杂种优势利用植物基因工程研究进展

Advance in Plant Genetic Engineering of Hybrid Vigour Application

刘玉乐
(中国科学院微生物所，分子生物学硕士)
田　波
(中国科学院微生物所，研究员，学部委员)

杂种优势是一种生物界的普遍现象，杂种优势理论的创立使常规育种技术发生了重大的变革。农作物杂种优势利用是大幅度提高产量的重要途径之一，也是当前作物品质改良的重要内容。植物雄性不育系及其恢复系是杂种优势利用的关键。很多作物没发现雄性不育系，或缺乏相应的恢复系等，这大大限制了杂种优势的利用。

植物分子生物学是一个令人振奋的领域，已在一些基础性研究和应用性研究中取得了重大的进展，其中一些应用研究有巨大的经济价值，例如抗病毒，抗虫，抗除草剂及抗果实成熟等转基因植物的获得。最近，利用基因工程培育雄性不育系及其恢复系的研究又取得了突破性进展。

一、创造新的不育系植物

1．借助细胞毒素的特异表达获得植物雄性不育系

花药绒毡层对花粉粒的产生是必需的，对花药绒毡层细胞的选择性破坏可以导致植物雄性不育。1990年，戈德堡(Goldberg)等分离了一个烟花药绒毡层细胞特异的启动子TA29，它仅在烟、油菜等植物的花药发育早期在花药绒毡层的细胞特异表达。他们分别将两个不同的核糖核酸酶(RNase T1或Barnase)置于TA29下游，构建嵌合基因TA29—RNase T1和TA29—Barnase，并分别克隆入含有抗除草剂基因的植物双元载体，通过农杆菌介导的基因转移系统转化烟草和油菜，以除草剂作为抗性选择，得到转基因植物。当转基因植物花药发育时，核糖核酸酶在花药绒毡层特异表达，从而选择性杀死花药绒毡层细胞，导致烟和油菜雄性不育。这些转基因植物除具有雄性不育性状和抗除草剂性状外，其他性状完全和正常植物相同。然而在导致烟雄性不育方面，Barnase比RNase T1效果更好，在烟中，至少需四个拷贝的RNase T1基因才能产生雄性不育性状，而仅需一个拷贝的Barnase基因就可产生雄性不育性状。在油菜中，RNase T1和Barnase效果相同，都仅需一个拷贝的基因就可产生雄性不育性状。任何天然品种的植物均可作为工程植物不育系的保持系，转基因植物中，核糖核酸酶基因与抗除草剂基因是紧密连锁的。使用除草剂可容易地解决天然发现或诱导产生的显性核不育系难以解决的保持系与不育系的F_1代分离出现的可育株和不育株的早期识别问题，除草剂可选择性地杀死可育株而保留不育株。1992年，利用拟南芥菜花药绒毡层特异启动子A9特异表达Barnase也获得了雄性不育烟草。目前，番茄、玉米、芸苔等植物花药特异基因的cDNA已被克隆和序列分析，不久，它们的启动子也将被分离并可用于获得雄性不育植物。

2．借助反义RNA策略获得植物雄性不育系

一些蛋白在花粉发育中起关键作用，通过反义RNA途径阻断其合成过程中所需的酶的基因的表达有可能获得雄性不育植物。类黄酮在花粉发育中起重要作用，苯基苯乙烯酮合成酶(CHS)是类黄酮生物合成的一个关键酶，Ingrid等将CHS基因的反义RNA基因与改造的花椰菜花叶病毒35S启动子构建嵌合基因，导入矮牵牛中，得到了雄性不育的矮牵牛植物。类黄酮除在花粉发育中起重要作用外，还有其它一些生物功能，通过阻断类黄酮的合成来培育雄性不育植物是否会显著影响植物的生活力需进一步研究。然而通过反义

(下转第10页)

目符合国家有关政策的要求，就贷款给谁。由此，国营大中型企业便会显示出现有经济规模的优势，其蕴藏在广大职工中的积极性和创造性便可能更有效地发挥出来。

应当看到，贯彻执行这样一种投资贷款政策既有利于调动广大人民群众的积极性，也有利于国有资产的增值。从表面上看，国营企业投资贷款所形成的资产归企业所有会使国有资产所占的比率逐步有所减少，但却会使国有资产的使用效率和绝对量值显著增长。可以预见，当达到一个合理的比率后便不会有大的变动，除非政策上有较大的变动。按现行的投资贷款政策，不但有相当多的企业还不起欠债，要靠增加新的贷款来维持生产，偿还利息，而且使用效率十分低下；帐面上国有资产似乎是增加了，但却是个虚数。更何况，由于国属企业职工对集体和个体投资贷款政策的攀比，集体和个体企业对国属企业"铁饭碗"的攀比，不平等的心理时时影响着企业领导和职工的积极性，由此造成的损失难以估量。事实上，只有将投资行为与职工们的切身利益联系在一起，才可能焕发出增强企业活力所必需的创造性，才可能充分地发挥出投资资产的潜力。可望，在这样一种投资贷款政策引导制约下能够杜绝以往的争项目、争贷款和政府官员在审批项目中营私舞弊的现象。由此，投资贷款才真正会成为企业自己决策的行为。

马克思在《资本论》中曾提出的"重建个人所有制"的思想，在改革深化的今天显示出了其十分重要的历史意义。马克思指出："从资本主义生产方式产生的资本主义占有方式，从而资本主义的私有制，是对个人的、以自己劳动为基础的私有制的第一个否定。但资本主义生产由于自然过程的必然性，造成了对自身的否定。这是否定的否定。这种否定不是重新建立私有制，而是在资本主义时代的成就的基础上，也就是说，在协作和对土地及靠劳动本身生产的生产资料的共同占有的基础上，重新建立个人所有制。"在中国，是通过社会主义革命和社会主义初级阶段的建设实现了"协作和对土地及靠劳动本身生产的生产资料的共同占有"，从而也为真正实现马克思"重新建立个人所有制"的理想创造出了现实的基础和条件。在我国的农村首先爆发出"包产到户"的变革浪潮，这是历史的一种选择。实质上，就是马克思所说的"重新建立个人所有制"的一种选择，是对官僚化管理方式的一种否定。如今，这在乡镇企业和相当一部分合资企业中已经取得了很大的进展。可是，作为我国国民经济骨干力量的国属企业大多还正处于某种徘徊的状态，深化改革的思路和办法还有待突破和创造。

笔者认为，改变现行的对国营企业，尤其是对大中型企业投资贷款的政策，让投资贷款的决策由企业自己作出，在法律上承认投资贷款形成的财产归企业集体所有，这似应成为我国深化改革、理顺社会经济秩序中的一个较大的动作，可以作为振兴国营企业，激发和调动广大人民群众社会主义建设积极性的一个重要的战略措施。

（责任编辑　蔡德诚）

（上接第25页）

RNA途径来阻断对花粉发育起关键作用的物质的合成来获得雄性不育植物仍是有价值的。

对于不以生产种子或果实为目的的作物，如烟、白菜等，不育系与其它任何品种杂交即可产生杂交种子，用于生产。然而对于以生产种子或果实为目的的作物，如玉米、小麦、棉花、番茄等，要得到能用于生产的杂交种子还需要一个恢复系。

二、为已有植物不育系创造恢复系

一些雄性不育植物编码一些引起自身雄性不育的物质，如不育RNA，不育蛋白或多肽等，从而干扰了自身的代谢，阻止了雄配子体的正常发育，引起雄性不育。将这些不育物质的反义RNA或不育蛋白或多肽的抑制剂基因导入正常植物可获得雄性不育植物的恢复系。这条途径已为一英国专利报道。这一思路对于配备基因工程不育系的恢复系同样适用，1992年，Goldberg等将Barnase的抑制剂Barstar的基因与TA29构成嵌合基因。并导入油菜，得到转TA29—Barnase基因工程不育油菜的恢复系。恢复系与不育系杂交。同时含有Barnase基因和Barstar基因的F_1 代植株花药发育正常，雄性可育。这为用基因工程手段创造不育系相应的恢复系开辟了道路。

利用Barnase基因的特异表达获得雄性不育植物和利用Barstar基因的特异表达获得相应的恢复系是目前杂种优势利用基因工程最成功、最完善的策略。目前我们实验室已分离出花药绒毡层特异的启动子TA29，Barnase基因，Barstar基因并得到了抗除草剂基因，其中TA29这个启动子在烟草、油菜、棉花、玉米、花椰菜等多种作物的花药绒毡层特异表达，这为我国杂种优势利用植物基因工程的开展奠定了基础。

随着植物分子生物学的发展及对雄性不育杂种优势利用的深入研究，基因工程在创造新的不育系和恢复系以及对已有不育系进行改良等诸多方面必将取得新的进展，杂种优势基因工程的发展必将把杂种优势利用领域引向一个新的水平。

（责任编辑　宋义荣）