



## Cechy kodu genetycznego

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Mapa myśli
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Kod genetyczny to niezmienny szyfr, według którego sekwencja nukleotydów jest „tłumaczona” na sekwencję aminokwasów budujących białka.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Informacja genetyczna to informacja zapisana w postaci kodu genetycznego w cząsteczkach kwasów nukleinowych. Jej podstawowym nośnikiem jest kwas deoksyrybonukleinowy (DNA), który przekazuje ją na kolejne pokolenia komórek i organizmów. W DNA zakodowana jest informacja o budowie cząsteczek RNA i białek produkowanych w komórce.

### Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest kod genetyczny.
- Przedstawisz główne cechy kodu genetycznego.

# Przeczytaj

---

## Kod genetyczny

Kod genetyczny to sposób zapisu informacji genetycznej w kwasach nukleinowych (DNA lub RNA). Kolejność aminokwasów budujących białka jest zapisana w DNA przez następujące po sobie trójki nukleotydów nazywane **kodonami**. Każdy kodon oznacza konkretny aminokwas lub ma inne specjalne znaczenie.

## Cechy kodu genetycznego

### Ciekawostka

Kod genetyczny rozszyfrowali ok. 1966 r. amerykańscy naukowcy: Robert William Holley, Har Gobind Khorane oraz Marshall Nirenberg. W 1968 r. przyznano im za to odkrycie Nagrodę Nobla.



Marshall Nirenberg (po prawej) i Heinrich Matthaei w laboratorium.

Źródło: N. MacVicar, National Institutes of Health, domena publiczna.

## Słownik

## **kodon**

sekwencja trzech nukleotydów w łańcuchu DNA lub mRNA kodująca pojedynczy aminokwas w białku; spośród 64 kodonów tworzonych przez cztery rodzaje nukleotydów ( $4^3 = 64$ ) 61 koduje 20 aminokwasów występujących w białkach, przy czym kodon AUG kodujący metioninę jest kodonem inicjującym translację, a pozostałe 3 to kodony terminacyjne (kodony stop): UGA (amber), UAA (ochre) i UAG (opal), będące ostatnimi kodonami każdej sekwencji kodującej białko

## **translacja**

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

# Mapa myśli

---

## Polecenie 1

Przeanalizuj mapę myśli dotyczącą cech kodu genetycznego. Rozbuduj poszczególne opisy.

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

## Polecenie 2

Pewien uczeń stwierdził, że skoro istnieje 20 aminokwasów białkowych, to kodowane są one przez dokładnie 20 tripletów nukleotydów. Oceń, czy ten uczeń miał rację. Uzasadnij swoją odpowiedź, odnosząc się do jednej cechy kodu genetycznego.

## Polecenie 3

Cząsteczka A jest kodowana przez 171 tripletów nukleotydów (kodonów), a cząsteczka B – przez 171 nukleotydów. Określ, która cząsteczka będzie zbudowana z większej liczby aminokwasów. Odpowiedź uzasadnij jednym argumentem.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1

Kodon CCU koduje tylko aminokwas prolinę, ale prolina może być jeszcze kodowana przez kodony CCC, CCA, CCG.

## Ćwiczenie 2

U bakterii *Mycoplasma capricolum* kodon UGA koduje tryptofan, podczas gdy u pozostałych organizmów kodon ten oznacza kodon terminacyjny STOP, będący znakiem końca translacji. Z kolei kodon CUG, kodujący zazwyczaj leucynę, u niektórych drożdżowców (*Endomycetales*) koduje serynę.

## Ćwiczenie 3

W skład białek organizmów eukariotycznych wchodzi także aminokwasy spoza dwudziestki znajdującej się w tabeli kodu genetycznego. Przykładami są selenocysteina, posiadająca atom selenu zamiast siarki, oraz hydroksyprolina – prolina z dodatkową grupą –OH. Z podanych dwóch aminokwasów jedynie hydroksyprolina powstaje w czasie lub po translacji w wyniku zmian chemicznych. Selenocysteina jest włączana do białka jako gotowy aminokwas (nie ulega zmianom chemicznym w czasie ani po translacji).

## Ćwiczenie 4

Genomy wirusów składają się zazwyczaj ze stosunkowo małej liczby nukleotydów. Mimo że aminokwasy kodowane są w wirusach przez triplet nukleotydów, pojedynczy fosfonukleozyd może być jednocześnie składnikiem dwóch kodonów.

Genom pewnego wirusa ma postać jednoniciowego RNA o długości 300 nukleotydów.

## Ćwiczenie 5



Kod genetyczny jest sposobem odczytywania informacji genetycznej. Wiemy na przykład, że sekwencja nukleotydów opisana jako 5' GCC 3' odpowiada alaninie w tworzonym białku. Zastanówmy się jednak, w jaki sposób odczytywanie to jest realizowane, a precyzyjniej – co jest odpowiedzialne za realizację odczytywania informacji genetycznej.

W mRNA znajdują się kodony, a do tych kodonów, na zasadzie komplementarności, przyłączają się antykodony tRNA. W przywołanym przykładzie do kodonu 5' GCC 3' przyłącza się antykodon tRNA 3' CGG 5'. Aminokwas niesiony przez ten tRNA to alanina. Jasne jest, dlaczego odpowiednie tRNA przyłącza się do odpowiedniego kodonu mRNA – ale w jaki sposób aminokwas łączy się wcześniej z tym tRNA?

Końce 3' wszystkich cząsteczek tRNA są identyczne (5' CCA 3'), więc nie zapewniają specyficznego połączenia z aminokwasem. Za połączenie to odpowiedzialne są syntetazy aminoacylo-tRNA. Połączenie pomiędzy aminokwasem i tRNA ma charakter wiązania estrowego.

## Ćwiczenie 6



## Ćwiczenie 7



Kod genetyczny jest trójkowy, a do zapisu informacji genetycznej w RNA używamy jedynie czterech nukleotydów (A, U, C, G). Maksymalna liczba kombinacji trójek utworzona z czterech nukleotydów budujących kwasy nukleinowe wynosi 64 ( $4^3 = 64$ ). Liczba różnych cząsteczek tRNA wynosi 40. Liczba ta wynika z tego, że każde z trzech miejsc kodonu obsadzone jest przez jedną z czterech liter kodu genetycznego.

## Ćwiczenie 8



# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Zuzanna Szewczyk

**Przedmiot:** biologia

**Temat:** Cechy kodu genetycznego

**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:

4) przedstawia cechy kodu genetycznego;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

5) przedstawia cechy kodu genetycznego;

**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 kod genetyczny.
- Przedstawisz główne cechy kodu genetycznego.

**Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

**Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- dyskusja;
- ćwiczenia interaktywne;

- mapa myśli.

### **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 A1, flamastry.

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel, odwołując się do wiedzy uczniów zdobytej na wcześniejszych zajęciach, zadaje pytania: „Czym jest gen?”, „Czy pamiętacie, czym są intron i ekson? Jakie pełnią funkcje?”, „Czym jest kod genetyczny? Co wiecie na temat kodowania informacji genetycznej?”. Chętny uczeń zapisuje na tablicy definicję kodu genetycznego.
2. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z wprowadzeniem do e-materiału, ilustracją okładkową oraz fragmentem *Kod genetyczny* w sekcji „Przeczytaj”. Konfrontują z nimi definicję kodu genetycznego zapisaną na tablicy. W razie potrzeby korygują ją.
3. Nauczyciel podaje cele lekcji i omawia jej przebieg.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie, pracując w niewielkich, czteroosobowych grupach, na dużych arkuszach papieru wykonują mapy myśli dot. cech kodu genetycznego. Za punkt wyjścia przyjmują mapę zamieszczoną w e-materiale. Ich zadaniem jest scharakteryzowanie każdej z cech kodu genetycznego na podstawie tekstu w sekcji „Przeczytaj”.
2. Po upływie wyznaczonego czasu każda z grup zmienia miejsce zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Uczniowie sprawdzają poprawność map myśli wykonanych przez kolegów. Czerwonymi pisakami korygują błędy lub uzupełniają brakujące informacje.
3. Grupy wracają na swoje poprzednie miejsca i przeprowadzają analizę błędów, które popełnili, wykonując mapę myśli. Nauczyciel monitoruje pracę uczniów.
4. Nauczyciel wprowadza uczniów w treść polecenia nr 3 do mapy myśli. Uczniowie wykonują je w parach, a następnie porównują swoje rozwiązanie z innym zespołem, omawiając kolejno wykonane kroki.

5. Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 5 oraz ćwiczenie nr 8 w sekcji „Sprawdź się”. Następnie w czteroosobowych grupach omawiają prawidłowe rozwiązanie. Po upływie wyznaczonego czasu wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy przedstawia odpowiedź wraz z jej uzasadnieniem. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.

### **Faza podsumowująca:**

1. Jeśli wystarczy czasu, uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale.
2. Nauczyciel dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji oraz wyjaśnia wątpliwości uczniów. Zadaje pytania w celu sprawdzenia stopnia opanowania wiedzy przez uczniów, np.:
  - Ile kodonów wyznacza koniec translacji? Odczytajcie z tabeli kodu genetycznego te kodony.
  - Co to znaczy, że kod genetyczny jest zdeterminowany, a co oznacza, że jest zdegenerowany?
  - Ile kodonów koduje jeden aminokwas?
  - Czy reguły kodu genetycznego są zróżnicowane u różnych gatunków?
3. Nauczyciel ocenia zaangażowanie uczniów podczas zajęć.

### **Praca domowa:**

Wykonaj pozostałe ćwiczenia interaktywne.

### **Materiały pomocnicze**

- Neil A. Campbell i in., *Biologia Campbella*, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- *Encyklopedia szkolna. Biologia*, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania mapy myśli:**

Mapa myśli może również zostać wykorzystana w podsumowaniu lekcji lub jako praca domowa (do uzupełnienia).