



(<http://www.cemps.cas.cn>)

中国科学院分子植物科学卓越创新中心/植物生理生态研究所
CAS Center for Excellence in Molecular Plant Sciences / Institute of Plant Physiology and Ecology

唯实求真 协力创新

[首页](#) (> [../..../](#)) > [科研进展](#) (> [../..../](#)) > [2020年](#) (> [../..../](#))

巫永睿研究组联合上海交大王文琴研究组破解优质蛋白玉米育成之谜

2020年1月7日, Nature Communications在线发表了中国科学院分子植物科学卓越创新中心巫永睿研究组和上海交通大学农业与生物学院王文琴研究组合作的题为“Long-read sequencing reveals genomic structural variations that underlie creation of quality protein maize”的研究论文。他们通过PacBio三代基因组测序, BSA-seq遗传定位和RNA-seq转录组分析相结合的手段, 深入解析了优质蛋白玉米 (Quality Protein Maize, QPM) 选育的基因组结构变异基础, 全面挖掘了潜在的硬质胚乳修饰因子。

玉米是世界第一大粮食和饲料作物, 但蛋白营养品质很差, 这是由于胚乳中主要储藏蛋白是不含必需氨基酸的醇溶蛋白。o2 是高赖氨酸突变体, 其醇溶蛋白含量下降了60%, 而其它富含赖氨酸的优质蛋白互补性地上升, 这样不仅使籽粒总蛋白水平基本不变, 而且赖氨酸总含量也随之大幅度增加, 然而o2籽粒有很多其它农艺性状上的缺陷, 比如软质胚乳, 千粒重下降, 容易感病等, 所以很难直接产业化。从上世纪60年代开始, 国际玉米小麦改良中心从o2群体中不断筛选积累o2的修饰因子 (o2 modifiers, Mo2s) 把软质胚乳恢复成硬质胚乳, 同时保持o2的高赖氨酸性状, 这种硬质高赖氨酸版本的o2玉米就称作优质蛋白玉米 (Quality Protein Maize, QPM)。优质蛋白玉米是高赖氨酸玉米, 营养价值堪与牛奶媲美, 其产业化大大改善了南美、非洲和亚洲等一些以玉米为主食的发展中国家人群因缺乏赖氨酸、色氨酸引起的营养不良症。在中国, 如果生猪用优质蛋白玉米饲养, 料肉比显著下降, 即用同样量的饲料能使猪增重37%。同时, 以优质蛋白玉米作为饲料的另一优势是生猪可以充分吸收并同化玉米蛋白质氨基酸, 减少粪便中氮的排放, 减少环境污染的压力。

优质蛋白玉米以热带玉米种质为基础育成, 当它被引进到温带气候国家, 如中国, 它面临的主要问题是把存在于热带种质中的修饰因子转到温带种质的骨干自交系中。然而, 修饰基因和与其相互作用的因子还不知道, 导致这个转化过程很漫长, 而且最后得到的很多转化系还不是全硬质胚乳, 而是半硬质胚乳。这样的品种品相不好, 农艺表现不如全硬质胚乳; 我国地域和气候差别很大, 经过千辛万苦育成的优质蛋白玉米品种的适宜区域非常有限, 很难大范围推广, 大大制约了优质蛋白玉米的发展。如果优质蛋白玉米具有参考基因组序列并开发胚乳修饰因子的分子标记, 这必将大大加快其育种进程, 为社会带来巨大的经济效益。

巫永睿研究组长期致力于玉米蛋白品质研究, 收集了丰富的优质蛋白玉米材料, 而上海交通大学王文琴研究组的研究兴趣是通过计算生物学及与分子生物学相结合的手段研究玉米复杂农艺性状。为挖掘优质蛋白玉米所有胚乳修饰因子, 他们合作对来自南非的优质蛋白玉米自交系K0326Y基因组进行了三

代测序，最终组装出的基因组大小为2148 Mb，contig N50 达到了7.77 Mb。当K0326Y与冷泉港 Doreen Ware 团队拼装的B73和中国农业大学赖锦盛团队的Mo17进行比较基因组学分析，他们发现K0326Y与其它两个玉米基因组之间有丰富的序列多样性及结构变异，这构成了玉米品种间多样性的主要原因。他们构建了K0326Y与来源于美国的普通o2自交系W64Ao2的F2群体，并对群体中完全硬质和粉质的极端分离个体进行混池测序，鉴定到了多个修饰因子的QTL位点；同时，通过对两组优质蛋白玉米和o2突变体（K0326Y vs W64Ao2和CM105Mo2 vs CM105o2）进行RNA-seq分析，共鉴定到了1,791个共同差异表达基因。结合以上数据，他们发现了一些与多个胚乳修饰因子遗传位点紧密相连的候选基因，这些基因具有结构变异和表达水平改变等遗传特征。据此并结合近期其他研究成果，他们提出了解释优质蛋白玉米硬质胚乳形成的分子机制模型（图1）。他们构建的高质量优质蛋白玉米基因组以及鉴定出的具有结构变异和表达差异的候选基因将会促进优质蛋白玉米胚乳修饰因子分子标记开发及分子育种。

上海交通大学农业与生物学院博士后李长生和中科院分子植物科学卓越创新中心博士后向小利为本论文共同第一作者。中国科学院分子植物科学卓越创新中心博士生黄永财，博士后周勇，助研王琼，上海交通大学博士后安冬等人参与了该工作。华大基因赵辰曦、山东农业大学刘红军教授、青岛农业大学李玉斌教授、美国新泽西州蒙克莱尔州立大学杜春光教授、长期致力于优质蛋白玉米研究的美国亚利桑那大学Brian A. Larkins院士，美国罗格斯大学Joachim Messing院士及其博士后董家强也参与了合作。上海交通大学农业与生物学院王文琴和中国科学院分子植物科学卓越创新中心巫永睿为本文共同通讯作者。这项研究得到了科技部，国家基金委和中科院的大力支持。

文章链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-019-14023-2>
(<https://www.nature.com/articles/s41467-019-14023-2>)

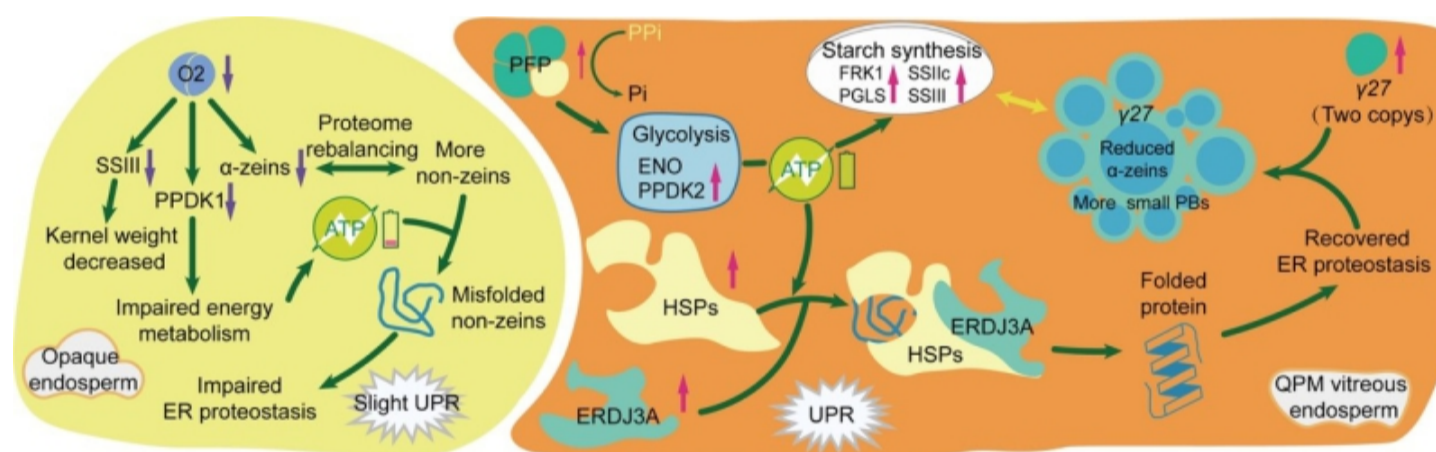


图1. QPM 修饰因子的模式图

Copyright © 2002-2020

中国科学院分子植物科学卓越创新中心/植物生理生态研究所 版权所有

地址：中国上海枫林路300号（200032）

电话：86-21-54924000

传真：86-21-54924015

Email: webmaster@sippe.ac.cn

沪ICP备05033115号 (<http://www.miibeian.gov.cn>)

(<http://www.cas.cn>)

(<https://www.jic.ac.uk>)

(<http://www.shb.cas.cn>)

(<http://www.cepams.org>)