

让作物“按需取磷”

□本报记者 张双虎

磷是植物生长发育与繁殖必需的营养元素之一,在各种生命过程中发挥着重要作用。在农业生产中一般通过施加磷肥来增加土壤中的磷含量,然而磷肥的过度施用不仅导致农业生产成本升高,而且造成严重的土壤及水体污染。

在科技部和国家自然科学基金的支持下,中国科学院遗传与发育生物学研究所基因组学国家重点实验室储成才课题组通过图位克隆方法,从重要农作物水稻中分离出磷饥饿应答反应的关键调控基因 LEAF TIP NECROSIS 1 (LTN1)。研究表明,LTN1 能够影响磷转运子的表达进而调控水稻磷的吸收与转运。日前,相关成果在国际期刊《植物生理学》(Plant Physiology)上在线发表。

磷的挑战

据新华网报道,总部位于肯尼亚首都内罗毕的联合国环境规划署 2月17日发布了《2011年联合国环境规划署年鉴》,重点关注了农业生产领域使用磷肥对环境产生的不利影响和对策。

《2011年联合国环境规划署年鉴》指出,过去一个世纪,全球的磷需求量稳步上升,在耕作中使用化肥已成为现代农业基本特征。但是,如果大量残留的磷肥从农田渗入河流湖泊,就会引发藻类大量繁殖,这不仅会过度消耗水中氧气,导致鱼类死亡,还会污染饮用水,影响沿岸旅游业。

另一方面,植物体内许多重要的有机化合物都含有磷,磷在植物体内参与光合作用、呼吸作用、能量储存和传递、细胞分裂等过程,促进植物生长与发育。磷能促进早期根系的形成和生长,提高植物适应外界环境的能力,有助于植物耐过冬天的严寒。磷还有助于增强一些植物的抗病性,提高作物品质。

在植物所必需的各种营养元素之中,氮、磷、钾是三种需求量和收获后损失量较多的营养元素,而它们通过残茬和根的形式归还给土壤的数量却不多,因此需要以施用肥料的方式加以补充。

对主要粮食作物水稻和小麦来说,水稻抽穗期是磷营养的临界期,对



小麦和水稻(右)缺磷株和正常株对比

磷表现敏感,缺磷容易引起僵苗。症状是新叶暗绿,叶鞘长而短,稻苗分蘖少。同时,较冷的天气环境既可使土壤中有有机磷的释放受阻,又使土壤中无机磷向根际的迁移困难,造成磷供应不足。缺磷或磷比例失调也是小麦全蚀病危害加重的重要原因之一。实践表明,施用磷肥能促进植物根系发育,减轻发病,减少白穗,保产作用明显。

资料表明,我国缺磷土壤面积约为10.09亿亩,主要是北方石灰性土壤、东北白浆土、红壤、紫色土和低产水稻土。缺磷土壤面积大于该省区耕地面积75%的省份遍布全国。

当前世界人口快速增长,对肉类和日常食品的需求量之大前所未有。如何在农业生产中继续使用磷肥以保证全球食品供应,同时减少磷对环境对人类健康的不利影响,成为世界各国面临的严峻挑战。

应对之策

“实际上,土壤中并不是没有磷元素,而是以植物无法吸收利用的有机磷形式存在。”储成才说,“如果想办法让植物转化并高效吸收利用这些磷元素,既能满足作物对磷元素的需求,又能减少磷肥的施用量,也会让渗透到地下水中的磷相应减少。此外,作为磷肥主要来源的磷矿为不可再生资源,在几十年后将会枯竭。因此,通过分子生物学手段改造植物使其具有高效的磷吸收转运和利用能力将是解决这一系列问题的最佳手段。”

磷肥的流失是目前农业磷污染

的主要来源,磷作为营养物质,进入河流湖泊就会导致藻类及浮游生物大量繁殖、水体透明度降低、溶解氧大量减少、水质恶化、鱼类及其他生物大量死亡等。所以,科学家们一直在努力寻找提高作物磷吸收能力的方法,这对发展可持续农业非常重要。

无机磷酸盐是磷元素被植物根吸收以及在植物体内转运的主要形式。植物通过调节体内无机磷酸盐的动态平衡来适应环境中可利用的磷的变化,但目前对于调节这一复杂过程的机制了解很少。

2006年中国台湾学者邱子珍研究发现,作物磷饥饿可以诱导一个特异的微小RNA——miR399的高表达,在miR399过量表达的转基因植株中积累的无机磷水平比正常高5-6倍,并表现出无机磷中毒的症状。进一步的研究发现,无机磷中毒是由于磷的吸收、转运以及在植株中的保持能力增强导致的,而且miR399过量表达植株导致叶片中无机磷的再动员能力也减弱了。

这一研究的意义在于提出了植物通过miRNA调节蛋白质水解酶的组成来控制体内无机磷酸盐动态平衡的假说,为进一步了解无机磷酸盐动态平衡的调节打下基础。

精准调控

“我们的研究鉴定出的调控水稻中磷饥饿应答反应的关键调控基因LTN1,不仅为进一步揭示水稻乃至其他作物中磷饥饿应答反应的分子机制奠定了基础,也为人们创制磷高

效吸收利用的转基因作物提供了新思路。”储成才说。

在国家自然科学基金的持续支持下,储成才课题组的胡斌等研究人员通过图位克隆方法,从重要农作物水稻中分离出磷饥饿应答反应的关键基因LTN1,并发现该基因的突变能够影响多个磷转运子的表达,进而调控植物体内磷的吸收与转运,进而引起磷毒害的表型。

同时,LTN1还参与调控磷饥饿环境下的根形态改变、酸性磷酸酶和核糖核酸酶活性调控、脂类成分转化、氮及金属元素吸收调控等多种磷饥饿应答反应。该研究进一步证明,LTN1是miR399下游的靶基因,miR399通过介导其转录的降解对其进行负调控。

“通过LTN1可以调控一些促使作物转化(将有机磷转化为无机磷),并高效吸收(可以吸收土壤中痕量磷元素)磷元素的因子。”储成才说,“LTN1本身虽然不能进行磷转化和吸收,但它能调控植物体内多个因子进行转化吸收。之前有研究发现miR399会诱导植株过量积累无机磷,出现无机磷中毒的症状。对作物生长和农业生产来说,缺磷和磷过量都不是我们想要的结果。理想的状态是既能满足作物生长所需,又不会出现过量磷积累。LTN1是miR399下游的靶基因,我们可以通过改变LTN1表达或者对其进行突变等办法调控与磷吸收转运相关蛋白,实现作物对磷元素转化吸收的精准调控,这也是我们下一步的工作目标。”

项目·进展

2011年度基金委与国际农业磋商组织合作项目征集指南

项目说明

国家自然科学基金委员会(NSFC)先后与国际农业磋商组织(CGIAR)下属5个中心(研究所),即国际水稻所(IRRI)、国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)、世界农业林业中心(ICRAF)、国际生物多样性中心(Biodiversity)以及国际食品政策研究所(IFPRI)达成了合作共识,将共同资助双方科学家开展合作研究。

资助领域及说明

经过双方协商,NSFC与CGIAR下属5个中心(研究所)2011年度合作的具体领域分别如下。

与国际水稻所合作领域

1. 水稻优质、高产、抗逆种质资源挖掘及其利用的基础研究
利用双方的遗传平台材料和普通种质资源开展水稻优质、高产、抗逆种质资源的发掘和评价研究,开展相关的遗传学基础和分子生物学研究,并进一步创造特异种质,丰富水稻遗传资源,为育种提供有利基因或新种质。

2. 气候变化条件下水稻高产与资源高效利用基础研究
研究气候变化条件下干旱、高温、低温、CO₂和涝害等对水稻生长发育和产量形成过程的影响以及水稻抗非生物逆境的遗传和分子机制,探索气候变化条件下协同增产、提高水分和养分利用效率和减少环境污染的理论和方法,研究水稻抗逆栽培调控的策略和方法。

3. 水稻主要病虫害可持续抗性形成机理研究
研究水稻在不同生态条件下对主要病虫害(如稻瘟病、纹枯病、稻飞虱等)的可持续抗性形成过程及其机理,探索病虫害综合防治新策略和新方法。

4. 水稻重要农艺性状的遗传调控网络研究
研究影响水稻重要农艺性状形

成的生物学过程的遗传及生理生化调控机理,进一步通过分析这些性状形成的不同阶段生物学过程之间的互作关系,阐明影响水稻重要农艺性状的遗传调控网络。在此基础上,开展高产育种分子设计理论研究。

与国际玉米小麦改良中心合作领域

1. 农业生物多样性、高抗逆种质资源挖掘及其利用的基础研究
利用双方的遗传平台材料和普通种质资源开展玉米和小麦优质、高产、抗逆种质资源的发掘、鉴定和评价研究,开展相关的遗传学基础和分子生物学研究,并进一步创造特异种质,丰富玉米和小麦遗传资源,为育种提供有利基因或新种质。

2. 小麦和玉米品质改良的生理和遗传学基础
探讨优良加工品质和营养品质形成的分子机理,定位和克隆关键基因,发掘并验证分子标记,筛选和培育优良种质。

3. 提高水分、养分利用效率的栽培理论与模式
研究小麦—玉米或小麦—水稻耕作制度下的栽培模式(包括保护性耕作)、水分和养分的作用规律和提高水分和(或)养分利用效率的栽培理论与技术方法,探讨基因型对栽培模式的适应机制。

4. 小麦和玉米病虫害控制的栽培模式研究
小麦和玉米抗性基因的发掘及遗传学机制研究,病害发生与虫害发生生态控制及综合防治策略研究,小麦和玉米可持续抗性研究。

5. 与全球变化和关键陆地生态系统(农田、森林、草地)的响应
包括中国和东南亚、中国和非洲关键生态系统比较研究;全球变化影响下物种适应性、关键物种及其类群的变化趋势及保护;中国和东南亚、中国和非洲关键生态系统碳储量及其潜力;气候变化情景下可持续土地管理及生态系统服务功能的补偿机

制研究。

2. 木本植物种质资源保护和利用;木本植物遗传多样性研究
包括功能基因和生物技术;种质资源在遗传水平对气候变化的响应;种子休眠、珍稀濒危经济植物的驯化、就地和迁地保护研究。

3. 国际生物多样性中心合作领域
1. 农业生物多样性、高抗逆种质资源挖掘及其利用的基础研究
包括作物种内遗传多样性研究;农业生物多样性评价研究;物种多样性在农田生态系统中的作用机制及生态系统管理;农业生物多样性与作物病虫害控制。

2. 农业生物多样性异生境/原生态环境保护与遗传多样性
包括农业生物(包括微生物)种质资源保护研究;重要资源保护与保存的理论及新技术;作物野生近缘种的保护;重要基因的发掘;优质和抵御逆境特性的遗传分析和种质资源创新。

4. 国际食品政策研究所合作领域
1. 气候变化和极端天气对中国粮食安全的影响及适应性对策效果评价
2. 中非农业公共政策与农村贫困的比较研究
3. 变化中的农产品市场、食品安全与价值链分析。

5. 资助年限
项目实施周期为5年,2011年批准立项项目的执行期为2012年1月1日至2016年12月31日。

6. 资助经费及说明
2011年的合作项目数为5-6项,NSFC对每个项目提供200万-300万元的资助经费,其中包括研究经费和合作交流经费。

7. 申请资格
根据《国家自然科学基金国际

(地区)合作研究项目管理规定》,本项目申请人应具有高级专业技术职务(职称);作为项目负责人,正在承担或承担过3年期以上自然科学基金项目;双方科学家之间应当具有一定的合作基础,项目申请应充分体现强强合作,优势互补。

8. 限项规定
本项目属于国际(地区)合作研究项目,申请人(不含参与者)同年只能申请一项同类项目;本项目计入具有高级专业技术职务(职称)的人员申请(包括申请人和主要参与者)和承担(包括负责人和主要参与者)项目总数限3项的范围;关于限项规定的详细说明,请见《2011年度国家自然科学基金项目指南》。

9. 申报要求
为使申报工作顺利,请注意以下几个方面。

中方申请人须登录ISIS科学基金网络系统,在线填报《国家自然科学基金国际(地区)合作研究项目申请书》(以下简称“中文申请书”)。具体步骤是:选择“项目负责人”用户组登录系统,进入后点击“国际合作项目申请”一栏中的“申请国际(地区)合作项目”,再点击“新建申请书”按钮,在项目类型中选择“合作研究”,点击“展开申请书”按钮即可填写具体内容。

中方申请人须与CGIAR下属有关中心(研究所)的合作者联合提出申请,英文申请书可在ISIS系统中直接下载,填写完成后上传添加至中文申请书的“附件”栏中一同提交。

该类项目申请受理将采取集中接收方式,申请材料由依托单位统一报送国家自然科学基金委员会集中接收组。集中接收受理截至2011年3月20日(16时)。

miRNA 心肌保护作用研究取得进展

本报讯 在国家自然科学基金重点项目和科技部“973”项目的资助下,中国科学院动物研究所研究员李培峰领导的课题组有关miRNA在心脏中的作用研究取得重要进展,发现miRNA499通过抑制心肌细胞凋亡抑制心肌梗死,具有心肌保护功能,并揭示了其相关的分子机制。该研究成果日前发表在《自然—医学》(Nature Medicine)上。

miRNA为一类非编码的微小RNA,近年来有关miRNA在心脏中功能的研究受到广泛关注。心肌缺血,心肌细胞能量代谢不足,会导致心肌细胞凋亡的发生,进而发生心肌梗死。心肌梗死涉及复杂的分子机制,有报道显示,梗死的心肌组织与正常心肌组织相比较,miRNA表达谱存在差异,说明miRNA在心肌梗死过程中扮演重要角色。

李培峰课题组发现,在大鼠心肌梗死组织及缺氧诱导的心肌细胞凋亡过程中,miRNA499的表达水平显著下调。进一步研究证实了miRNA499具有抑制心肌细胞凋亡的功能。该研究构建了心脏特异性miRNA499转基因小鼠,通过缺血再灌注诱导小鼠心肌细胞凋亡,与野生型小鼠比较,转基因小鼠的凋亡心肌细胞、心肌梗死面积明显减少,心功能各项指标也显著改善。说明miRNA499能够通过抑制心肌细胞凋亡发挥心肌保护的功能。

该课题组还系统研究了miRNA499调控心肌细胞凋亡的分子机制,其结果对于阐明心肌梗死发病机制及为心肌梗死的预防和诊断提供了新的思路,特别是为开发微小RNA作为治疗相关心脏疾病药物具有重要的指导意义。(孙瑞娟)

动脉粥样硬化发病机制研究获新进展

本报讯 在国家自然科学基金支持下,上海交通大学力学与医学工程研究所教授姜宗来主持的国家自然科学基金重点项目“血管细胞分化与迁移的分子生物学机制”研究取得重要进展。以该项目组研究员齐颖新为第一作者的研究论文近日在《美国科学院院刊》发表。

动脉粥样硬化易发生在血流扰动和低切应力的血管弯曲和分叉区域,探讨低切应力如何诱导血管重建,揭示导致动脉粥样硬化的力学生物学机制是心血管研究的重要科学问题。该研究应用差异血管蛋白质组学、生物信息学和分子生物学技术相结合的方法,在组织水平和细胞分子水平对低切应力影响血管壁细胞功能的机制进行了研究。结果表明,低切应力直接作用于血管内皮细胞,增加其合成、释放血小板源性生长因子(PDGF-BB)和转化生长因子β1(TGFβ1),而增加的PDGF-BB和TGFβ1具有不同生物功能。血管内皮细胞释放的PDGF-BB参与了内皮细胞自身增殖、迁移以及细胞内多种信号转导分子的调控;同时,通过旁分泌作用调节与其相邻的血管平滑肌细胞PDGF-BB和TGFβ1的合成以及细胞增殖、迁移和多种细胞内信号转导分子激活。血管内皮细胞释放的TGFβ1参与了内皮细胞自身增殖和迁移的调控,对血管平滑肌细胞无明显作用。

此外,血管平滑肌细胞合成PDGF-BB和TGFβ1可以通过旁分泌作用反馈调节了血管内皮细胞功能。该研究对于阐明动脉粥样硬化发病机制具有重要意义。(柯伟)

索拉菲尼治疗肝癌的作用机制研究获突破

本报讯 肝癌居世界肿瘤相关死因的第三位,手术切除是目前肝癌治疗的首选方法,但是肝癌术后的5年复发率高达75%以上,严重制约了手术的疗效。因此,探寻能有效预防和抑制肝癌术后复发的方法是提高肝癌治疗质量的关键。

索拉菲尼(Sorafenib)是第一个用于治疗晚期肝癌的口服药物。通过抑制细胞内多种丝/苏氨酸激酶和酪氨酸激酶的活性,索拉菲尼能抑制肿瘤细胞生长和血管生成。但是,尚不清楚索拉菲尼能否在通过手术治疗的早期肝癌抑制术后复发和转移。

近日,国际知名肝病研究期刊《肝脏学》(Hepatology)在线发表了上海医学院营养所谢东研究组与第二军医大学合作的关于索拉菲尼在早期肝癌治疗中的作用最新研究结果。利用荧光素酶标记的异种原位移植(Orthotopic Xenograft)肝癌小鼠模型,该小组冯宇雄、王涛和邓跃臻等研究人员设计了“种植—切除—复发”的过程来模拟和探索索拉菲尼对肝癌术后复发转移的影响。研究发现,索拉菲尼能强力抑制小鼠肝癌切除术后肿瘤的原位复发和腹腔转移,并显著地延长小鼠的生存时间。有意思的是,相比原发肿瘤,索拉菲尼能更加有效地抑制复发肿瘤的生长。

进一步的研究表明,术后与肝脏再生相关的生长因子的表达上调所导致的细胞外调节蛋白激酶的增加提高了肝癌细胞对索拉菲尼的敏感性。这一研究结果为索拉菲尼应用于早期肝癌的治疗(尤其是早期肝癌术后治疗)提供了有力的实验依据。

该研究课题得到了科技部、国家自然科学基金、中国科学院和上海市科委的资助。(柯旺)