

Bt 玉米种植教训：好技术也会“过犹不及”

■本报实习生 赵婉婷 记者 胡琨珩

在电影《星际穿越》中，玉米经过基因改良可以抗枯萎病，是末世唯一能存活的作物。

现实世界中，生物学家将苏云金芽孢杆菌蛋白(Bt)基因导入玉米，使玉米具备抗虫能力。这种经过基因改良的玉米也被称为 Bt 玉米，它通过释放杀虫蛋白破坏害虫的消化系统，从而减少农药使用。

然而，长期、大面积种植 Bt 玉米会带来害虫抗性等问题。中国人民大学农业与农村发展学院教授叶紫薇与美国普渡大学昆虫学教授 Christian Krupke 合作，从农业经济学视角分析了根虫抗性、农户收益与农户种植行为的联系，提供了抗性评估的新研究范式。近期，相关研究成果发表于《科学》。

叶紫薇认为，Bt 玉米种植的经验教训，对国内农业生物技术管理有重要的指导意义。

抗虫玉米的过度种植

论文上线后，《科学》同期发布了播客节目。“根虫是美国玉米产业的头号害虫，它们的幼虫以玉米根为食。根损伤后，玉米极易倒伏，干旱年间，情况会更为严重。”在节目中，论文通讯作者 Krupke 说。

Krupke 团队长期从事害虫的田间监测工作，他们观察到，Bt 玉米的种植使玉米田的根虫压力大大减小，然而农户还在大量种植 Bt 玉米，这令人担忧。Bt 玉米不是越多越好，如果种植过量，就会导致根虫对杀虫蛋白产生抗性，进而影响农户收益。

机缘巧合之下，Krupke 联系了彼时即将从美国密歇根州立大学博士毕业的叶紫薇。

两个团队结合田间害虫种群、玉米作物损伤的实验数据以及玉米农户种子使用情



叶紫薇团队在四川南充基因改良玉米试点调研。受访者供图

况的微观调查数据，系统分析了 2005 年至 2016 年，美国玉米种植带 10 个州农户的 Bt 玉米种植行为对根虫抗性及收益的影响。

经过实证经济学的模型分析，研究发现，田间根虫的抗性已有增强，并且美国东部玉米带存在 Bt 玉米过度种植的问题，这导致了农户极大的利润损失，因为一旦害虫抗性增强，就会直接影响玉米产量。此外，Bt 玉米种子也比普通玉米种子更昂贵。

既然如此，农户为什么还要持续种植 Bt 玉米？

保护好技术的潜力

“过去的研究大多关注害虫抗性本身，没有把抗虫作物过度种植和农户行为及市场结构联系起来。”叶紫薇说。

研究发现，农户过度种植 Bt 玉米的原因并不能用经典理论“公地悲剧”——农户个体

种植时为私利不考虑对整体资源造成的不良影响来解释。叶紫薇指出，过度种植的主要原因之一是农户购买玉米种子时不了解情况，甚至“没的选”。

“首先，农户可能不清楚他的玉米田面临的虫害压力程度。其次，还存在市场供应问题。”叶紫薇解释，美国的种子企业倾向于“捆绑销售”玉米性状，即优良性状通常和包含 Bt 基因在内的其他性状“捆绑”，这使得农户在大多情况下只能买到含有 Bt 基因的玉米种子，即使他们未必真正需要。

因此，研究建议，公共部门应使用新兴的监测技术，更为精确、便宜、便捷地进行虫害及时监测，并定期、定时向农户发布信息，提高虫害信息可及度。此外，还应提高性状、价格的透明度，增加种子供应的多元化。当种子子公司销售具有高产量性状的种子时，既要提供 Bt 版本，也要提供非 Bt 版本，让农户根据农田实际情况进行选择。

谈及这些建议背后的逻辑，叶紫薇说：“技术终究是让人用的，所以我们需要关注人的行为对农业生物技术的影响。”

“Bt 玉米本是一个‘好技术’，合理种植可以减少害虫压力，但是过犹不及。我们要保护好技术的潜力，让它能够长时间被使用，而不是过早浪费在不必要的时候，同时还要平衡经济效益。”叶紫薇强调，这也是农业技术可持续利用的关键所在。

农林经济管理学的“成果转化”

叶紫薇所做的农林经济管理学研究，天然带有跨学科属性。但跨学科研究做起来并不容易。

她强调：“农林经济管理学的研究对象是生命体而非工业产品，这要求我们必须理解生物特性，才能正确使用数据进行经济学建模。”

我国是世界第二大玉米生产国，该研究虽然讨论的是美国的种植问题，但对中国的基因改良作物推广种植也有启示作用。

“中国目前的基因改良玉米、大豆刚进入产业化推广初期，害虫抗性相对不突出。”叶紫薇告诉《中国科学报》，“但如果不在起始阶段进行管理，未来就会存在类似美国根虫对 Bt 玉米产生抗性的风险。农业部已着手研究这一问题，进行政策储备。”

此外，叶紫薇介绍，建立“害虫避难所”是一种延缓害虫产生抗性的管理手段，是指在 Bt 玉米田旁种植没有经过基因修饰的“普通”玉米或其他作物，从而保证一部分未产生抗性的害虫可以存活。

中国作物的种植地块较为稀碎、作物种类多样化，形成了天然的“害虫避难所”，但我国东北、内蒙古地区的玉米种植面积相对较大，需要密切关注这些地区的情况。

叶紫薇说，农林经济管理学研究切忌“空谈”，要从国家的发展阶段出发，面向国家和农民的实际需求。“比如，我们会走访农户，与他们做访谈、从他们那里收集数据，从而进行具体分析。”而研究得到的一些学术成果，可以形成决策咨询，为相关部门所用。在叶紫薇看来，这就是农林经济管理学的“成果转化”方式。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adm7634>

“科学与中国——千名院士·千场科普”吉安行系列活动成功举行

本报讯(见习记者赵宇彤)近日,由中国科学院学部科学普及与教育工作委员会主办的“科学与中国——千名院士·千场科普”吉安行系列活动成功举行。杨玉良、武向平、王怀民、尹浩、江风益、金之钧、宣益民、袁亚湘、郭烈锦等 10 余位院士专家齐聚江西省吉安市,开展科普讲座、学术交流和考察调研等多项活动。

袁亚湘面向吉安一中 1200 余名师生作题为《数学漫谈》的科普报告;武向平和中国科学院自然科学史研究所研究员陈朴在白鹭洲中学分别作题为《理解宇宙》

和《跨越百年的科学答卷