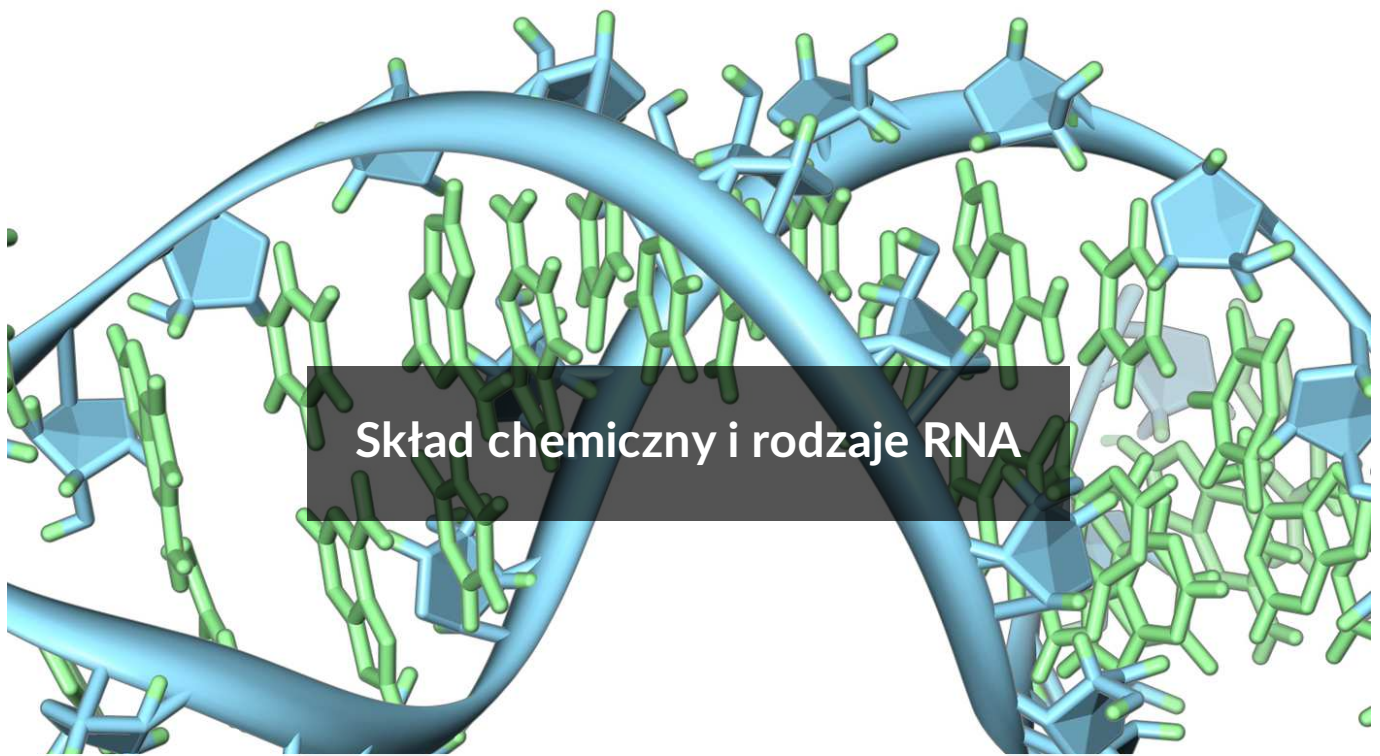


## Skład chemiczny i rodzaje RNA

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



## Skład chemiczny i rodzaje RNA

Najprostszy, a zarazem najczęściej występujący motyw strukturalny RNA to struktura spinki do włosów. Powstaje ona wskutek utworzenia dwuniciowej helisy przez dwie komplementarne sekwencje, które występują w jednej nici tego kwasu nukleinowego.

Źródło: Vossman, Wikimedia Commons, Flickr.

Kwas rybonukleinowy (RNA), podobnie jak kwas deoksyrybonukleinowy (DNA), zaliczany jest do organicznych związków chemicznych należących do grupy kwasów nukleinowych. Znamy wiele klas RNA, które różnią się strukturą, wielkością i funkcją biologiczną. RNA ma głównie postać jednoniciową. Jak myślisz, czy występuje on także w formie dwuniciowej, tak jak DNA?

### Twoje cele

- Wymienisz rodzaje RNA.
- Omówisz funkcje RNA.
- Scharakteryzujesz budowę RNA wskazując wiązania występujące w jego cząsteczce.

# Przeczytaj

## Budowa RNA

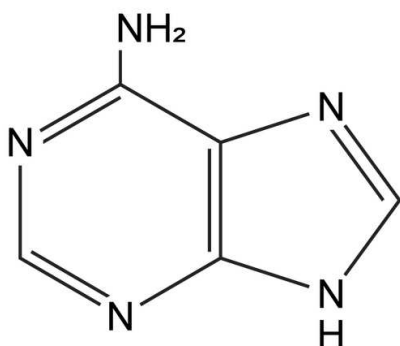
RNA, czyli kwas rybonukleinowy, tak samo jak DNA, zbudowany jest z długich, nierozgałęzionych łańcuchów polinukleotydowych, złożonych z wielu [nukleotydów](#).

W skład nukleotydów tworzących RNA wchodzi następujące elementy:

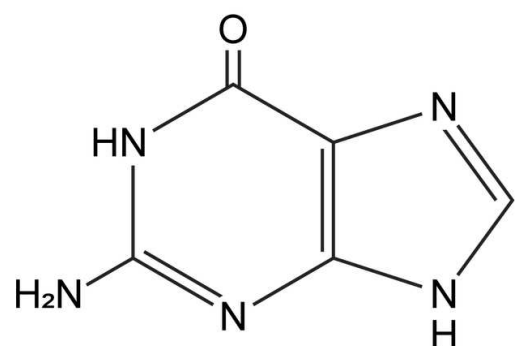
1. [Nukleozyd](#) zbudowany z jednej z zasad azotowych (adeniny, cytozyny, guaniny lub uracylu) połączonej z pierwszym atomem węgla (1') pięciowęglowego cukru [rybozy](#) wiązaniem N-glikozydowym.
2. Grupa fosforanowa połączona z nukleozydem wiązaniem estrowym.

### Zapamiętaj!

Jedną z różnic pomiędzy nukleotydami obecnymi w RNA i DNA jest występowanie uracylu (U) zamiast obecnej w DNA tyminy (T).



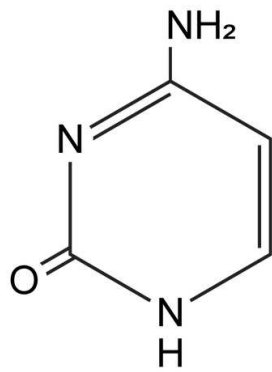
adenina



guanina

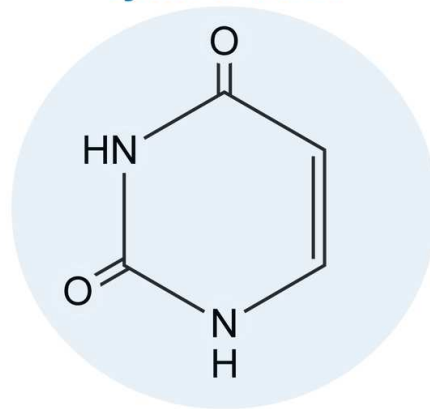
Zasady purynowe występujące w RNA.

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



cytozyna

tylko w RNA



uracyl

Zasady pirymidynowe występujące w RNA.

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

Budowa nukleotydu.

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

W wyniku połączenia wielu nukleotydów powstaje [łańcuch polinukleotydowy](#). Łączenie się nukleotydów następuje w wyniku reakcji [dehydratacji](#). Sąsiadujące nukleotydy połączone są ze sobą wiązaniami 3',5'-fosfodiestrowymi, w których grupa fosforanowa przyłączona do węgla 5' rybozy łączy się z węglem 3' rybozy drugiego nukleotydu.

### Ważne!

Grupy cukrowe i fosforanowe stanowią zewnętrzny szkielet RNA nazywany **szkieletem cukrowo-fosforanowym**.

Struktura przestrzenna RNA.

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

Dwa wolne końca polimeru różnią się od siebie. Na jednym końcu znajduje się reszta fosforanowa związana z węglem 5', natomiast na drugim końcu grupa hydroksylowa przyłączona do węgla 3'. Stąd każdy łańcuch RNA wykazuje polarność budowy. Przyjęto, że sekwencję zasad zapisuje się w kierunku od końca 5' łańcucha RNA do końca 3', czyli w kierunku 5' → 3'.

RNA jest zazwyczaj cząsteczką jednoniciową, która może tworzyć różnorodne struktury przestrzenne, takie jak struktura spinki do włosów.

RNA może przyjmować również postać dwuniciową. W tej formie występuje materiał genetyczny niektórych wirusów i wiroidów.

### Dla zainteresowanych

„Występowanie dwóch rodzajów kwasów nukleinowych (nazwę zaproponował R. Altman w 1889 roku) zasugerowało odkrycie przez Phoebusa Levene’a rybozy w 1909 roku i deoksyrybozy 20 lat później. Na początku lat 30. XX wieku stwierdzono, że RNA i DNA wykazują różne właściwości w środowisku zasadowym i faktycznie stanowią odrębne klasy cząsteczek.”

Źródło: Marta M. Gabryelska, Maciej Szymański, Jan Barciszewski, *DNA – cząsteczka, która zmieniła naukę. Krótka historia odkryć*, Nauka, 2009, 2, 111–134).

## Rodzaje RNA

Wyróżnia się dwie grupy RNA – kodujące i niekodujące. RNA kodujący wchodzi w skład [transkryptomu](#) i obejmuje mRNA. Grupa niekodujących RNA, nazywanych również funkcjonalnymi RNA, zawiera wiele rodzajów RNA, m.in. rRNA, tRNA, snRNA, snoRNA, miRNA i siRNA. Pełnią one funkcję katalityczną i regulatorową podczas ekspresji genów.

| Grupa RNA | Rodzaj RNA | Budowa i występowanie | Funkcja |
|-----------|------------|-----------------------|---------|
|-----------|------------|-----------------------|---------|

| Grupa RNA   | Rodzaj RNA                          | Budowa i występowanie  | Funkcja  |
|---|-------------------------------------|--|--|
| <p>Kodujący</p> <p>- 4% całości RNA</p>                       | <p><a href="#"><u>mRNA</u></a></p>  | <p>- zazwyczaj jednoniciowy</p> <p>- odcinki RNA powstałe w wyniku <a href="#"><u>transkrypcji</u></a> odcinka DNA</p> | <p>- udział w biosyntezie białka</p> <p>- przenoszenie informacji genetycznej</p>                    |
| <p>Niekodujący/<br/>funkcjonalny</p> <p>- 96% całości RNA</p> | <p><a href="#"><u>rRNA</u></a></p>  | <p>- możliwe występowanie fragmentów dwuniciowych</p> <p>- najliczniejszy w komórce</p>                                | <p>- udział w biosyntezie białek</p> <p>- składnik rybosomów, na których zachodzi synteza białek</p> |
|   | <p><a href="#"><u>tRNA</u></a></p>  | <p>- możliwe występowanie fragmentów dwuniciowych</p> <p>- obecny we wszystkich organizmach</p>                        | <p>- udział w <a href="#"><u>translacji</u></a></p> <p>- dostarczanie aminokwasów do rybosomu</p>    |
|   | <p><a href="#"><u>snRNA</u></a></p> | <p>- obecny w jądrach komórkowych wszystkich eukariotów i archeonów</p>  | <p>- udział w <a href="#"><u>splicingu</u></a> (wycinaniu <a href="#"><u>intronów</u></a>)</p>       |

| Grupa RNA | Rodzaj RNA                    | Budowa i występowanie   | Funkcja   |
|-----------|-------------------------------|---|---|
|           | <a href="#"><u>snoRNA</u></a> | - obecny w rejonie jąderka w jądrach komórkowych eukariotów   | - udział w chemicznej modyfikacji rRNA<br>- kierowanie potranskrypcyjnymi modyfikacjami rybosomalnych RNA (rRNA) i małych jądrowych RNA (snRNA) |
|           | <a href="#"><u>miRNA</u></a>  | - jednoniciowy<br>- obecny u roślin, kręgowców i bezkręgowców | - regulacja ekspresji genów poprzez hamowanie translacji  |
|           | <a href="#"><u>siRNA</u></a>  | - dwuniciowy<br>- obecny u roślin, kręgowców i bezkręgowców   | - regulacja ekspresji genów   |

## W jaki sposób sekwencja mRNA określa dane białko?

Aby z sekwencji DNA powstało białko, najpierw musi ona zostać przepisana na sekwencję RNA. Proces ten nazywany jest **transkrypcją**. W cząsteczce DNA jedna nić nazywana jest nicią kodującą, a druga nicią matrycową, i to właśnie na podstawie jej sekwencji powstaje cząsteczka RNA. Nić matrycowa odczytywana jest w kierunku 3' → 5', natomiast nowe cząsteczki RNA powstają w kierunku 5' → 3'. Oto przykład:

5'-ATGATCTCGTAA-3' → sekwencja kodującej nici DNA

3'-TACTAGAGCATT-5' → sekwencja matrycowej nici DNA

5'-AUGAUCUCGUA-3' → sekwencja nici mRNA

Transkrypcja RNA na matrycy DNA odbywa się na zasadzie komplementarności, jednak z powodu biochemicznej różnicy pomiędzy DNA i RNA, zamiast tyminy występuje uracyl.

## Kwasy nukleinowe: RNA i DNA

RNA i DNA różnią się liczbą nici, składnikiem cukrowym, jedną z zasad oraz pełnioną funkcją.

|             |        | RNA  | DNA   |
|-------------|--------|--|---|
| Pełna nazwa |        | kwas rybonukleinowy  | kwask<br>deoksyrybonukleinowy   |
| Funkcja     |        | <ul style="list-style-type: none"><li>- nośnik informacji genetycznej</li><li>- odczytywanie informacji genetycznej</li><li>- udział w syntezie białek</li><li>- katalizowanie reakcji biochemicznych (<u>rybozomy</u>)</li><li>- udział w regulacji ekspresji genów</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- nośnik informacji genetycznej</li></ul> |
| Liczba nici |        | 1  | 2   |
| Nukleotyd   | Cukier | pentoza – ryboza   | pentoza –<br>deoksyryboza   |
|             |        |  |   |

|  |                   | RNA  | DNA  |
|--|-------------------|--|--|
|  | Zasady azotowe    | - adenina<br>- uracyl<br>- cytozyna<br>- guanina | - adenina<br>- tymina<br>- cytozyna<br>- guanina |
|  | Grupa fosforanowa | jedna grupa fosforanowa                          | jedna grupa fosforanowa                          |

Więcej na temat budowy i składu chemicznego DNA i RNA w e-materiale pt. *Struktura przestrzenna DNA i RNA*.

Więcej o właściwościach katalitycznych RNA w e-materiale pt. [Rybozomy – RNA o właściwościach katalitycznych](#).

Więcej o tRNA w e-materiałach pt. [Budowa i funkcje tRNA i rybosomów](#) i [Aminoacylacja tRNA](#).

Więcej o drobnocząsteczkowych RNA w e-materiale pt. [Rola drobnocząsteczkowych RNA w regulacji ekspresji genów](#).

## Słownik

### dehydratacja

reakcja chemiczna, w której wyniku z jednej lub jednocześnie z dwóch cząsteczek związku chemicznego zostaje usunięta cząsteczka wody

### intron

odcinek genu niekodujący sekwencji aminokwasów w polipeptydzie; rozdziela eksony w genach komórek eukariotycznych

### łańcuch polinukleotydowy

wiele nukleotydów połączonych ze sobą wiązaniami fosfodiesterowymi

## **mRNA**

ang. *messenger RNA* – RNA informacyjny

## **miRNA**

ang. *microRNA* – mikroRNA

## **siRNA**

ang. *short interfering RNA* – mały interferujący RNA

## **snRNA**

ang. *small nuclear RNA* – mały jądrowy RNA

## **snoRNA**

ang. *small nucleolar RNA* – mały jąderkowy RNA

## **rRNA**

ang. *ribosomal RNA* – RNA rybosomowy

## **tRNA**

ang. *transfer RNA* – RNA transportujący

## **nukleotyd**

podstawowa jednostka budowy (monomer) kwasów nukleinowych; pochodna nukleozydu, w której grupa hydroksylowa (–OH) części cukrowej jest połączona z cząsteczką kwasu fosforowego wiązaniem estrowym

## **nukleozyd**

związek organiczny zbudowany z zasady azotowej połączonej wiązaniem *N*-glikozydowym z pentozą

## **ryboza**

pięciowęglowy cukier występujący w RNA

## **rybozym**

cząsteczki kwasów rybonukleinowych (RNA) o właściwościach katalitycznych

## **splicing**

proces obróbki pierwotnego produktu transkrypcji prekursorowego RNA (preRNA); polega na wycinaniu odcinków RNA niekodujących białka (intronów) i łączeniu we właściwej kolejności odcinków kodujących (egzonów); w procesie tym nieciągła informacja genetyczna zawarta w DNA zostaje przekształcona w ciągłą

## **transkrypcja**

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

## **transkryptom**

pula cząsteczek mRNA obecnych w określonym momencie w komórce lub organizmie

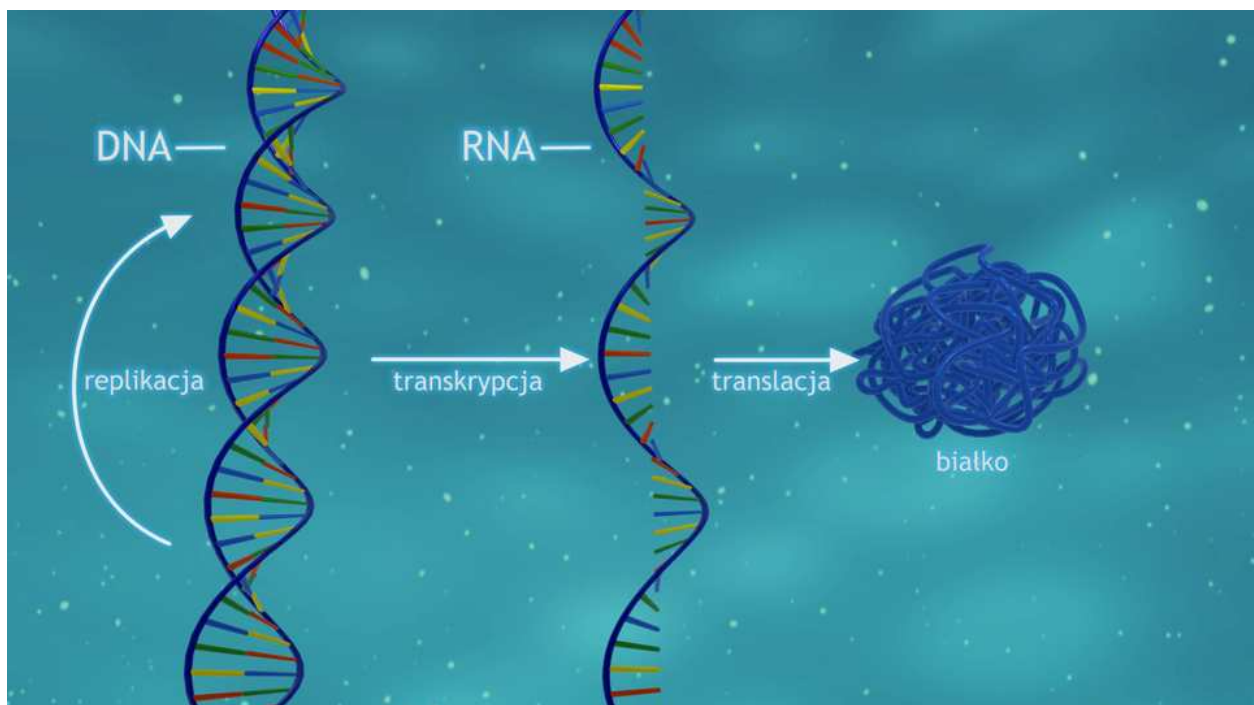
## **translacja**

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

# Animacja

---

## Trwa wczytywanie danych..



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/Rc7W4dHZn0vRh](https://preview/resource/Rc7W4dHZn0vRh)

Skład chemiczny i rodzaje RNA.

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

Film nawiązujący do treści skład chemiczny i rodzaje RNA.




---

Polecenie 1

Polecenie 2

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Zaznacz, którą komplementarną nić RNA można uzyskać z poniższej sekwencji DNA:

5' AGTTCATGGA 3'

Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5

Ćwiczenie 6



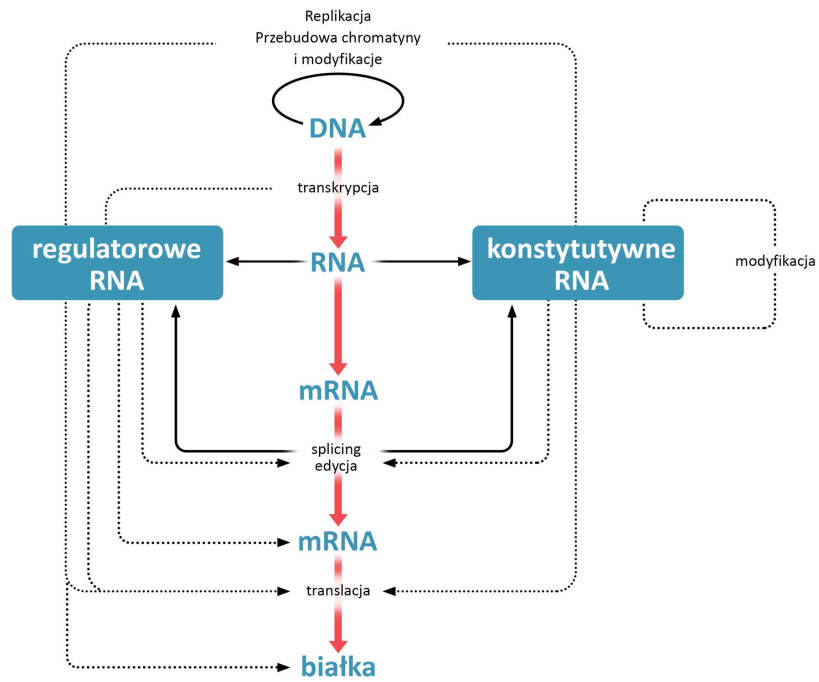


Rys. 1. Schemat ekspresji informacji genetycznej.

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

„Ze względu na pełnione funkcje komórkowe ncRNA można podzielić na dwie podstawowe grupy: konstytutywne lub infrastrukturalne RNA oraz regulatorowe RNA. Do pierwszej z nich zaliczane są RNA warunkujące realizację podstawowych funkcji komórkowych, jak biosynteza białka (tRNA, rRNA) czy dojrzewanie i modyfikacja pierwotnych transkryptów (snRNA, snoRNA). Z drugiej strony regulatorowe RNA warunkują prawidłową ekspresję genów i właściwe funkcjonowanie organizmu. Te dwie grupy RNA różnią się również innymi profilami ekspresji. Ze względu na udział w podstawowych procesach życiowych, konstytutywne RNA występują we wszystkich komórkach na stałym poziomie, natomiast ekspresja regulatorowych RNA zależna jest od rozwoju i różnicowania oraz stanu komórki, będącego wynikiem oddziaływania ze środowiskiem zewnętrznym”.

Źródło: Marta Gabrylewska, Maciej Szymański, Mirosława Z. Barciszewska, Jan Barciszewski, *Regulatorowe RNA w mózgu*, Nauka, 2008, 2, 95–114.



Rys. 2. Zróżnicowane profile ekspresji RNA.

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

## Ćwiczenie 8



„W latach 50. wykazano, że RNA ma znacznie bardziej złożoną strukturę niż DNA. W 1956 roku uzyskano obraz dyfrakcyjny podwójnej helisy RNA dla zhybrydowanych nici poli(A) i poli(U). Wykazano, że RNA bierze udział w przenoszeniu informacji genetycznej z DNA do cytoplazmy i syntezie białek. W 1960 roku eksperymentalnie potwierdzono możliwość bezpośrednich oddziaływań RNA i DNA oraz reasocjacji rozdzielonych w wyniku termicznej denaturacji komplementarnych nici DNA. Dwadzieścia lat później określono strukturę hybrydy RNA-DNA. Odkrycia te stały się podstawą nowoczesnych technik eksperymentalnych biologii molekularnej. W 1967 roku zidentyfikowano oddziaływania komplementarnych sekwencji DNA i RNA (tzw. strategia antysensowa), której funkcjonalność wykazano *in vitro* 10 lat później z wykorzystaniem syntetycznych oligonukleotydów. W 1960 roku Samuel Weiss wykazał, że RNA jest syntetyzowany na matrycy DNA przez polimerazę RNA, wykorzystując trifosforany rybonukleozydów, udowadniając, że sekwencje DNA i RNA są komplementarne. Rok później François Jacob i Jacques Monod scharakteryzowali informacyjny RNA (ang. messenger RNA, mRNA). Pierwszym kwasem nukleinowym, dla którego określono sekwencję nukleotydową, był transferowy RNA specyficzny dla alaniny z drożdży”.

Na podstawie: Gabryelska M. M., Szymański M., Barciszewski J. 2009. *DNA – cząsteczka, która zmieniła naukę*.

*Krótką historią odkryć*, Nauka, 2, 111–134.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan, Daria Reczyńska

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Skład chemiczny i rodzaje RNA

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

## **Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.

## **Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje obywatelskie;
- 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):**

- Wymienisz rodzaje RNA.
- Omówisz funkcje RNA.
- Scharakteryzujesz budowę RNA wskazując wiązania występujące w jego cząsteczce.

## **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- odwrócona klasa;
- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- mapa myśli;
- 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;
- tabela porównawcza RNA i DNA (materiały pomocnicze).

### **Przed lekcją:**

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

### **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 wprowadza uczniów w temat lekcji, mówiąc, że DNA nie jest jedynym kwasem nukleinowym. Na początku lat 30. XX wieku wyróżniono cząsteczki DNA i RNA, które mają odmienną budowę i funkcje.

#### **Faza realizacyjna:**

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium. Uczniowie odczytują polecenie nr 1 („Opisz budowę RNA. W odpowiedzi uwzględnij zasady azotowe, odpowiednią pentozę oraz wiązania

chemiczne występujące pomiędzy poszczególnymi elementami nukleotydu i między nukleotydami nici RNA”) i wykonują je w parach. Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.

2. Uczniowie w parach analizują treść polecenia nr 2 („Uzasadnij twierdzenie, że RNA pełni różnorodne funkcje w komórce”), dyskutują, a następnie zapisują wnioski. Wybrane grupy omawiają swoje rozwiązanie i spostrzeżenia na forum klasy.
3. **Mapa myśli.** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy. Każda z nich opracowuje mapę myśli na temat składu chemicznego i rodzajów RNA. Grupy prezentują wyniki swojej pracy. Nauczyciel uzupełnia brakujące informacje, koryguje ewentualne błędy.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie – na podstawie ilustracji oraz tekstu źródłowego – wyjaśnić, jaka jest różnica w ekspresji regulatorowych i konstytutywnych RNA oraz które RNA reagują podczas zakażeń) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie w 4-osobowych grupach omawiają prawidłowe rozwiązanie. Po upływie wyznaczonego czasu wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy prezentuje odpowiedź wraz z jej uzasadnieniem. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.

#### Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel rysuje na tablicy tabelę w celu porównania budowy RNA i DNA (zob. materiały pomocnicze). Prosi uczniów o wskazanie elementów porównawczych oraz uzupełnienie tabeli. Nauczyciel podsumowuje wyniki pracy i podkreśla różnice w budowie kwasów nukleinowych.
2. Nauczyciel zadaje pytanie: „Czy prawdą jest twierdzenie, że RNA jest zawsze cząsteczką jednoniciową?”. Chętni uczniowie udzielają odpowiedzi, właściwie argumentując swoje stanowisko.

#### Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie nr 8 z sekcji „Sprawdź się”.

#### Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- tabela porównawcza DNA i RNA:

|                                   | DNA          | RNA               |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|
| Podstawowa jednostka strukturalna | nukleotyd    | nukleotyd         |
| Zasady azotowe                    | A, G, C, T   | A, G, C, U        |
| Cukier                            | deoksyryboza | ryboza            |
| Liczba nici                       | dwie         | najczęściej jedna |

**Dodatkowe wskazówki metodyczne:**

- Nauczyciel może wykorzystać animację dotyczącą składu chemicznego i rodzajów RNA w fazie wstępnej na kolejnej lekcji.