科学家帮“饲料之王”接长短板

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20917.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！

科学家帮“饲料之王”接长短板。 有测算表明，普通玉米蛋白含量每提高1个百分点，相当于中国每年可以少进口近800万吨大豆。而科学家在最新的研究中，已成功将玉米蛋白含量提高了4个百分点。

11月17日，《自然》发表中科院分子植物科学卓越创新中心研究员巫永睿团队、上海师范大学教授王文琴团队与中国农科院深圳农业基因组研究所、美国亚利桑那大学等机构合作的研究成果。研究人员经过10年努力，从野生玉米中克隆了控制玉米高蛋白品质形成和氮素高效利用的关键变异基因THP9，并将其导入玉米自交系，使玉米蛋白含量大幅提高。

我们在三亚南繁基地进行了大规模田间试验，将野生玉米高蛋白基因导入我国推广面积最大的玉米生产栽培品种，将蛋白含量提高至14%。巫永睿告诉《中国科学报》。

野生玉米大刍草(左)和栽培玉米(右)受访者供图

饲料之王的短板

玉米的祖先起源于南美洲墨西哥南部巴尔萨斯河流域，被称作大刍草。如今，玉米已成为世界上最高产的农作物之一。全球年产玉米12亿吨，中国年产玉米2.7亿吨，其中70%用作饲料。玉米产

量高、有效能量多，有饲料之王的美称。

随着人们生活质量的提高，对肉蛋奶的需求不断增加，玉米消费量也日益增加，致使近年来我国玉米进口量不断提升。

但由于普通玉米籽粒蛋白含量较低，大部分杂交种籽粒蛋白含量不到8%，因此畜禽养殖业要在饲料中补充大豆蛋白，这又导致我们还需要大量进口大豆。

巫永睿表示：提高玉米蛋白含量不仅是保障国家粮食安全的重大战略需求，也是保障我国畜禽养殖业和饲料加工业健康发展的重要途径之一。然而，野生玉米高蛋白形成的机理是长期以来悬而未决的难题，控制玉米总蛋白含量和氮素高效利用的关键基因一直未能找到。

巫永睿(司机)田间归来受访者供图

发现关键基因

2012年，巫永睿和王文琴团队开始进行玉米高蛋白供体材料的寻找、蛋白含量测定、遗传分析以及群体构建。研究人员在实验中发现，普通玉米自交系蛋白含量约为10%，而玉米祖先——野生玉米在没有施氮肥条件下，种子蛋白含量高达30%，其含量是现代普通栽培玉米的3倍。

这表明野生玉米含有控制高蛋白含量的关键基因。巫永睿说。

但这些基因是什么、它们在野生和现代玉米中发生了什么改变、能否被挖掘用于提高现代玉米蛋白含量，这些问题一直没有答案。

不同玉米自交系遗传变异大于人类与黑猩猩之间的差异，而9000年前的野生玉米与现代玉米的差异就更大了。巫永睿补充说，为充分利用野生玉米基因资源，挖掘控制其高蛋白的优良变异基因，我们首先破解了高度复杂的野生玉米基因组。

通过三代测序技术和三维基因组相结合的策略，研究人员摸索并成功拼装出既杂合又复杂的野生玉米单倍体基因组，用于野生玉米高蛋白基因的定位和克隆。经过艰苦攻关，他们连续创制了超过10代的遗传材料，终于构建了野生玉米和普通玉米自交系B73的高世代近等基因系群体。

在这个过程中，我们提取了超过4万个样本的DNA进行基因型鉴定，测定了超过2万个样本的蛋白含量进行表型分析，并分别在回交群体的第4代BC4、第6代BC6及第8代BC8进行了3次大规模高蛋白遗传群体的测序以及精细图位克隆，最终从野生玉米中克隆出首个控制玉米高蛋白含量的主效基因THP9。论文共同第一作者、中科院分子植物科学卓越创新中心博士后黄永财对《中国科学报》说。

研究人员发现，该基因编码天冬酰胺合成酶4(ASN4)——其是氮代谢的中心，负责合成天冬酰胺。天冬酰胺在氮循环中具有核心作用，并在氨基基团的分子间转移反应中充当氮供体。因此，植物中的天冬酰胺水平与种子蛋白质含量密切相关。

实验中，研究人员将野生玉米优良基因Thp9-T导入玉米自交系B73后，使种子蛋白含量增加约35%，根中氮含量增加约54%，茎中氮含量增加约94%，叶片中氮含量增加约18%，并且植株整体重量也大大增加。

巫永睿和王文琴实验室合影 受访者供图

保障粮食安全的捷径

完成理论研究后，团队在三亚南繁基地进行了大规模田间试验，将野生玉米高蛋白基因Thp9-T杂交导入我国推广面积最大的玉米生产栽培品种郑单958中，发现杂交种籽粒蛋白含量显著提高。

我们在田间试验中已经将玉米蛋白含量从10%提高至14%。后续我们会将其提高到16%，理想情况下有可能达到20%。巫永睿说。如果玉米蛋白含量达到20%，其相对优势会非常突出。

在大田试验中，研究人员同时验证了Thp9-T不仅显著提高郑单958的籽粒蛋白含量，而且在低氮条件下促进玉米高产稳产。

使用该技术可以有效保持玉米的生物量以及植株、籽粒中的氮含量水平，既提高蛋白含量，又可以少用氮肥。巫永睿补充说，这对将来发展可持续农业和保护生态环境具有重要意义。

审稿专家认为，这项工作通过分子生物学、生物化学、比较基因组学、定量遗传学和育种等，解开了玉米蛋白含量和游离氨基酸积累的遗传学谜题。

高蛋白含量相关位点被识别并精确定位到THP9基因，然后引入现代玉米中，展示了利用作物野生亲缘实现可持续农业的巨大潜力。评审人说，这显示出对未来粮食安全的重要意义。(来源：中国科学报张双虎 黄辛)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-022-05441-2

作者：巫永睿等 来源：《自然》

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转发