

## 南京师范大学稀土生物无机最新研究：揭示稀土元素在植物细胞内的行为及生活周期

日期 2014-09-04 来源: 南京师范大学 作者: 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

作为全球高新技术领域广泛使用的稀土元素在给经济、社会带来丰厚回报的同时,也正以前所未有的速度与强度进入环境(土壤、大气、水与生态系统),其潜在的生态风险日益显现。对此,中外专家与政府部门均关注“稀土食品安全研究”并呼吁“科学标准的建立”,但迄今尚无生物体中限量的国际标准。其因同稀土影响生物体的一系列关键基础问题的无解,不无关联。自1917年中、美学者首次发现稀土铈对水绵生理作用以来,人们探究17种稀土元素对植物的影响与细胞学机制等已近百年,学术成果累见于中外文献。遗憾的是,因植物细胞结构更为复杂而令稀土“低促高抑”正负效应的细胞及分子机理等学科前沿难题,迄今无法解答。

在国家自然科学基金(21371100, 31170477, 20971069)等项目资助下,南京师范大学稀土生物无机化学课题组黄晓华教授团队与北大-耶鲁植物分子遗传学及农业生物技术联合中心邓兴旺教授团队合作,以出口经济作物辣根及模式植物拟南芥为研究对象,以稀土放射自显影示踪技术与细胞生物学、生物物理学及细胞无机化学等方法优化组合为研究手段,首次揭示轻稀土镧和重稀土铽为代表的稀土元素在植物细胞内的行为和生活周期。其研究成果“Rare earth elements activate endocytosis in plant cells”于近期发表在《美国科学院院刊》(PNAS)上。

研究者从不同浓度的稀土离子分别作用于农田及实验室植物并全生育期进行追踪研究发现:(1)外源低剂量稀土未进入细胞,以纳米配合物形式锚定于质膜上激活叶细胞内吞作用,继而引发胞内至胞外促进细胞扩增的(如胞膜糖基表达、细胞内外Ca<sup>2+</sup>和K<sup>+</sup>交换及动态水平、胞膜组成及脂肪酸量变、DNA及主要矿物质元素含量变化等)一系列的响应,使作物产量增加10%-15%;(2)随外源稀土剂量增高,稀土纳米配合物在质膜上增多并通过正常及异常内吞作用进入细胞,在细胞内继续强烈地激活内吞。内吞作用过程中,部分包裹稀土纳米配合物的内吞泡变成“齿轮形状”而破裂,将稀土从内吞泡中释放到细胞质并自组装成稀土纳米簇(产生异常独特地内吞现象),继而沉积于细胞质中;(3)进入细胞内的稀土,大部分随时间推移迁出细胞,并经叶-茎-根迁移至土壤中。但仍有一些稀土纳米簇沉积于细胞质中而不外迁,成为稀土元素在叶细胞里的一种主要累积形态;(4)伴随稀土进入细胞并在胞内继续激活内吞作用、产生异常内吞现象、稀土胞质内自主装及沉积过程等,引发一系列从胞内至胞外的抑制细胞扩增效应,最终导致作物减产。稀土剂量越高,激活内吞作用越强,或致细胞出现伤害、稀土在植物细胞中积累量和作物减产幅度均进一步增加。

植物作为生态系统的创造者,在进化中形成了很低内吞活性特质。正如世界杰出的植物生物学家们(Bob B. Buchanan等)所言,“相对于动物系统中内吞作用的大量著述,植物中相应的研究就很少;植物细胞中低水平的内吞作用活性以及细胞壁的存在大大阻碍了标记分子靠近细胞膜,这大大增加了实验难度”。该项研究通过学科交叉所建立的组合研究方法,不仅实现了稀土激活植物叶细胞内吞作用静态和动态过程的可视化,且发现内吞活化是植物细胞对稀土作用的首要响应,可视为稀土作用于植物的细胞学基础。因此,该研究回答了困惑人们已久的稀土植物无机化学的一些关键科学难题,为稀土植物食品限量国际标准的建立提供理论与实验指导。

全文参见: <http://www.pnas.org/content/early/2014/08/07/1413376111>