



2022年第50期总183期

杂交水稻专题

本期导读

▶ 前沿资讯

1. 教授团队在水稻耐盐关键基因鉴定及分子机制研究中取得新进展
2. 水稻小麦穗发芽研究获进展
3. 首次完成水稻从种子到种子全生命周期空间培养实验

▶ 学术文献

1. 利用微卫星标记预测干旱胁迫下水稻半双列杂交农艺性状的杂种优势
2. Fe-Zn-NA螯合物引发剂对老化杂交水稻种子活力的影响及在不同贮藏温度下引发效应的维持

中国农业科学院农业信息研究所
联系人：于超；罗建军；李亮；顾亮亮
联系电话：0731-84690287
邮箱：agri@ckcest.cn
2022年12月12日

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

▶ 前沿资讯

1. 教授团队在水稻耐盐关键基因鉴定及分子机制研究中取得新进展

简介：近日，南京农业大学生命科学学院章文华教授团队在PNAS在线发表了题为“Transcriptional repressor RST1 controls salt tolerance and grain yield in rice by regulating gene expression of asparagine synthetase”的研究论文。该研究鉴定到一个新的水稻耐盐关键基因RST1，并揭示了其通过抑制天冬酰胺合成酶基因表达来调控水稻盐胁迫响应以及产量形成的分子机制。土壤盐渍化是限制作物生产的主要非生物胁迫之一。土壤中过多的盐分会破坏植物细胞中正常的营养代谢，导致生长受抑、产量下降。然而，植物是如何改变其营养代谢过程来适应盐胁迫的，目前尚不清楚。为了挖掘水稻耐盐关键基因，该团队对EMS诱变的水稻突变体库进行筛选，鉴定到一份耐盐性和产量均显著提高的突变体，并将之命名为rice salt tolerant 1 (rst1) (Deng et al., 2015)。在本研究中，通过图位克隆方法从rst1突变体中分离到一个新的耐盐基因RST1，其编码生长素响应因子OsARF18。RST1功能缺失和过量表达株系分别表现出耐盐和盐敏感表型，表明该基因是水稻耐盐性的负调控因子。研究发现，RST1定位于细胞核中，具有转录抑制活性，能够直接与天冬酰胺合成酶基因OsAS1基因的启动子结合并抑制其表达。来源于rst1突变体变异形式的RST1由于编码区发生一个单碱基替换导致其翻译提前终止并丧失了转录抑制活性。RST1功能缺失导致OsAS1基因表达上调，通过促进天冬酰胺的合成提高氮的利用率，同时减少NH₄⁺的过量积累，从而提高植株的耐盐性。此项工作的另外一个重要发现是，自然变异分析提示RST1基因可以分成3种单倍型，其中优势单倍型RST1Hap III主要存在于粳稻品种中，通过降低其蛋白的转录抑制活性来提高水稻的耐盐性以及粒重。连续两年的大田实验结果表明，RST1功能缺失能够显著提高水稻在正常生长条件下的单株产量并减少盐胁迫条件下的产量损失。该研究揭示了RST1-OsAS1分子模块通过调控氮素利用效率来提高耐盐性和产量的分子机制，不仅拓宽了人们对植物耐盐分子机制的认识，同时为水稻耐盐性和产量的遗传改良提供了重要的遗传材料和基因资源。

来源：南京农业大学

发布日期：2022-12-07

全文链接：

<http://agri.ckcest.cn/file1/M00/03/45/Csgk0YfoRCSAFq9bAAT0ppqT010334.pdf>

2. 水稻小麦穗发芽研究获进展

简介：种子休眠性是指种子在适合它生长的条件（温度、水分和氧气等）下仍不能萌发的现象，是多数高等植物所共有的适应性性状。作物驯化过程更多考虑高产、优质、抗病虫及耐受逆境性状，同时保证在生产中种子具有一致的萌发特性，而忽视了对种子适度休眠的保留，导致较多作物如水稻、小麦在生产上大面积遭遇严重的穗发芽问题，即种子成熟期遇潮湿气候在收获前出现穗上籽粒萌发的现象，造成了在收获的最后时刻面临近乎绝收的经济损失。近年来，随着全球气候变暖，水稻、小麦等作物在成熟后期频繁遭遇连阴天气，穗发芽灾害发生较为普遍。此外，在作物制种后期同样会遭遇频繁的连阴雨天气，穗发芽对制种产业造成损失，且其影响往往延伸到下季播种。因此，找到水稻、小麦等控制种子休眠的关键基因，阐明种子休眠调控的分子生理机制，挖掘其优良等位变异，对解决水稻等作物穗发芽灾害至关重要。然而，种子休眠性是颇为复杂的

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

农艺性状，受到大量数量性状位点的调控，并受到多种环境因素的显著影响。种子休眠性关键调控基因的克隆较为困难，生产上缺乏实用的主要基因资源。针对这一现状，中国科学院遗传与发育生物学研究所储成才团队通过构建可稳定检测到休眠控制位点区域的高密度染色体单片段代换系群体，在强休眠水稻品种Kasalath中克隆到一个控制水稻种子休眠的关键基因SD6，并证实了SD6负调控水稻种子休眠性。通过筛选SD6互作蛋白，研究发现了另一水稻转录因子ICE2正调控水稻种子休眠性。通过分子生物学、遗传学及生物化学等实验，科研团队揭示了SD6和ICE2均直接靶向脱落酸（ABA）8'-羟化酶基因ABA8ox3启动子上，两者分别识别启动子上的G-box基序或E-box基序从而实现对同一靶基因的反向调控。SD6和ICE2通过拮抗调控另一个转录因子OsbHLH048间接地调控了ABA的关键合成调控基因即9-顺式-环氧类胡萝卜素双加氧酶基因NCED2。这揭示了一个新的激素平衡调控范式，即拮抗的转录因子对可通过直接地调控ABA的代谢，并间接地调控ABA的合成，从而实现ABA含量的及时高效调控，以切换种子的休眠与萌发。种子休眠性既受遗传调控，又可通过种子所处环境来调节。温度是影响种子休眠和萌发主要的环境因子。温暖环境通常能加速解除种子休眠，促进种子萌发，而低温则使种子维持休眠状态。这种感知外界环境的能力可以使种子度过不利环境条件，如冬季低温等。储成才团队发现SD6-ICE2分子模块具备感知周边环境温度调控种子休眠性的特征：在常温条件下，SD6基因维持高水平表达，发挥功能，而ICE2基因表达则受到明显抑制，促进种子萌发；在低温条件下，SD6基因表达则受到明显抑制，ICE2基因表达量上调，使种子维持在休眠状态。这表明SD6-ICE2通过感知外界环境温度变化此消彼长，动态控制种子中的ABA含量，从而调控种子休眠强度以适应自然气候更替。这解释了种子休眠性是如何作为一种适应性策略来避免不适宜的条件。研究显示，含有SD6强休眠等位的近等基因系在大田表现出优异的穗发芽抗性，暗示该自然变异位点可用于优质水稻主栽品种的休眠性常规育种改良。同时，通过基因编辑技术对多个水稻易穗发芽主栽品种的SD6基因进行改良，该研究证实不同水稻品种背景下改良的材料在收获期遭遇连绵阴雨天气的情况下，其穗发芽情况显著改善。高彩霞团队对小麦品种科农199的TaSD6基因进行改良，也可以大幅提高小麦穗发芽抗性，表明SD6基因在水稻和小麦中控制种子休眠性的功能是保守的，即SD6在水稻和小麦穗发芽抗性育种改良中均具有重要应用价值

来源：中国科学院

发布日期：2022-12-06

全文链接：

<http://agri.ckcest.cn/file1/M00/03/45/Csgk0YfoQQqAVU4jAA02fPFrqUY692.pdf>

3. 首次完成水稻从种子到种子全生命周期空间培养实验

简介：在我国空间站生命科学项目中，中国科学院分子植物科学卓越创新中心郑慧琼研究团队承担了“微重力条件下高等植物开花调控的分子机理”，在国际上首次开展了水稻从种子到种子全生命周期培养实验。同时，开花是结种子的前提，研究团队利用模式植物拟南芥，也系统地研究了空间微重力对植物开花的影响。从2022年7月29日注入营养液启动实验，至11月25日结束实验，本项目共在轨开展实验120天，完成了拟南芥和水稻种子萌发、幼苗生长、开花结籽全生命周期的培养实验。期间航天员在轨进行了三次样品采集，包括9月21日孕穗期水稻样品采集；10月12日拟南芥开花期样品采集和11月25日水稻和拟南芥种子成熟期样品采集。采集后，开花或孕穗期样品保存于-80℃低温存储柜中，种子成熟期样品保存于4℃低温存储柜。12月4日，样品随神舟十四号返回地面。按计划在北京交接样品后，转运至上海实验室中做进一步检测分析。本次空间项

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

目主要完成的实验内容包括：（1）在轨完成了水稻从种子萌发、幼苗生长、抽穗和结籽全生命周期的培养实验并通过获取图像进行分析；（2）完成了剪株后空间再生稻成功培育并结出了成熟的种子（二茬）；（3）在轨完成拟南芥种子萌发、幼苗生长和不同三个生物钟调控的开花关键基因对空间微重力响应的图像观察分析并在轨采集了样品。通过对空间获取的图像分析，并与地面对照比较，研究发现空间微重力对水稻的多种农艺性状，包括株高、分蘖数、生长速率、水分调控、对光反应、开花时间、种子发育过程以及结实率等多方面的影响。实验初步发现：（1）水稻的株型在空间变得更为松散，主要是茎叶夹角变大；矮秆水稻变得更矮，高秆水稻的高度没有受到明显的影响。此外，生物钟控制的水稻叶片生长螺旋上升运动在空间更为凸显。（2）水稻空间开花时间比地面略有提前，但是，灌浆时间延长了10多天，大部分颖壳不能关闭。开花时间和颖壳闭合均是水稻的重要农艺性状，二者在保障植物充分的生殖生长是获得高产优质种子方面都有重要作用，此过程受到基因表达的调控，后续将利用返回样品进一步分析。（3）在空间进行再生稻实验并获得再生稻的种子。从剪株20天后就可以再生出了2个稻穗，说明空间狭小的封闭环境中再生稻是可行的，为空间作物的高效生产提供了新的思路和实验证据。该技术可以大大增加单位体积中的水稻产量，也是国际上首次在空间尝试的再生稻技术。（4）首次对空间生物钟调控光周期开花的关键基因进行研究。利用基因突变和转基因的方法，构建了三种不同开花时间的拟南芥，分别是：提前开花，延迟开花和正常开花（野生型），通过对空间拟南芥生长发育的图普观察与分析，发现开花关键基因对微重力的响应与地面有明显的差异，其中在地面提早开花的拟南芥在微重力条件下开花时间也大大的延长。此外，生物钟基因突变后，空间拟南芥的下胚轴过度伸长，说明生物钟基因表达对于维持拟南芥在空间生长的正常形态和适应空间环境非常重要，为今后利用改造开花基因来促进植物适应空间微重力环境提供了新方向。后续研究团队将进一步利用返回材料对拟南芥适应空间环境的分子基础进行深入解析。

来源：中国科学院

发布日期:2022-12-05

全文链接:

<http://agri.ckcest.cn/file1/M00/03/45/Csgk0YfoQouAdZ3ZAASSR14aYYo186.pdf>

➤ 学术文献

1. Prediction of Heterosis for Agronomic Traits in Half-Diallel Cross of Rice (*Oryza sativa* L.) under Drought Stress Using Microsatellite Markers (利用微卫星标记预测干旱胁迫下水稻半双列杂交农艺性状的杂种优势)

简介: Rice breeders are encouraged to classify potential F-1-hybrids without crossing all viable mixtures by testing depending on genetic distance due to lack of labor and time in yield trials. The goals of this research were to establish heterosis and investigate the relationship between genomic distance and agronomic attributes under drought. Half-diallel mating design, 28 F-1(s) and 8 parents were evaluated under drought and genotyped using 11 microsatellite markers. In total, 39 alleles were detected. Results indicated that the greatest heterotic effects for grain yield were observed in Sakha 103 x Sakha 104 and GZ7576-10-3-2-1 x Giza 179, which gave 29.32-22.57% heterosis, respectively. Heterosis

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

for grain yield in these crosses occurred as a rise in panicle weight, filled grains per panicle, low sterility and 100-grain weight. Correlations of marker-based genetic distance with mid-parent heterosis were positively and significantly correlated with sterility percentage ($r = 0.390^*$, $p < 0.05$). However, better-parent heterosis was positively and significantly correlated with sterility percentage ($r = 0.352^*$, $p < 0.05$) and grain yield per plant ($r = 0.345^*$, $p < 0.05$). Associations indicate that high grain yield and low sterility of rice crosses can be expected from microsatellite marker-defined distances of parents. This study indicated that genetic distance is very effective for heterosis prediction in breeding programs.

来源: PLANTS-BASEL

发布日期:2022-06-08

全文链接:

<http://agri.ckcest.cn/file1/M00/03/45/Csgk0YfoXm2ABZbwAASzx-5X5Nw043.pdf>

2. Effects of Fe-Zn-NA chelates priming on the vigour of aged hybrid rice seeds and the maintenance of priming benefits at different storage temperatures (Fe-Zn-NA螯合物引发剂对老化杂交水稻种子活力的影响及在不同贮藏温度下引发效应的维持)

简介: The effects of seed priming with Fe-Zn-NA chelate ($\text{FeSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + \text{niacinamide}$) and the longevity of the beneficial priming effects were investigated for aged seeds of hybrid rice cv. Lingyouhuazhan (LYHZ) and cv. Longxiangyou 130 (LXY130). As compared with untreated and hydroprimed seeds, Fe-Zn-NA chelate priming significantly enhanced germination energy (GE), germination percentage (GP), germination index (GI), vigour index (VI) and normal seedling rate (NSR), and increased seedling shoot height (SH) and seedling dry weight (DW) in both cultivars. After priming with Fe-Zn-NA chelates, the GP of LYHZ was 96.0%, which was 12.7 and 12.0% higher than hydroprimed and non-primed seeds, respectively. Similarly, the GP of LXY130 was 89.5%, significantly higher than the hydroprimed and non-primed seeds (by 11.5 and 10.0%, respectively). When stored at 25 degrees C, the benefits of Fe-Zn-NA chelate priming on seed vigour and viability was maintained for three months; while after six months storage, the GP of LYHZ and LXY130 was only 48.0 and 34.0%, respectively, which was significantly lower than the non-primed seeds (84.0 and 71.1%). When stored at 15 or 5 degrees C for six months, the germination potential of Fe-Zn-NA chelate-primed seeds was still high. The GP of LYHZ and LXY130 seeds was 94.4% and 77.8%, respectively, after storage at 15 degrees C, and 97.8% and 85.6% after storage at 5 degrees C. In conclusion, the Fe-Zn-NA chelate priming was an effective method to improve the vigour and viability of hybrid rice aged seeds; however, the duration of beneficial priming effects needs to be determined according to the storage temperature.

来源: SEED SCIENCE AND TECHNOLOGY

发布日期:2021-02-01

全文链接:

http://agri.ckcest.cn/file1/M00/10/17/Csgk0G0RqBuAIx_fAAAtL1_Xzlic213.pdf