



## Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eukaryota

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Film](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eukaryota

W wyniku transkrypcji genu powstaje pre-mRNA. Zanim będzie mogło zostać wykorzystane w procesie translacji, musi ulec niezbędnym modyfikacjom, które określane są jako dojrzewanie mRNA.

Źródło: geralt, Pixabay, domena publiczna.

U organizmów eukariotycznych pomiędzy etapem transkrypcji a translacji zachodzą różnego rodzaju modyfikacje RNA, powstałego w wyniku pierwszego z wymienionych procesów, których ogół nazywa się dojrzewaniem nici RNA. Konieczność przeprowadzenia modyfikacji potranskrypcyjnych u eukariontów wynika m.in. z obecności w ich genomie intronów.

### Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest obróbka potranskrypcyjna RNA.
- Scharakteryzujesz etapy obróbki potranskrypcyjnej RNA.
- Opiszysz cele modyfikacji RNA.

# Przeczytaj

---

Transkrypcja rozpoczyna się, kiedy enzym polimeraza RNA zależna od DNA po odnalezieniu w DNA sekwencji promotora przyłącza się do niej w obecności czynników transkrypcyjnych. Następnie enzym ten rozpoczyna przyłączanie kolejnych [nukleotydów](#) do nici RNA i robi to nieprzerwanie aż do pojawienia się na jego drodze sygnałów zakończenia transkrypcji. Transkrypcji ulegają zarówno [egzony](#), jak i [introny](#), a powstała w ten sposób nić to pierwotny transkrypt, czyli pre-mRNA.

Pierwszą z modyfikacji, zachodzącą w jądrze komórkowym, jest dołączenie do nici pre-mRNA na końcu 5' tzw. **czapeczki**. Czapeczka ta składa się z [nukleozydu](#) 7-metyloguanozyny i może posiadać dodatkowe modyfikacje. Ta zmodyfikowana guanozyna wiąże się z nukleotydem na końcu 5' pierwotnego transkryptu nietypowym wiązaniem 5'-5'. Omawiana modyfikacja odbywa się wkrótce po rozpoczęciu [transkrypcji](#) i ma na celu ochronę nici przed zniszczeniem przez [nukleazy](#) w jądrze. Czapeczka jest także jednym z miejsc przyłączania się czynników inicjujących [translację](#) w cytoplazmie.

Druga modyfikacja to **poliadenylacja**, czyli dodanie **ogona poli-A** na końcu 3' nici. Składa się on z 50–250 nukleotydów adeninowych i służy (poza kilkoma wyjątkami) ochronie nici przed jej degradacją przez nukleazy – podobnie jak w przypadku wcześniej omówionej czapeczki. Dodatkowym celem poliadenylacji jest zwiększenie wydajności RNA jako matrycy do translacji. Modyfikacja ta zachodzi w jądrze komórkowym i jest przeprowadzana przez enzym polimerazę poli(A) za pośrednictwem odpowiednich czynników białkowych.

## Ciekawostka

Nietypową funkcję poliadenylacja pełni u eukariontów w plastydach i mitochondriach niektórych roślin naczyniowych. Możliwe jest, że w tych przypadkach dołączenie ogona poli-A nie chroni nici przed degradacją, ale jest sygnałem do jej rozpoczęcia. Ta prawidłowość jest jednym z dowodów na pochodzenie niektórych roślinnych organelli komórkowych od

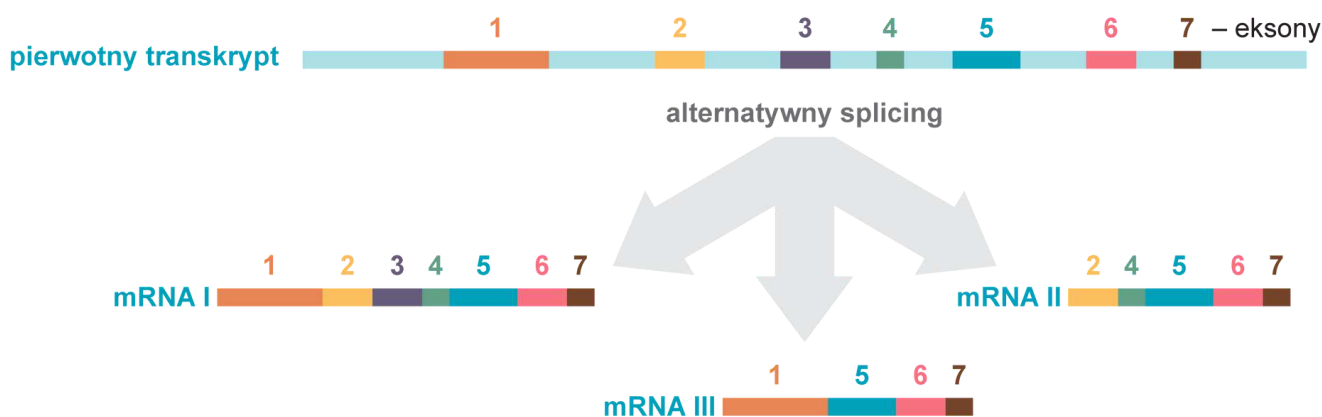
endosymbiotycznych bakterii, ponieważ u bakterii poliadenylacja również skutkuje degradacją RNA.

Modyfikacje potranskrypcyjne RNA.

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

Po zakończeniu transkrypcji następuje trzecia z modyfikacji RNA – **splicing**. Polega ona na przecięciu pre-mRNA na granicy poszczególnych egzonów i intronów, a następnie złożeniu nici mRNA bez intronów. Splicing zachodzi na dwa sposoby. Po pierwsze poprzez działanie kompleksu białkowo-rybonukleoproteinowego (czyli składającego się z cząsteczek białek oraz specyficznych cząsteczek RNA), zwanego spliceosomem, który rozpoznaje odpowiednią sekwencję na końcu 5' i 3' intronu. Przecina on nić w tych miejscach, po czym „zapętla ją”, przyłączając koniec 5' do miejsca rozgałęzienia znajdującego się na wycinanym intronie. Następnie łączy ze sobą dwa egzony. Drugim sposobem jest samodzielne usuwanie się intronów. Działa ono na podobnej zasadzie, ale możliwe jest tylko wtedy, gdy dany fragment nici jest [rybozymem](#), czyli jest w stanie katalizować reakcję chemiczną, podobnie jak enzym białkowy.

Nie zawsze wszystkie egzony danego genu są włączane do transkryptu podczas splicingu. Zjawisko to nazywa się splicingiem alternatywnym i umożliwia wytworzenie różnych białek na bazie tego samego genu. Szerzej proces ten został opisany w e-materiale: [Regulacja potranskrypcyjna - splicing alternatywny](#).



W wyniku alternatywnego splicingu, z jednego genu może powstać wiele różnych cząsteczek mRNA.

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

Czwarta i ostatnia z omawianych modyfikacji potranskrypcyjnych to **edycja RNA**, zachodząca znacznie rzadziej od pozostałych trzech. Polega ona na usunięciu z nici pojedynczych nukleotydów, dodaniu nowych lub zamianie jednych w inne przez kompleks zwany [edytosomem](#). Zamiana jednego nukleotydu w drugi odbywa się nie poprzez wymianę jednego na inny, ale poprzez chemiczną zmianę budowy jego cząsteczki i co za tym idzie – tworzącą z niego inny związek. Możliwym celem edycji RNA jest utworzenie dłuższych lub krótszych wersji białek, a także wpływanie na funkcjonalność protein. Biotechnolodzy badają obecnie możliwości wykorzystania edycji RNA do manipulacji sekwencją RNA, a zatem wpływania na ekspresję genów oraz jej produkty.

Po przejściu modyfikacji potranskrypcyjnych nić staje się dojrzałym mRNA i może zostać poddana translacji. Opis tego procesu znajdziesz w e-materiale: [Przebieg translacji u Eukaryota](#).

## Słownik

### **edytosom**

kompleks składający się z białek oraz specyficznej cząsteczki RNA, będący matrycą do modyfikacji mRNA

### **egzon (ekson)**

fragment genu kodujący odcinek białka

### **intron**

odcinek DNA, zazwyczaj niekodujący białka, do niedawna uważany za zbędny, obecnie przypisuje mu się funkcje regulatorowe

### **nukleazy**

enzymy z klasy hydrolaz katalizujące hydrolizę wiązania fosfodiesterowego, łączącego nukleotydy w nici polinukleotydowej RNA lub DNA

### **nukleotyd**

nukleozyd połączony z grupą fosforanową lub grupami fosforanowymi

### **nukleozyd**

związek organiczny zbudowany z zasady azotowej połączonej wiązaniem  $\beta$ -N-glikozydowym z pierwszym atomem węgla cukru pięciowęglowego

### **rybozym**

cząsteczka RNA o właściwościach katalitycznych, zbliżonych do enzymów białkowych

### **transkrypcja**

(łac. *transcriptio* – przepisywanie) proces syntezy RNA, podczas którego na matrycy DNA syntetyzowana jest komplementarna nić mRNA

### **translacja**

drugi etap biosyntezy białka, podczas którego, na podstawie informacji zapisanej w nici mRNA, syntetyzowany jest polipeptyd

# Audiobook

---

Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eukaryota

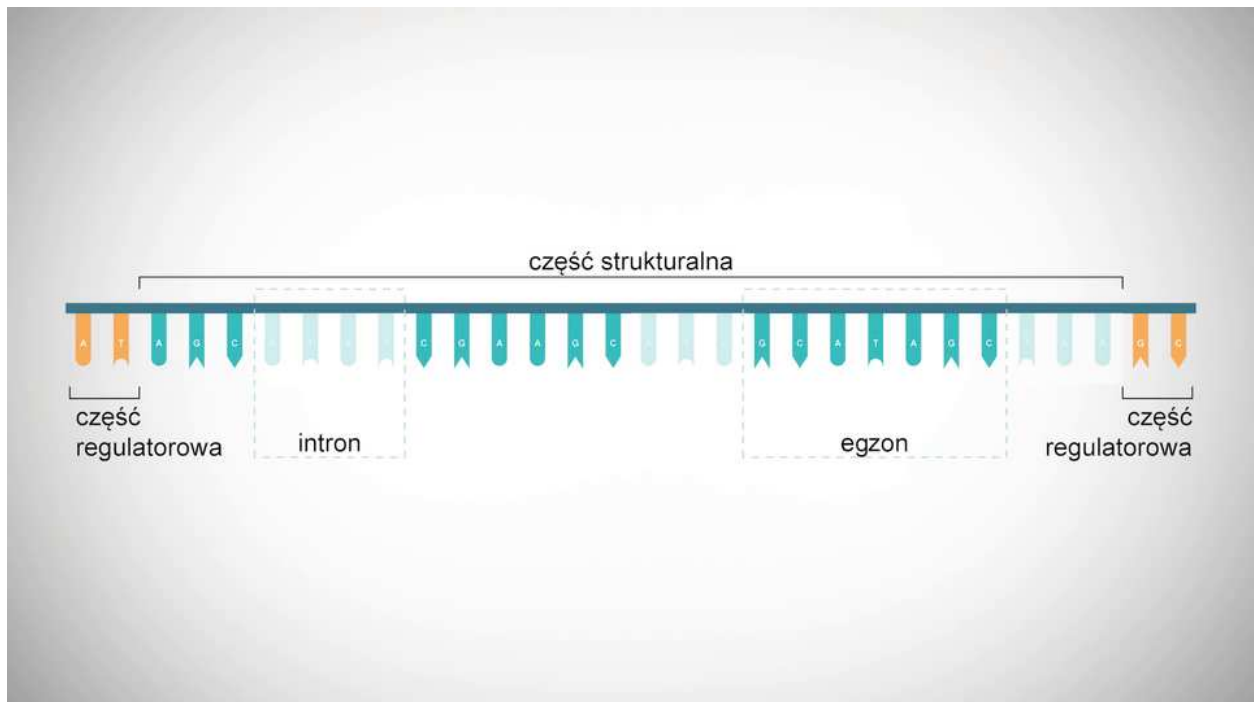
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

**Polecenie 1**

**Polecenie 2**

# Film

---



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RokA7PDyIF9Wp>

Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eukaryota.

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Modyfikacje potranskrypcyjne RNA u Eukaryota.

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z wywiadem z ekspertem, a następnie omów, w jaki sposób budowa genu u Eukaryota determinuje konieczność obróbki potranskrypcyjnej mRNA.

## Polecenie 2

Opisz przebieg obróbki potranskrypcyjnej mRNA, uwzględniając w odpowiedzi funkcje poszczególnych etapów.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Modyfikacje potranskrypcyjne RNA 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:

3) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

4) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej 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, czym jest obróbka potranskrypcyjna RNA.
- Scharakteryzujesz etapy obróbki potranskrypcyjnej RNA.
- Opiszysz cele modyfikacji RNA.

**Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

## Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z audiobookiem;
- praca z filmem;
- linia czasu.

## 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.

## Przed lekcją:

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

## Przebieg lekcji

### Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel pyta uczniów: „Czym jest obróbka potranskrypcyjna RNA i jakie są jej cele?”. Następnie dzieli uczniów na cztery zespoły – każda z grup ma za zadanie, na podstawie przeczytanego w domu tekstu, opisać za pomocą linii czasu etapy obróbki potranskrypcyjnej RNA.

### Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Audiobook”).** Uczniowie zapoznają się z audiobookiem. Następnie, pracując indywidualnie, rozwiązują polecenie nr 1: „Wskaż podobieństwa i różnice między modyfikacją potranskrypcyjną polegającą na utworzeniu struktury czapeczki (*cap*) oraz modyfikacją polegającą na dołączeniu ogonka poli(A)”. Swoje odpowiedzi porównują z osobą z pary. Wybrane zespoły przedstawiają rozwiązanie na forum klasy.
2. Uczniowie wykonują w parach polecenie nr 2: „Wyjaśnij, jaka jest różnica między splicingiem, a alternatywnym splicingiem.”. Swoje rozwiązania porównują z inną parą.

Wybrane zespoły przedstawiają odpowiedź na forum klasy.

3. **Praca z drugim multimedium („Film”).** Uczniowie zapoznają się z filmem wyświetlonym przez nauczyciela. Następnie, pracując samodzielnie, wykonują polecenie nr 1 („Omów, w jaki sposób budowa genu u Eukaryota determinuje konieczność obróbki potranskrypcyjnej mRNA”) oraz polecenie nr 2 („Opisz przebieg obróbki potranskrypcyjnej mRNA, uwzględniając w odpowiedzi funkcje poszczególnych etapów”). Po upływie wyznaczonego czasu omawiają prawidłowe rozwiązanie w 4-osobowych grupach. Wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy prezentuje odpowiedź. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie weryfikują linie czasu opracowane we wstępnej fazie lekcji i w razie potrzeby je uzupełniają.
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W tym kontekście dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji oraz wyjaśnia wątpliwości uczniów.

#### **Praca domowa:**

1. Dla chętnych: Wyobraź sobie, że masz okazję przeprowadzić wywiad z naukowcem – specjalistą w dziedzinie, której dotyczy e-materiał. Sformułuj pytania, które chciałbyś mu zadać.

#### **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:**

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z materiałem w sekcji „Audiobook”, aby przygotować się do późniejszej pracy.