
气候变化催生创新性的小麦育种策略

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28692.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！

气候变化催生创新性的小麦育种策略。

当气温每上升1 时，所选育的小麦品种环境适应能力将下降8.7%。

近日，国际玉米小麦改良中心（CIMMYT）河南中心与中国农业科学院通过分析CIMMYT全球近50年来育成的3652份小麦新品系与环境的关系，得到了上述结论。相关研究成果在线发表于《自然—气候变化》（Nature Climate Change）。



位于河南洛阳的不同品种小麦的抗旱试验。受访者供图

论文第一作者兼通讯作者熊伟建议，未来必须对现有育种策略进行调整，增加抗逆高产品种的遗传多样性，以适应不断增加的极端天气事件。

优良基因积累导致品种环境适应性下降

气候变化严重威胁全球农作物生产，培育适应气候变化的作物新品种是确保未来粮食安全的关键。目前育种周期一般在10年以上，因此迫切需要改进现有作物育种方法，提升品种的韧性，确保未来粮食安全。小麦是全球种植最为广泛的主要粮食作物，其适应能力的提升至关重要。作为河南农业大学的特聘教授，熊伟也是国际玉米小麦改良中心资深科学家，他负责国际玉米小麦改良中心—河南分中心的研究及日常工作。

论文作者、中国农业科学院作物科学研究所研究员何中虎说，发展中国家的育种一直以高产为主要目标，通常的作法是在高产亲本的基础上，不断引入更多产量性状优良基因，或其他需要关注的优良基因，如资源利用效率、抗病、优良品质等，从而使各种优良性状基因在新育品种中不断叠加。

然而，多种优良基因的积累会导致形成一定的基因隔离，增加品种对环境、栽培管理等条件的需求。在这种情况下，育成品种与自然进化条件下形成的品种基因差异会越来越大，使高产品种的抗逆能力和环境与管理韧性降低。

随着全球小麦种植地区变得更加温暖，并且经历更频繁的热浪，培育具有气候韧性的品种将成为确保稳定产量的关键。熊伟告诉《中国科学报》。气候韧性的复杂性状育种是在高产育种中更多地引入具有环境适应性的远源基因，如野生种、不同地区和极端环境下进化的农家种等，针对这些品种对环境适应的表型特性或特定基因，进行杂交和选择，或者基因导入和编辑，从而增加品种的适应性。但前提是要对这些环境适应性强的品种的表型性状和基因特征以及适应性机制进行深入研究。

气候变化限制了农民选择品种的范围

国际玉米小麦改良中心每年在全球90多个国家和地区的650个试验点鉴定1000份以上小麦新品种新品系，其目的是筛选出具有不同生物和非生物抗性、产量潜力高、能显著提升投入利用效率的品种，并作为品种或育种亲本在全球范围内推广和应用，最终提升全球小麦的气候变化适应能力。

研究团队使用了来自全球品种区域试验的3652份新品系，建立了一个定量遗传模型，模拟了这些品系对过去（1981-2020年）和未来（到2100年）气候情景的产量反应，并评价了每份品系在不同气候条件下的反应。

研究表明不同小麦品系对温度升高的产量反应存在很大差异。在2011-2020年试验地点的温度平均升高0.26 °C的情况下，适应这种变化的品系不到1/3，而适应变化的表现仅在1/4的试验环境下是稳定的。此外，当气温每上升1 °C时，所培育的小麦品种的环境适应能力将下降8.7%。

气候变化可能会限制发展中国家农民选择优良品种的范围。何中虎解释说，气候变化表现出来的主要特征是不同的地区的环境差异变大，同一地区不同时期的环境差异也变大，比如以往风调雨顺的地区发生高温、干旱、涝灾等多种灾害风险明显增大，同一季节会出现多种不同的自然灾害一个地区不同地方出现不同的天气状况。

气候变化加大了对品种广适性的要求，不仅要求风调雨顺时高产，也要求发生灾害时有一定的抗逆能力，同时还要求能适应多地的环境。由于这样的品种少之又少，农民可选择的范围非常有限。如果进一步考虑更多的气候变化问题时，如减排、提升投入利用效率等，农民可选择品种的范围就更窄了。

熊伟认为，在这种情况下，育种工作需要考虑由气候变化引起的更复杂的生态环境。如专门针对黄淮海区的半干旱区进行高产优质多抗广适性冬小麦育种，或专门针对西南潮湿地区的高产抗病育种工作。当气候发生变化后，环境一致性变得更加复杂，增加了育种的工作量和难度。

应对气候变化需要创新的育种策略

小麦是全球种植最为广泛的主要粮食作物，许多地方品种和野生种具有一定的耐热能力等。何中虎说。

然而这项研究结果明，目前很多地区的育种工作尚未把气候变化或抗热作为品种选育的重要目标。其主要原因是，育种家育成品种后，通常会在不同环境下进行试种，所以他们认为这种多点试验已经可以反映出气候变化的因素。

不过，育种家的多点试验往往只在少数站点开展，且只进行一两年，并不能全面反映出环境差异或可能的温度上升范围。

为了应对气候变化带来的挑战，育种策略必须系统地将与气候韧性相关的性状纳入育种规划。熊伟说，适应气候变化急需育种创新。

一些成功的国际公立育种机构，如国际玉米小麦改良中心、国际水稻研究所专门为发展中国家服务，他们都在进行生理育种。熊伟介绍，生理育种就是利用生理性状选择培育抗热节水、广泛环境适应性的新品系，。

生理育种不断引入不同的适应能力强的重要基因，保证小麦新品系的遗传多样性和表型稳定性；而商业育种工作不断优化选择过程，使得基因多样性不断降低，逐步形成与其它地区或外源品种的基因隔离。

由于种种原因，不同国家的品种资源交流受到很大制约，所以这种基因隔离现象在短期内很难改变。而国际公立育种机构的育种是打破这种隔离的一个主要途径。熊伟说，很多野生品种有很强的适应能力，生理育种可以不断引入将广适性基因导入现有推广品种，增强高产品种的环境适应能力。

熊伟强调，系统创新育种方法需要多学科合作，包括生理育种、全基因组选择、基因发掘和基因编辑等，以及持续分析基因型、表现型和环境数据。工智能辅助的模型可以在计算机模拟中测试各种杂交组合和选择策略，可以有效指导实际育种工作，并加速培育气候韧性小麦品种。

目前，该研究团队已为整理了3652份品系及其在不同环境条件下的表型数据，这些新品系是各种商业育种工作的亲本材料和基础；并对其环境表现进行了定量表述，可以为育种家的亲本选择提供指导信息。

国际玉米小麦改良中心首席科学家、华中农业大学教授Ravi Singh认为，该研究是一项开创性的

工作，作者深入研究了基因型与环境的相互作用，通过大数据分析和深度学习，可以指导气候韧性育种。由于进行分析需要全面规划和数据管理，所以研究团队从不角度进行了分析，以便从气候变化、基因选择和/或基因-环境相互作用的等方面考虑气候影响并提出调整育种策略的建议。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02069-0>

作者：熊伟等 来源：《自然—气候变化》

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](https://www.iikx.com)转发