



Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota

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



Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota

Ekspresja genu to procesy umożliwiające odczytanie informacji genetycznej zawartej w genie.
Źródło: TheDigitalArtist, Pixabay, domena publiczna.

Ekspresja genów wymaga odpowiedniej regulacji. Dzięki temu produkowane są białka potrzebne w danym momencie komórce (organizmowi), co pozwala uniknąć wytwarzania zbędnych produktów i tym samym strat energii oraz zasobów. Czasowe zapotrzebowanie na określone białka może wynikać m.in. z chwilowej dostępności surowców (np. źródeł energii) lub konieczności neutralizacji szkodliwych substancji, a także zależeć od etapu rozwoju komórki, tkanki czy organizmu.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, jak jest kontrolowana ekspresja genów u Eukaryota.
- Opiszysz poziomy kontroli ekspresji genów w komórkach eukariotycznych.
- Porównasz różne typy kontroli ekspresji genów w komórkach eukariotycznych.

Poziomy regulacji ekspresji genów

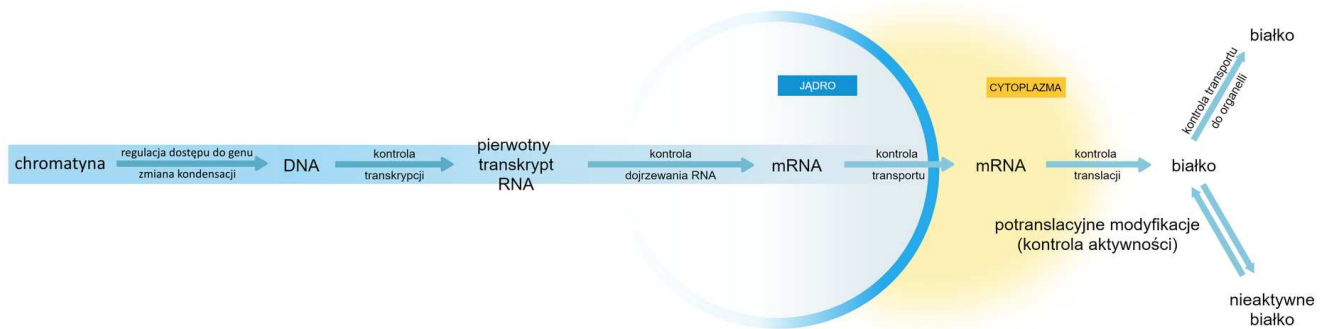
Regulacja ekspresji genów u eukariontów jest procesem bardziej złożonym niż u prokariotów. Wiąże się to m.in. z większą złożonością budowy i rozwoju organizmów eukariotycznych oraz zróżnicowaniem i specjalizacją ich komórek. Niektóre geny są włączane tylko w określonych rodzajach komórek lub na określonym etapie rozwoju osobnika. Na poziomie organizmu wielokomórkowego w procesie regulacji ekspresji wielu genów ważną rolę odgrywają hormony, które pełnią funkcję sygnałów przekazywanych komórkom produkującym określone substancje.

Dwa mechanizmy regulacji przed inicjacją transkrypcji

DNA wraz z białkami tworzy **chromatynę**, która może być w różnym stopniu skondensowana, co jest regulowane poprzez modyfikacje histonów (metylacja i acetylacja). Stopień kondensacji wpływa na dostępność białek związanych z transkrypcją do DNA: chromatyna silnie skondensowana (**heterochromatyna**) jest nieaktywna transkrypcyjnie, natomiast w obszarach rozluźnionej chromatyny (**euchromatyna**) może się odbywać synteza mRNA. Jednym z przykładów tego typu regulacji jest obecność tzw. **ciałka Barra**. U kobiet w komórkach somatycznych jeden z pary chromosomów X jest silnie skondensowany (czyli „wyłączony”), dzięki czemu ekspresja genów mieszczących się na tym chromosomie ma podobny poziom u obu płci.

2

W komórkach eukariontów obserwuje się kilka rodzajów modyfikacji DNA mających wpływ na regulację ekspresji genów. Należy do nich m.in. metylacja DNA, polegająca na przyłączaniu grup metylowych do cytozyny w DNA. Jeśli tego typu modyfikacja następuje w rejonie promotora, zazwyczaj blokuje transkrypcję.



Niektóre etapy regulacji ekspresji genów u eukariontów.

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

Mechanizmy regulacji inicjacji transkrypcji i dalszych etapów ekspresji genów

Regulacja inicjacji i przebiegu transkrypcji

Geny eukariontów nie łączą się w **operony**, podlegające wspólnej regulacji i **transkrypcji**, a każdy gen ma swój własny promotor. Polimeraza RNA nie jest w stanie sama łączyć się z promotorem, ponieważ do tego procesu niezbędny jest szereg dodatkowych cząsteczek, zwanych czynnikami transkrypcyjnymi. Wiązanie tych czynników jest mechanizmem regulacji ekspresji genów. Na proces transkrypcji mogą wpływać także odcinki DNA

znajdujące się w pewnym oddaleniu od regulowanego genu, nawet na innym chromosomie (sekwencje wzmacniające i sekwencje wyciszające).

Regulacja dojrzewania i trwałości mRNA

- **Obróbka potranskrypcyjna** – pierwotny transkrypt mRNA (pre-mRNA) ulega procesowi składania, podczas którego wycinane są introny, a eksony łączą się w cząsteczkę służącą za matrycę w procesie translacji. W przypadku niektórych genów mRNA może być składany na więcej niż jeden sposób, zatem jeden odcinek DNA może kodować więcej niż jedno białko – jest to alternatywny splicing.
- **Redagowanie RNA** – polega na zmianie sekwencji nukleotydów w mRNA. Na przykład kodon oznaczający aminokwas może zostać zmieniony w sygnał STOP, w konsekwencji czego białko syntetyzowane na takiej matrycy będzie miało krótszy łańcuch. Jest to kolejny mechanizm umożliwiający syntezę więcej niż jednego rodzaju białka na podstawie jednego genu.
- **Regulacja trwałości cząsteczek mRNA** – niektóre rodzaje mRNA charakteryzują się okresem półtrwania (czyli czasem, po jakim rozpada się połowa cząsteczek danego typu) liczonym w minutach, natomiast inne mogą trwać przez wiele godzin czy nawet dni. Czas ten może być modyfikowany przez komórkę.

Regulacja inicjacji translacji

Efektywność inicjacji translacji może być regulowana np. poprzez białka regulatorowe wiążące się do cząsteczek mRNA.

Regulacja potranslacyjna

Po translacji wiele białek jest modyfikowanych m.in. przez przycinanie końców łańcucha polipeptydowego lub zmiany chemiczne (np. dodawanie łańcuchów cukrowych czy reszt fosforanowych). Regulowane mogą być również: aktywność, transport i żywotność utworzonych białek.

Słownik

chromatyna

podstawowy składnik chromosomów; jest zbudowana z DNA i białek histonowych

ciałko Barra

chromatyna płciowa lub ciało X; skupienie chromatyny tuż pod błoną jądrową komórek somatycznych u samic ssaków (także u kobiet)

euchromatyna

forma chromatyny; ma dość luźną strukturę, która umożliwia transkrypcję

heterochromatyna

obszary chromatyny, które wykazują wysoki stopień kondensacji; nie jest aktywna transkrypcyjnie

operon

specyficzna i powszechna u bakterii strukturalna i funkcjonalna jednostka genomu, zawierająca od dwóch do kilku kolejno ułożonych genów strukturalnych kodujących enzymy jednego szlaku metabolicznego oraz, położone bezpośrednio przed genami, sekwencje operatora i promotora kontrolujące ich aktywność transkrypcyjną

transkrypcja

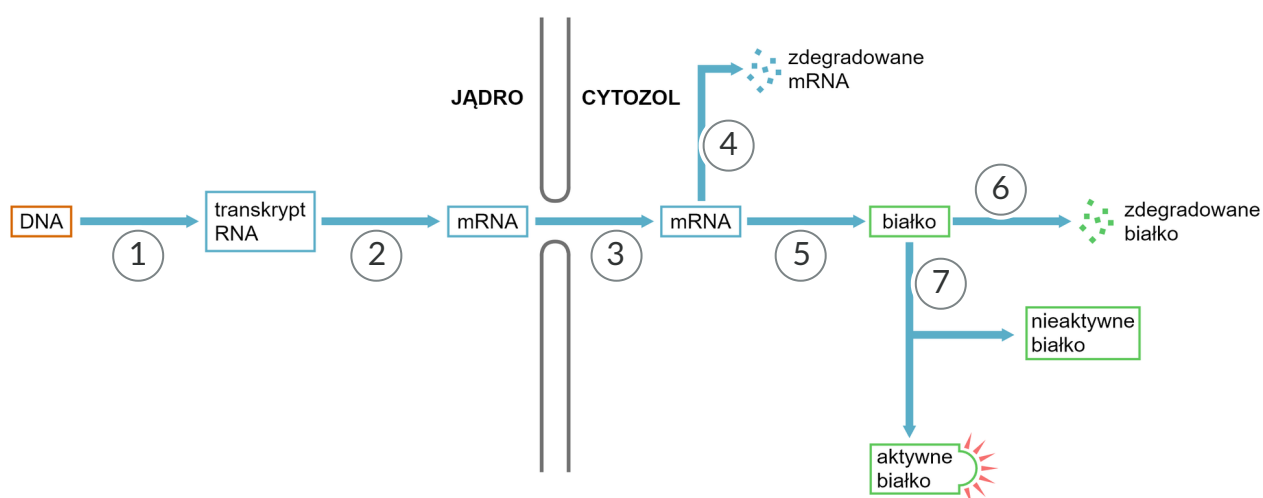
proces syntezy RNA, podczas którego na matrycy DNA jest syntetyzowana komplementarna nić RNA

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Regulacja ekspresji genów u eukariontów jest procesem bardziej złożonym niż u prokariotów. Poniższy schemat przedstawia etapy, na których może zachodzić ekspresja genów u eukariontów.

Dokonaj analizy poniższego schematu, a następnie wyjaśnij, na czym polega kontrola transportu mRNA.



1

Kontrola transkrypcji

2

Kontrola dojrzewania mRNA

3

Kontrola transportu i lokalizacji mRNA

4

Kontrola degradacji mRNA

5

Kontrola translacji

6

Kontrola degradacji białka

7

Kontrola aktywności białka

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

Polecenie 2



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R129xhfET5gXZ>

Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota. Część I.

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota. Część pierwsza.

Na podstawie wywiadu z ekspertem wymień we właściwej kolejności etapy kontroli ekspresji genów u Eukaryota.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne zakończenie zdania. Obecność ciała Barra u kobiet to przykład regulacji ekspresji genów...

- ☐ w trakcie transkrypcji.
- ☐ przed inicjacją transkrypcji.
- ☐ po translacji.
- ☐ na etapie inicjacji transkrypcji.
- ☐ na etapie dojrzewania mRNA.

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawne zakończenie zdania. Wycinanie intronów, łączenie eksonów, dodanie tzw. czapeczki i ogona zachodzą...

- ☐ na etapie dojrzewania mRNA.
- ☐ przed inicjacją transkrypcji.
- ☐ po translacji.
- ☐ w trakcie transkrypcji.
- ☐ na etapie inicjacji transkrypcji.

Ćwiczenie 3



Uzupełnij poniższy tekst tak, aby przedstawiał prawdziwe informacje. W każdym zdaniu wybierz odpowiednie wyrażenie.

Geny eukariontów ☐ łączą ☐ nie łączą ☐ się w ☐ promotory ☐ operony ☐ podlegające wspólnej regulacji i transkrypcji, a każdy gen ma swój własny ☐ promotor ☐ ☐ operon ☐ . Polimeraza RNA nie jest w stanie sama łączyć się z ☐ promotorem ☐ ☐ operonem ☐ , ponieważ do tego procesu niezbędny jest szereg dodatkowych cząsteczek, zwanych czynnikami transkrypcyjnymi. Na proces transkrypcji mogą wpływać także odcinki ☐ DNA ☐ ☐ RNA ☐ znajdujące się w pewnym oddaleniu od regulowanego genu (sekwencje wzmacniające i sekwencje wyciszające).

Ćwiczenie 4



Przyporządkuj różne sposoby regulacji ekspresji genów u eukariontów do poszczególnych etapów tego procesu.

Etap transkrypcji

degradacja cząsteczek mRNA, zanim dojdzie do translacji

Etap translacji

blokowanie (inhibicja) aktywności białek

hydroliza zsyntetyzowanych białek

Etap potranslacyjny

regulacja (inicjacja lub blokowanie) startu transkrypcji

wcześniejsze przerwanie transkrypcji

blokowanie translacji przez przyłączenie do mRNA białek lub odcinków RNA

Ćwiczenie 5



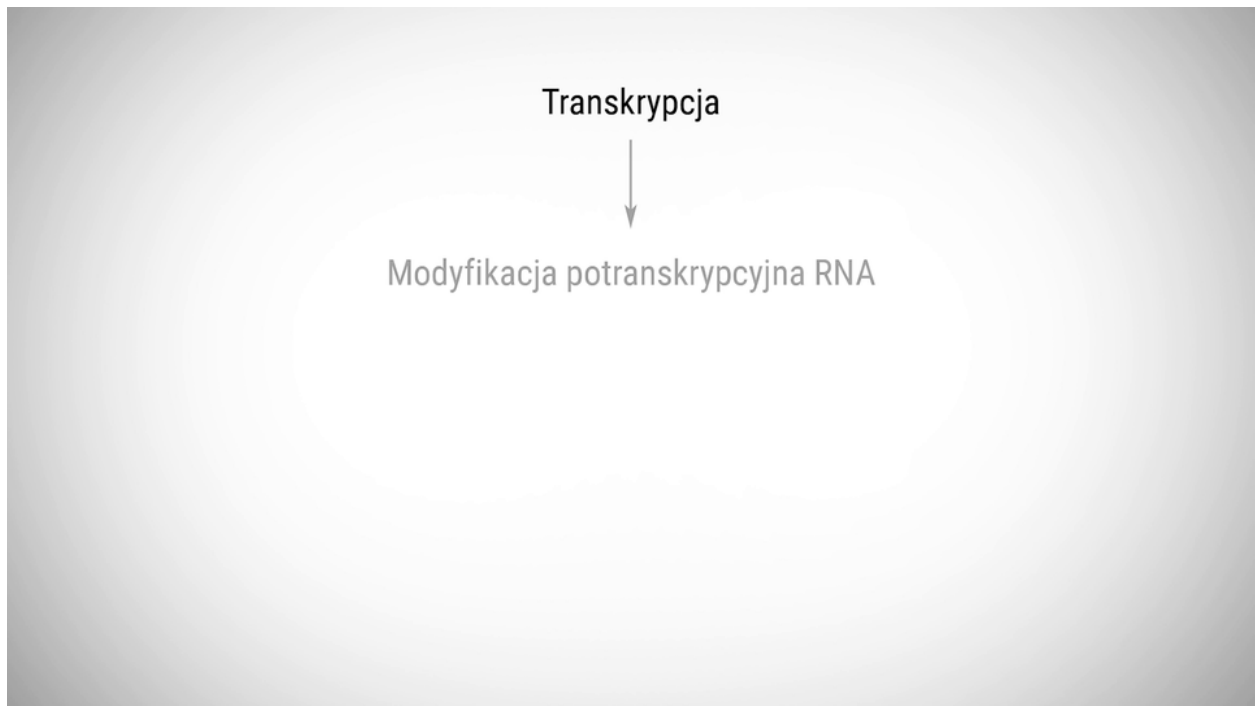
Wyjaśnij, na czym polega regulacja czasu ekspresji genu. W odpowiedzi uwzględnij jej cel oraz mechanizm.

Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, w jaki sposób może zostać zablokowana niepożądana transkrypcja DNA na luźnej chromatynie. W odpowiedzi uwzględnij rodzaj chemicznej modyfikacji.

Informacje do ćwiczeń 7 i 8



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R12iHWbv0xsJ3>

Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota. Część II.

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota. Część druga.

Ćwiczenie 7



Zapoznaj się z wywiadem z ekspertem, a następnie wyjaśnij, dlaczego ekspresja genów u Eukaryota jest najczęściej regulowana na etapie inicjacji transkrypcji.

Ćwiczenie 8



Obejrzyj wywiad z ekspertem, a następnie oceń stwierdzenie: „Każdy rodzaj komórek charakteryzuje się ekspresją tylko części genów, a pozostała ich pula zostaje wyciszona”.

Uzasadnij swoją odpowiedź.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota

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:

6) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

9) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.

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):

- Wyjaśnisz, jak jest kontrolowana ekspresja genów u Eukaryota.
- Opiszysz poziomy kontroli ekspresji genów w komórkach eukariotycznych.
- Porównasz różne typy kontroli ekspresji genów w komórkach eukariotycznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- praca z filmem;
- gwiazda pytań;
- rozmowa kierowana.

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 „Poziomy kontroli ekspresji genów u Eukaryota”. Prosi uczestników zajęć o zapoznanie się z tekstem w sekcji „Przeczytaj”, tak aby podczas lekcji mogli w niej aktywnie uczestniczyć i rozwiązywać zadania.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje pytanie:
 - Jak jest kontrolowana ekspresja genów u Eukaryota?Uczniowie swobodnie się wypowiadają.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, wyjaśnili, na czym polega kontrola transportu mRNA. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.

2. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z wywiadem zawartym w sekcji „Grafika interaktywna” i wykonują polecenie nr 2: „Na podstawie wywiadu z ekspertem wymień we właściwej kolejności etapy kontroli ekspresji genów u Eukaryota”. Wybrana osoba przedstawia rozwiązanie na forum klasy.
3. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każdy zespół otrzymuje arkusz papieru A3 z ilustracją gwiazdy. Zadaniem uczniów jest umieszczenie na ramionach gwiazdy pięciu pytań dotyczących tematu lekcji. Każdy zespół po napisaniu pytań przekazuje gwiazdę innej grupie, zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara. Teraz zadaniem uczniów jest udzielenie odpowiedzi na zadane pytania na podstawie wiadomości znajdujących się w e-materiale.
Uczniowie swoje odpowiedzi zapisują na otrzymanym arkuszu papieru A3. Po upływie wyznaczonego czasu grupy prezentują swoje gwiazdy. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia informacje, wyjaśnia wątpliwości.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 („Obejrzyj wywiad z ekspertem, a następnie wyjaśnij, dlaczego ekspresja genów u Eukaryota jest najczęściej regulowana na etapie inicjacji transkrypcji”) i nr 8 („Obejrzyj wywiad z ekspertem, a następnie oceń stwierdzenie: »Każdy rodzaj komórek charakteryzuje się ekspresją tylko części genów, a pozostała ich pula zostaje wyciszona«. Uzasadnij swoją odpowiedź”) 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:

1. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy interaktywnej lub przy użyciu rzutnika temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W kontekście wyświetlonych treści prosi uczniów o rozwinięcie zdania: „Na dzisiejszej lekcji nauczyłem/nauczyłam się...”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 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.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Grafika interaktywna” do podsumowania lekcji.