



2024年第11期总363期

## 农业生物技术专题

### 本期导读

#### ▶ 学术文献

1. 陕西师范大学发现棉花叶绿体基因内含子剪切的新机制
2. 山东农大揭示铁离子依赖的水稻对Xoc抗性的新机制
3. 浙江大学揭示低温胁迫引起生长素影响白菜花粉育性的新机制
4. 武汉植物园发表软枣猕猴桃同源四倍体基因组
5. 中国农业大学揭示糖代谢酶CsCWIN3介导黄瓜雌雄育性的重要功能

中国农业科学院农业信息研究所

联系人：周诚昊；顾亮亮

联系电话：010-82109850

邮箱：[agri@ckcest.cn](mailto:agri@ckcest.cn)

2024年3月11日

更多资讯 尽在农业专业知识服务系统:<http://agri.nais.net.cn/>

## 学术文献

### 1. 陕西师范大学发现棉花叶绿体基因内含子剪切的新机制

**简介:** 2024年3月5日, 陕西师范大学俞嘉宁教授团队在Plant Communications上发表了题为“GhCTS F1, a short PPR protein with a conserved role in chloroplast development and photosynthesis, participates in intron splicing of rpoC1 and ycf3-2 transcripts in cotton”的研究论文。该研究发现棉花中一个新的仅有两个P基序的PPR蛋白CTS F1可以靶向到叶绿体, 通过与CRS2、WTF1互作参与rpoC1和ycf3的RNA剪切, 影响叶绿体发育。棉花是重要的纺织纤维来源, 叶片对棉花的生长、抗病、纤维质量和产量具有重要的作用。叶绿体是植物光合作用的场所, 叶绿体发育缺陷和叶绿体基因表达异常都会造成光合作用减弱, 发生叶色突变, 影响植株正常生长发育。植物细胞中的叶绿体起源于内共生的光合细菌, 在长期的进化过程中, 叶绿体的一些基因转移到核基因组, 剩余大约 100 个基因由叶绿体自身编码, 这些基因在形成成熟的mRNA之前大都需要经过RNA加工, 主要包括: RNA编辑、RNA剪接、去除非翻译区等。棉花叶绿体基因含有20个 II 型内含子, 仅1个 I 型内含子, 但剪切机制不清。PPR蛋白是高等植物中的一大类蛋白家族, 由核基因编码, 大部分运输到线粒体或叶绿体中发挥功能。本研究通过VIGS实验筛选到了一个在叶片中高表达的PPR蛋白CTS F1, 抑制该基因在叶片中的表达, 发现棉花叶片出现黄化的表型, 并且叶绿体结构受损、叶绿素含量减少、光合速率参数明显降低, 表明GhCTS F1在叶绿体发育和光合作用中十分重要。GhCTS F1编码一个含有312个氨基酸的PPR蛋白, 仅含有两个PPR重复基序, 亚细胞定位显示GhCTS F1定位于叶绿体。利用酵母双杂交、BiFC、Co-IP及Pull-down实验证明GhCTS F1能够与剪切因子GhWTF1和GhCRS2互作, 通过Crispr-Cas9敲除GhWTF1和GhCRS2, 棉花叶片同样出现黄化、叶绿体结构受损、光合速率降低、rpoC1和ycf3的内含子剪切异常等表型。RIP-qPCR及RNA-EMSA证明GhWTF1可以直接结合到rpoC1和ycf3-2内含子剪切位点。上述研究阐明了PPR蛋白GhCTS F1通过与GhWTF1和GhCRS2互作, 参与rpoC1和ycf3-2的剪切, 影响叶绿体发育。该工作填补了棉花叶绿体基因内含子剪切方面的研究空白, 对PPR蛋白家族参与叶绿体发育的分子机制提供了新的证据。

**来源:** Plant Communications

**发布日期:**2024-03-05

**全文链接:**

<http://agri.nais.net.cn/file1/M00/03/6B/Csgk0WXqVHyAO-FAAPKQG8kKcBQ000.pdf>

### 2. 山东农大揭示铁离子依赖的水稻对Xoc抗性的新机制

**简介:** 2024年3月4日, Plant Communications上线了山东农业大学丁新华教授课题组题为“The MYB transcription factor OsMYBxoc1 regulates resistance to Xoc through directly repressing transcription of iron transport gene OsNRAMP5 in rice”的研究论文, 揭示了水稻抗病基因OsMYBxoc1和易感基因OsNRAMP5介导的铁离子依赖的水稻抗性机制, 并进一步证实Xoc通过分泌III型效应蛋白XopAK干扰上述过程。该研究鉴定到OsMYBxoc1是水稻中MYB转录因子家族的一员。过量表达OsMYBxoc1显著提高水稻对条斑病的抗性, 并伴随着防御基因上调表达、SA信号路径激活、ROS爆发等抗性反应。OsMYBxoc1特异性结合OsNRAMP5启动子并抑制其转录。OsNRAMP5负调控水稻对Xoc的抗性, 参与水稻对铁离子、锰离子等的吸收(Sasaki et al., 2012)。OsMYBxoc1对OsNRAMP5的转录抑制作

更多资讯 尽在农业专业知识服务系统:<http://agri.nais.net.cn/>

用影响了水稻体内铁离子的含量及铁离子依赖的过氧化氢清除酶活力，是改变水稻对Xoc抗性的因素之一。研究进一步证实外源铁离子处理可以促进Xoc的感染并抑制水稻体内的SA信号，毒性蛋白XopAK可以直接抑制OsMYBxoc1的转录，暗示病原菌可能通过解除宿主对铁离子转运的限制来促进自身的增殖。此外，外源铁离子可以恢复XopAK缺失突变体致病性缺陷的表型，进一步证实Xoc对铁离子的利用可能是XopAK依赖的。总之，我们的研究揭示了OsMYBxoc1通过靶向OsNRAMP5调控水稻铁离子的积累影响水稻抗性的新机制。

来源: Plant Communications

发布日期:2024-03-04

全文链接:

<https://doi.org/10.1016/j.xplc.2024.100859>

### 3. 浙江大学揭示低温胁迫引起生长素影响白菜花粉育性的新机制

简介: 2024年3月4日, 浙江大学/浙江大学海南研究院黄鹂教授团队联合温州大学生命与环境科学学院林苏娥副研究员在国际知名期刊Plant Physiology上发表了题为Tetrad stage transient cold stress skews auxin-mediated energy metabolism balance in Chinese cabbage pollen的研究论文, 揭示了白菜作物花粉在四分体发育时期遭受低温胁迫引起花粉育性降低的一个主要原因是低温导致花粉中的生长素水平降低, 由此介导的淀粉相关能量代谢失衡。这一发现对低温胁迫如何影响花粉发育的认识又深入了一步。该研究首先通过在开花期对白菜植株进行不同程度的低温处理, 发现白菜花粉在各个发育时期遭受短暂低温均会导致花粉功能异常, 但四分体时期对低温胁迫最为敏感。通过细胞学、组织化学、代谢组学和转录组学联合分析, 进一步观察到低温胁迫引起花粉中活性氧异常积累、生长素水平改变和淀粉相关能量代谢失衡, 最终导致花粉萌发异常、结籽率降低。经构建DR5::GUS转基因植株, 结合组织染色和代谢组学分析, 证实了低温引起发育中的花粉生长素水平降低的现象。通过外源生长素处理, 以及构建生长素合成相关基因YUC6功能缺失的转基因植株, 进一步验证了花粉发育过程生长素介导的淀粉积累对于白菜花粉抵抗低温胁迫的重要性。这些研究揭示了白菜花粉发育四分体时期遭受低温引起育性降低的主要原因, 并发现了生长素在花粉抵抗低温中的重要性。该研究为充分认识低温影响植物雄性育性的内在机制, 从而为精准制定低温胁迫应对技术措施, 提高农作物种子产量和质量等提供了理论基础。

来源: Plant Physiology

发布日期:2024-03-04

全文链接:

<http://agri.nais.net.cn/file1/M00/10/3E/Csgk0EGTC7SAETIUAQ-1MN-Wz0Q707.pdf>

### 4. 武汉植物园发表软枣猕猴桃同源四倍体基因组

简介: 2024年3月2日, Plant Communication 在线发表了中国科学院武汉植物园王彦昌团队与高磊团队、新西兰皇家植物与食品研究院吴金虎博士, 中国环境科学院刘勇波等合作, 题为“Genome assembly of autotetraploid Actinidia arguta highlights adaptive evolution and dissects important economic traits”的研究论文。该研究论文构建了高质量的软枣猕猴桃四倍体雄性基因组, 探究了软枣猕猴桃种群进化与环境适应机制, 揭示22000年以来不同历史气候对基因组的选择位点, 并基于多组学揭示了软枣猕猴桃果实快速软化和雌

更多资讯 尽在农业专业知识服务系统:<http://agri.nais.net.cn/>

雄异株的遗传调控基础。本研究结合PacBio Revio和Hi-C等测序技术组装出四倍体雄性软枣猕猴桃‘M1’单倍型基因组，基因组大小2.77Gb，约2.61 Gb (94.21%) 挂载至116条染色单体，四个单倍型大小分别为658、652、654、649Mb。基于高质量基因组，共注释到186,191个基因，四套单倍型分别注释42001、42216、41760、41585个基因。同时通过比四套单倍型间以及与二倍体猕猴桃基因组的对比确定了其为同源四倍体。比较基因组分析显示，软枣猕猴桃在猕猴桃属中最先分化，分化时间大约在29.8个百万年。对四倍体软枣猕猴桃多倍化时间进行推算，发现其至少经历了三次全基因组加倍事件，并推测大约于3.13个百万年由二倍体祖先加倍形成现在的四倍体。作者收集了101个软枣猕猴桃野生个体对其进行重测序，群体结构分析显示所有个体可以分为两个亚群：南部亚群和北部亚群。两个亚群大约于12.9个百万年分化，在分化过程中存在至少两次基因流事件。利用PSMC对人口历史的分析表明，几乎所有种群都经历了两次显著的扩张。软枣猕猴桃作为猕猴桃属中分布范围最广的物种，基因组信息中存在大量环境适应性位点。南北亚群间的遗传分化分析筛选到多个与冷胁迫、干旱以及春化相关基因。同时，通过重建古气候数据，利用全基因组环境关联分析挖掘到可能软枣猕猴桃分布范围扩张和适应环境变化的相关位点。该研究还通过代谢组学和转录组学研究鉴定到了三个果实快速软化关键基因：AaCEL1、AaPME1、AaDOF1。同时，基于全基因组关联技术确定了软枣猕猴桃性别连锁区域并通过转录组测序和WGCNA分析了参与性别建成的候选基因及相关网络。

来源：Plant Communications

发布日期:2024-03-02

全文链接:

<http://agri.nais.net.cn/file1/M00/10/3E/Csgk0EGTozmAFshRAjvH6hUs13U888.pdf>

## 5. 中国农业大学揭示糖代谢酶CsCWIN3介导黄瓜雌雄育性的重要功能

**简介:** 2024年3月1日，中国农业大学园艺学院、设施蔬菜生长发育调控北京市重点实验室睦晓蕾教授课题组与天津科润黄瓜研究所、蔬菜生物育种全国重点实验室李加旺研究员团队合作于国际植物科学期刊Plant Physiology在线发表了题为Cell wall invertase 3 plays critical roles in providing sugars during pollination and fertilization in cucumber的研究论文，揭示了细胞壁酸性转化酶CsCWIN3介导黄瓜雌雄育性和种子形成的分子生理机制，为植物生殖发育调控网络解析和黄瓜分子设计育种提供了有价值的信息与见解。黄瓜是典型的雌雄同株异花蔬菜作物，同时其具备单性结实的能力，是研究雌雄配子体发育以及合子发育的理想模式植物。而种子是高等植物繁衍后代的重要生殖器官，也是农作物的经济器官。黄瓜作为我国主栽的蔬菜作物之一，其种子市场需求量巨大且种子质量高低直接影响黄瓜生产效益。光合同化物（糖）经植株源器官韧皮部装载，以及果实、花粉、种子等库器官韧皮部卸载、代谢和分配是决定黄瓜正常生长发育的重要基础。糖代谢和糖转运的分子生理调控机制不仅是植物生物学领域的研究热点，在农业生产上也具有重要的应用价值。课题组前期工作已明确，黄瓜蔗糖转运蛋白CsSUT1在雄花组织中高量表达，干扰其基因表达导致雄性不育的发生（Sun et al., Plant Physiology, 2019）；同时，我们也鉴定到一个黄瓜花粉（管）特异表达己糖转运蛋白CsHT1，干扰其基因表达显著影响授粉后花粉管在雌蕊传输组织中的伸长和后续的种子发育（Cheng et al., Plant Physiology, 2015）。但是，黄瓜雄性和雌性生殖组织发育过程中糖分如何被分解利

更多资讯 尽在农业专业知识服务系统:<http://agri.nais.net.cn/>

用及其与糖转运蛋白协同作用的分子生理机制，尚未明确。植物中转化酶催化蔗糖不可逆分解产生葡萄糖和果糖，在糖代谢中发挥重要作用。本研究结果表明，细胞壁酸性转化酶CsCWIN3在黄瓜雄花的花药绒毡层和花粉粒，及其雌花的柱头、花柱传输组织（transmitting tract, TT，花粉管通道），以及子房胎座维管束（PIVB）和胚珠中高量表达。利用反向遗传学技术发现，干扰CsCWIN3基因表达后黄瓜花粉活性明显减弱，同时蔗糖转运蛋白CsSUT1的表达在转基因株系中显著下降；另外，干扰CsCWIN3基因表达造成雌蕊柱头的乳突细胞发育异常，但是不影响单性结实的子房/果实的发育。野生型与CsCWIN3干扰株系不同自交和正反交实验结果表明，干扰CsCWIN3基因表达（无论父本或者母本）引起己糖转运蛋白CsHT1表达显著下调，花粉管在雌蕊花柱传输组织中伸长受阻，因此在花粉-雌蕊互作过程中糖分的代谢和供应可能受到了抑制，最终影响胚珠发育与种子形成。综上所述，细胞壁酸性转化酶CsCWIN3可与蔗糖转运蛋白CsSUT1相互协调，参与调控黄瓜花粉的发育；同时CsCWIN3可将授粉后萌发花粉内或者雌蕊花柱传输组织中的蔗糖分解为己糖，并与己糖转运蛋白CsHT1共同作用，供给花粉管伸长所需营养，促进花粉管向子房内胚珠延伸。另外，种子中CsCWIN3还可以与黄瓜子房/果实中棉子糖系列寡糖（Raffinose Family Oligosaccharides, RFOs，主要包括四糖水苏糖和三糖棉子糖）分解代谢关键酶CsAGA2（Liu et al., Plant Physiology, 2022, 课题组前期工作）相互配合，促进经源端韧皮部装载和长距离韧皮部运输至种子库端的RFOs分解为己糖，（并由尚未鉴定获知的糖转运蛋白以质外体途径介导库端韧皮部卸载，）从而为种子发育提供充足营养。综上所述，该研究揭示了糖代谢酶CsCWIN3与糖转运蛋白协同作用介导黄瓜雌雄育性和授粉后种子形成的分子生理机制，丰富了植物生殖发育调控网络认知体系，并为黄瓜种质创新提供了重要基因资源与理论基础。

**来源：**Plant Physiology

**发布日期：**2024-03-01

**全文链接：**

<http://agri.nais.net.cn/file1/M00/03/6B/Csgk0WXpvm2AQEb1AMJZpdcRmg0868.pdf>