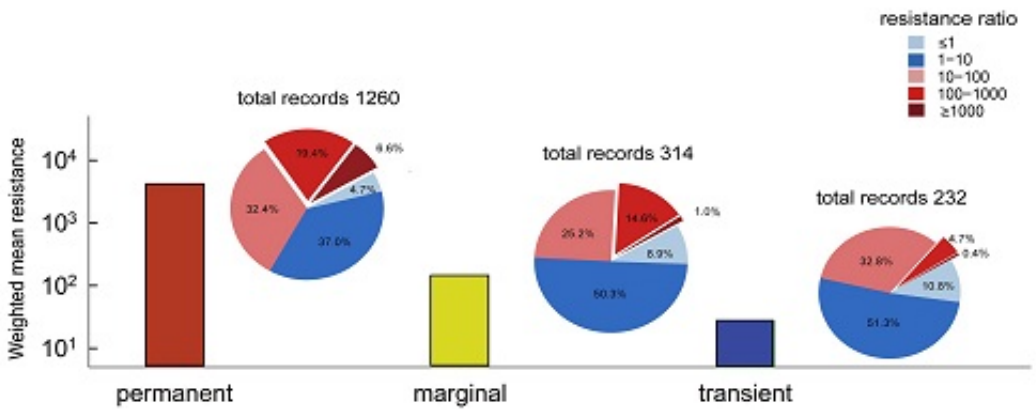
由于易获取，才让我们得以研究全球范围内小菜蛾的越冬存活，以及气候变化下的抗药性变化趋势。Rudolf说。

越冬区与非越冬区：抗药性相差158倍

他们研究发现，过去50年，气候变化使全球小菜蛾的越冬面积扩大了240万平方公里；未来平均气温每上升1℃，将导致越冬面积扩大220万平方公里。

马春森说：小菜蛾越冬研究的发现，加上对全球40年小菜蛾抗药性的大数据分析，揭示了气候变化如何影响全球小菜蛾的抗药性分布。

他们根据小菜蛾越冬存活的冬季低温积温模型，将小菜蛾在全球的发生区划分为越冬区（冬季存活＜1%）、零星越冬区（1~5%）、非越冬区（冬季存活≥5%）。我国河南省是小菜蛾越冬的边缘地带。值得关注的是，越冬区小菜蛾的抗药性是非越冬区的158倍。



小菜蛾抗药性在中国和全球越冬区，零星越冬区和非越冬区的分布 中国农科院植保所供图

马春森解释道：在非越冬区，冬季种群要么死亡，要么迁出到更温暖的地区。第二年春季种群是一个混合种群，这些个体从使用不同类型杀虫剂的多个地区迁入，因而，在当地抗药性无法跨季节累积进化。相反，越冬区种群全年发生，可以快速积累抗性基因。

该研究指出，生产过程中应调整害虫管理策略来适应不同地区害虫冬季存活的差异。在常年越冬区，提倡使用绿色防控技术，或使用化学农药替代技术，并交替使用作用机理不同的农药来治理；而在非越冬区，尽可能使用与越冬区作用机理不一样的农药，以便减缓抗药性的发展。

同小菜蛾一样，许多重要农业害虫，包括粘虫、飞虱、卷叶螟和蚜虫等，在南方温暖地区全年发生，春季时向北迁移到非越冬地区。这些害虫发生世代数多，防治农药使用量大，抗药性严重。

虽然没有研究它们的越冬和抗药性的关系，但猜测与小菜蛾具有类似的结果。马春森说，中国是蔬菜生产大国，这项研究不仅填补了小菜蛾越冬的知识空白，而且为气候变化下冬季存活和越冬分布研究提供样板。更重要的是，研究首次提供了气候变化促进害虫抗药性增强的证据，而且证实是由越冬分布范围的扩张驱动的。（来源：中国科学报李晨）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41467-021-25505-7

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：马春森等 来源：《自然—通讯》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发