



Porównanie transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Porównanie transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej

Główną różnicą, na podstawie której wyszczególniono organizmy prokariotyczne i eukariotyczne, jest brak jądra komórkowego w komórkach tych pierwszych i jego obecność w tych drugich. Ta cecha jest również jedną z przyczyn odmiennego przebiegu procesu transkrypcji u tych organizmów.

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

Ekspresja informacji genetycznej polega na jej „przepisaniu” z DNA na RNA, a w przypadku genów kodujących polipeptydy w oparciu o mRNA syntetyzowane jest białko. Proces przenoszenia informacji z DNA na mRNA nosi nazwę transkrypcji, a przetłumaczenie kolejności kodonów mRNA na kolejność aminokwasów białka to translacja. Jak przebiega pierwszy etap ekspresji genów? Czy jest on identyczny w przypadku wszystkich organizmów?

Twoje cele

- Porównasz przebieg transkrypcji w komórkach prokariotów i eukariotów.
- Wyjaśnisz przyczyny odmiennego przebiegu transkrypcji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych.
- Przedstawisz istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.

Przeczytaj

Transkrypcja

Transkrypcja jest pierwszym etapem ekspresji genu. Polega na zsyntetyzowaniu cząsteczki mRNA **komplementarnej** do nici matrycowej DNA. Ponieważ obie nici DNA również są komplementarne względem siebie, transkrypt RNA ma taką samą sekwencję nukleotydową, co nić kodująca DNA (jedynie zamiast nukleotydów tyminowych występują nukleotydy uracylowe).

Transkrypcji podlega odcinek DNA zawarty między promotorem a terminatorem lub sekwencją terminalną. Reakcję katalizuje enzym polimeraza RNA zależna od DNA, a substratami są trójfosforany rybonukleozydów (ATP, GTP, CTP i UTP). Przebieg transkrypcji u prokariotów i eukariotów nie jest taki sam, jednak w obu przypadkach proces ten składa się z trzech etapów: inicjacji, elongacji i terminacji.

Transkrypcja u organizmów prokariotycznych

Bakterie nie mają jądra komórkowego. Ich genofor (materiał genetyczny) znajduje się bezpośrednio w cytozolu. Geny bakterii to geny ciągłe, co oznacza, że zsyntetyzowany mRNA od razu może służyć jako matryca do tworzenia białka. Translacja u prokariotów rozpoczyna się jeszcze przed zakończeniem transkrypcji.

W pierwszym etapie miejsce inicjacji transkrypcji jest rozpoznawane przez samą polimerazę RNA, bez udziału dodatkowych białek. W komórkach prokariotycznych kilka genów może mieć wspólny dla siebie promotor (np. geny kodujące enzymy jednego szlaku metabolicznego), a przez to wspólnie podlegać transkrypcji. Powstający

wówczas mRNA określany jest **policistronowym**, ponieważ jest matrycą do syntezy kilku białek, należących najczęściej do jednego szlaku metabolicznego. Polimeraza RNA po przyłączeniu się w rejonie promotora syntetyzuje jedynie kilkunukleotydowy fragment transkryptu. Dopiero po odłączeniu jednej z podjednostek (czynnika σ) może rozpocząć kolejny etap – elongację. U prokariotów występuje tylko jeden typ polimerazy, która syntetyzuje mRNA na matrycy DNA. Ostatni etap – terminacja – rozpoczyna się od odczytania sekwencji **terminatora**, który, tak samo jak promotor, nie koduje białka. Następuje oddzielenie się transkryptu i polimerazy od DNA. mRNA jest gotowy do kolejnego etapu ekspresji genu – translacji.

Ekspresja genu w komórce prokariotycznej.

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

Transkrypcja u organizmów eukariotycznych

W przypadku komórek eukariotycznych przebieg transkrypcji jest odmienny. DNA zawarte jest w mającym otoczkę jądrze komórkowym, a także w obłonionym mitochondrium oraz (w przypadku roślin i protistów roślinopodobnych) w plastydach. Miejsce powstawania mRNA jest więc oddzielone od cytozolu.

Geny eukariontów są genami nieciągłymi. Oznacza to, że sekwencje kodujące fragmenty białek – eksony – są poprzedzielane fragmentami niekodującymi – intronami.

Proces **inicjacji** transkrypcji jest znacznie bardziej skomplikowany niż u prokariotów. Wymaga obecności specjalnych białek – tzw. czynników transkrypcyjnych. To one lokalizują promotor i leżący za nim początek genu. Polimeraza przyłącza się dopiero po związaniu odpowiednich czynników transkrypcyjnych do DNA. W komórkach eukariotycznych występują trzy jądrowe polimerazy RNA, z których każda syntetyzuje inny rodzaj RNA. **Polimeraza I** wytwarza rRNA, czyli RNA budujące rybosomy, a **polimeraza III** syntetyzuje cząsteczki tRNA, które wiążą aminokwasy i transportują je do rybosomów. **Polimeraza II** jest natomiast odpowiedzialna za wytwarzanie

pierwotnego transkryptu – pre-mRNA, który zawsze zawiera informację tylko o jednym białku, dlatego określany jest **monocistronowym**. Synteza nowej nici kończy się na **sekwencji terminalnej**, która koduje sygnał [poliadenylacji](#) i jest jednocześnie sygnałem do zakończenia transkrypcji.

Uwolniony pierwotny transkrypt zawiera zarówno introny, jak i eksony. **Obróbka potranskrypcyjna**, prowadząca do przekształcenia pre-mRNA we właściwą matrycę, jest określana **dojrzwaniem**. Polega ono na zablokowaniu końca 5' poprzez przyłączenie do niego tzw. czapeczki (*cap*) oraz poliadenylacji końca 3', podczas której przyłączeniu ulegają zwiłokrotnione sekwencje nukleotydów adenyłowych: poli(A). Te dwie struktury zabezpieczają mRNA przed enzymatycznym rozkładem w cytozolu. Ostatnim etapem dojrzwania jest składanie mRNA (**splicing**), podczas którego introny zostają wycięte, a eksony – połączone. O przebiegu tego procesu doczytasz materiale: *Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eucaryota*.

Fragmenty niekodujące zawsze zostają usunięte, ale wycięciu mogą również ulec niektóre eksony. Zjawisko to jest nazywane **alternatywnym splicingiem**. Dzięki niemu na podstawie jednego genu mogą powstawać białka różniące się obecnością lub brakiem niektórych domen. Więcej na temat tego procesu przeczytasz w materiale: *Regulacja potranskrypcyjna - splicing alternatywny*.

Dojrzały mRNA przez pory otoczki jądrowej (kariolemmy) przedostaje się do cytozolu, gdzie może być wykorzystywany jako matryca w procesie translacji.

Słownik

czynniki transkrypcyjne

białka regulujące aktywność genów na etapie inicjacji transkrypcji u eukariontów; wiążą się z określoną sekwencją DNA, zlokalizowaną w pobliżu miejsca rozpoczęcia transkrypcji

ekson (egzon)

fragment DNA zawierający sekwencję kodującą aminokwasy

geny ciągłe

geny komórek bakteryjnych, w których sekwencja kodująca nie jest poprzedzielana odcinkami niekodującymi

geny nieciągłe

geny eukariontów zawierające zarówno sekwencje kodujące, jak i niekodujące

intron

fragment DNA zawierający sekwencję niekodującą aminokwasów

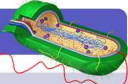
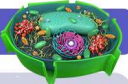
poliadenylacja

modyfikacja potranskrypcyjna eukariotycznego mRNA polegająca na dołączeniu na końcu 3' sekwencji nukleotydów adeninowych, nazywanej ogonem poli(A)

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Uzupełnij tabelę z porównaniem transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej.

	Komórki prokariotyczne 	Komórki eukariotyczne 
Miejsce procesu	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Liczba rodzajów polimerazy RNA	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sygnał do rozpoczęcia transkrypcji	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rodzaj mRNA ze względu na ilość kodowanych białek	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rodzaj genów ze względu na obecność intronów	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Obróbka potranskrypcyjna	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Polecenie 2

Omów, na czym polega obróbka potranskrypcyjna, i podaj, w jakich komórkach zachodzi.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj pojęcia do definicji.

Monocistronowy mRNA

Transkrypt zawierający sekwencje potrzebne do syntezy wielu białek, np. należących do jednego szlaku metabolicznego

Czynniki transkrypcyjne

Białka regulujące aktywność genów na etapie inicjacji transkrypcji u eukariontów; wiążą się z określoną sekwencją DNA, zlokalizowaną w pobliżu miejsca rozpoczęcia transkrypcji

Policistronowy mRNA

Transkrypt zawierający informację o sekwencji aminokwasowej jednego białka

Geny ciągłe

Geny eukariontów zawierające zarówno sekwencje kodujące, jak i niekodujące

Geny nieciągłe

Geny komórek bakteryjnych, w których sekwencja kodująca nie jest poprzedzielana odcinkami niekodującymi

Ćwiczenie 2



Dopasuj informacje dotyczące materiału genetycznego i transkrypcji do odpowiedniego typu komórek.

Komórki prokariotyczne

mRNA nie podlega splicingowi

Geny ciągłe

Genofor

Komórki eukariotyczne

Procesy przebiegają w jądrze komórkowym i cytozolu

Spliceosom

pre-mRNA

Jądro komórkowe

Introny i eksony

Wszystkie procesy przebiegają w cytozolu

Ćwiczenie 3



Uporządkuj poniższe etapy w odpowiedniej kolejności w taki sposób, aby prawidłowo opisywały poszczególne fazy transkrypcji u organizmów prokariotycznych.

Polimeraza RNA rozpoznaje miejsce inicjacji.



Następuje odczytanie sekwencji terminatora.



Nić DNA zostaje rozpleciona przez polimerazę RNA na długości kilku nukleotydów.



Polimeraza RNA przesuwa się wzdłuż DNA i rozplatając helisę, syntetyzuje kolejne nukleotydy.



Dochodzi do oddzielenia się transkryptu i polimerazy od DNA.



Powstający mRNA wydłuża się.



Matrycowy RNA jest gotowy do kolejnego etapu biosyntezy białka.



Uporządkuj poniższe etapy w odpowiedniej kolejności w taki sposób, aby prawidłowo opisywały poszczególne fazy transkrypcji u organizmów eukariotycznych.

Synteza pierwotnego transkryptu



Lokalizacja promotora przez polimerazę RNA



Uwolnienie nici pre-mRNA



Rozplatanie nici DNA przez polimerazę RNA



Odłączenie polimerazy RNA od DNA



Odczytanie sekwencji terminalnych



Ćwiczenie 4



Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące transkrypcji są prawdziwe czy fałszywe.

Twierdzenie	Prawda	Fałsz
Transkrypcji podlega odcinek DNA zawarty między promotorem a terminatorem lub sekwencją terminalną.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matryca jest odczytywana w kierunku 5' → 3', a nowa cząsteczka RNA powstaje w kierunku 5' → 3'.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geny eukariotyczne mają budowę ciągłą.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etapy transkrypcji są takie same u eukariontów i u prokariotów: inicjacja, elongacja, terminacja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pierwotny transkrypt pre-mRNA zawiera odcinki kodujące - introny - oraz odcinki niekodujące - eksony.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modyfikacja budowy końców pre-mRNA polega na przyłączeniu na końcu 5' zmodyfikowanego nukleozydu zwanego czapeczką, a także poliadenylacji końca 3'.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
U organizmów prokariotycznych transkrypcja zachodzi w jądrze komórkowym, dlatego niezbędne jest przeniesienie powstałej cząsteczki mRNA do cytozolu, gdzie odbywa się translacja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 5



Porównaj aktywność prokariotycznej polimerazy RNA oraz eukariotycznej polimerazy typu II.

Ćwiczenie 6



Porównaj koszty energetyczne związane z transkrypcją u organizmów eukariotycznych i prokariotycznych.

Tekst do ćwiczeń 7 i 8

„Transkrypcja u *Eukaryota* jest o wiele bardziej złożona niż u *Prokaryota*. Obecność otoczonego błoną jądra komórkowego warunkuje rozdzielenie transkrypcji i translacji w czasie i przestrzeni, co umożliwia wielostopniową regulację ekspresji genów. Powstały łańcuch jest poddawany dalszym obróbkom – dodaniu kapu na końcu 5', ogona Poli(A) na

końcu 3' oraz splicingowi. U *Prokaryota* oba procesy są ze sobą powiązane – translacja rozpoczyna się, gdy transkrypt jest jeszcze syntetyzowany”.

Źródło: Anna Kurcek, *Transkrypcja*, tekst dostępny na stronie internetowej: www.e-biotechnologia.pl.

Ćwiczenie 7



Opisz trzy różnice w przebiegu transkrypcji między organizmami prokariotycznymi a eukariotycznymi.

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego u organizmów eukariotycznych niezbędna jest modyfikacja potranskrypcyjna, a u bakterii nie.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Porównanie transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

7) porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej;

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):

- Porównasz przebieg transkrypcji w komórkach prokariotów i eukariotów.
- Wyjaśnisz przyczyny odmiennego przebiegu transkrypcji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych.
- Przedstawisz istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- gwiazda pytań;
- analiza tekstu źródłowego.

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;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Porównanie transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 (polegającego na dopasowaniu definicji do pojęć związanych z tematem lekcji) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy lub za pomocą rzutnika zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu weryfikuje przygotowanie uczniów do lekcji, m.in. sprawdza, kto wykonał zadane ćwiczenie. Może wyświetlić odpowiedzi uczniów na tablicy interaktywnej. Prosi wybranego ucznia o uzasadnienie swojego rozwiązania.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie indywidualnie zapisują w zeszycie minimum pięć pytań do tekstu w sekcji „Przeczytaj” – każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”. Wybrani uczniowie na forum klasy przedstawiają jedno z pytań dowolnej osobie (dobierają pytania tak, by się nie powtarzały), która ma za zadanie na nie odpowiedzieć.
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na 4-osobowe grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objasnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie dotyczące porównania

transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie.

Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu. Omawiają przydzielone zagadnienie, wykorzystując ilustracje z e-materiału wyeksponowane na tablicy interaktywnej.

- 3. Praca z multimediami („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel prosi uczniów, aby podzielili się na grupy i opracowali w nich odpowiedzi do polecenia nr 1 (w którym mają za zadanie uzupełnić tabelę z porównaniem transkrypcji eukariotycznej i prokariotycznej). Po ustalonym wcześniej czasie przedstawiciel wskazanej (lub zgłaszającej się na ochotnika) grupy prezentuje propozycję odpowiedzi, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia ją.
- 4.** Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenie nr 2 („Omów, na czym polega obróbka potranskrypcyjna, i podaj, w jakich komórkach zachodzi”). Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe rozwiązanie.
- 5. Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 i 8 (odnoszące się do tekstu źródłowego na temat różnic w procesie transkrypcji u eukariontów i prokariotów) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i formułują wspólne uzasadnienia. Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowy tok rozumowania. Chętni prezentują odpowiedzi na forum klasy. Nauczyciel udziela informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

- Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane w początkowej fazie lekcji.
- Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
- Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

- Wykonaj ćwiczenia od 2 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.

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.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 76.01 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

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