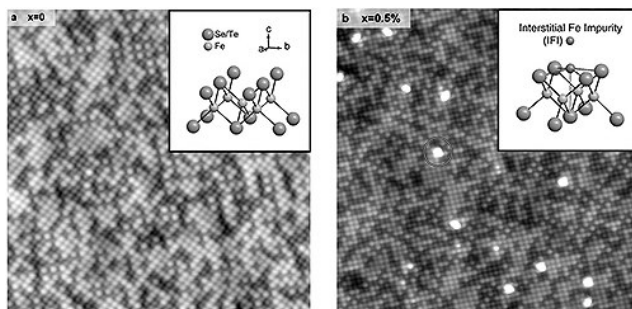


科研进展*

物理所等在铁基超导体中发现类马约拉纳费米子

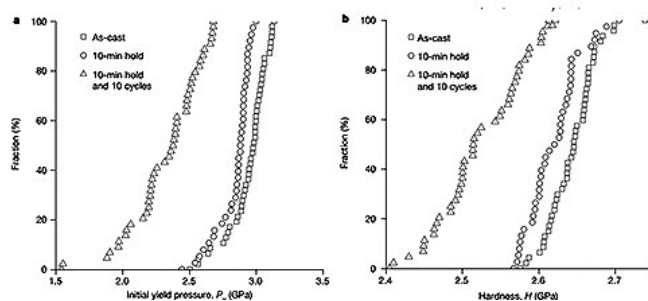
中科院物理所潘庶亨、丁洪研究组,利用极低温高分辨率的扫描隧道显微镜,在休斯顿大学超导中心研究员吴净生长的一系列铁基超导体 $\text{Fe}_{1+x}(\text{Te}, \text{Se})$ 中发现处于间隙位置的单原子铁杂质上会产生一个非常尖锐的零能电导峰,通过搬运原子的方法,证实



了该束缚态确实由铁杂质诱发。这零能束缚态仅仅存在于单个铁杂质原子 1 nm 范围内,并且是各项同性的。最奇特的是,它的能量非常鲁棒地严格处于零能,即使加上 8 特斯拉的磁场(普通磁铁磁场的 100 倍),或使两个独立的零能束缚态互相靠近,也无法使它偏离零能或者产生劈裂。实验中观测到的如此鲁棒的零能束缚态又与理论预言的拓扑超导体中的马约拉纳费米子性质相吻合,推测它有可能是近些年来科学家们孜孜以求的马约拉纳费米子。相关研究发表在 *Nature Physics* (DOI:10.1038/nphys3371) 上。

物理所研究出解决非晶合金材料老化难题的新方法

中科院物理所汪卫华研究组发展了一种简单的非晶合金材料热循环处理工艺。该工艺将非晶合金在液氮或者液氮中浸泡几分钟,然后快速升温至室温并保持几分钟。经过数十次循环之后发现,非晶合金整体能量升高,



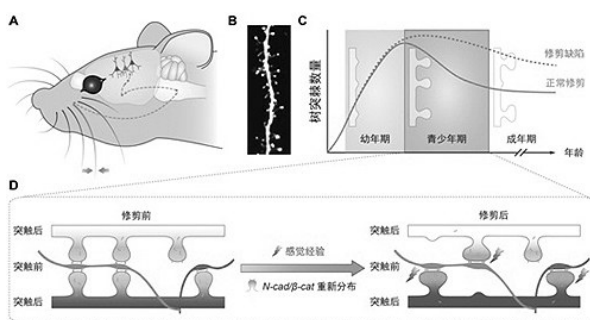
表现为非晶合金微分扫描量热(DSC)曲线晶化前结构弛豫放热峰得到明显的增强。通过力学测试发现,热循环之后合金的硬度明显降低;通过力学实验机压缩测量,热循环之后,合金的压缩塑性增加到7%以上,且表面剪切带的数量增加。通过动态力学测试仪(DMA)测量动态加载情况下非晶合金的损耗模量发现,热循环之后损耗峰的位置向低温区移动,且强度提高。这些结果都表明,经过热循环处理之后流变单元的数量显著增加,非晶合金的结构更加不均匀,使合金发生恢复效应,即经过处理的非晶合金抗老化能力大大增强。

* 收稿日期:2015年9月4日

非晶合金抗老化能力增强的表现之一就是使得非晶在受力条件下,更多的流变单元能演化成剪切带,形变中更容易产生剪切带。非晶的宏观塑性形变主要由剪切带的数目决定,这样可大大提高非晶合金的宏观塑性。冷热循环抗非晶合金老化方法与离子辐照、表面喷丸、强变形等方法相比,具有非破坏、不改变形状、不限制样品尺寸、不产生剪切带等特性,更重要的是在工业上易于实现。通过这些方法,可以有效地提高非晶合金的机械性能并且降低工艺处理成本,对非晶合金的工业化生产以及商业化应用可起到重要推动作用。相关研究成果发表在 *Nature* (DOI: 10.1038/nature14674) 上。

上海生科院揭示介导树突棘修剪的分子机制

中科院上海生命科学院神经科学所于翔研究组发现相邻树突棘之间对 cadherin/catenin 复合物的竞争决定了它们在树突棘修剪过程中的不同命运——胜者更加成熟与强壮、败者则被修剪——从而揭示了发育过程中神经环路精确化的新机制和重要规律。该研究成果所揭示的基于有限分子资源的竞争机制,拓展了我们对于神经环路精确化机制的理解,并进一步重申了自然感觉刺激对神经环路发育与可塑性的重要作用。不仅如此,有限分子资源的更有效再分配可能代表生物体发育过程中的一种普遍策略,既有效又节约资源。最后,由于树突棘修剪的异常被报道与孤独症、精神分裂症等发育性神经系统疾病密切相关,因而阐明介导树突棘修剪的分子机制对解析上述疾病的致病机理有重要的理论与临床意义。相关研究成果发表在 *Cell* (DOI:10.1016/j.cell.2015.07.018) 上。



遗传发育所合作研究揭示植物小肽-受体激活机制

中科院遗传与发育生物学所杨维才研究组与其合作者,通过结合遗传学、生物化学、结构生物学以及功能分析实验,发现了 PSKR 识别 PSK 及识别后的激活机制。结果表明:与已知的其他小肽-受体激活机制不同,PSK 小肽结合到细胞膜上的 PSKR1 胞外结构域中不完整的 island domain 上,稳定其结构,进而 PSKR1 招募共受体 SERK1, SERK2 和 BAK1 形成异源二聚体,通过 LRR 结构域的二聚化来完成配体的感应,使其胞内结构域磷酸化并激活下游信号通路。该项研究为理解植物小肽-受体激酶的作用方式提供了一个新的模型。相关研究成果发表在 *Nature* (DOI:10.1038/nature14858) 上。

动物所等揭示大熊猫维持异常低能量代谢的机制

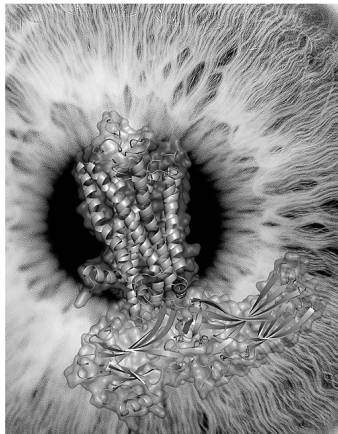
中科院动物所魏辅文研究组与其合作者,发现大熊猫每日能量消耗异常地低,几乎与树懒相似;并进一步从形态、行为、生理、遗传和基因组等方面系统揭示了大熊猫维持异常低能量代谢的机制。大熊猫维持异常低水平的能量消耗与其耗能器官(如大脑、肝脏和肾脏)缩小、活动水平降低和甲状腺激素水平低等特征密切相关,而甲状腺激素水平低可能与其基因组上调控甲状腺素合成通路中的一个特异遗传突变相关。因此,通过维持异常低的能量代谢,大熊猫可采食高纤维低营养及低能量的竹子



而得以生存繁衍,这可能是在长期演化中大熊猫对其食性特化(专食竹子)的一种适应。相关研究成果发表在 *Science* (DOI:10.1126/science.aab2413) 上。

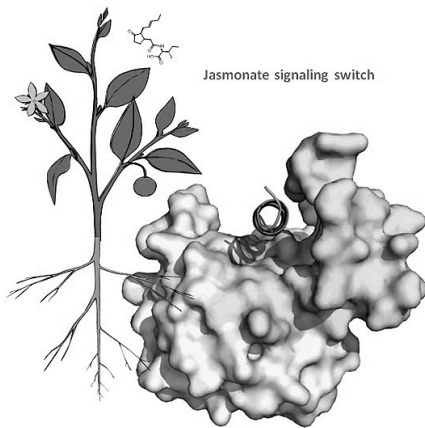
世界最强激光“照亮”GPCR-阻遏蛋白信号转导通路

中科院上海药物所徐华强领衔国际上 28 个实验室组成的交叉团队经过联合攻关,利用世界上最强 X 射线激光,成功解析视紫红质(Rhodopsin)与阻遏蛋白(Arrestin)复合物的晶体结构,攻克了细胞信号传导领域的重大科学难题。GPCR 是目前最成功的药物靶标,迄今约 40% 的上市药物是以 GPCR 为靶点。在药物发现领域,对靶蛋白结构与功能关系的理解越深刻,开发出高效低毒药物的几率越大。因此,选择性靶向其中一条信号通路的药物,即激活或抑制 G-蛋白或阻遏蛋白信号通路,可能具有更好的疗效并有效降低毒副作用。该研究不仅解决了世界级的科学难题,同时为开发选择性更高的药物奠定了坚实的理论基础。X 射线自由电子激光技术为未来解决更具挑战性的蛋白质科学难题开启了新思路。相关研究成果发表在 *Nature* (DOI:10.1038/nature14656) 上。



上海药物所合作揭开植物防御功能的奥秘

中科院上海药物所徐华强研究组与其合作者,共同解析了植物防御功能的关键信号通路——茉莉酮酸酯激素信号通路关键蛋白复合体的晶体结构,在植物防御功能领域取得重要突破。这一成果不仅对提高全球粮食产量意义重大,且为阐明人体疾病分子机制提供了新颖的方法。该研究首次揭示了一种蛋白在抑制蛋白和受体两种角色间转换,并介导基因表达调控的分子机制。研究显示,在茉莉酮酸酯激素存在情况下,本身作为抑制蛋白的 JAZ 通过改变自身构象,成为茉莉酮酸酯受体复合物的的重要组成部分,并行使与自身截然相反的生物学功能。相关研究成果发表在 *Nature* (DOI:10.1038/nature14661) 上(相关图片请见封面)。



中国碳排放核算研究取得进展

中科院上海高等院魏伟团队及其合作者首次核算了基于实测排放因子的中国碳排放总量,结果表明,中国 2013 年碳排放总量比先前估计低约 15%,重新核算后的中国碳排放在 2000—2013 年比原先估计少 106 亿吨二氧化碳,是《京都议定书》框架下具有强制减排义务的西方发达国家自 1994 年以来实际减排量的近百倍。此修正量大于中国同期陆地总的

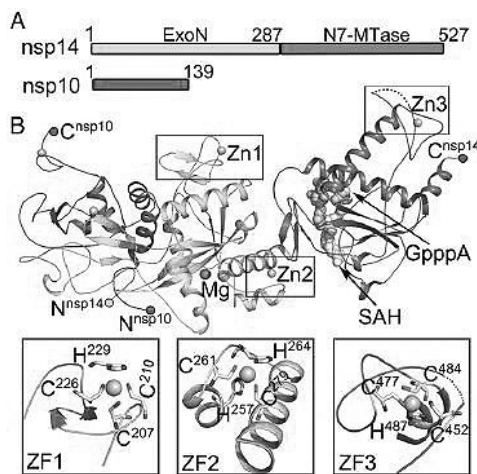


中国科学院

碳汇吸收总量(95亿吨二氧化碳)。经过此次重新核算,中国在21世纪气候变化2℃范围的各种排放情景下,排放空间较原来相比增加25%—70%。该研究核算的碳排放数值可报告、可测量、可核证,是第一套基于同行评议和实测数据的中国国家碳排放核算清单。该研究系统梳理了中国能源总量、结构及排放部门格局,增加了中国在全球能源、经济、环境决策及国际谈判中的话语权,同时为进一步开展碳减排和空气污染雾霾治理提供了一套坚实的基础数据,为开展针对具体部门和技术减排措施提供了数据支持。相关研究成果发表在*Nature*(DOI: 10.1038/nature14677)上。

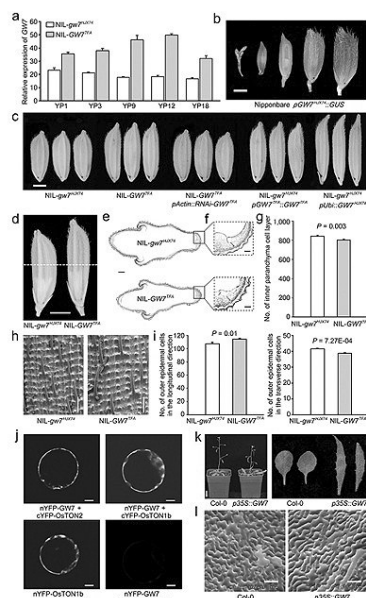
上海生科院等揭示冠状病毒编码校正的分子机制

中科院上海生命科学院饶子和研究组与其合作者在新发MERS/SARS冠状病毒研究中取得新进展,首次揭示了nsp14-nsp10复合体的结构基础,阐明了冠状病毒编码校正的分子机制。研究人员对SARS-CoV进行研究,获得了nsp14、nsp10以及功能性配体结合时的晶体结构。这是首次揭示与RNA病毒校读有关的nsp14-nsp10复合体结构。研究人员通过结构数据和功能分析,进一步阐明了nsp14的功能,还揭示了一些可以用于药物开发的重要靶点。相关研究成果发表在*PNAS*(DOI: 10.1073/pnas.1508686112)上。



遗传发育所发现控制水稻粒形和稻米品质的重要基因

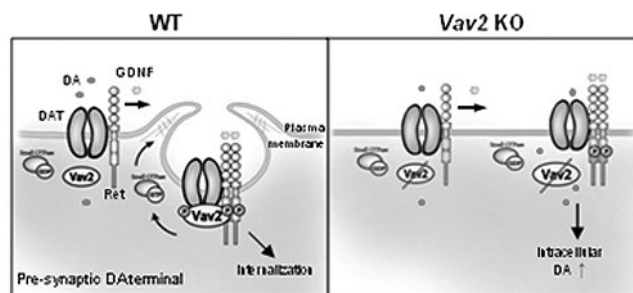
中科院遗传与发育生物学所傅向东研究团队在水稻品质和产量协同遗传改良的研究中取得重要进展,从优质杂交水稻不育系泰丰A中成功分离并克隆了一个控制水稻粒形和提升稻米品质的重要基因GW7。这一基因能通过改变细胞分裂模式,让稻米变得更为细长,有效地减少垩白率和垩白面积,从而提高稻米在外观、口感等方面的品质。该项研究为水稻高产优质分子模块设计育种直接提供了具有重要应用价值的新基因,也为揭示水稻品质和产量协同遗传改良的分子奥秘提供了新线索。康奈尔大学教授Susan McCouch认为,目前还没有人在水稻育种的高产与优质方面同时兼顾,“这将是一个影响巨大的研究成果”。相关研究成果发表在*Nature Genetics* (DOI:10.1038/ng.3352)上。



上海生科院揭示神经递质多巴胺“回收”的新机制

中科院上海生命科学院神经科学所周嘉伟团队经过多年的潜心研究,发现一种小G蛋白的调节因子Vav2能够通过调节多巴胺转运体在质膜的分布,从而显著改变多巴胺“回收泵”系统的转运效率。如果将Vav2基因敲除,“回收泵”功能异常提升,就会使大脑伏隔核多巴胺的含量明显升高。为了寻找控制多巴胺“回收泵”的“开关”,研究人员利用分子生物学实验手段筛选到胶质细胞源性神经营养因子GDNF的受体Ret。研究结果显示,GDNF和Ret可作为拨动和调节多巴胺“回收泵”的“开关”而起作

用。当这套“开关”失灵(如 Ret 基因敲除)的时候,动物呈现类似于 Vav2 基因敲除小鼠的表现。过去一般认为, GDNF 及其受体 Ret 主要是掌管多巴胺能神经元的存活,因此,他们的这一发现拓展了人们对神经营养因子 GDNF 作用的传统认识。相关研究成果发表在 *Nature Neuroscience* (DOI:10.1038/nn.4060) 上。

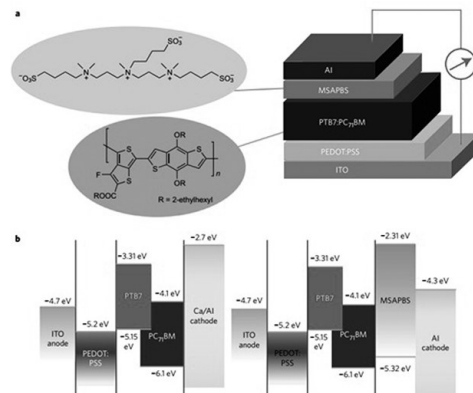


中科大筛选出特异针对点突变蛋白的适配体

中国科学技术大学单革研究组发明了一种新的筛选方法,可筛选出能特异针对具有细微改变(比如单氨基酸残基突变)蛋白质的核酸(RNA)适配体。RNA 适配体是人工合成及筛选出的能特异结合小分子、蛋白质,甚至完整细胞的非编码 RNA。RNA 适配体的筛选利用了足够复杂的 RNA 序列库所具有的类似抗体一样的结合多样性和特异性潜能。RNA 适配体概念和技术是由 Jack Szostak 于 1990 年提出的,但此技术提出 20 多年来,尚未能筛选到特异识别单氨基酸残基突变蛋白质的 RNA 适配体。研究组利用发明的差异筛选方法,以肿瘤中常见的 p53 点突变蛋白为靶标,筛选出特异识别点突变蛋白而不结合野生型 p53 蛋白的 RNA 适配体。更加有意义的是,此 RNA 适配体在培养细胞及裸鼠载瘤实验中,均能有效抑制 p53 点突变蛋白促进肿瘤的功能。相关研究成果发表在 *PNAS* (DOI:10.1073/pnas.1502159112) 上。

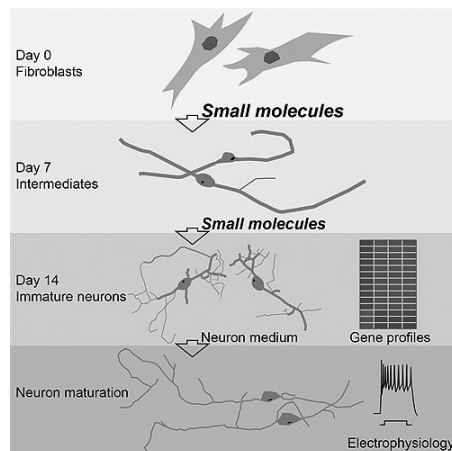
宁波材料所有机太阳能电池研究取得重要进展

中科院宁波材料技术与工程所葛子义团队在有机太阳能电池领域取得重要研究进展。该团队合成了一种制备工艺简单、价格低廉、可用醇类溶剂湿法加工的有机非共轭小分子作为有机太阳能电池的阴极界面,代替传统需要蒸镀的 Ca、Mg、LiF 或结构复杂的有机共轭类聚合物等界面材料,用于电池的界面调控。团队成员利用这类材料对有机太阳能电池器件界面和结构进行优化,把单结正型聚合物太阳能电池的光电转换效率提高至 10.02%,突破了单结有机太阳能电池 10% 的效率瓶颈,同目前广泛使用的 Ca/Al 电极相比,电池的光电转换效率提高了近 25%。相关结果经过国家光伏质检中心的认证,是公开认证最高效率的单结有机太阳能电池之一,对于聚合物太阳能电池有非常重要的贡献,在有机太阳能电池低成本、大面积化制备方面有重要的应用潜力。相关研究成果发表在 *Nature Photonics* (DOI:10.1038/nphoton.2015.126) 上。



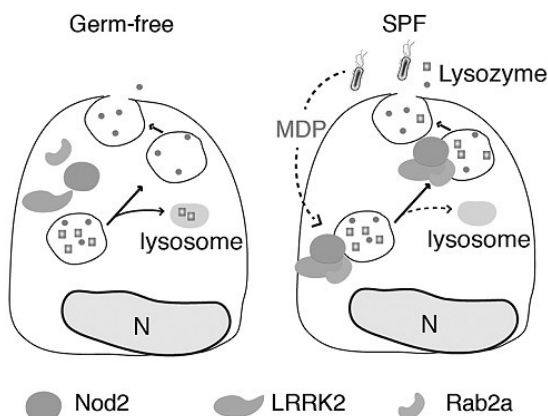
科学家建立小分子化合物诱导人成纤维细胞转化为神经细胞的新方法

中科院上海生命科学院生物化学与细胞生物学所裴钢研究组用小分子化合物组合诱导人成纤维细胞转化为神经细胞,这种化合物诱导的人神经细胞具有与对照神经元相似的电生理特性,具有神经元基因表达谱特征,他们还利用小分子化合物将家族性阿尔兹海默症病人的成纤维细胞诱导为神经细胞,这些转化获得的神经细胞表现出阿尔兹海默症的部分病理特征。诱导策略是生成患者特异性神经元细胞的可行性方法,为神经系统疾病模型的构建、相关机制研究和药物筛选提供一个有用并可行的方法。相关研究成果发表在 *Cell Stem Cell* (DOI: 10.1016/j.stem.2015.07.018) 上。



生物物理所在肠道菌与宿主共生研究中取得进展

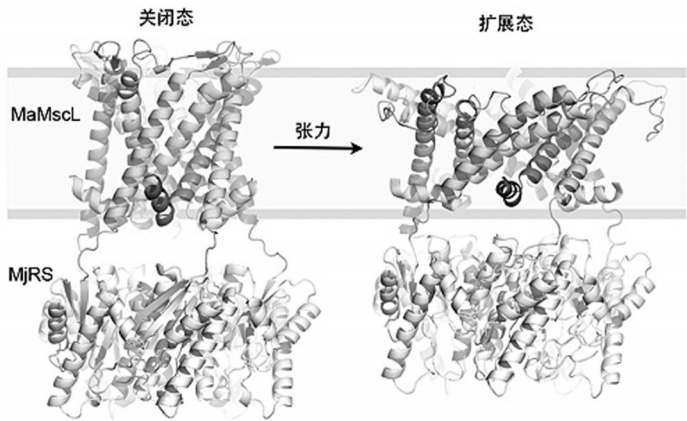
中科院生物物理所刘志华研究组在共生菌通过 NOD2-LRRK2-Rab2a 途径介导选择性的货物分拣来促进共生关系的研究中取得进展。潘氏细胞位于小肠回肠,向肠腔内分泌大量的抗菌类物质,在肠道稳态的维持中扮演重要角色,潘氏细胞失常是炎症性肠炎发生的常见原因。然而,目前对肠道共生菌如何调控潘氏细胞的生理活动还所知甚少。该论文中,作者发现来自细菌细胞壁的肽聚糖可以直接调控溶菌酶在致密核心囊泡(DCVs)中的分拣以促进共生。Nod2、Lrrk2、Rab2a 或肠道菌的缺失(无菌小鼠)均导致了溶菌酶被异常降解,而不能正常分泌到肠腔中,进而导致基因缺陷小鼠不能有效控制肠道感染。该项研究从货物分拣的角度揭示了潘氏细胞异常在炎症性肠炎发生中的作用;也揭示了共生菌通过调控特殊物质的分拣来促进“共生·互益”的初步机制。相关研究发表在 *Nature Immunology* (DOI:10.1038/ni.3233) 上。



生物物理所机械力敏感通道的机械耦合机制研究取得新成果

中科院生物物理所柳振峰课题组首次解析了来自同一物种的分别处于关闭态和扩展态两种截然不同构象状态的产甲烷古菌(*Methanosarcina acetivorans* MscL, MaMscL)的晶体结构。通过深入分析这两个结构的差异,发现了 MscL 构象变化的规律,并进一步用几何学分析方法模拟出该通道在两种状态之间转换的构象变化原理。研究发现,MscL 在扩展过程中其跨膜螺旋发生大幅度的倾斜,运动模式类似于光圈开放的过程,而跨膜螺旋与 N-末端螺旋之间的动态变化则类似于雨伞打开的过程。在该通道扩展过程中,其各个部件紧密耦联,互相联动,以实现在不同亚基间同步发生构象变化的效果。在膜蛋白结晶方法探索方面,通过广泛寻找不同类型多聚态水溶性蛋白与不同物种来源 MscL 同源蛋白之间的组合,课题组发现了一种五聚态核黄素合成酶 MjRS 在和 MaMscL 融合后能够促进其结晶,并且融合蛋

白在不同去污剂条件下能够被捕捉到两种不同的构象状态。该方法不仅解决了 MscL 难以形成有序三维晶体的问题,还将为研究其他具有重要功能的多聚体真核通道膜蛋白的不同构象态结构提供具有启示性的解决方案。相关研究成果发表在 *PNAS* (DOI: 10.1073/pnas.1503202112) 上。



遗传发育所等在水稻种子大小决定研究中取得进展

中科院遗传与发育生物学所储成才研究组及其合作者通过对一水稻大粒显性突变体 (Big grain1, Bg1-D) 的研究,发现 BG1 编码一个受生长素特异诱导的早期响应的未知功能蛋白,在水稻茎和穗的维管组织中特异表达。有趣的是,BG1 过量表达株系生长素极性运输能力显著增强,并导致水稻籽粒显著增大。田间试验表明,BG1 过量表达株系与对照相比千粒重增加 25%,产量增加 21%。BG1 过量表达植株生物量也显著提高。进化分析表明,BG1 在高等植物中具有高度保守性。过表达 BG1 同样使双子叶植物拟南芥种子增大及生物量增加,暗示 BG1 在单、双子叶植物生物量及作物产量改良中均具有极大的应用潜力。相关研究发表在 *PNAS* (DOI:10.1073/pnas.1512748112) 上。

微生物所在大肠杆菌高效全细胞催化青霉素方面取得进展

中科院微生物所陶勇课题组在大肠杆菌中表达青霉素扩环酶(DAOCs),利用全细胞催化高效转化青霉素 G 生成 G-7-ADCA。该研究通过对大肠杆菌初级代谢网络的精巧设计,重构 TCA 并偶联生物合成反应,实现高效的生物转化。展示了通过重构的 TCA 循环来推动目标酶促反应的可能性。该研究策略在 α -酮戊二酸依赖型加氧酶类以及其他与 TCA 循环有关联的酶反应中具有广泛的借鉴意义。相关研究成果发表在 *PNAS* (DOI: 10.1073/pnas.1502866112) 上。

