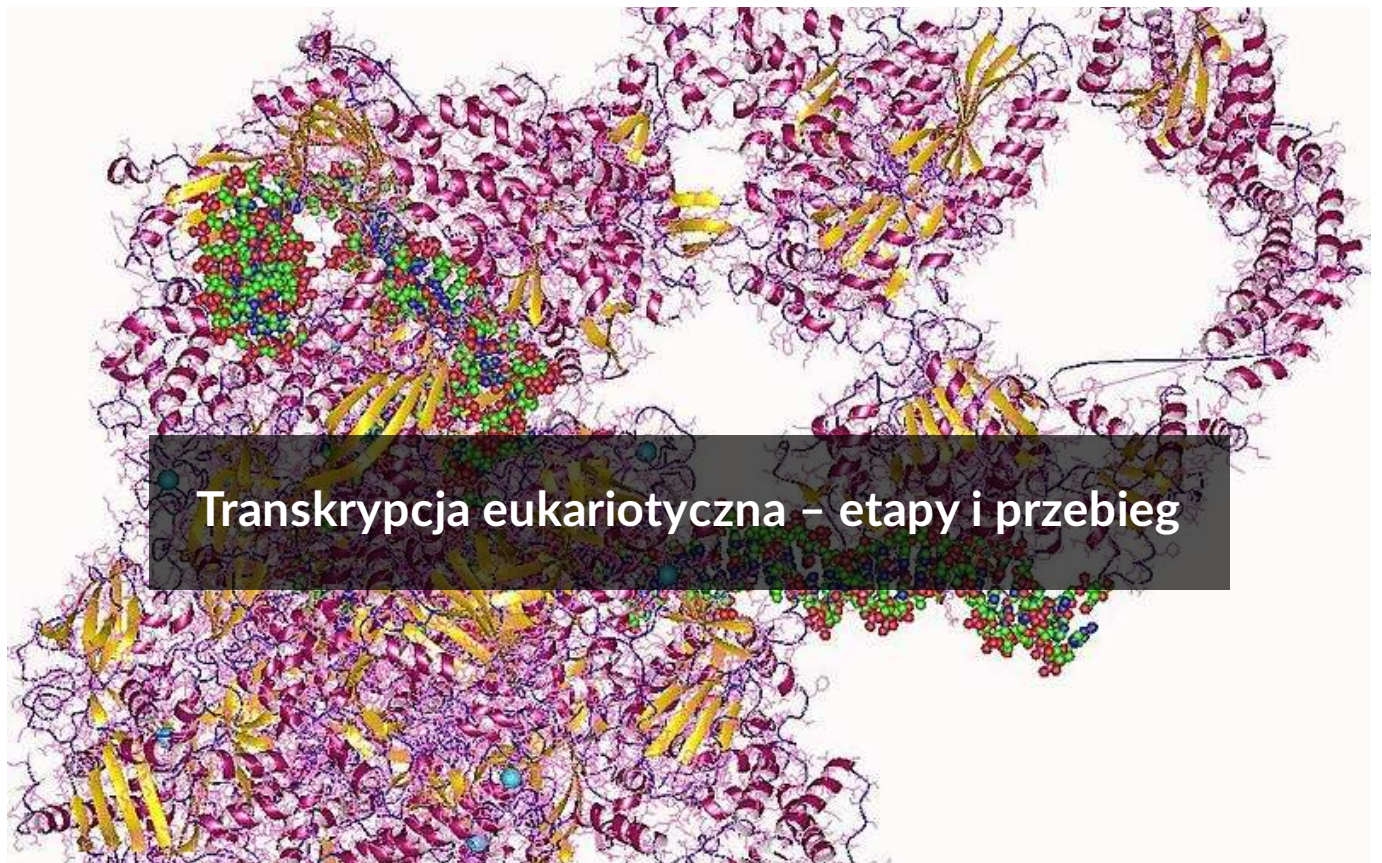


Transkrypcja eukariotyczna – etapy i przebieg

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Film](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Transkrypcja to proces syntezy cząsteczki RNA na podstawie cząsteczki DNA. Na ilustracji przedstawiony jest trójwymiarowy model polimerazy RNA – enzymu, który odpowiada za syntezę RNA.

Źródło: He Y. i in., User:Astrojan, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Ekspresja informacji genetycznej to szereg procesów umożliwiających odczytanie „instrukcji” budowy białka zapisanej w DNA. Rozpoczyna się od **transkrypcji** (czyli „przepisania”) informacji genetycznej w jądrze komórkowym na mRNA. Następnie zostaje ona przeniesiona do cytoplazmy, gdzie ostatecznie w rybosomach na podstawie tej „instrukcji” syntetyzowane są białka. Jak przebiega pierwszy etap ekspresji informacji genetycznej?

Twoje cele

- Omówisz przebieg pierwszego etapu ekspresji genu – transkrypcji.
- Opiszysz rodzaje polimeraz RNA katalizujących przebieg transkrypcji.
- Wyjaśnisz rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji u eukariontów.
- Przeprowadzisz symulację transkrypcji eukariotycznej.

U eukariontów geny mają budowę nieciągłą: DNA, który je tworzy, składa się z fragmentów kodujących – eksonów (egzonów) i niekodujących – intronów. W procesie transkrypcji przepisywane są zarówno fragmenty kodujące, jak i niekodujące, w wyniku czego powstaje pre-mRNA. Każdy gen wyznaczany jest przez dwie struktury graniczne: promotor oraz sekwencję sygnału poliadenylacji.

Ważne!

Enzymem katalizującym przebieg transkrypcji jest polimeraza RNA zależna od DNA.

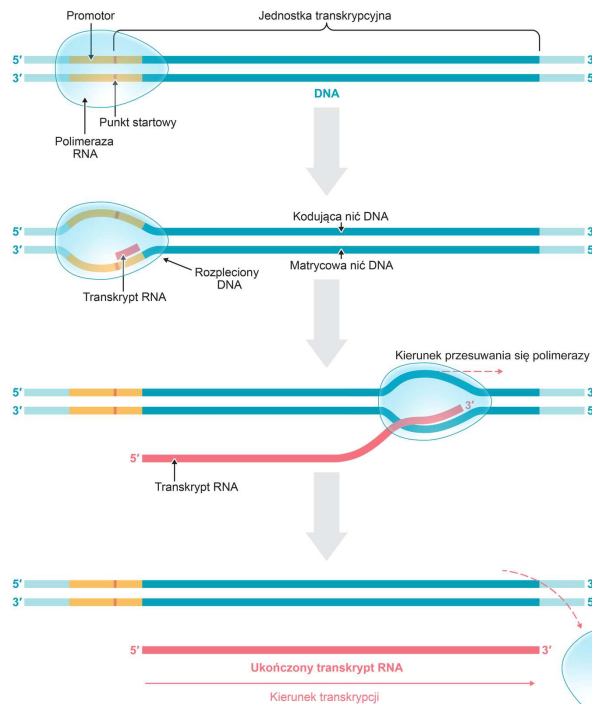
Człowiek i inne organizmy eukariotyczne mają trzy rodzaje polimerazy RNA: I, II i III. Każdy specjalizuje się w transkrypcji określonych klas genów:

- Polimeraza RNA I odpowiada za syntezę pre-rRNA, który jest przekształcany w rRNA współtworzący rybosomy. Polimeraza RNA I działa jedynie w obrębie jąderka.
- Polimeraza RNA II odpowiada za transkrypcję pozostałych genów. **Wskutek jej działalności powstaje pre-mRNA**. Syntetyzuje ona również enzymatyczny snRNA, który jest wykorzystywany w dalszej obróbce pre-mRNA.
- Polimeraza RNA III odpowiada za syntezę tRNA.

Rośliny mają dodatkowe dwa rodzaje polimerazy RNA: IV i V, które biorą udział w syntezie małych RNA.

Więcej o budowie DNA i zasadzie komplementarności w e-materiale pt. [Skład chemiczny i funkcje DNA](#).

Etapy transkrypcji



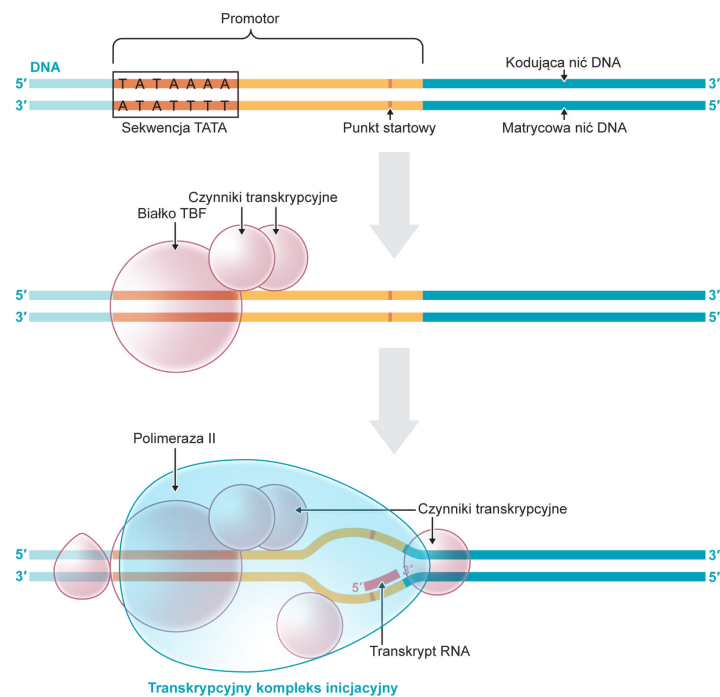
Schemat przedstawiający przebieg transkrypcji eukariotycznej.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Inicjacja

Wszystkie rodzaje polimeraz komórki eukariotycznej wymagają obecności specjalnych białek, które umożliwiają **rozpoczęcie transkrypcji**. W pierwszej kolejności ogólne czynniki transkrypcyjne, czyli takie białka, które biorą udział w inicjowaniu transkrypcji wszystkich genów, wiążą się z promotorem. Polimeraza nie rozpoznaje sekwencji nukleotydów samego promotora, ale przyłącza się do kompleksu złożonego z czynników transkrypcyjnych i kwasu nukleinowego. Tworzy się w ten sposób **kompleks inicjacyjny**, który umożliwia pierwszy etap transkrypcji – inicjację. Niektóre promotory – 10 do 25 par zasad przed miejscem inicjacji (punktem startowym, którym jest sekwencja ATG na nici kodującej) – zawierają tzw. kasetę TATA, która przybiera postać 5'-TATAAA- 3'. Z kasetą łączy się m.in. specyficzne białko TBP (ang. *TATA-binding protein*), co umożliwia rozpoczęcie syntezy RNA. Sekwencje DNA z większą liczbą par zasad T i A są łatwiej rozplatane przez polimerazę, gdyż zawierają podwójne (a nie potrójne, jak między G i C) wiązania wodorowe. Polimeraza przyłącza

się do końca 3' nici matrycowej i przesuwa się w kierunku 5', a syntezowana przez nią nić RNA powstaje od końca 5' do końca 3'.



Białko TBP, czyli białko wiążące element TATA, rozpoznaje sekwencję TATA i wiąże się z nią, wyznaczając miejsce startu transkrypcji.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Elongacja

Po rozpleceniu helisy DNA przez [helikazę](#) rozpoczyna się kolejny etap transkrypcji – elongacja. Polega ona na **wydłużaniu powstającego łańcucha RNA** przez przesuwaną się względem DNA polimerazę. Polimeraza przesuwa się po nici DNA od końca 3' w kierunku końca 5', a **pre-mRNA jest syntetyzowany w kierunku od 5' do 3'**.

Ważne!

Transkrypcja jest procesem **endoenergetycznym**. Energii niezbędnej do syntezy łańcucha RNA dostarczają wysokoenergetyczne wiązania w ATP, GTP, CTP oraz UTP.

Różne klasy polimeraz RNA zależnych od DNA biorą udział w transkrypcji różnych regionów DNA, popełniają błędy z różną częstotliwością, ponadto nie każda polimeraza ma właściwości naprawcze, tzn. jest w stanie je korygować.

Terminacja

Terminacja, czyli **zakończenie transkrypcji**, rozpoczyna się po zsyntetyzowaniu przez polimerazę sekwencji sygnału poliadenylacji AAUAAA na mRNA. Fragment ten jest od razu wiązany przez odpowiednie białka, uwalniające nowo powstały transkrypt od polimerazy, która następnie odłącza się od DNA.

Nowo powstały transkrypt musi przejść proces dojrzewania (obróbki potranskrypcyjnej).

Więcej o modyfikacjach potranskrypcyjnych RNA w e-materiale pt. [Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eucaryota](#).

Słownik

geny nieciągłe

geny składające się z sekwencji kodujących (eksonów) i sekwencji niekodujących (intronów); występują u eukariontów i archeonów

helikaza

enzym rozplatający podwójną helisę DNA lub RNA, dwuniciową strukturę utrzymywaną przez wiązania wodorowe komplementarnych zasad azotowych

poliadenylacja

potranskrypcyjne dołączanie 40–200 reszt adeninowych (sekwencja poliA) do nowo zsyntetyzowanego łańcucha mRNA organizmów eukariotycznych

polimeraza RNA zależna od DNA

enzym syntezujący nić RNA na matrycy DNA w procesie transkrypcji

pre-mRNA

cząsteczka RNA powstała w wyniku procesu transkrypcji, zawierająca kodujące (eksony) oraz niekodujące (introny) sekwencje nukleotydów

promotor

odcinek DNA leżący przed genem, zawierający sekwencje rozpoznawane przez polimerazę RNA zależną od DNA lub czynniki transkrypcyjne ułatwiające przyłączenie się polimerazy RNA; po połączeniu się polimerazy RNA z promotorem rozpoczyna się proces syntezy RNA, czyli transkrypcja

snRNA

(ang. *small nuclear RNA*) niskocząsteczkowy jądrowy kwas rybonukleinowy; jeden z rodzajów kwasów rybonukleinowych, pełniący funkcję rybozomu katalizującego proces wycinania intronów

transkrypcyjny kompleks inicjacyjny

kompleks białek niezbędny do rozpoczęcia transkrypcji genów kodujących białka, składający się z polimerazy RNA oraz ogólnych czynników transkrypcyjnych

zasada komplementarności

zasada, zgodnie z którą zasady azotowe nukleotydów kwasów nukleinowych łączą się jedynie w określonych konfiguracjach – adenina z tyminą (w DNA), adenina z uracylem (w RNA) i cytozyna z guaniną

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Kliknij poszczególne elementy biorące udział w inicjacji transkrypcji, aby zobaczyć przebieg tego procesu.

Transkrypcja eukariotyczna – etapy i przebieg

Start

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D153HQS2a>

Transkrypcja eukariotyczna – etapy i przebieg.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Polecenie 2

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RkNRqImKt45Xn>

Transkrypcja eukariotyczna – etapy i przebieg.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału opisuje transkrypcję eukariotyczną – etapy i przebieg.

Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Transkrypcja eukariotyczna – etapy i przebieg

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VI. Ekspresja informacji genetycznej w komórkach człowieka. Uczeń:

2) opisuje proces transkrypcji, z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

3) opisuje proces transkrypcji z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Omówisz przebieg pierwszego etapu ekspresji genu – transkrypcji.
- Opiszysz rodzaje polimeraz RNA katalizujących przebieg transkrypcji.
- Wyjaśnisz rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji u eukariontów.
- Przeprowadzisz symulację transkrypcji eukariotycznej.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- praca z filmem;
- mapa myśli;
- gra dydaktyczna.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- arkusze papieru A3, flamastry.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Uczniowie z pomocą nauczyciela formułują cele lekcji oraz określają kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel prosi uczniów, by na podstawie tekstu, z którym zapoznali się przed lekcją, spróbowali odpowiedzieć na pytanie zawarte we wprowadzeniu do e-materiału: „Jak przebiega pierwszy etap ekspresji informacji genetycznej?”. Uczniowie swobodnie się wypowiadają.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Symulacja interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla symulację interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując indywidualnie, wykonali polecenie nr 1 („Przeanalizuj symulację interaktywną ilustrującą proces transkrypcji u eukariontów, a następnie scharakteryzuj funkcje polimerazy RNA”) oraz polecenie nr 2 („Wyjaśnij, jakie funkcje pełnią czynniki transkrypcyjne w procesie transkrypcji”). Następnie uczniowie porównują swoje

odpowiedzi z kolegą lub koleżanką. Wybrane osoby przedstawiają rozwiązania swojego zespołu na forum klasy.

2. **Praca z drugim multimedium („Film”).** Nauczyciel wyświetla film. Następnie uczniowie w parach wykonują polecenie nr 2: „Wyjaśnij, w jaki sposób poliadenylacja RNA jest sprzężona z procesem transkrypcji” i konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów. Po wyznaczonym czasie wybrane grupy odczytują swoje odpowiedzi na forum. Inni uczniowie uzupełniają ich wypowiedzi.
3. **Mapa myśli.** Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy, rozdaje każdej grupie arkusz papieru formatu A3. Uczniowie w grupach wykonują mapę myśli, wpisując hasła, rysunki i opisy dotyczące przeczytanego materiału. Uczniowie prezentują swoje mapy myśli. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia informacje.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na podstawie przeczytanego tekstu oraz informacji zawartych w multimediami układają pytania do quizu dla innych par. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską parę.
2. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.

Praca domowa:

1. Wykonaj polecenie nr 3 z sekcji „Film”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Treści w sekcji „Symulacja interaktywna” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy uczniów.