

پروازها: ایترون‌های پروتئینی



کلیدواژه‌ها: ایترون، ایتنین، اکستین.

دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک، دانشکده علوم دانشگاه تبریز.
عضو هیئت علمی دانشکده علوم دانشگاه تبریز.
دکتر غلامرضا زرینی
صغری تقی زاده

پیرایش فرایندی است که عمدتاً آن را به عنوان بخشی از پردازش‌های صورت گرفته طی بسوغ مولکول‌های RNA در یوکاریوت‌ها می‌شناسیم و در این فرایند بخش یا بخش‌هایی از مولکول RNA موسوم به ایترون در توالی‌های مشخصی شناسایی و حذف می‌شوند و بخش‌های باقی‌مانده یا آگزون‌ها به هم متصل می‌شوند.

امروزه مشخص شده است که فرایند پیرایش مخصوص RNA نیست، بلکه روی بعضی از پروتئین‌ها نیز انجام می‌گیرد. پیرایش در پروتئین‌ها شامل برش اختصاصی در دو انتهای بخش غیرعملکردی پروتئین و خارج کردن آن از میان بخش‌های عملکردی پروتئین است که در ادامه، بخش‌های عملکردی دو انتهای پروتئین با پیوند پپتیدی به یکدیگر متصل می‌شوند. بخش غیرعملکردی پروتئین را ایتنین^۱ و بخش‌های عملکردی در دو

جلو صورت گرفته و هم نیروی صعود و هم نیروی جلوبرنده را برای پرواز پرنده ایجاد می‌کند و بالا رفتن

در پرواز یک پرنده به علت وجود نیروی قابل ملاحظه‌ی گرانش و مقابله‌ی آن با بالاروندگی، سرعت‌های پایین نیز می‌توانند باعث تلاطم شوند

بال‌ها حتی ممکن است اثر منفی برای صعود هم داشته باشد. به‌خصوص پرندگان کوچک‌تر با بال‌های بیضی شکل، به این علت نیاز به فرکانس بسیار بالاتر حرکت بال‌ها هستند. در این نوع پرواز حرکت جالب پرها و بال همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، هم در بالا رفتن بال‌ها و هم در پایین رفتن بال‌ها باعث صعود می‌شود.

در این پرندگان بعد از انجام حرکت پایین آمدن، مچ به سرعت می‌چرخد و بازو به عقب و بالا می‌آید. این بار سطح بالایی بال‌ها و نه پایین آن‌هاست که جریان ایجاد می‌کند. این نوع بال زدن حالت پایبونی دارد که با افزایش سرعت به نوک بال محدود می‌شود.

نکته‌ی جالب دیگر در مورد بال زدن پرندگان ثابت بودن کلی فرکانس بالا زدن و فقط تغییر شدت آن در نیازهای سرعتی مختلف است. این فرکانس با نرخ تنفس هماهنگی دارد، بدین ترتیب که دم در انتهای بالا بدن بال‌ها و بازدم در انتهای پایین آوردن بال‌ها صورت می‌گیرد.

پی‌نوشت

1. Thrush
2. Lift
3. Gravity
4. Drag
5. Induced drag
6. Elliptical

منابع

1. Vertebrate Biology, Pough et al, 8th edition 2008
2. Principles of Animal physiology, Moyes and Schulte, 2007
3. Aerodynamics, Evolution and Ecology of Avian Flight, Anders Hendenstorn, Trends in Ecology and Evolution, Vol. 17 No. 9 September 2002

انتهای پروتئین را اکستین‌های N و C^۲ می‌نامند. به این نوع از فرایند پیرایش، پیرایش به واسطه‌ی اینتئین^۳ می‌گویند. همان‌گونه که اشاره شد با حذف اینتئین دو بخش اکستین با پیوند پپتیدی به هم متصل می‌شوند که این اتصال بین انتهای 3' اکستین N و انتهای 5' اکستین C صورت می‌پذیرد. اتصال اکستین‌ها از طریق پیوند پپتیدی مهم‌ترین ویژگی تمایزی این نوع از پردازش پروتئین با انواع دیگر اتوپروتئولیز محسوب می‌شود.

مقایسه‌ی فرایند پیرایش در mRNA و پروتئین

مولکول‌های mRNA و پروتئین‌ها گرچه از نظر واحدهای سازنده و پیوندهای تشکیل‌دهنده کاملاً متفاوت هستند، ولی فرایند پیرایش در این دو می‌تواند از نظر نحوه‌ی عملکرد مشابهت‌هایی داشته باشد که به‌طور خلاصه می‌توان آن را در شکل ۱ ملاحظه کرد.

همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، اینترون‌ها توالی‌های تداخلی هستند که قبل از ورود mRNA به مرحله‌ی ترجمه از RNA اولیه خارج می‌شوند، ولی اینتئین‌ها توالی‌های تداخلی هستند که هم در mRNA بالغ و هم در پروتئین شبیه‌ساز^۴ وجود دارند و پس از فرایند ترجمه از پروتئین پیش‌ساز برداشته می‌شوند. لذا، به عکس پیرایش RNA که یک فرایند پس از رونویسی^۵ است پیرایش پروتئین جزء

تغییرات پس از ترجمه^۶ محسوب می‌شود.

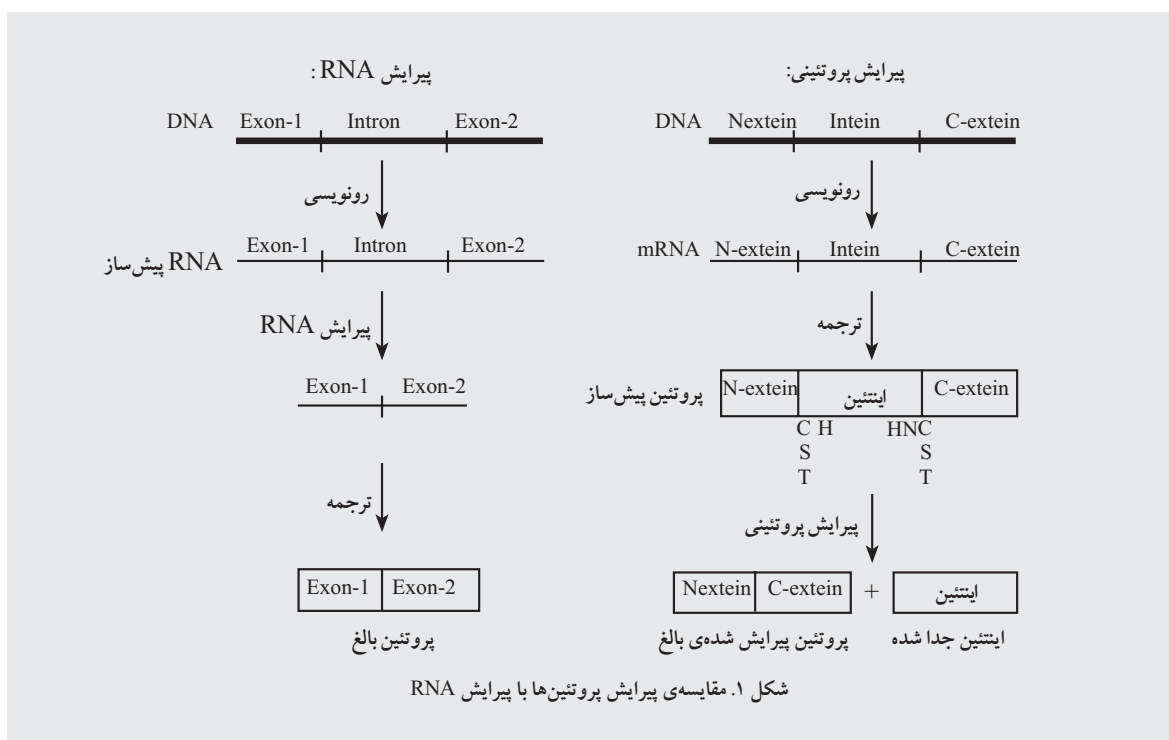
اینتئین‌ها یا اینترون‌های پروتئینی

اینتئین‌ها را براساس موجود زنده و ژنی که در آن شناسایی می‌شوند، نام‌گذاری می‌کنند. به عنوان مثال، دو اینتئینی که در زیر واحد آلفای ژن آنزیم ریونوکلئوزیددی فسفات ردوکتاز مربوط به آرکی *Pyrococcus furiosus* وجود دارند، به ترتیب Pfu RIR1-1 و Pfu RIR1-2 نامیده می‌شوند. شماره‌گذاری 1,2,... از سمت انتهای N پروتئین است به طوری که Pfu RIR1-1 به انتهای N پروتئین نزدیک‌تر است.

بعضی از اینتئین‌ها دو عملکردی هستند، یعنی علاوه بر فعالیت خودپردازشی، دارای فعالیت اندونوکلئازی نیز هستند که این فعالیت به علت وجود یک سری موتیف‌های حفاظت

امروزه مشخص شده است که فرایند پیرایش مخصوص RNA نیست، بلکه روی بعضی از پروتئین‌ها نیز انجام می‌گیرد

شده‌ی اضافی نسبت به اینتئین‌های تک‌عملکردی (فاقد فعالیت اندونوکلئازی) است. به اینتئین‌های فاقد عملکرد اندونوکلئازی



هم موتیف‌ها و هم آمینو اسیدهای حفاظت شده برای عملکرد خودپردازشی اینتین ضروری هستند

مینی اینتین^۸ می‌گویند.

در شکل ۲ ساختار عمومی اینتین‌های دو عملکردی و مینی اینتین‌ها همراه با موتیف‌ها و آمینو اسیدهای حفاظت شده آن‌ها آورده شده است.

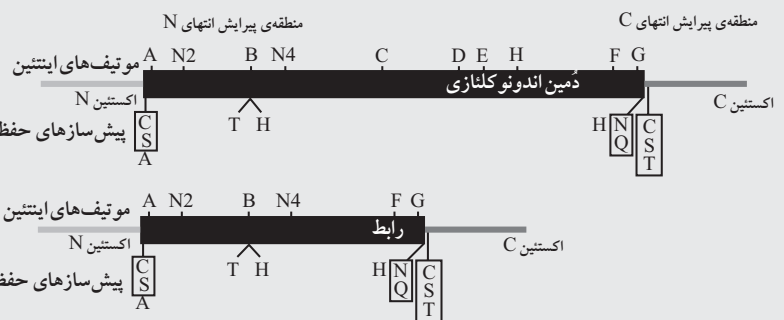
قسمت بالای شکل ۲ مربوط به اینتین دو عملکردی و قسمت پایین طرح کلی مینی اینتین را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، در اینتین‌ها به جای بخش اندونوکلئازی یک رابط موتیف حفاظت شده قرار دارد. در هر دو نوع اینتین ابتدای توالی پروتئینی اینتین، موتیف‌های

خارج‌سازی اینتین اهمیت دارد.

اینتین‌ها به عنوان عناصر ژنتیک متحرک

حرکت و جابه‌جایی اینتین‌ها مربوط به فعالیت بخش هومینگ اندونوکلئازی^۹ آن‌هاست، به طوری که نخستین بار هومینگ اندونوکلئازها را به عنوان بخشی از اینترون‌های متحرک^{۱۰} در نظر گرفتند.

هومینگ اندونوکلئاز در نزدیکی محل دخول اینتین^{۱۱} باعث ایجاد شکست‌های دو رشته‌ای در DNA ژن مربوط به پروتئینی می‌شود که فاقد اینتین است. این ژن فاقد اینتین دارای جایگاه تشخیص ۲۰-۴۰ نوکلئوتیدی برای آنزیم اندونوکلئاز است که بعد از ورود توالی اینتین دیگر توسط اندونوکلئاز قابل شناسایی نخواهد بود. به همین علت فقط ژن‌های فاقد اینتین توسط این آنزیم شناسایی شده و عمل ورود در آن‌ها صورت می‌گیرد.



شکل ۲. ساختارهای عمومی اینتین‌های دو عملکردی و مینی اینتین‌ها

انتشار فیلوژنتیک اینتین‌ها

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌کنید، انتشار فیلوژنتیک اینتین‌ها دارای الگوی تکاملی خاصی نیست، بلکه به صورت تصادفی و تک‌گیر است. اینتین‌ها در هر سه قلمرو جانداران اعم از یوکاریوت‌ها، باکتری‌ها و آرکی‌ها دیده می‌شوند. شکل زیر پراکنش اینتین‌ها را در گونه‌های مختلف به صورت دایره‌های قرمز رنگ نشان می‌دهد.

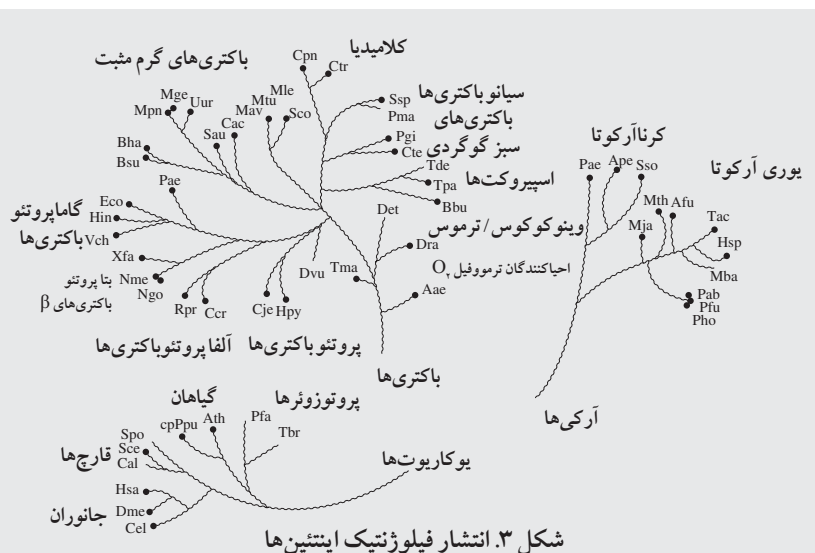
حفاظت شده و در انتهای آن، آمینو اسیدهای حفاظت شده وجود دارند. هم موتیف‌ها و هم آمینو اسیدهای حفاظت شده برای عملکرد خودپردازشی اینتین ضروری هستند. همان‌گونه که در شکل زیر نشان داده شده است. علاوه بر آمینواسیدهای حفاظت شده، اینتین نخستین آمینواسید در بخش C-اکستین، که آمینو اسید +۱ نامیده می‌شود نیز از جمله آمینواسیدهای حفاظت شده‌ای است که در عملکرد پیرایش و

پی‌نوشت

1. Intein
2. N & C -extein
3. Intein - mediated protein splicing
4. Precursor protein
5. Post transcriptional
6. Post translational
7. Bifunctional
8. Mini intein
9. Homing endo nuclease
10. Mobile
11. Intein insertion site

منابع

1. Saleh L, Perler FB (2006) Protein splicing in cis and in trans. *Chem Rec.* 6(4): 183-93
2. Mills KV, Perler FB (2005) The mechanism of intein-mediated protein splicing: variations on a theme. *Protein Pept Lett.* 12(8): 751-5
3. Perler FB. (2005). Protein splicing mechanisms and application. *IUBMB Life.* 57(7): 469-76
4. Xu MQ, Evans TC Jr. (2001) Intein-mediated ligation and cyclization of expressed proteins. *Methods.* 24(3): 257-77



شکل ۳. انتشار فیلوژنتیک اینتین‌ها