

转座子 Ac-Ds 的特点及转座机制*

吴春莲 刘显辉

(黑龙江省农场总局种子分公司)

转座子是一种能在细胞内不同 DNA 间转移的 DNA 序列。从结构上而言,转座子可分为两大类:第一类一般很小,末端带有较短的反向重复序列,编码负责转座功能的一个或两个基因产物。这一类转座子都与玉米转座子和细菌转座子相似,而这种转座子是目前研究最深入的。第二类由反转座子组成,它们是具有与 RNA 肿瘤病毒基因极为相似的结构,并广泛分布在酵母、人类及玉米基因组内。

目前,被鉴定出的玉米转座子的数量不断增加,这些转座子或是遗传单位实体,或是插入序列。不过,在这些众多的转座子中,只有活化-分离(Activator-Dissociation, Ac-Ds)转座子体系和抑制-增变(Suppressor-mutator, Spm)转座子体系的分子结构、转座机理、转座调节机制被研究的较为清楚。这两个转座子都带有很多转座缺陷因子,其运动性由同一转座子的非缺陷因子编码的基因产物调节。此外,这两个转座子也带有较小的、结构单一的转座竞争因子。本文就 Ac-Ds 体系目前的研究状况作一简要的评述。

1 Ac-Ds 体系的诱变特点

Ac-Ds 控制因子体系由分离因子(Ds)和活化因子(Ac)组成。Ac 是自主因子,即具备自身切除和转座的能力。Ds 为非自主因子即只有在同一组自主因子存在时才能切除或转位。Ac-Ds 两因子插入到其它遗传位点后,都能够引起基因突变,且 Ac 因子引起的突变在遗传上是稳定的,而 Ds 因子只有在激活因子 Ac 存在的情况下,才能转座到新的基因位点上,引起不稳定的突变,使靶点附近的基因序列产生无义突变或改变表达活性,也可造成染色体畸变,但当 Ac 因子不存在时, Ds 引起的突变则与普通的基因突变一样,即引起稳定的基因突变。此外, Ac 因子可直接转变为 Ds 突变,这表明至少部分 Ds 因子是由 Ac 因子突变来的。

2 Ac-Ds 体系的结构特点

目前已被定序的 Ac 因子的长度为 4.6kb,末端有 11 对碱基对(CAGGGATGAAA)组成的不完整的反向重复序列,以及一个占据 Ac 因子大部分长度的单一转录单位。该因子编码一个 3.5kb mRNA,该 mRNA 由 5 个外显子、编码由 2421 个核苷酸组成的开放阅读框(ORF)。在 ORF 前面是装配有几个 TATA 盒的序列,后面是装配有几个聚腺苷化位点的序列。几个转录起始点位于该因子的 5'端的第 302 到第 357 碱基对之间。

Ds 因子与 Ac 因子具有不同程度的相似性,末端也有一个 11 个碱基对组成的反向重复序列。因而认为有些 Ds 因子是由 Ac 缺失衍生而来的,且很可能是缺失了转座区,这为 Ds 转座时需要 Ac 因子的基因产物的参与提供了证据。如 Ds₆ 和“双 Ds”(由两个不稳定皱缩结构的单元 Ds 因子就是 Ac 因子的较长缺失片段)。

通过内部缺失研究发现,有些 Ds 因子与 Ac 因子相差很远,虽然它们具有 Ds 的特点,即能够被 Ac 诱动,但结构上与 Ac 因子基本上没有同源性,基本不与 Ac 杂交,有的短的 Ds 因子

* 收稿日期 1995-07-03

仅比 Ac 反向重复序列稍长些,人们把这类 Ds 因子称之为异常 Ds 因子。除此之外,人们还发现了 Ds 的复合结构“双 Ds”。双 Ds 是由一个长度约为 2kb 的 Ds(Ds5933)插入其自身拷贝形成的。另一个突变型(sh-m5933)的双 Ds 是一个约 30kb 的插入序列的一部分。该插入序列使基糖合成酶基因中断。插入序列的一个末端由 4kb 的双 Ds 构成,另一个末端是双 Ds 的倒置的 3kb 缺失衍生物。这个 30kb 插入序列的中央部分的 DNA 起源尚不清楚。总之,Ds 因子的结构很复杂,一般认为是一组异元的转座子,其共性是在转座过程中都需要 Ac 编码的基因产物的参与。

3 Ac-Ds 的转座机制

在染色体的复制期间或复制之后,Ac 因子进行非复制性的转位,这样使产生了两个不同的染色体,一个在供体位点保留有该 Ac 因子,而另一个则没有。该因子往往插入到同一染色体的非复制的接受位点,这样,供体和非供体染色单体都获得了一个已转位了的 Ac 因子。与供体位点位于同一染色体上的受体位点,有一半位于距供体位点 4 个图距单位以内,且都在供体位点的末端。此外,新的插入位点往往都位于非甲基化区。

尽管 Ds 因子能够进行简单的 Ac-型转位,但双 Ds 的转位往往伴有染色体的重排如正向的或反向的重复,并导致该因子的两个因子转位。遗传学和分子生物学的研究结果表明,简单的 Ac-型转位与复杂的伴有染色体重排的双 Ds 型的转位的区别在于前者只用一个染色单体作为供体,而后者则用两个染色单体作为供体。也就是说简单转位只包括单个供体 DNA 分子的断裂与重新连接,而染色体的断裂和重排则需要位于供体位点两侧的新复制的两个 DNA 分子的断裂和重新连接(在染色体各种表型下均为这样)。

总之,Ac-Ds 虽为发现较早的转座子之一,但由于研究手段的限制,对于它的转点及转座机制仍然研究的不够透彻。随着生物技术的发展,特别是重组 DNA 技术的应用,人们对于 Ac-Ds 转座子的研究必将更加广泛、深入。

安徽省高校科技函授部

中医大专班招生

经省教委批准继续面向全国招生,本着继承和发展祖国医学,培养具有专业技能的中医人才,选用 12 门全国统编中西医函授教材,与当前全国高等教育自考相配合,聘有专家教授进行教学,全面辅导和答疑。愿本部能成为你医学道路上的良师益友。凡具中学程度者均可报名,详情见简章。邮 5 元至合肥市望江西路 6--008 信箱中函处,邮编 230022,简章备索。

电话:0551-5569396