

carried out by a weak 560 nm light, and the erase of the image is completed with the illumination of 488 nm laser. The lifetime of the M state is measured to be extended to 3 minute at room temperature, which is five-order magnification longer than that of the wild type bacteriorhodopsin in the solution.

Key words bacteriorhodopsin, genetic mutant, optical storage

* This work was supported by grants from the National Natural Science Foundation of China (60007009) and the President Foundation of Chinese Academy of Sciences (40007059).

** Corresponding author. Tel: 86-29-8498711, E-mail: yaobl@optics.opt.ac.cn

Received: April 2, 2001 Accepted: May 17, 2001

第二类肽链释放因子

孙泉红 梁爱华

(山西大学生命科学与技术学院, 太原 030006)

生物体内蛋白质合成过程中, 当核糖体遇到 mRNA 上的终止密码时, 新合成的多肽链从肽酰-tRNA 上释放出来, 释放因子在这个过程中起着重要的作用. 释放因子有两类, 第一类为密码子特异性因子, 原核生物有 RF1 和 RF2 两种, RF1 识别 UAA/UAG, RF2 识别 UAA/UGA 终止密码子; 真核生物中 eRF1 识别三个终止密码子. 第二类释放因子为密码子非特异性因子, 原核生物中为 RF3, 真核生物中为 eRF3. 第一类释放因子识别终止密码子, 并促进肽酰-tRNA 酯键的水解, 但要使这个反应进行得更有效, 并使 GTP 水解, 还需要第二类释放因子的作用.

第二类释放因子由占全长 2/3 的 C 端保守区和 1/3 的 N 端非保守区构成. C 端区域是细胞活性和翻译终止必需的区域, 包括与 eRF1 结合的 C 区与 GTP 结合的 G 区两部分. 对人 eRF1 和 eRF3 的相互作用研究表明: eRF3 中的第 478~530 个和第 628~637 个氨基酸两个区域是与 eRF1 相互结合的关键.

在哺乳动物蛋白质合成的最后一步中, 肽链从肽酰-tRNA 上释放是一个依赖 GTP 的过程. 然而第一类释放因子 eRF1 家族并无 GTP 结合位点, 所以, 整个终止反应对 GTP 的需求是另外一种具 GTP 结合位点的蛋白质, 即第二类释放因子 eRF3 赋予的. 研究不同生物的 eRF3 表明, 这些蛋白质 C 区结构域高度保守, 都有 4 个 GTP 结合位点, 与其他 G 蛋白相似, 尤其是与延伸因子 EF-Tu 和原核生物 RF3 相似.

占全长 1/3 的 N 端区域是非保守区, 但也是细胞活性所必需的. *S. cerevisiae* eRF3 N 端含有 4 个串联的九肽重复序列 (PQGGYQQYN), 与哺乳动物中的朊病毒序列相似, 并以类朊病毒的特征影响蛋白质的终止. 而 *S. pombe* 的 eRF3 不含有任何已知的类朊病毒的多肽重复序列, 却含

有富集 Ala、Pro、Ser 和 Thr 的未知功能的多肽重复序列.

由于第二类释放因子具有一个同源于延伸因子的 C 端区域、四个保守的 GTP 结合区域及一个独特的 N 端区域, 决定了这类因子是一个多功能的蛋白质.

RF3 作为一个 EF-Tu 类似因子, 在翻译终止时, RF3 携带 RF1/2 (或 eRF1) 到达核糖体的 A 位点上, RF1/2 (或 eRF1) 正确识别终止密码子后, 水解肽酰-tRNA 酯键, 释放出新生肽链. GTP 在 RF3 的作用下, 水解为 GDP, 使肽链释放因子从核糖体上解离下来, 继续参与下一个肽链的终止反应.

另一个关于 (e) RF3 作用的假设是建立在蛋白质与转位因子 EF-G 或 eEF2 的相似性上, 认为终止就是最后一个延伸循环. 这种情况下, 对于原核生物 RF1 (或 RF2) 结合到被终止密码子占领的 A 位点, 将导致肽链释放, 随之由 RF3 引起转位, 就象 EF-G 一样把 RF1/2 从 A 位点移至 P 位点或者将它们从核糖体上释放, 释放出 P 位点结合的 tRNA, 减弱了 mRNA-核糖体的结合.

哺乳动物 GTP 结合蛋白 (GSPT) 在肽链终止时作为 eRF3 与 eRF1 结合, 研究表明 GSPT/eRF3 不仅是在翻译终止时作为 eRF1 的促进子, 而且还可能作为 mRNA 降解的启动子.

在人工培养的人类细胞中, 过量表达 eRF3, 而不是 eRF1, 会引起一个 cat 基因转录的抑制. 另据报道, 酵母 GST1 基因编码的 GTP 结合蛋白可以调控 G1 到 S 期的过渡, GST1 的人类同源物 GSPT1 也具有这个功能. 这样 eRF3 在细胞周期调控中也起重要的作用.

由此可见, 第二类释放因子功能是多样化的. 第二类释放因子结构与功能的研究是当前生物化学与分子生物学研究领域的热点之一.