
遗传发育所等在粳稻适应低温逆境机制研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/1676.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！

低温严重影响水稻的地理分布、生长发育及产量。近年来，极端气候频繁增多，倒春寒、寒露风等低温灾害逐年增加。每年我国因低温造成的粮食损失高达3-5亿吨，严重影响着粮食供给。亚洲栽培稻(俗称水稻)分为籼稻和粳稻两个亚种。一般而言，籼稻主要种植在热带和亚热带地区，而粳稻由于比籼稻具有更强的低温耐受性多种植在温带地区。随着水稻种植区的不断北移，揭示粳稻驯化过程中适应低温环境的分子机制，对于培育高纬度高海拔地区的低温耐受性水稻品种具有重要的理论和现实意义。

植物应答外界不利环境如低温等主要通过两大类基因实现。第一类是功能基因，如渗透保护剂合成酶类、分子伴侣类及抗氧化酶类等基因，其产物在植物遭遇低温等逆境时可对植物细胞内的生物大分子及生物膜等直接起保护作用;第二类是调节基因，如转录因子、蛋白激酶等基因，其产物在植物受到逆境胁迫时，可调动多个功能基因协同表达来保护植物少受伤害。也就是说，一个调节基因可以对相关性状的很多功能基因实施调控，从而使植物更有效地应对各种不利环境。很多控制重要性状的关键基因或数量性状位点(QTL)大多是编码转录因子类的调节基因。因此，从调节基因入手，挖掘资源群体中控制重要农艺性状的优良等位变异，在作物育种改良中具有重要意义，也是科学家和育种公司长期以来一直关注的重点。

在过去100多年里，美国农业部(USDA)从全球116个国家和地区收集了18,000多份多样性的水稻资源，并基于表型和基因型数据整理出203份微核心种质(Mini-core accessions)。遗传分析表明，这203份微核心种质可以很好地代表全世界栽培稻的遗传多样性，因此，微核心种质是挖掘重要功能基因不可多得的遗传资源。2016年，中国科学院遗传与发育生物学研究所储成才研究组博士汪鸿儒和华大基因等合作完成了水稻微核心种质材料的基因组重测序，并系统研究了亚洲稻的群体结构，成功通过这一多样性极大的小群体进行了重要农艺性状的全基因组关联分析(GWAS)(Molecular Plant, 2016)。

鉴于转录因子在调控重要农艺性状中的关键作用，尤其是bZIP转录因子在低温耐受性的作用，储成才课题组博士刘次桃等通过对水稻微核心种质群体进行低温耐受性鉴定，并将低温耐受性与91个bZIP转录因子的氨基酸序列进行关联分析，结合群体遗传学和进化生物学方法对相关位点进行籼粳分化和进化选择分析，发现了一个与苗期低温耐受性关联又在进化中受到强烈选择的粳稻耐低温基因——bZIP73。bZIP73基因编码区第511位置单核苷酸多态性(SNP)(+511 bp, G>A; +171 aa, Glu>Lys)决定了其籼粳分化及低温的耐受性差异。转基因及近等基因系实验证明，籼稻型的bZIP73Ind对低温敏感。进一步研究表明，bZIP73Jap通过与另一个bZIP蛋白(bZIP71)互作来调节水稻体内植物激素脱落酸(ABA)和活性氧(ROS)水平，从而提高水稻对低温的耐受性(图1)。

区树俊进一步对野生稻群体基因组序列分析发现，bZIP73可能早在水稻祖先中就受到了人工选择，并且耐冷型等位基因(bZIP73Jap)频率在粳稻中迅速提高，说明了耐冷型等位基因在粳稻驯化中受到青睐(图1)。结合这些野生稻分布区，该团队发现中国南方野生稻资源中仅存在粳稻型bZIP73Jap(G)，而在印度、孟加拉国和中南半岛以西地带野生稻中却同时存在粳稻型和籼稻型bZIP73。最有意思的是，结合1960-1990年30年间平均地表温度数据分析发现，野生稻群体中含籼稻型bZIP73Ind(A)个体主要分布区明显与地表温度相关，说明粳稻型bZIP73Jap与粳稻的北移具有明显的相关性(图2)。同时，研究发现非耐冷型籼稻等位基因bZIP73Ind(A)在籼稻驯化过程中也受到了明显的人工选择，但其原因尚未清楚(图1)。这项研究成果表明，bZIP73Jap和bZIP71对南方籼稻品种低温耐受性的提高以及水稻种植区北移具有重要意义。

8月17日，《自然-通讯》(Nature communications)在线发表了储成才研究团队这一研究成果(DOI:10.1038/s41467-018-05753-w)。刘次桃和区树俊为该论文的共同第一作者，北京师范大学教授王喜萍和遗传发育所研究员储成才为该论文的共同通讯作者。该项研究得到国家自然科学基金项目资助。

参考文章：

Wang H[^], Xu X[^], Vieira FG, Xiao Y, Li Z, Wang J*, Nielsen R*, and Chu C* (2016) The power of inbreeding: NGS based GWAS of rice reveals convergent evolution during rice domestication. *Molecular Plant* 9(7): 975-985.

Liu C[^], Ou S[^], Mao B, Tang J, Wang W, Wang H, Cao C, MR, Zhao B, Xiao G, Wang X* and Chu C* (2018) Early selection of bZIP73 facilitated adaptation of japonica rice to cold climates. *Nature Communications*. Doi: 10.1038/s41467-018-05753-w.

([^]为共同第一作者，*为共同通讯作者)

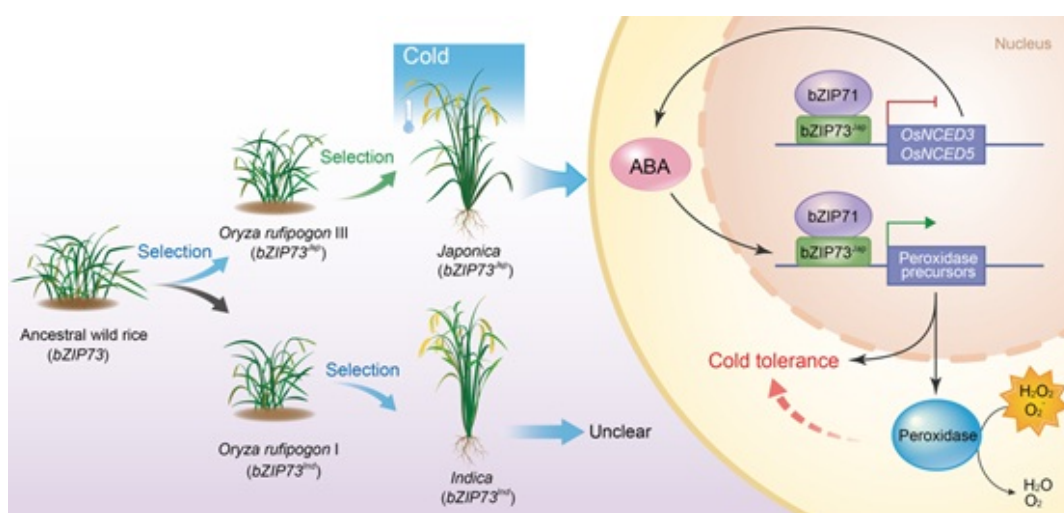
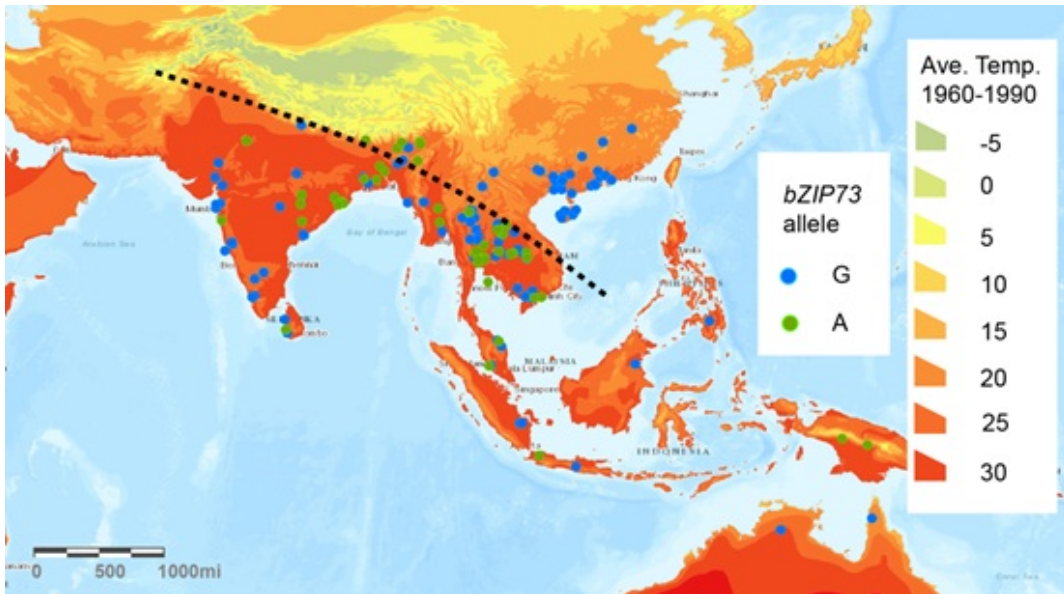


图1.OsbZIP73的逐步选择模式以及OsbZIP73Jap耐低温的分子机制。



©

图2.两种不同类型bZIP73在普通野生稻(*O. rufipogon*)中的地理分布。蓝色和绿色圆点分别代表含粳稻型bZIP73Jap(G)和含籼稻型bZIP73Ind(A)野生稻分布地区。热图显示的是从1960 – 1990年间平均地表温度(°C)。可以发现，含籼稻型bZIP73Ind(A)野生稻主要分布区由虚线隔开，并与地表温度相关，说明粳稻型bZIP73Jap与粳稻的北移具有明显的相关性。CopyrightESRI。

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