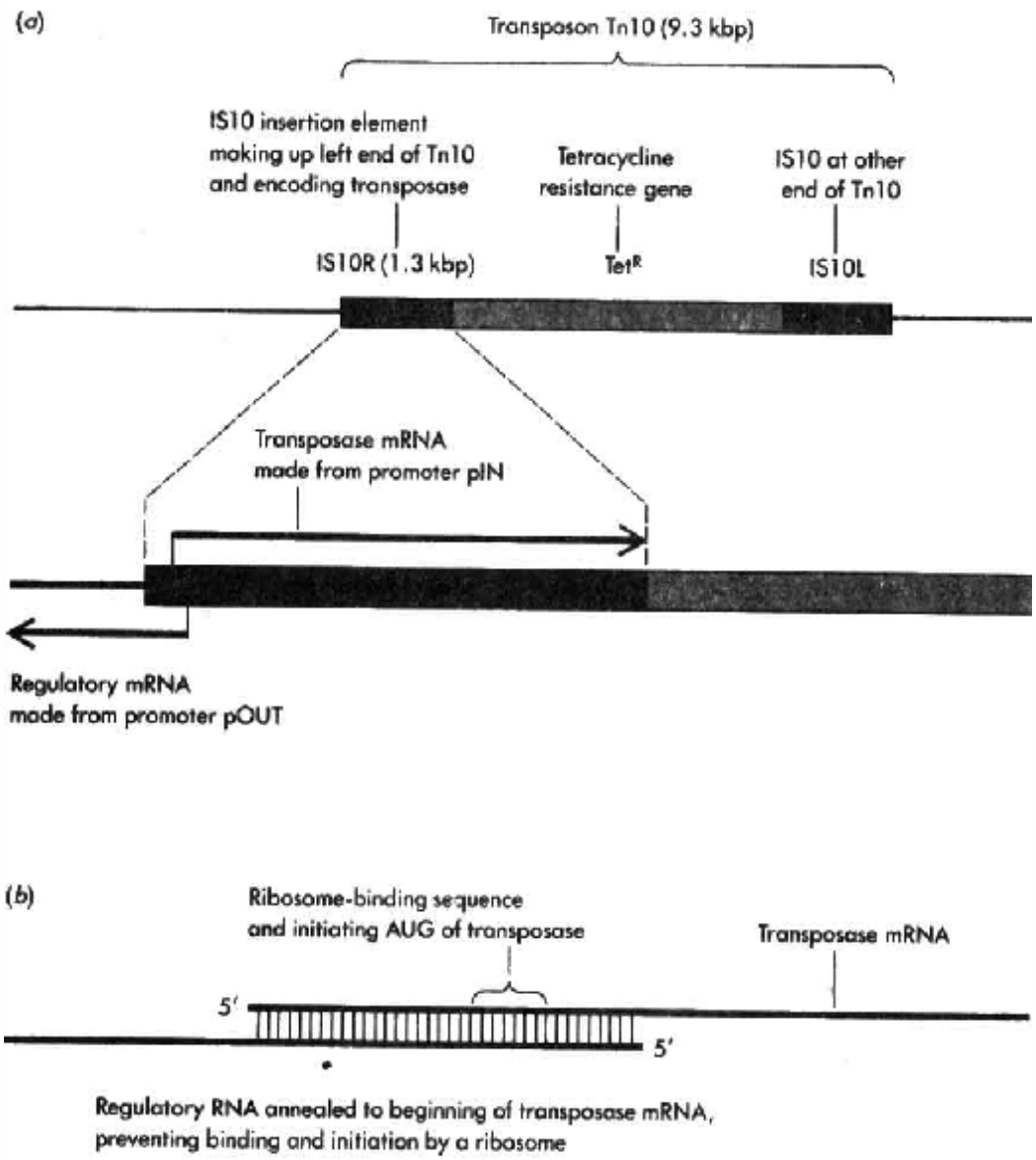
در ترجمه ترانسپوزاز $Tn10$ یک RNA کوچک نقش رپرسور را ایفا می‌کند

همانگونه که ممکن است جایگاه اتصال ریبوزوم به $mRNA$ در اثر اتصال دو قسمت مکمل $mRNA$ (و ایجاد حلقه) پنهان شده باشد این امکان نیز وجود دارد که با اتصال RNA مکمل کوچکی به جایگاه فوق ریبوزوم نتواند متصل گردد. در واقع در مورد ترانسپوزون $Tn10$ یک RNA کوچک مانع سنتز آنزیم ترانسپوزاز $Tn10$ (و یا هر ترانسپوزازی که در جایگاه اتصال ریبوزوم توالی مشابهی داشته باشد) می‌شود. دو پروموترنزدیک بهم در ناحیه شروع ژن ترانسپوزاز $Tn10$ بنامهای $P\ out, P\ in$ نقش اصلی تنظیم را در این مورد بعهده دارند (شکل $1a$). سنتز $mRNA$ ترانسپوزاز از پروموتر $P\ in$ شروع می‌شود، ضمناً از پروموتر $P\ out$ نیز در جهت مخالف RNA ایی ساخته می‌شود که با 35 نوکلئوتید اول $P\ in$ همپوشانی دارد. بنابراین 35 نوکلئوتید اول رونوشت $P\ out$ از نظر توالی مکمل ابتدای $mRNA$ ترانسپوزاز می‌باشند. جایگاه شروع ترجمه در این توالی وجود دارد. اعتقاد بر این است که توالیهای همپوشانی کننده با تشکیل جفت باز جایگاه شروع ترانسپوزاز را پوشانده و مانع اتصال ریبوزوم می‌گردند (شکل $1b$) در نتیجه میزان بیان ترانسپوزاز بسیار کم شده و عمل ترانسپوزیشن بندرت رخ می‌دهد.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

شکل1



شکل1 : تنظیم ترانسپوزیشن $Tn10$ با واسطه یک RNA کوچک که مانع ترجمه $mRNA$ ترانسپوزاز می‌شود انجام می‌گیرد. (a) نقشه $Tn10$ که شامل پروموترهای همپوشانی کننده $P\ out, P\ in$ می‌باشد. (b) پوشانده شدن جایگاه اتصال ریبوزوم در $mRNA$ پروموتر $P\ in$ بوسیله RNA پروموتر $P\ out$. در نتیجه این عمل از سنتز تراسپوزاز جلوگیری می‌شود.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

بنظر می‌رسد همین وضعیت در حالتیکه $P\ in$ پروموتر با کارآیی کمتر باشد رخ می‌دهد.بهرحال یکی از فواید تنظیم از طریق سد کردن ترجمه این است که چنانچه در اثر رونویس تصادفی ترانسپوزاز مقدار زیادی $mRNA$ آن ناگهان ساخته شود، مقدار کافی سدکننده RNA در دسترس خواهد بود تا از ترجمه اضافی آن جلوگیری شود. راه دیگری تنظیم ترانسپوزاز $Tn10$ در فصلهای قبل مورد بحث قرار گرفته است.

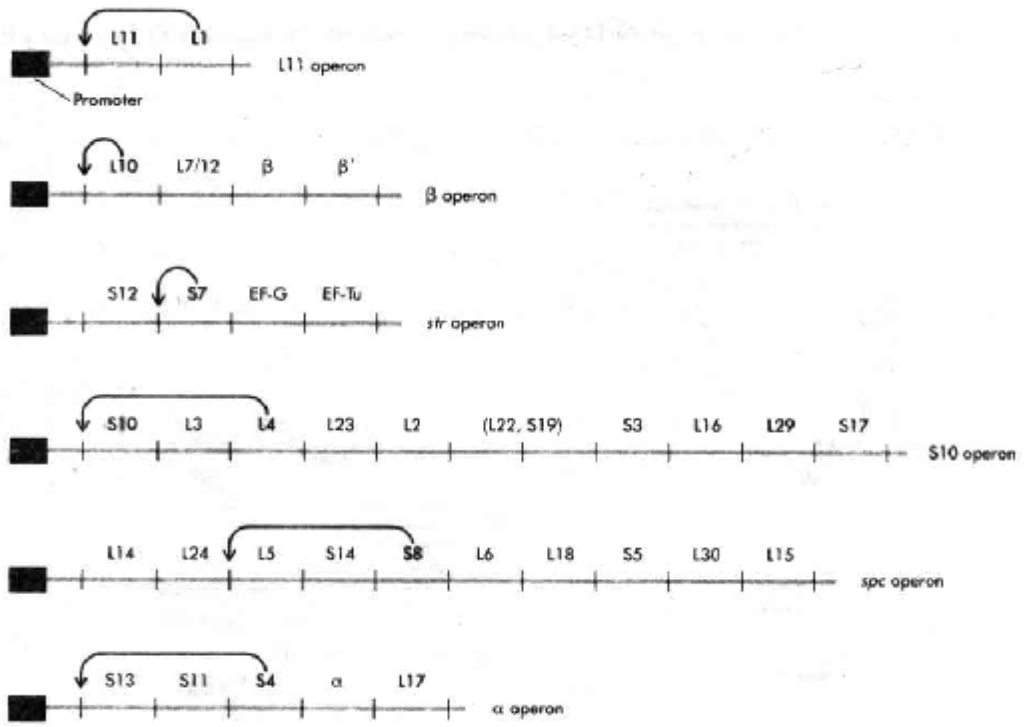
چنین RNA های سدکننده‌ای در هر جای ژنوم می‌توانند ساخته شوند و باعث مهار ژنهای مجاور یا دور گردند. با استفاده از مهندسی ژنتیک، می‌توان پلاسمیدی ساخت که قادر به تولید RNA مکمل ناحیه شروع ترجمه یک ژن معین باشد. از این روش برای جلوگیری از بیان ژنهای بخصوصی استفاده می‌شود و می‌تواند وسیله بالقوه مهمی در دست‌ورزی بیان ژنهای سلولی محسوب گردد.

پروتئین‌های ریبوزومی در مورد سنتز خود بعنوان رپرسور ترجمه عمل می‌کنند

ژنهای پروتئین‌های ریبوزومی بطور جالبی در سلول تنظیم می‌شوند. هر ریبوزوم از 50 نوع پروتئین مختلف ساخته شده است که باید دقیقاً بمقدار یکسانی سنتز شوند. از طرف دیگر میزان سنتز پروتئین و بنابراین تعداد ریبوزومهای لازم کاملاً وابسته به میزان رشد سلول است. با تغییر شرایط رشد، بسرعت سنتز تمامی اجزاء ریبوزومی کاهش یا افزایش می‌یابد.

کنترل فوق با قرار گرفتن ژنهای پروتئین‌های ریبوزومی در چند اپرون انجام می‌شود. هر یک از اپرونهای فوق تا حدود 11 ژن پروتئین ریبوزومی را شامل می‌شوند (شکل2).

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir



شکل 2: اپرونهای پروتئین‌های ریبوزومی در کلی‌باسیل پروتئینی که نقش سدکننده سنتز بقیه را دارد برنگ خاکستری و جایگاه عمل آن در $mRNA$ با پیکان نشان داده شده است.

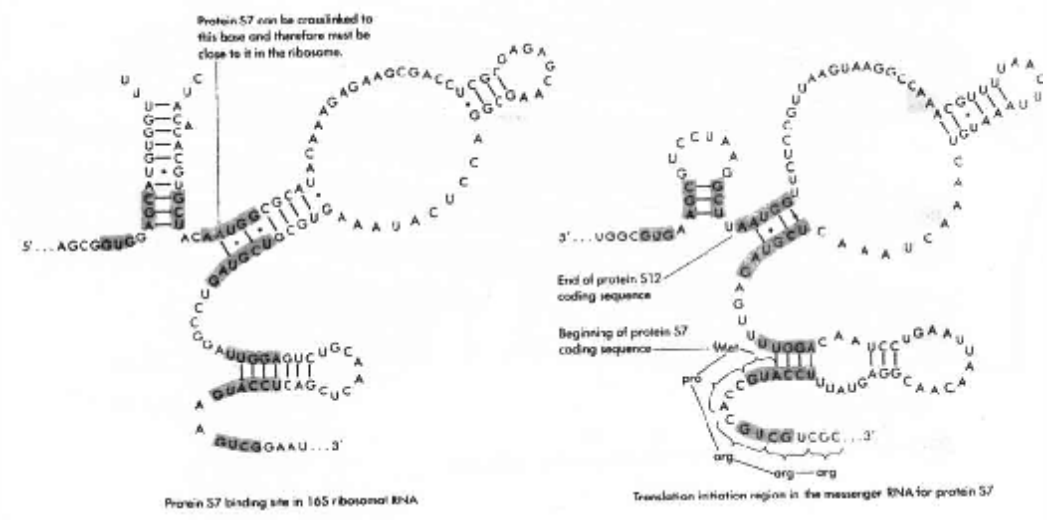
در این اپرونها ممکن است ژن چند پروتئین غیر ریبوزومی وابسته به شرایط رشد سلولی نیز وجود داشته باشد. ژنهای مربوط به زیرواحدهای a، β',β آنزیم RNA پلیمراز از آن جمله‌اند. در اینجا نیز مانند سایر اپرونها تنظیم گاه در حد سنتز RNA صورت می‌گیرد ولی عمدتاً کنترل در سطح ترجمه $mRNA$ است. موضوع فوق با تجربه ساده‌ای به اثبات رسید. بدین ترتیب که ملاحظه شد که با قرار دادن چند نسخه اضافی از $mRNA$های اپرون ریبوزومی در سلول، سنتز پروتئین‌های مزبور ثابت باقی می‌ماند. بنابراین سلول بطریقی با کم کردن فعالیت $mRNA$های اضافی، مقدار سنتز پروتئین‌ها را تعدیل می‌کند. تعدیل فوق بدین ترتیب انجام می‌شود که در واقع پروتئین‌های ریبوزومی سدکننده ترجمه خود هستند، بنابراین می‌توان آنها را

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

بعنوان تنظیم کننده‌های اتوژن محسوب نمود. در مورد هر اپرون یک و یا کمپلکسی از دو پروتئین ریبوزومی در نزدیک توالی شروع ترجمه یکی از اولین ژنهای اپرون به $mRNA$ متصل شده، مانع اتصال ریبوزوم وشروع ترجمه می‌شوند (ر.ک. به شکل2). بدین ترتیب در اثر جلوگیری از ترجمه اولین ژن، بیان بعضی یا همه ژنهای باقیمانده نیز متوقف می‌شود. اعتقاد بر این است که حتماً چنین عملی در سلول رخ می‌دهد، چرا که ترجمه ژنهای مختلف موجود در یک RNA پیامبر بیکدیگر وابسته است. بعبارت دیگر با عبور ریبوزوم از یک ژن، جایگاه اتصال بعدی در معرض تماس قرار می‌گیرد.

فایده داشتن چنین سیستم‌هایی (سیستم‌هایی که در آنها یک پروتئین مانع ترجمه خود می‌شود)، امکان تنظیم سریع و دقیق ترجمه است. برای مثال چند مولکول پروتئین L_4 می‌توانند سنتز خود و 10 پروتئین ریبوزومی دیگر که توالیهای آنها در یک اپرون قرار گرفته‌اند را خاموش نماید و بدین ترتیب سنتز پروتئین‌های فوق کاملاً در حدی که لازم است، صورت می‌گیرد . پرسشی که در اینجا مطرح می‌شود این است که چگونه یک پروتئین هم بعنوان جزیی از ریبوزوم و هم بعنوان عامل تنظیم ترجمه خود عمل می‌نماید؟ با مقایسه جایگاههای اتصال این پروتئین‌ها به RNA های ریبوزومی و پیامبر، تا حدی می‌توان به سئوال فوق پاسخ گفت. جایگاههای فوق از نظر توالی و ساختمان دوم مشابه می‌باشند و این نشان می‌دهد که ویژگیهای اتصال در هر دو مورد یکسان است (شکل3).

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir



شکل3: مقایسه ناحیه‌ای از RNA ریبوزومی $16S$ که پروتئین ریبوزومی S_7 (که بوسیله اپرون Str شکل 2 کد می‌شود) به آن متصل می‌شود و جایگاه شروع ترجمه $mRNA$ آن. توالیهای مشابهی که احتمالاً در جایگاه اتصال وجود دارند، برنگ خاکستری نشان داده شده‌اند.

همچنین این مقایسه مکانیسم دقیق تنظیم را نشان می‌دهد. بدین ترتیب که جایگاه اتصال پروتئین S_7 به $mRNA$ شامل AUG شروع نیز می‌باشد و در نتیجه جایگاه فوق نمی‌تواند به ریبوزوم متصل شود پس ترجمه نیز شروع نخواهد شد. بهرحال اتصال پروتئین فوق به RNA ریبوزومی قویتر از اتصال آن به $mRNA$ می‌باشد، بطوریکه ترجمه آنها زمانی متوقف می‌شود که تمامی نیاز به پروتئین‌های ریبوزومی جهت مونتاژ در ریبوزوم مرتفع شده باشد.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir