

未来作物的精准设计与创造

撰文·供图
胡伟娟 陈凡

随着人口增长带来了农业发展的紧迫性、农业发展的可持续性、作物对环境变化或极端环境的耐受性，以及人们对作物可食用部分营养品质的需求不断提高，未来农业生产面临着严峻的挑战。当前，生物技术和基因组驱动了育种技术的进步，为我们叩开设计育种的大门，将大数据与分子育种相结合，有望实现未来作物的精准设计与创造。

表型与基因型的精准关联是未来作物设计创造的理论依据

随着基因组学、功能基因组学和系统生物学的迅猛发展，表型组学概念应运而生，其目的是通过系统获取和分析植物表型，阐明基因型和表型之间的关系。

表型(Phenotype)这一术语最早是由Johannsen于1991年提出的。在生物学和遗传育种领域，表型是指生物体的特征，这些特征构成生物

体的外观、基本维度、形态和颜色。表型是基因型和环境共同作用的结果。表型分析是指以定性和定量的方式测量这些特征。表型组(Phenome)则是指某一生物体的全部性状特征。对于作物而言，表型组不仅仅局限于农艺性状，还包括植株所表现出来的生理状态，如光合作用等。

作物的生长发育与其自身遗传背景、种植的环境密切相关。利用自动、高效的基因型与表型组关联检测体系，在可控环境下系统揭示基因组与环境等因素交互进而调控作物表型的分子机理，建立表型决定的现代遗传理论体系。通过规模化、标准化筛选与鉴定优异种质资源，依据作物表型与基因型的关联解析，可按照设定目标，快速、高效培育设计型、绿色、超级作物新品种，实现育种过程的设计性、预见性和可控性，大幅度地提高育种效率和缩短育种周期。通过作物表型组学研究，阐明重要农艺性状形成的分子机理和基因调控网络，实现表型与基因型的精准关联使未来作物设计创造成为可能。



植物工厂里生长的小麦 供图 / 李绍华

左：作物在可控环境下的全生长周期“体检”（表型数据采集） 右：小麦株型的数字化解析



全新育种策略如快速驯化是未来作物设计创造的有效途径

人类在12000多年前开始驯化野生植物，现存的40多万种植物中，仅约不到100种被驯化成今天被种植的各种作物。今天人类从粮食中获得能量的70%仅来自于15种作物，其中玉米、水稻和小麦三大作物占比高达50%。人口的不断增长和消费习惯的改变给传统农业生产带来越来越多的压力，我们需要创造一些新的更符合人类未来需求的新作物，并且能够满足个性化需求，才能为解决世界日益严峻的粮食问题提供新的解决方案。

作物重新设计与快速驯化是指选用耐逆、品质营养等性状或其他目标性状优异的野生或者半野生植物，综合运用基因组学、基因编辑和合成生物学等方法，对其农艺性状进行重新设计，在保持其原有优异性状的前提下，快速驯化获得新型作物的全新育种策略。现代植物工厂模拟了作物生长发育所需的适宜环境，可以实现作物的全天候高效生长，在这样环境下的新型作物势必成为新的设计和创造目标。

未来作物的需求

中国人口众多，从吃饱到吃好，代表需求从单一标准到无限标准。中国人自古以食为天，未

来作物的精准设计与创造就是为了满足大众差异化、个性化的饮食需求。通过解析表型、基因型与环境三者的互作关系，可以对未来作物进行设计，从而达到快速繁育、全天候快速生产的目的，使其成为工业化生产的绿色产品。同时，通过设计创造出来的“新型作物”在植物工厂中实现最低能耗的立体化高效种养，不仅节约土地，而且保护环境，退耕还湖和退耕还林，实现真正的青山绿水。在认识植物与环境互作机理前提下，就可以用人工光源来给植物提供它最“喜欢”的光，喷施它最“喜欢”的营养液，以最低的能耗“制造”最好的产品。总之，精准设计是人类工业文明高度发达的结果，也是智能文明对生物设计的基本需求。未来作物精准设计是基于表型、基因型与环境的解析，也是植物工厂发展的必然趋势。

作者简介

胡伟娟，博士，中国科学院遗传与发育生物学研究所植物细胞与染色体工程国家重点实验室。

陈凡，博士，研究员，中国科学院遗传与发育生物学研究所分子发育生物学国家重点实验室副主任。

（责编 桑新华）