مقایسهٔ همانندسازی ژنوم اصلی و پلاسمید در باکتری‌ها

علی حیدر کمالوند
دبیر زیست‌شناسی شهرستان نهاوند
کارشناسی ارشد زیست سلولی و تکوینی گیاهی

مقدمه

در پروکاریوت‌ها، همانندسازی ژنوم اصلی با همانندسازی پلاسمید متفاوت است: همانندسازی ژنوم اصلی فقط پیش از تقسیم رخ می‌دهد در حالی‌که همانندسازی پلاسمید ممکن است در لحظه‌ای از چرخهٔ زندگی باکتری انجام شود؛ زیرا پلاسمید ژن‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک را حمل می‌کند و زمانی که باکتری در معرض آنتی‌بیوتیک قرار می‌گیرد، محصولات این ژن‌ها به کمک باکتری می‌شتابند. تقسیم باکتری در مجاورت آنتی‌بیوتیک کند و نهایتاً متوقف می‌شود. به بیان دیگر، در این هنگام همانندسازی ژنوم اصلی متوقف و پلاسمید وارد مراحل همانندسازی می‌شود تا ژن‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک را تکثیر کند؛ یعنی زمانی همانندسازی ژنوم اصلی متوقف است، همانندسازی پلاسمید آغاز می‌شود. در نتیجه اگر مکانیسم همانندسازی این دو نوع DNA یکسان می‌بود، در این موقعیت‌ها همانندسازی پلاسمید نیز کاهش می‌یافت. منشأ همانندسازی پلاسمید با منشأ همانندسازی ژنوم اصلی متفاوت است. افزون بر این، همانندسازی قسمت اعظم ژنوم اصلی باکتری توسط DNA پلی‌مراز III ـ که فقط هنگام تقسیم باکتری تولید می‌شود، ـ انجام می‌گیرد، در حالی‌که همانندسازی پلاسمید فقط توسط DNA پلی‌مراز I ـ که همیشه در دسترس است ـ صورت می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: پلاسمید، ژنوم، کروموزم فرعی، کروموزم کمکی، همانندسازی.

همانندسازی پلاسمید

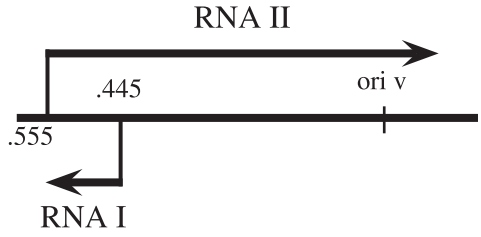
همانندسازی پلاسمیدها کاملاً مستقل از کروموزم است. برای همانندسازی پلاسمید نخست ساخت RNAیی از ۵۵ جفت باز بالا دست منشأ همانندسازی، آغاز می‌شود. رونویسی این RNA که RNA II نام دارد تا اندکی پس از منشأ همانندسازی (O) ادامه می‌یابد و سپس توسط RNase H[1] در محل منشأ همانندسازی (O) برش می‌خورد. انتهای ´3 در RNA II به عنوان پرایمر توسط DNA پلی‌مراز I به‌کار می‌رود (شکل ۱).

RNAی پرایمر از نظر توالی‌های پالیندرومیک به گونه‌ای است که از همان آغاز ساختارهای ساقه ـ حلقه‌ای خاصی تشکیل می‌دهد. در RNA II، سه ساقه ـ حلقه به نام‌های I، II و III ایجاد می‌شوند. سپس ساقه ـ حلقهٔ III تغییر ماهیت می‌دهد و از طریق الحاق نواحی α و β به ساقه ـ حلقهٔ IV تبدیل می‌شود. حوالی منطقهٔ O (منشأ همانندسازی) RNA II یک اتصال پاسدار با DNA ایجاد می‌کند که سپس آنزیم ریبونوکلئاز H این منطقه را به عنوان هدف شناسایی می‌کند و برش می‌دهد. اگر ساختار لوپ‌های RNA II تغییر یابد، توسط RNase H شناسایی نمی‌شود.

چون DNA پلی‌مراز I به علت نقش آن در ترمیم DNA، همواره در سلول حضور دارد، در همانندسازی پلاسمید به جای DNA پلی‌مراز III از این آنزیم استفاده می‌شود. DNA پلی‌مراز III فقط هنگام تقسیم باکتری و همانندسازی ژنوم اصلی باکتری رونویسی می‌شود، در حالی‌که همانندسازی پلاسمید محدود به تقسیم نیست و در هر زمانی از حیات باکتری می‌تواند انجام شود؛ زیرا یکی از وظایف پلاسمید دفاع از باکتری در موقعیت‌های بحرانی است. در موقعیت‌های بحرانی مثل حضور آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط کشت، تقسیم باکتری کاهش می‌یابد. بنابراین در این زمان پلاسمیدها که بخاطر متفاوت بودن مکانیسم همانندسازی خود قادر به همانندسازی هستند، می‌توانند تکثیر یابند و از طریق افزایش ژن‌های مقاوم‌ساز، باکتری را از موقعیت‌های بحرانی خارج کنند.

DNA پلی‌مراز III فقط هنگام تقسیم باکتری و همانندسازی ژنوم اصلی باکتری رونویسی می‌شود، در حالی‌که همانندسازی پلاسمید محدود به تقسیم نیست و در هر زمانی از حیات باکتری می‌تواند انجام شود؛ زیرا یکی از وظایف پلاسمید دفاع از باکتری در موقعیت‌های بحرانی است

پس می‌توان گفت با انجام چندین دورهٔ همانندسازی تعداد پلاسمیدها چند برابر می‌شود.



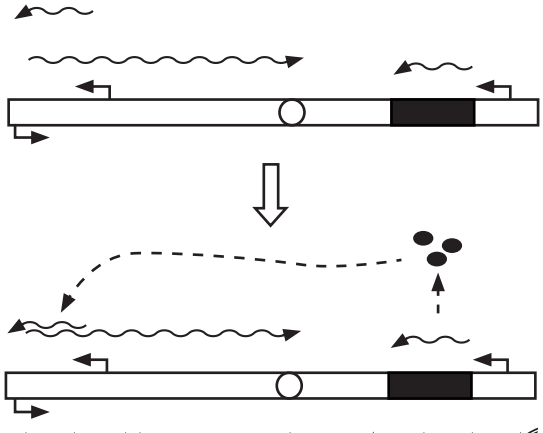
شکل ۱ توالی‌های مورد نیاز برای همانندسازی پلاسمید RNA II به عنوان پرایمر به‌کار می‌رود. RNA I در تداخل با RNA II از همانندسازی مجدد جلوگیری می‌کند.

پس از انجام همانندسازی پلاسمید، باید مکانیسمی وجود داشته باشد که تعداد پلاسمیدها را بشناسد و تکثیر پلاسمید را کاهش دهد. این عمل به کمک یک RNAی دیگر موسوم به RNA I صورت می‌گیرد. یک پروموتر وجود دارد که رونویسی از یک RNAی دیگر را از رشته مقابل برعهده دارد. RNA I (در پایان همانندسازی) و RNA III (در آغاز همانندسازی) از پلاسمید رونویسی می‌شوند. ولی این عمل روی دو رشتهٔ DNA و در دو جهت مخالف صورت می‌گیرد، زیرا جهت خوانده شدن DNA، چه برای همانندسازی و چه برای رونویسی ′3 به ′5 است.

همانندسازی پلاسمیدها کاملاً مستقل از کروموزم است. برای همانندسازی نخست ساخت RNAیی از ۵۵ جفت باز بالا دست منشأ همانندسازی، آغاز می‌شود

RNA I مکمل انتهای ′5 RNA II و با اتصال به این RNA مانع تبدیل ساقه ـ حلقهٔ III به ساقه ـ حلقهٔ IV می‌شود.

در این حالت به جای ساختار βα ساختار γα تشکیل می‌شود. بدین وسیله RNA I، RNA II را از کار می‌اندازد و شروع همانندسازی‌های جدید را مهار می‌کند. بنابراین، RNA I مانع برش RNA II می‌شود و در نتیجه پرایمر برای عملکرد DNA Pol I تأمین نمی‌شود. استفاده از چنین RNAهای تنظیم‌کننده‌ای در تنظیم رونویسی از بعضی پروتئین‌ها رایج است. این RNAها که نقش تنظیمی دارند را RNAهای خاموش‌ساز می‌گویند.



شکل ۲ پروتئین Pop هنگام همانندسازی پلاسمید بیان می‌شود و در پایان همانندسازی RNA I کمک می‌کند و آغاز همانندسازی را مهار می‌سازد.

پی‌نوشت

۱. هدف ریبونوکئاز H (RNaseH) RNA ی هیبرید با DNA است. این آنزیم وابسته به توالی خاص نیست و فقط هیبرید DNA را با RNA شناسایی می‌کند.

منابع

1. Dell, J W. & S. F. Park (2004) Molecular genetics of Bactria, *Johan Wily & sone, Inc.*

۲. سید مظفری، فریده دخت (۱۳۸۳). زیست‌شناسی سلولی و مولکولی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه پیام‌نور.

۳. جبارزاده کابلی، پرهام (۱۳۸۷). زیست‌شناسی سلولی پیشرفته، انتشارات اقلیدس، مشهد.