



位置: 首页 > 新闻动态 > 科研进展

搜索

储成才研究团队在水稻耐受土壤低氮适应性机制研究上取得重大进展

全球粮食产量自上世纪60年代初起持续增加,据联合国粮农组织统计,截至2018年末,以小麦、水稻、玉米计的全球粮食年总产量达26.6亿吨,是1961年的3.6倍,为全球范围粮食安全提供了基本保障。在全球耕地面积仅增加15.5%的条件下,粮食不断增产的主要推动力是化肥的大量施用,其中绝大部分是氮肥。化肥在大幅度提升农作物产量的同时,增加了人们对它的依赖性,甚至过度重视。2018年,全球化肥用量达2亿吨,而我国年化肥用量超过全世界化肥总消耗量的33%,氮肥利用效率只有30%左右,不到西方发达国家的一半。化肥的过量施用,不仅对空气、土壤和水体造成污染,也给农业可持续发展带来了巨大的环境压力。

面对人口的爆炸式增长,长期以来育种的首要目标是高产,推动水稻第一次绿色革命的矮秆育种,使之能在大量施用化肥情况下,植株不会过高而造成倒伏,从而在高肥下获得较高产量。然而,长期高肥下的育种导致一些重要基因资源的丢失,以致主栽水稻品种肥料利用效率普遍较低。

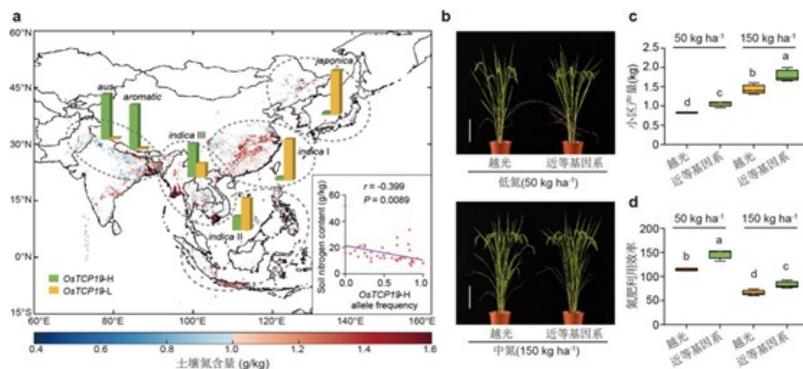
为解决这一问题,中国科学院遗传与发育生物学研究所储成才研究组对过去100年间收集于全球不同地理区域52个国家(地区)的110份早期水稻农家种进行了全面的农艺性状鉴定,发现不同氮肥条件下,在众多农艺性状中,水稻分蘖(分枝)氮响应能力与氮肥利用效率变异间存在高度关联。研究组利用全基因组关联分析技术鉴定到一个水稻氮高效基因 *OsTCP19*, 其作为转录因子调控水稻分蘖。

进一步研究发现, *OsTCP19*上游调控区一小段核酸片段(29-bp)的缺失与否是不同水稻品种分蘖氮响应差异的主要原因。氮高效品种 *OsTCP19*调控区缺失该29-bp核酸序列,氮响应调控因子LBD蛋白可以高效结合在该位点附近并抑制 *OsTCP19*转录表达。通过多重转录组学分析, *OsTCP19*作为转录因子抑制分蘖促进基因 *DLT7*的表达,进而实现对水稻分蘖发育的调控。这项研究成果揭示了氮素调控水稻分蘖发育过程的分子基础。

这一关键氮高效基因的鉴定依赖于一个多样性的“农家种”水稻群体资源。这些农家种是在现代高产水稻品种推广之前,也就是氮肥大量施用之前,世界各地农家种植的本地品种。世界各地气候土质的巨大差异造就了农家品种丰富的遗传多样性。研究人员通过对水稻种子库中这些“古早”的水稻品种进行基因遗传分析,最终定位了基因组上这一关键变异。有意思的是,通过对世界水稻种植区土壤氮含量数据分析,研究团队发现,土壤越贫瘠的地方, *OsTCP19*氮高效变异越常见,并随着土壤氮含量的增加,氮高效类型品种逐步减少,而我国现代水稻品种中这一氮高效变异几乎全部丢失。将这一氮高效变异重新引入现代水稻品种,在氮素减少的条件下,水稻氮肥利用效率可提高20-30%,也就是说,在水稻生产中,使用更少的化肥,也能达到相同的产量。

除了氮肥施用所带来的环境影响,氮肥生产本身也是高能耗、高污染行业。统计表明,生产1吨氮肥需2.8吨优质煤及1600度电能,造成2.5吨碳排放。我国争取在2060年前实现碳中和,而农业领域的节能减排,特别是减少化肥的施用至关重要。本项成果为实现这一宏伟目标提供了一个全新的思路。

2021年1月6日《自然》杂志以article报道了这一研究成果(DOI:10.1038/s41586-020-03091-w)。刘永强博士和汪鸿儒博士为论文的共同第一作者,胡斌青年研究员和储成才研究员为共同通讯作者。论文得到中国科学院战略性先导专项、国家自然科学基金、科技部G2P基础研究项目和广东省基础研究重大专项的资助。



图a-d: *OsTCP19-H*在低氮和中氮下可显著提高水稻产量; a, *OsTCP19-H*基因型频率与土壤含氮量呈显著负相关。亚洲不同水稻种植区域土壤含氮量和*OsTCP19-H*基因型频率地理分布信息。蓝色和红色图块表示土壤总氮含量(g/kg),黄色和绿色柱形图表示*OsTCP19-L*和*OsTCP19-H*基因型频率。6个虚线框分别表示japonica (n = 874)、indica I (n = 205)、indica II (n = 217)、indica III (n = 891)、aromatic (n = 81)和aus (n = 201)地理分布范围。副图表示土壤含氮量和*OsTCP19-H*频率呈显著负相关。*OsTCP19-H*频率由1764份籼稻品种以国家为单位计算得到,土壤含氮量收集于相应国家的水稻种植区域。b, 越光和含*OsTCP19-H*基因型近等基因系的田间表现。标尺为24 cm。c-d, 越光和近等基因系在低氮和中氮大田条件下的产量和氮肥利用效率。不同字母表示显著性差异(P < 0.05, one-way ANOVA, Tukey's HSD test)。



@2008- 中国科学院遗传与发育生物学研究所 版权所有 京ICP备09063187号-2 京公网安备110402500012号

地址：北京市朝阳区北辰西路1号院2号,遗传与发育生物学研究所

邮编：100101 邮件：genetics@genetics.ac.cn