

高压静电场“赋能”番茄育苗：正电场为何更“懂”植物心？

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39928.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！

高压静电场“赋能”番茄育苗：正电场为何更“懂”植物心？。 研究背景

在全球粮食安全面临人口增长与气候变暖双重压力的背景下，探寻绿色、低成本的农业增产技术刻不容缓。作为农业物理工程中的前沿技术，高压静电场（HVEF）因其对植物生长发育的非化学调控潜力而备受瞩目。然而，不同极性的电场如何系统性地影响植物的内在生理电网络，其背后的离子动力学与光合作用耦合机制尚未明确。

近日，山西农业大学刘振宇团队在期刊ENGINEERING Agriculture上发表了题为Coupling mechanisms of electrophysiology and photosynthesis mediated by ion dynamics in high-voltage electrostatic field-regulated tomato seedling growth的研究论文。该研究利用正负HVEF对比实验，首次系统揭示了电场极性驱动下的离子空间分配规律及其对光合架构的调控机理。

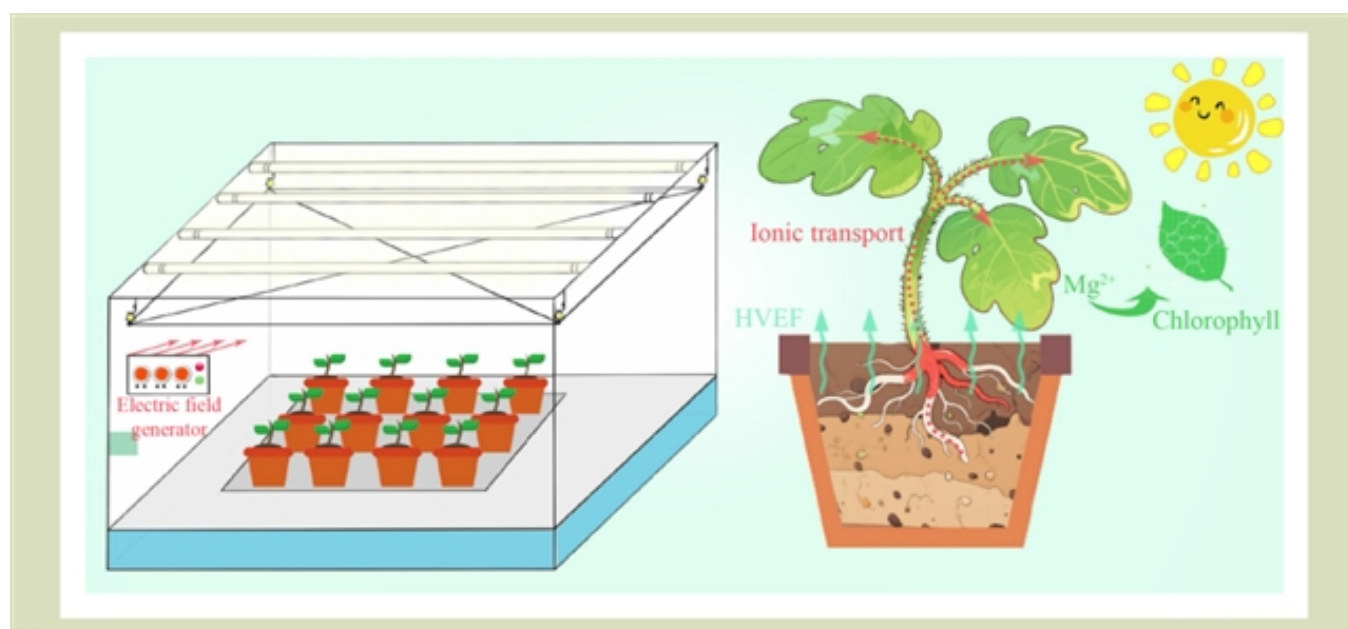


图1.研究内容示意图

研究挑战

尽管已有研究证实高压静电场能够影响种子萌发和保鲜期，但该技术在实际农业应用中仍面临关键挑战。首先，电场效应呈现显著的双相调节效应。实践中，负电场常表现出先促后抑的现象，导致后期生长停滞甚至植株死亡，其时间依赖的抑制机制尚不清晰。其次，植物拥有复杂的原生电生理系统，外源电场如何跨越细胞膜物理屏障，精确调控胞内离子稳态，特别是作为叶绿素核心的镁离子的时空运输路径，仍缺乏系统性证据（图2）。此外，宏观表型变化与微观离子动力学、电化学信号之间的关联尚未打通，制约了高压静电场在设施农业中的精准化与工程化应用。

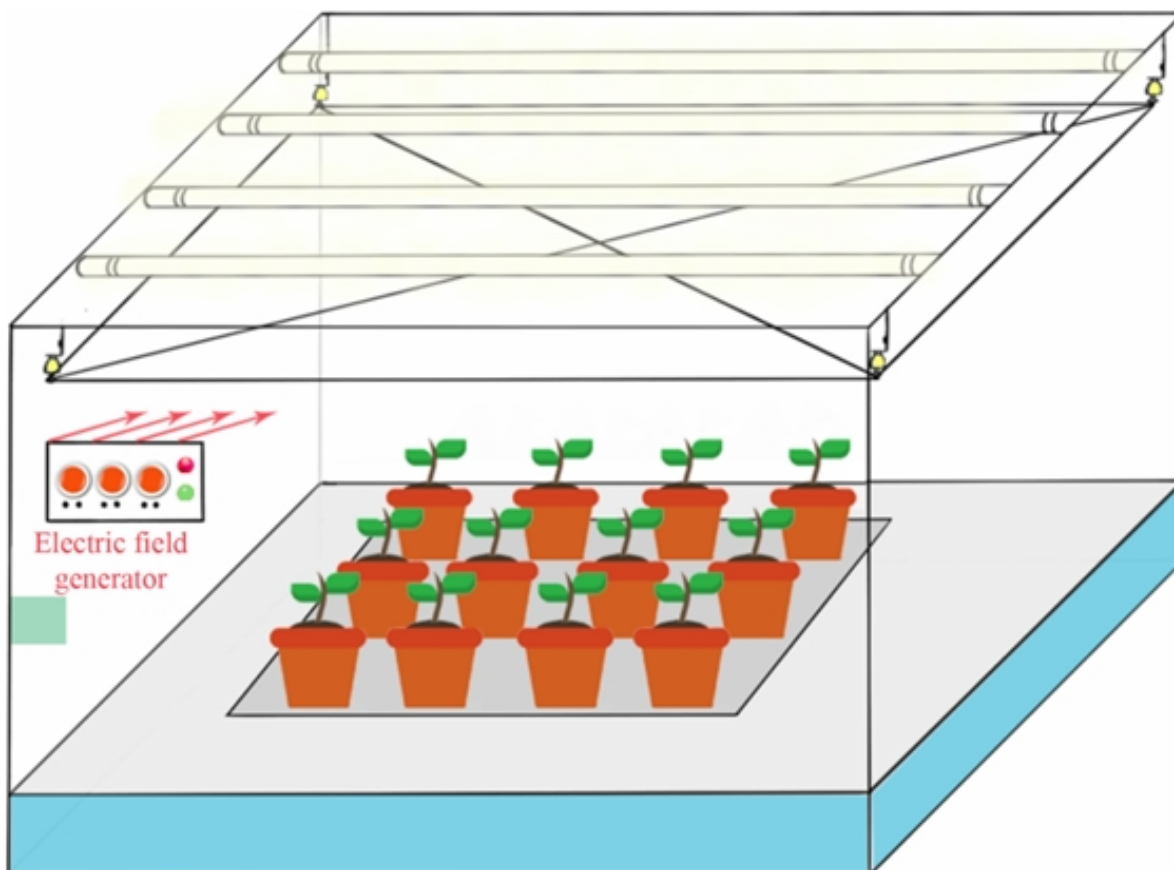


图2.电场施加于番茄植株的示意图

研究突破

该研究构建了电场-离子流-光合效能的系统性验证框架，取得了多尺度突破。在宏观表型与物性层面，确立正高压静电场（+HVEF）为高效促进方案：实验结果显示，+HVEF处理25天可使番茄幼苗生物量、茎秆弹性模量及抗压强度显著提升，明确了+HVEF为高效促生的优选方案，规避了负高压静电场（-HVEF）带来的生长抑制风险。

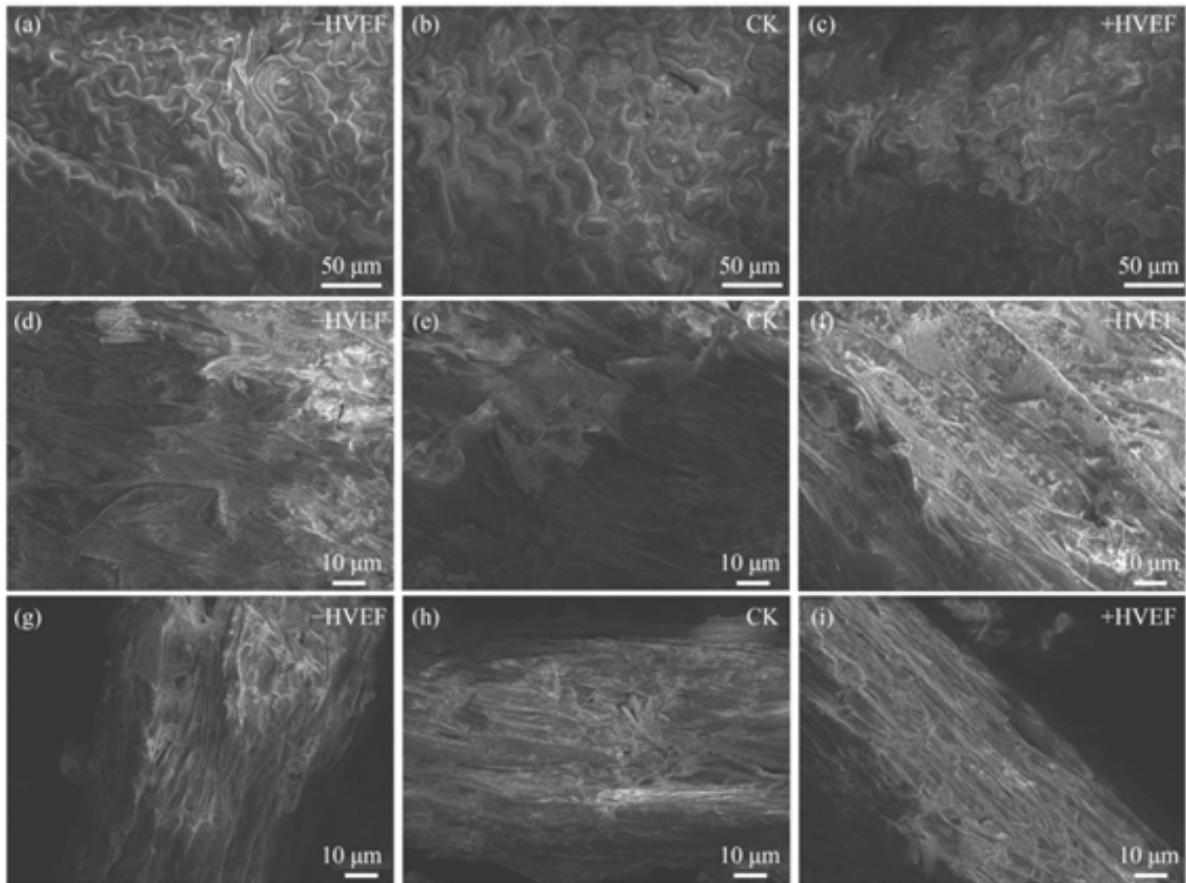


图3.三种电场处理下番茄幼苗的扫描电子显微镜图像，(a)、(b)、(c)叶片；(d)、(e)、(f)茎；(g)、(h)、(i)根

在微观离子与电化学机制层面，研究组发现了关键的镁离子优先运输现象。在+HVEF处理25天后，大量镁离子向叶片定向富集，浓度达到对照组的1.58倍。通过电感耦合等离子体光谱与能量色散光谱面扫描，研究组绘制了离子在根、茎、叶中的差异分布规律。同时，植物阻抗谱与膜电位数据揭示，+HVEF通过诱导细胞膜超极化与降低阻抗，犹如打开了离子高速运输通道（图3）

。

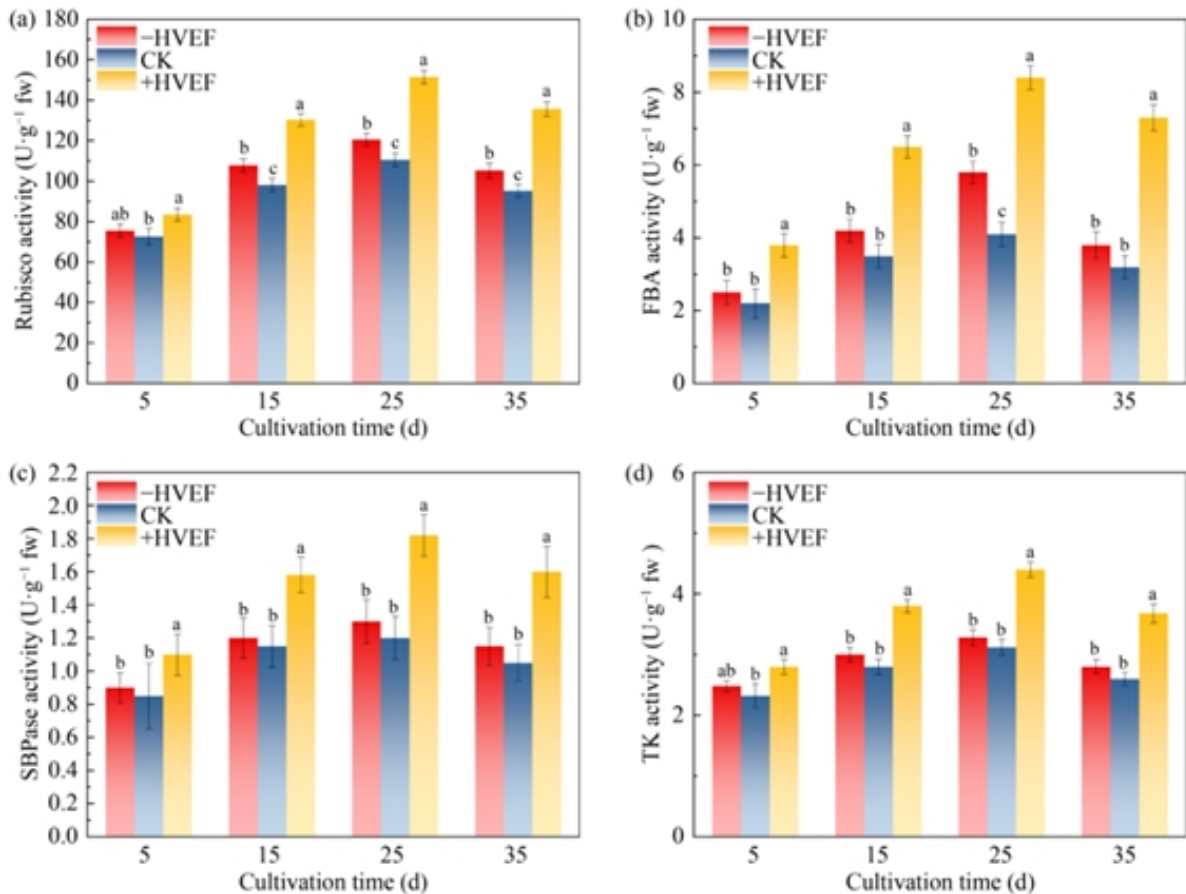


图4.三种静电场处理及四个培育时长下番茄幼苗叶片的四种关键光合酶活性对比图

在功能输出层面，这些离子动力学变化直接转化为光合效率提升。叶片叶绿素含量大幅提升，气孔导度与气孔开度增大，且Rubisco等关键光合酶活性被协同激活（图4）。研究证实，正是因为+HVEF在增强气孔导度的同时提升了碳同化效率，才维持了胞间二氧化碳浓度稳定，实现了光合功能结构的重塑。

研究意义

该研究积极响应了我国农业现代化进程中的重大技术需求。首先，针对我国蔬菜工厂化育苗中遇到的壮苗率低、生长参差不齐等产业痛点，+HVEF提供了一种无化学残留的纯物理促生方案，顺应了国家化肥农药减施战略，为设施蔬菜的绿色安全生产提供了技术支撑。其次，研究揭示的电生理-光合耦合模型，为农业传感器与智能控制技术的融合提供了理论接口。未来，通过实时监测植物阻抗与离子流等电信号来反向智能调控电场参数，有望实现作物生长的按需供能。该研究为设施农业的精准环境调控提供了理论支撑，对提升资源利用效率、保障蔬菜绿色安全生产具有重要的应用前景。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2026668>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：刘振宇等 来源：《工程·农业》

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](http://www.iikx.com)转发