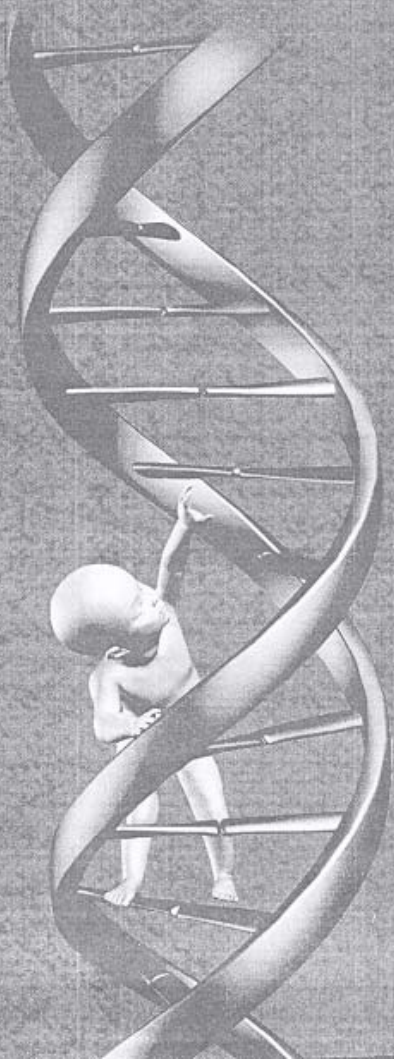
وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی

پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

دانشنامه

زیست فنّاوری و ژنتیک



جلد اوّل

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی

پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

*دانشنامهٔ زیست‌فنّاوری و ژنتیک

شورای علمی: دکتر محمدحسین صنعتی؛ دکتر علیرضا زمردی‌پور؛ دکتر عباس شجاع‌الساداتی؛ دکتر علی فرازمند؛ دکتر بهروز قابوسی؛ دکتر بهمن یزدی صمدی

دبیران طرح: دکتر کامبیز بنی‌هاشمی، دکتر فرهاد مهدی‌پور دستجردی

ویراستاران ادبی: اصغر اسمعیلی تازه‌کندی، شیده شهریاری

ویراستاران صوری: سعیده سلامت، سریر کریمی

نمونه‌خوانها: سعیده سلامت، نسترن گلریز

استخراج فهرست موضوعی و واژه‌نامه: سعیده سلامت

صفحه‌آرا و کارشناس دبیرخانه: ربابه ابوطالبی

واژه‌نگاران: نسترن حاجی‌زاده سابق، سهیلا شمس‌الله، گوهر نصرتی، فرشته اسدی جوزانی

ناشران: بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی، پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

چاپخانه: آثار برتر چاپ

لیتوگرافی: شمیم

چاپ اول: ۱۳۸۷

شمارگان: ۳۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۵۱۵-۰۳۲ (۲ج.) ISBN: 978-964-5515-032 (2 vol.set)

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۵۱۵-۰۶۳ (ج.۱) ISBN: 978-964-5515-063 (vol.1)

بهای دوره دوجلدی: ۴۵۰٫۰۰۰ ریال

حق چاپ محفوظ است.

دانشنامهٔ زیست‌فنّاوری و ژنتیک/ شورای علمی محمدحسین صنعتی [و دیگران]؛ دبیران طرح کامبیز بنی‌هاشمی، فرهاد مهدی‌پور دستجردی.- تهران: بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی، پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری، ۱۳۸۷.
۲ج.: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲×۲۹ س‌م.
۴۵۰۰۰۰ ریال
شابک: (دوره) ۹۷۸-۹۶٤-۵۵۱۵-۰۳-۲
(ج.۲) ۹۷۸-۹۶٤-۵۵۱۵-۰۷-۰ و (ج.۱) ۹۷۸-۹۶٤-۵۵۱۵-۰۶-۳
فیپا
شورای علمی: محمدحسین صنعتی، علیرضا زمردی‌پور، عباس شجاع‌الساداتی، علی فرازمند، بهروز قابوسی، بهمن یزدی‌صمدی
پشت جلد به انگلیسی: Encyclopedia of Biotechnology and Genetics
نمایه.
واژه‌نامه.
۱. تکنولوژی زیستی- دایرةالمعارفها ۲. ژنتیک- دایرةالمعارفها
الف- صنعتی، محمدحسین، ۱۳۳۷- ب- بنی‌هاشمی، کامبیز، ۱۳٤۷-
ج. مهدی‌پور دستجردی، فرهاد، ۱۳٤۶- د- پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری
هـ. بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی
Tp۲٤۸/۱۶/د۲ ۶۶۰/۶۰۳ شماره کتابشناسی ملّی ۱۲۶۴۳۶۶

○ **بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی:** تهران، خیابان ولی‌عصر، سه‌راه زعفرانیه، ساختمان دکتر محمود افشار، شماره ۱۷۵۳، طبقه سوم

تلفن: ۱۹ و ۲۲۷۱۷۱۱۷ **دورنگار:** ۲۲۷۱۱۳۱۱ **کد پستی:** ۱۹۶۱۷-۳۳۱۷۱

نشانی الکترونیکی: www.bdbf.org.ir

○ **پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری:** تهران، کیلومتر ۱۷ اتوبان تهران- کرج، شهرک پژوهش

تلفن: ۴۴۵۸۰۳۰۱-۱۰ **دورنگار:** ۴۴۵۸۰۳۹۹ **کد پستی:** ۴۷۹۸۱۱۰۸۷۲

صندوق پستی: ۱۴۹۶۵/۱۶۱ **نشانی الکترونیکی:** www.nigeb.ac.ir

اعضای شورای علمی

دکتر صنعتی، محمدحسین
مدیر طرح و عضو هیئت علمی پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری و ویراستار علمی بخش مهندسی ژنتیک و ژنتیک پزشکی

دکتر یزدی‌صمدی، بهمن
عضو هیئت علمی دانشگاه تهران و ویراستار علمی بخش زیست‌فنّاوری کشاورزی

دکتر قابوسی، بهروز
عضو هیئت علمی مؤسسه سرم‌سازی رازی و ویراستار علمی بخش مهندسی زیست‌فنّاوری دام و آبزیان

دکتر شجاع‌السادانی، سیدعباس
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و ویراستار علمی بخش زیست‌فنّاوری صنعت و معدن و محیط زیست

دکتر فرازمند، علی
عضو هیئت علمی دانشگاه تهران و ویراستار علمی بخش ژنتیک انسانی و فنون زیست‌فنّاوری

دکتر زمردی‌پور، علیرضا
عضو هیئت علمی پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و فنّاوری زیستی و ویراستار علمی بخش علوم پایه زیست‌فنّاوری

دکتر اربابی قهرودی، مهدی
عضو هیئت علمی پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

مؤلفان و مترجمان

الف- اعضای هیئت علمی

دکتر ابراهیم‌زاده، حسن
دانشگاه تهران

دکتر احمدیان تهرانی، پریچهره
دانشگاه تهران

دکتر احمدیان، غلامرضا
پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

دکتر اکبرزاده، عظیم
انستیتو پاستور ایران

دکتر بنی‌هاشمی، کامبیز
بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی

دکتر جلال، راضیه
دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر جهانشاهی، محسن
دانشگاه مازندران

دکتر جوان نیکخواه، محمّد
دانشگاه تهران

دکتر حجاروه، قربانعلی
دانشگاه تهران

دکتر حیدری، علی‌احسان
بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی

دکتر خدابنده، مهوش
پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

دکتر درخشنده‌پیکر، پوپک
دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر رحیم، گلاره
پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

دکتر رحیمیان مشهدی، حمید
دانشگاه تهران

دکتر رضایی، عبدالمجید
دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر رضوان، حوری
سازمان انتقال خون ایران

دکتر زمردی‌پور، علیرضا
پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

دکتر سرمد نبوی، محمد
دانشگاه پیام نور مشهد

دکتر سهیلی، زهرا- سهیلا
پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست‌فنّاوری

دکتر شجاع‌السادانی، سیدعباس
دانشگاه تربیت مدرس

دکتر شریعت‌زاده، سیدمحمدعلی
دانشگاه اراک

دکتر شریفی تهرانی، عباس
دانشگاه تهران

• باید برای آغاز و ادامهٔ رشتهٔ منفی و مثبت مجموعه‌های همانندسازی به غشا متصل باشند؛
• 7pg به همهٔ مولکولهای آر.ان.ای تازه ساخته‌شده متصل است؛
• پرایمر آر.ان.ا پلیمراز وابسته به آر.ان.ا شناخته نشده است؛
• بسیاری از پروتئینهای یاخته در ساخت آر.ان.ا دخیل‌اند و گزارش شده است که پروتئین sam68 انسانی با پروتئین 3D پولیوویروس برهم‌کنش می‌کند.

فعالیت آر.ان.ا پلیمرازی وابسته به آر.ان.ای ویروسهای گیاهی با رشتهٔ مثبت آر.ان.ا به خوبی شناخته نشده است؛ زیرا خالص‌سازی سامانهٔ فعال همانندسازی از مجموعه‌های همانندسازی پیوندشده به غشا در یاخته‌های آلوده مشکل است. مجموعه‌های ویروسی همانندسازی بسیاری از ویروسها شامل پروتئینهای رمزشده توسط میزبان و محصولات رمزشده توسط ویروس می‌شوند. مشاهدات نشان می‌دهد که ساختارهای شبه آر.ان.ای ناقل در انتهای ۳′ آر.ان.اهای ویروسی بسیاری از ویروسهای گیاهی حداقل در مراحل آغازین ساخت رشتهٔ منفی دخیل‌اند.

ویروسهایی با ژنومی از جنس آر.ان.ای دورشته‌ای یا رشتهٔ آر.ان.ای منفی نمی‌توانند مستقیماً نسخه‌برداری را انجام دهند و در واقع برای آغاز ساخت آر.ان.ای پیک حین ورود به یاخته آلوده به آر.ان.ا پلیمراز وابسته به آر.ان.ا نیاز است.

موتیفهای متعددی مخصوص به فعالیت آر.ان.ا پلیمراز وابسته به آر.ان.ا شناخته شده است. حفظ‌شده‌ترین آنها سه‌تایی مرکزی Gly-Asp-Asp (GDD) است که در دو طرف آن قطعات پنج‌تایی که بیشتر آمینواسید آب‌گریز هستند، قرار می‌گیرند. این توالی احتمالاً یک ساختار سنجاق‌سر بتاست که شامل دو رشتهٔ بتای ناهمسو است که توسط پیوند هیدروژنی به هم مرتبط شده‌اند و یک حلقهٔ کوچک شامل آمینواسیدهای GDD از آن بیرون می‌زند.

به نظر می‌رسد که فعالیت آر.ان.ا پلیمرازی وابسته به آر.ان.ا شامل چندین مرحله باشد:
۱. اتصال به الگو؛
۲. مکان‌یابی راه‌انداز؛
۳. از هم گشودن الگو به طوری که یک مجموعهٔ باز، برای نسخه‌برداری حاصل آید؛
٤. اتصال گهرمایهٔ نوکلئوتیدی؛
۵. تشکیل اولین پیوند فسفودی‌استر؛
٦. تعیین حد مجاز راه‌انداز؛
۷. ادامهٔ فرایند به صورت پیوسته.

فرایندهای آر.ان.ا پلیمرازی وابسته به آر.ان.ا فاقد فعالیت پروف‌ریدینگ است و بنابراین درصد بالایی از خطا در ساخت رشتهٔ جدید آر.ان.ا وجود دارد.

(← همانندسازی؛ نسخه‌برداری)

کتاب‌شناسی:

Creighton, Thomas E. *Encyclopedia of Molecular Biology*, vol.4. John Wiley and Sons Inc, 1999.
Kendrew, Sir John. *The Encyclopedia of Molecular Biology*. BlackWell Science, 1994.

عبدالامیر علامه؛ نرجس طاوسی

آر.ان.ا لیگاز

میتوکندری *تریپانوزوم* که کینتوپلاست خوانده می‌شود مولکولهای آر.ان.ای پیک ناکاملی را رمزگردانی می‌کند که پیش از ترجمه باید ویرایش شوند. ویرایش در جهت ۳′ به ۵′ انجام می‌شود و یک یا بیش از یک نوع آر.ان.ای راهنما به این پدیده کمک می‌کنند. این آر.ان.اهای راهنما به ناحیه ویرایش‌نشده آر.ان.ای پیک جفت می‌شوند و آدنینها و گوانینهایی را فراهم می‌کنند تا یوریدینهای مورد نظر وارد ساختار آر.ان.ای پیک شوند. گاهی اوقات آر.ان.اهای راهنما در یک آدنین یا گوانین با یوریدین از آر.ان.ای پیک جفت نمی‌شود. در این مورد سازوکارهایی که به وسیله آن یوریدین برداشته می‌شود عبارت‌اند از:

۱. بریدن آر.ان.ای پیک ابتدایی در پس نقطه‌ای که یوریدین باید برداشته شود؛
۲. برداشتن یوریدین به وسیلهٔ یک اگزونوکلئاز؛
۳. اتصال دو قطعه پیش آر.ان.ای پیک به یکدیگر. این مرحله توسط آنزیم آر.ان.ا لیگاز کاتالیز می‌شود.

تریپانوزومها و سازواره‌های مشابه آنها تک‌یاخته‌های انگلی هستند که احتمالاً بسیاری از اشکال نامعمول فرایندهای دستکاری آر.ان.ا در آنها انجام می‌شود. معمولاً نوکلئوتیدهای یوریدین‌دار وجود دارند که از میان نسخه‌های آر.ان.ای میتوکندریایی در نقاطی که جایگاه آن کاملاً دقیق است برداشته یا به آن وارد می‌شوند. ماحصل چنین پدیده‌ای ایجاد رمزهای آغاز همانند AUG یا رمزهای پایان و تصحیح جهشهای تغییردهنده چارچوب قرائت و رمز است و حتی می‌تواند بیشتر توالیهای رمز پروتئینی را ابداع کند.

اگرچه برخی از نسخه‌های میتوکندریایی ویرایش نمی‌شوند و برخی دیگر تنها در یک منطقه کوچک و محدود ویرایش می‌شوند، در حدود یک‌سوم آنها دستخوش ویرایش گسترده‌ای می‌شوند. در ابتدا تصور می‌شد که شکست و اتصال دوباره ستون فقرات فسفودی‌استر در مولکول پیش آر.ان.ای پیک برای

کنش ترانس استریفیه شدن، مثل پیرایش آر.ان.ای پیک و آر.ان.ای ریبوزومی، قابل استناد است اما بعدها روشن شد که این ویرایش به وسیلهٔ عملکرد نوکلئاز و لیگاز انجام می‌شود. یعنی در ابتدا آر.ان.ای راهنما در مکان ویرایش موجب شکست اندونوکلئازی می‌شود. باید دانست در این حال انتهای ۵′ از ناحیه‌ای از آر.ان.ای پیک با ناحیه لنگری از آر.ان.ای راهنما جفت باز تشکیل داده است. در این هنگام برای حذف یوریدین به وسیله یک اگزونوکلئاز ویژه برای یوریدینهای ناحیه ۳′، یوریدینهای اضافی برداشته می‌شوند و برای افزودن یوریدین به کمک یک آنزیم انتقال‌دهنده یوریدین به انتها، یوریدینها به انتهای ۳′ ناحیه شکست اضافه می‌شوند و سپس آر.ان.ا لیگازها موجب اتصال دوباره قطعات آر.ان.ای پیک ویرایش‌شده می‌شوند. در پایان جفت شدن بازها بین آر.ان.ای راهنما، آر.ان.ای پیک از بین می‌رود و آر.ان.ای راهنما به مکان جدید ویرایش حرکت می‌کند و چرخهٔ جدید ویرایش انجام می‌شود. با وجود این اگر ویرایش ناصحیح باشد، جفت شدن باز در مرحله بعدی انجام نمی‌شود و این مکان دوباره ویرایش می‌شود.

آر.ان.ا لیگازها نه تنها در فرایند ویرایش بلکه در پدیده‌های ترمیم و ویرایش که نیاز به اتصال مجدد قطعات حاصل از شکست آر.ان.ا است عمل می‌کنند و از آن جمله می‌توان به آر.ان.ا لیگاز باکتریوفاژ T4 اشاره کرد. در حدود ۴۰ ژن از میان ۴۰۰ ژن آر.ان.ای ناقل هسته‌ای در مخمر به صورت ناپیوسته هستند. هر یک از آنها دارای یک اینترون مستقل است که درست در فاصله تک نوکلئوتیدی پشت طرف ۳′ ناحیه پادرمزه واقع است. طول اینترون از ۱۴ تا ۴۶ جفت باز متغیر است. باید دانست آن دسته اینترونها که در ژنهای آر.ان.ای ناقل مربوط به هم هستند از نظر توالی هم شباهت دارند، ولی در ژنهای آر.ان.ای ناقل که نماینده آمینواسیدهای متفاوتی هستند، اینترونها هم توالی مشابهی ندارند. به واقع می‌توان دریافت که توالی حفاظت‌شده‌ای وجود ندارد که به وسیله آنزیمهای پیرایش‌گر قابل شناسایی باشد. همین قوانین در مورد ژنهای آر.ان.ای گیاهان و دوزیستان و پستانداران صادق است.

تمام اینترونها دارای یک توالی هستند که مکمل پادرمزه در آر.ان.ای ناقل است و این پدیده موجب ظهور یک ساختار متناوب برای بازوی پادرمزه می‌شود که در آن پادرمزه جفت باز می‌دهد تا یک بازوی کوچک غیرمعمول حاصل شود.

در این حالت تنها بازوی پادرمزه در فرایند دخیل است و بقیه مولکول دست‌نخورده باقی می‌ماند.

توالی دقیق و اندازه اینترون مهم نیست. بیشتر جهشها در اینترون موجب مهار پیرایش نمی‌شوند. پیرایش آر.ان.ای ناقل اساساً به شناسایی یک ساختار ثانوی در آر.ان.ای ناقل وابسته است تا یک توالی مشترک در اینترون. در این فرایند نواحی از نقاط مختلف مولکول مهم هستند، از جمله یک طول مابین بازوی پذیرنده و بازوی D و در بازوی TΨC و به‌خصوص بازوی پادرمزه.

ایجاد جفت باز بین یک باز در حلقه اینترون و یک باز جفت‌نشده از پایه برای پیرایش لازم است. جهشها در سایر مناطق که بر این جفت شدن تأثیر می‌گذارند بر پیرایش نیز تأثیر دارند.

پیرایش آر.ان.ای ناقل در خارج از بدن موجود زنده نیازمند آدنوزین تری‌فسفات است که نشان می‌دهد واکنشهای بدون نیاز و نیازمند آدنوزین تری‌فسفات دو مرحله جداگانه دارند که به وسیله آنزیمهای مختلف کاتالیز می‌شوند:

- در مرحله اول که نیازمند آدنوزین تری‌فسفات نیست پیوند فسفودی‌استر می‌شکند و این مرحله را یک اندونوکلئاز کاتالیز می‌کند.
- مرحله دوم نیازمند آدنوزین تری‌فسفات است و تشکیل پیوند در این مرحله انجام می‌شود. این واکنش به واقع نوعی واکنش پیوستن زنجیره‌هاست و آنزیم مسئول این فعالیت آر.ان.ا لیگاز خوانده می‌شود.

(← ویرایش آر.ان.ا؛ آر.ان.ای پیک)

کتاب‌شناسی:

Lewin, Benjamin. *Genes VII*. New York: Oxford University Press, 2000.

Pollard, Thomas D.; and Earn shaw , William C. *Cell Biology*. SAUNDERS, 2002.

Weaver, Robert F. *Molecular Biology*. McGraw-Hill, 1999.

زهرا - سهیلا سهیلی؛ شهرام سمیعی؛ راضیه جلال

آر.ان.ا هلیکاز

آر.ان.ا هلیکاز، آنزیمی است که با کمک انرژی حاصل از آب‌کافی نوکلئوزیدهای تری‌فسفات، آر.ان.اهای دورشته‌ای را از هم باز می‌کند.

آر.ان.ا هلیکاز فعالیت خود را به کمک مولکولهای نوکلئوزید تری‌فسفات یا NTP، انجام می‌دهد و فعالیت نوکلئوزید تری‌فسفاتازی وابسته به نوکلئیک‌اسید دارد. با وجود اینکه در اغلب موارد نوکلئوزید تری‌فسفات رایج درون یاخته آدنوزین تری‌فسفات است، اما برخی از هلیکازها، از هر ٤ نوع نوکلئوزید تری‌فسفات به یک میزان استفاده می‌کنند.

آر.ان.ا هلیکازها متمایز از آنزیمهای آر.ان.ا آن‌ویندار یا همان آنزیمهای بازکننده رشته آر.ان.ا هستند، که با تبدیل ریشه‌های آدنین به اینوزین، آر.ان.ا را از هم باز می‌کنند. در فرایند اخیر،