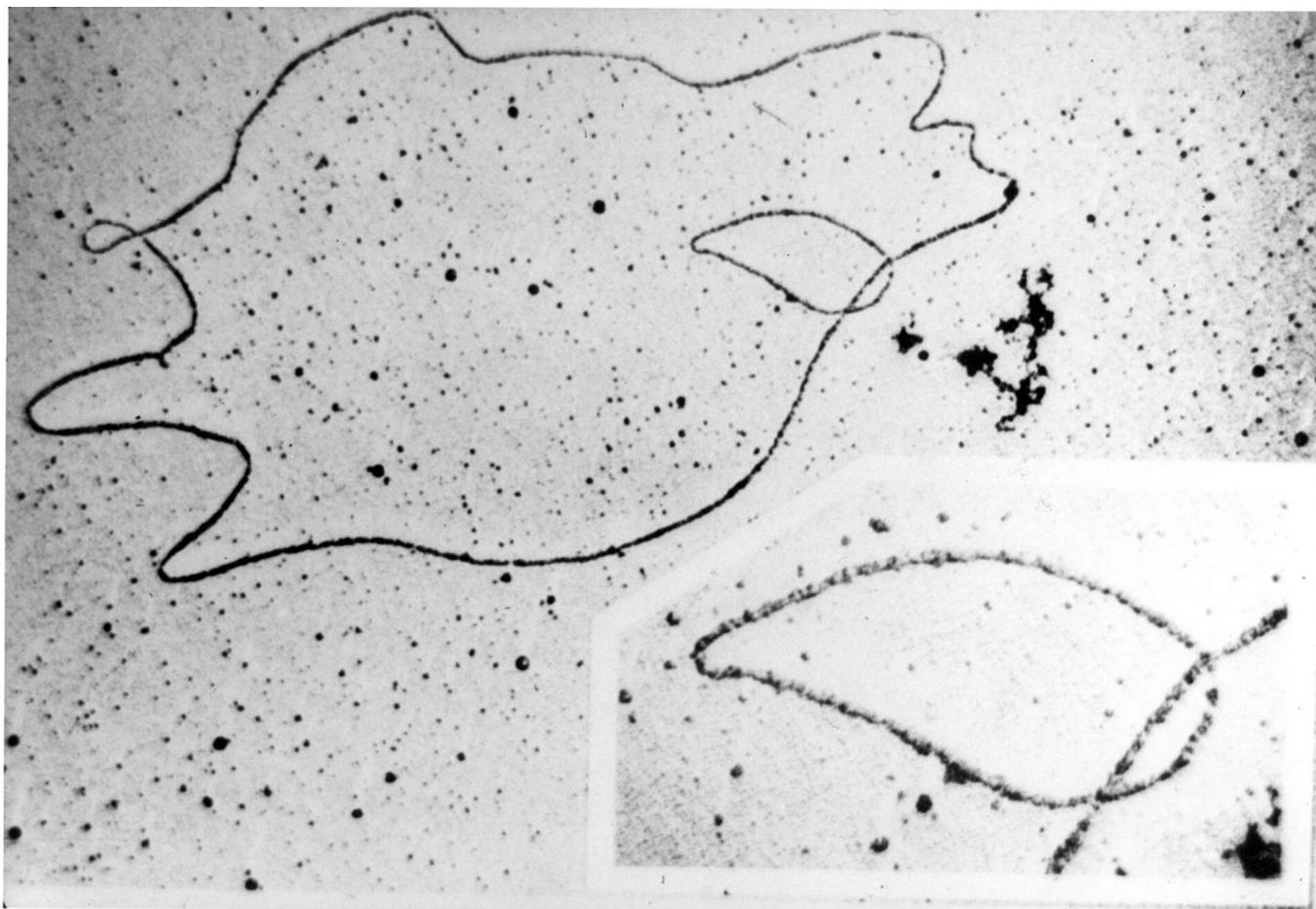




DNA – nośnik informacji genetycznej

W materiale przedstawiono budowę DNA, jego znaczenie oraz zasady replikacji DNA. Materiał zawiera:

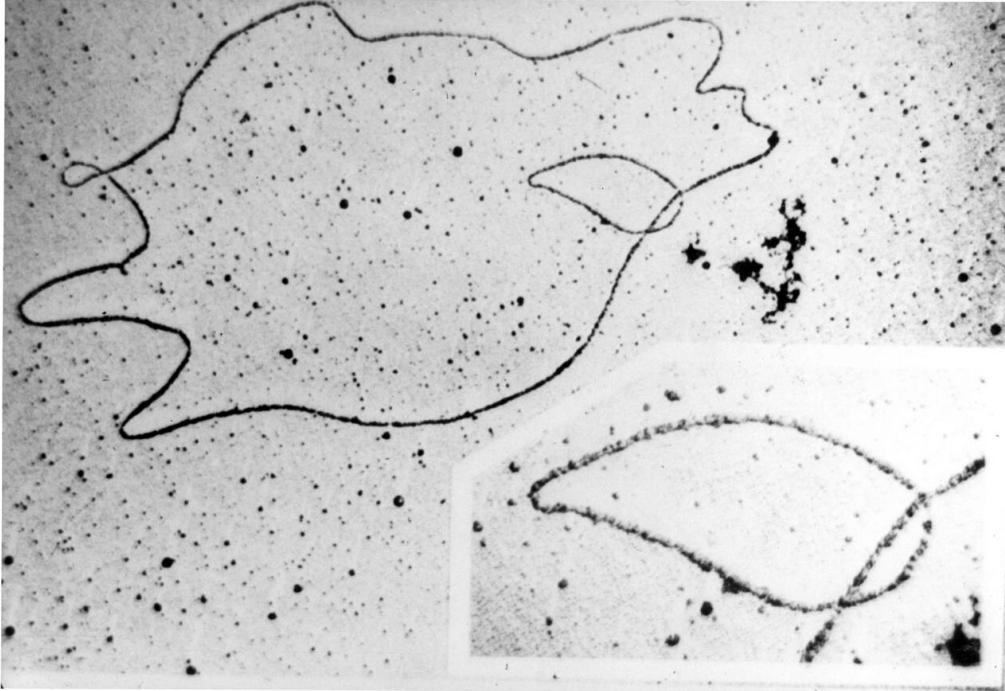
1. Starter, w którym znajduje się zdjęcie cząsteczki bakteryjnego DNA widzianej w mikroskopie elektronowym, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia związanej z tematem zasobu oraz cele sformułowane w języku ucznia.
2. Rozdział: Podwójna nić DNA, który zawiera grafikę przedstawiającą model struktury DNA, ćwiczenie oraz doświadczenie „Wyizolowanie DNA z komórek owocu kiwi”.
3. Rozdział: Gen – odcinek DNA, który zawiera rysunek przedstawiający liczbę genów na przykładzie wybranych organizmów i wirusów.
4. Rozdział: Powielenie nici DNA – replikacja DNA, który zawiera ćwiczenie, ciekawostkę oraz schemat replikacji DNA.
5. Podsumowanie zawierające 2 ćwiczenia.

7. Słownik zawierający wyjaśnienia terminów: enzym, gen, helisa, kwasy nukleinowe, nukleotyd, replikacja DNA, wiązanie wodorowe, zasada komplementarności.

8. Zestaw 5 ćwiczeń interaktywnych i notatnik.

DNA – nośnik informacji genetycznej

Cząsteczki DNA znajdują się w każdej komórce. Zawierają informacje o budowie i funkcjonowaniu organizmu. Długość DNA skróconego w pojedynczym jądrze komórkowym człowieka wynosi ok. 2 metrów, a całkowita długość DNA w ludzkim organizmie przekracza kilka milionów kilometrów.



Cząsteczka bakteryjnego DNA widziana w mikroskopie elektronowym, powiększenie 1 000 000×

Źródło: National Institute of Health, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- jaką funkcję w komórce pełnią kwasy nukleinowe;
- gdzie znajduje się materiał genetyczny u organizmów jądrowych, a gdzie u bezjądrowych.

Twoje cele

- Opiszysz strukturę DNA.
- Przedstawisz funkcje DNA.
- Wyjaśnisz znaczenie replikacji DNA.
- Wskażesz znaczenie struktury podwójnej helisy w replikacji DNA.
- Przeprowadzisz eksperyment polegający na izolacji DNA z owocu kiwi i zweryfikujesz hipotezę.

1. Podwójna nić DNA

Cząsteczka DNA, czyli **kwasy deoksyrybonukleinowego**, jest zbudowana z mniejszych jednostek – **nukleotydów**. Z kolei każdy nukleotyd składa się z trzech elementów:

- cukru – **deoksyrybozy**;
- reszty **kwasy fosforowego**;
- jednej z czterech **zasad azotowych**: **adeniny, cytozyny, guaniny lub tyminy**.

W zależności od tego, jaka zasada azotowa wchodzi w skład nukleotydów, wyróżnia się cztery ich rodzaje: **nukleotydy adeninowe, cytozynowe, guaninowe i tyminowe**.

Nukleotydy łączą się ze sobą poprzez reszty kwasu fosforowego, tworząc pojedynczą nić – **łańcuch polinukleotydowy**. Grupy cukrowe i fosforanowe stanowią zewnętrzny szkielet DNA, nazywany **szkieletem cukrowo-fosforanowym**.

Cząsteczka DNA jest zbudowana z dwóch łańcuchów polinukleotydowych. Są one ułożone równolegle i spiralnie skręcone wokół wspólnej osi. Utworzona w ten sposób dwułańcuchowa struktura zwana jest **podwójną helisą**. Kształt ten utrzymuje się dzięki **wiązaniom wodorowym**, które występują między zasadami azotowymi wchodzącymi w skład obu łańcuchów. Zasady łączą się w ściśle określony sposób: adenina zawsze z tyminą (A-T), a cytozyna zawsze z guaniną (C-G). Takie dopasowanie nazywamy **komplementarnością** zasad.



Model struktury DNA w postaci podwójnej helisy

Źródło: qimono, Pixabay, domena publiczna.

Ćwiczenie 1

Niektóre przedmioty są względem siebie komplementarne, czyli wzajemnie się uzupełniają lub dopełniają, jak np. samochód i benzyna, która jest niezbędna, aby jeździć autem, czy zamek i klucz konieczny do jego otwarcia. Wskaż w swoim otoczeniu inne przykłady komplementarności.

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

Doświadczenie 1

Wyzolowanie DNA z komórek owocu kiwi.

Problem badawczy

Czy z komórek owocu kiwi można wyizolować pojedyncze cząsteczki DNA?

Hipoteza

Hipoteza 1
Z komórek owocu kiwi można wyizolować pojedyncze cząsteczki DNA.

Hipoteza 2

Co będzie potrzebne

- 1 owoc kiwi
- płaska łyżeczka soli kuchennej
- 100 ml wody
- 10 ml 95-procentowego alkoholu etylowego (najlepiej zamrożonego lub przynajmniej schłodzonego)
- duża kropla skoncentrowanego (gęstego) płynu do mycia naczyń
- naczynia: szklanka, probówka, lejek, miseczka, miska
- statyw na probówki

- lód
- deska do krojenia
- nóż
- moździerz
- tłuczek
- filtr do kawy
- wykałaczka
- lniana ściereczka

Instrukcja

1. Rozpuść jedną łyżeczkę soli kuchennej w 100 ml wody.
2. Kilka kostek lodu zawiń w ściereczkę, rozbij je tłuczkiem na drobne kawałki i wsyp do miseczki.
3. Z kiwi wykrój kostkę o wymiarach $1 \times 2 \times 3$ cm i poszatkuj ją jak najdrobniej.
4. Poszatkowany miąższ włóż do moździerza, wlej dwie łyżeczki roztworu soli i utrzyj całość na gładką masę.
5. Uzyskaną masę przenieś do szklanki i dolej do niej roztworu soli, aby objętość zawiesiny zwiększyła się ok. dwu-, trzykrotnie.
6. Dodaj dużą kroplę płynu do mycia naczyń i delikatnie pomieszaj, tak aby roztwór się nie spenił.

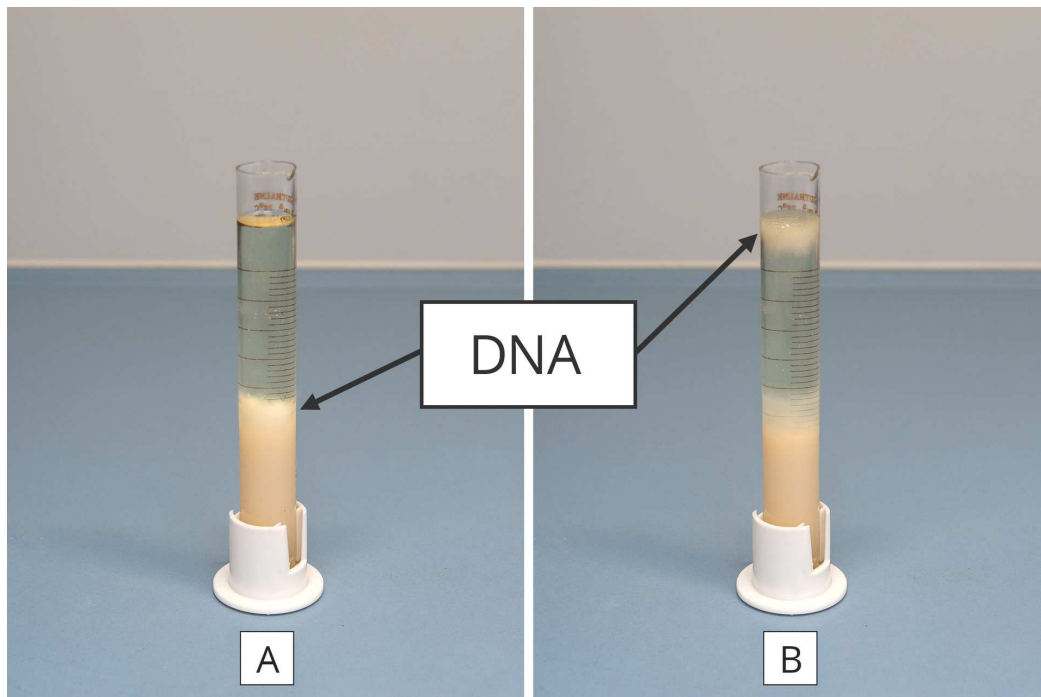
7. Włóż szklankę do miski z lodem. Lód powinien sięgać nieco niżej niż poziom płynu w szklance.
8. Odczekaj ok. 5 minut, co jakiś czas mieszając zawiesinę.
9. Po upływie 5 minut mieszaj tak długo, aż zawiesina stanie się lepka. Lepkość sprawdzaj palcami, dotykając wykałaczki zanurzonej w zawiesinie.
10. Umieść probówkę na statywie i włóż do niej lejek wyłożony filtrem do kawy zwilżonym wodą.
11. Wyjmij mieszaninę z lodu i przelej do lejka.
12. Odczekaj, aż w probówce zbierze się przesącz. Usuń lejek, lekko przechyl probówkę i bardzo ostrożnie nalej po ścianie zmrożony spirytus – jego objętość nie powinna być większa niż objętość przesączu. Odstaw probówkę na 2–3 minuty.
13. Obserwuj zawartość probówki. Zwróć uwagę na małe, białe kłaczkę pojawiające się na styku spirytusu i zawiesiny. Po 10 minutach zbiorą się one na powierzchni płynu. Można je nawet nawinąć na wykałaczkę i wyjąć z roztworu. Po wysuszeniu stają się niewidoczne.

Ważne informacje:

Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) znajduje się w jądrach komórkowych, mitochondriach i chloroplastach. Żeby uwolnić go z tych struktur, trzeba zniszczyć ściany i błony komórkowe poprzez rozcieranie, a następnie wypłukać go przy użyciu wodnego roztworu soli. Pomaga w tym detergent zawarty w płynie do mycia naczyń.

Uwolniony DNA zostałby szybko rozłożony przez **enzymy** zawarte w zniszczonych komórkach. By do tego nie dopuścić, mieszaninę się chłodzi, gdyż w temperaturze bliskiej 0°C enzymy są mało aktywne.

Odsączenie zawiesiny kiwi przez filtr służy oddzieleniu DNA od fragmentów tkanek. Alkohol i jony chlorku sodu powodują wytrącanie się DNA, który tworzy duże kompleksy widoczne w roztworze jako długie nitki.



Położenie DNA tuż po wytrąceniu (A) i po upływie 10 minut od dodania alkoholu (B)

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., edycja: Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY 3.0.

Wyniki:

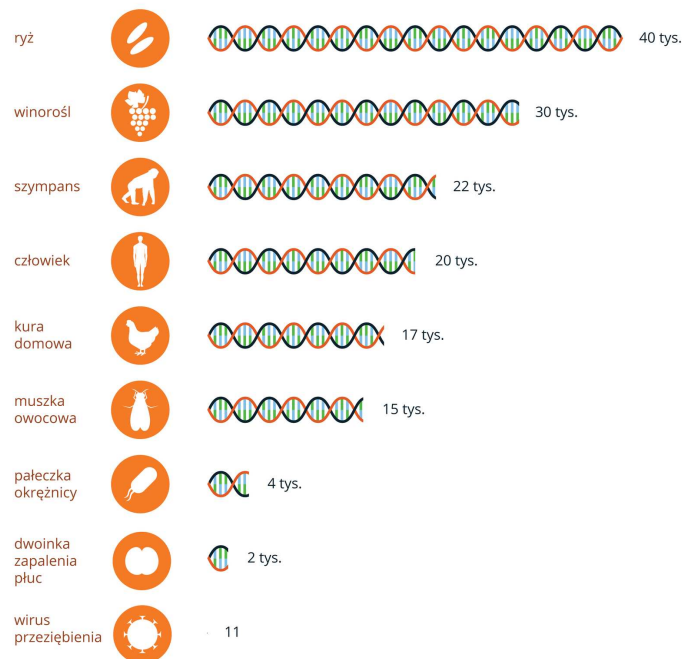
Wnioski:

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

2. Gen – odcinek DNA

Gen to fragment cząsteczki DNA. Może mieć długość od kilku tysięcy do nawet dwóch milionów par nukleotydów. Odpowiada za wytworzenie konkretnego białka. Od obecności tego białka zależy pojawienie się cechy takiej jak grupa krwi czy kształt nasion grochu. Zwykle jednak dana cecha organizmu wyznaczana jest przez kilka genów.

Liczba genów w DNA zależy od organizmu. Najprostsze bakterie mają ich kilkaset, a zwierzęta kręgowce i rośliny naczyniowe – kilkadziesiąt tysięcy. Nie ma jednak prostej zależności między stopniem skomplikowania organizmu a liczbą genów.



Liczba genów na przykładzie wybranych organizmów i wirusów

Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY 3.0.

Niektóre geny są aktywne we wszystkich komórkach. Należą do nich geny, które zawierają instrukcje tworzenia białek **enzymatycznych**. Białka te biorą udział w oddychaniu wewnątrzkomórkowym, które jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania każdej komórki. Proces ten zachodzi w sposób ciągły, dlatego wymaga stałej obecności genów zawierających szczegółowe informacje o budowie białek enzymatycznych.

Inne geny działają jedynie w wybranych zespołach komórek, np. geny kodujące hemoglobinę są aktywne tylko w niedojrzałych erytrocytach, a gen kodujący hormon wzrostu jest zdolny do działania tylko w komórkach przysadki mózgowej.

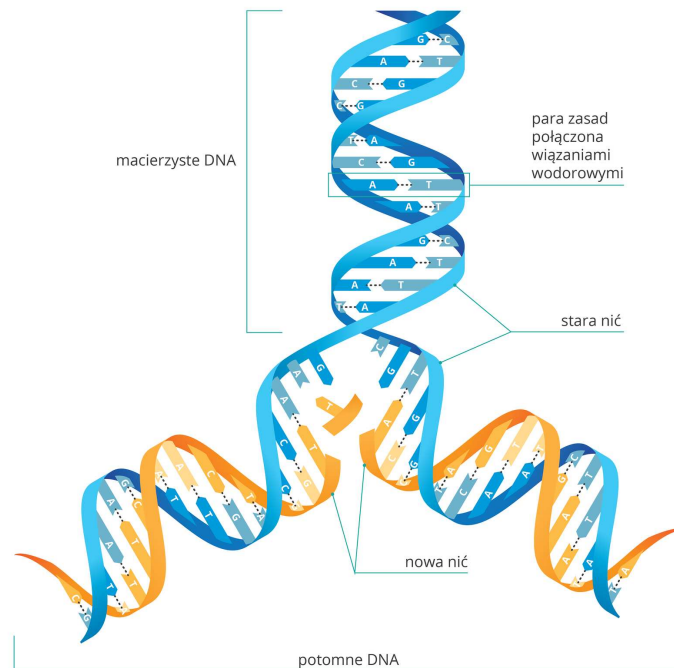
3. Powielenie nici DNA – replikacja DNA

Każda nowa komórka od początku swojego istnienia musi mieć komplet instrukcji działania, czyli własny DNA. Z tego powodu przed podziałem w komórce macierzystej musi dojść do podwojenia liczby cząsteczek tego kwasu. Proces powielenia nici DNA nazywa się **replikacją DNA**.

Podczas replikacji nici cząsteczki DNA ulegają rozpleceniu. Jest to możliwe dzięki specjalnym **enzymom**, które przecinają wiązania wodorowe i powodują rozerwanie par zasad azotowych. Następnie do każdej starej nici dobudowywana jest nowa nić zgodnie z regułą komplementarności:

- nukleotyd adeninowy tworzy parę z nukleotydem tyminowym;
- nukleotyd guaninowy tworzy parę z nukleotydem cytozynowym.

W ten sposób, w wyniku replikacji, z jednej macierzystej cząsteczki DNA powstają dwie cząsteczki potomne o identycznej budowie. Proces replikacji gwarantuje, że każda z komórek potomnych otrzyma taki sam materiał genetyczny, jaki występował w komórce macierzystej.



Replikacja DNA. W każdej cząsteczce potomnej jest jedna nić macierzysta i jedna nowa

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Stosując zasadę komplementarności, zapisz kolejność nukleotydów odcinka DNA, który powstał w wyniku replikacji fragmentu nici DNA o sekwencji AAACGCGTGAAG.

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

Ciekawostka

Replikacja DNA zachodzi stosunkowo szybko. U bakterii w ciągu sekundy kopiowanych jest od 500 do 1000 nukleotydów, a skopiowanie całej cząsteczki zajmuje ok. 40 minut. W komórkach eukariotycznych replikacja zachodzi wolniej. W ciągu sekundy powielanych jest ok. 50 nukleotydów. Cząsteczka DNA organizmów jądrowych jest dużo dłuższa niż bakteryjna, zatem powielenie całego komórkowego DNA może w ich przypadku trwać nawet kilka godzin. Tak jest np. u człowieka.

Podsumowanie

- Cząsteczka DNA jest zbudowana z nukleotydów i ma strukturę podwójnej helisy.
- Nukleotyd DNA jest zbudowany z cukru deoksyrybozy, reszty kwasu fosforowego i zasady azotowej.
- Zasady azotowe odpowiadających sobie nukleotydów obu nici łączą się ze sobą za pomocą wiązań wodorowych zgodnie z zasadą komplementarności.
- DNA jest materiałem genetycznym, będącym zapisem informacji o budowie i funkcjonowaniu organizmu.
- W procesie replikacji DNA powstają komplementarne nici DNA.
- Każda nić w podwójnej helisie DNA działa jako wzorzec (matryca) do syntezy nowej, komplementarnej nici.
- Replikacja DNA stanowi podstawę przekazywania informacji genetycznej do nowych komórek i pokoleń osobników.
- Z komórek owocu kiwi można wyizolować kompleksy utworzone przez wszystkie kwasy nukleinowe.

Praca domowa

Ćwiczenie 1

Opisz budowę DNA.

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

Ćwiczenie 2

Wyjaśnij, na czym polega replikacja DNA, i przedstaw jej znaczenie dla organizmu.

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

Słownik

enzym

białko pełniące funkcję katalizatora; przyspiesza przebieg reakcji biochemicznych

gen

odcinek DNA, który zawiera informację o budowie białka; stanowi podstawową jednostkę dziedziczności

helisa

linia spiralna; struktura w kształcie helisy (helikalna) jest zwinięta jak spirala

kwasy nukleinowe

organiczne związki chemiczne zbudowane z nukleotydów; znane są dwa rodzaje kwasów nukleinowych: DNA i RNA

nukleotyd

podstawowy element strukturalny kwasu deoksyrybonukleinowego (DNA), zbudowany z cukru deoksyrybozy, reszty kwasu fosforowego oraz zasady azotowej

replikacja DNA

proces polegający na podwojeniu cząsteczki DNA; zachodzi przed podziałem komórki

wiązanie wodorowe

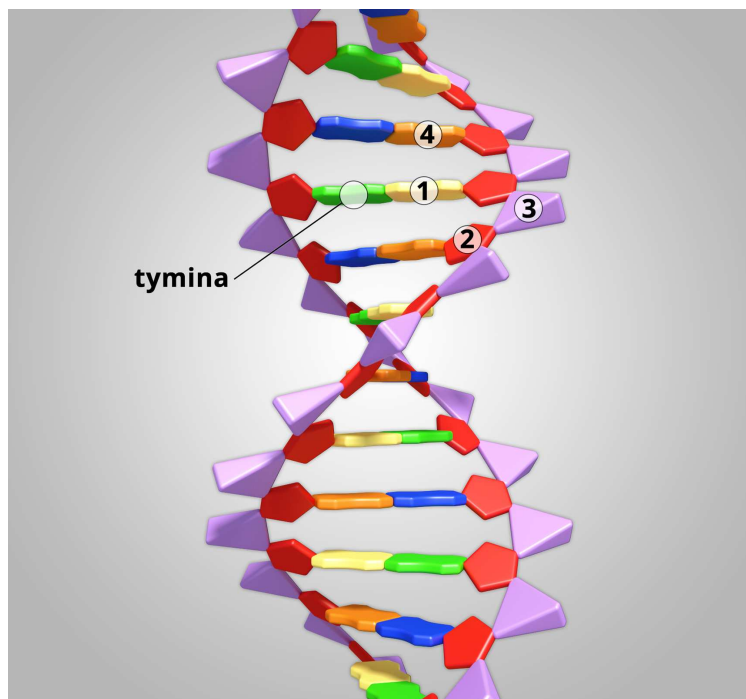
stosunkowo słabe wiązanie chemiczne; oddziaływanie elektrostatyczne między atomem wodoru a atomem pierwiastka silnie elektroujemnego, np. tlenu, fosforu, fluoru lub azotu

zasada komplementarności

zasada wzajemnego uzupełniania się par zasad azotowych budujących kwasy nukleinowe; w przypadku DNA komplementarne są adenina i tymina oraz cytozyna i guanina

Zadania

Ćwiczenie 1



Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Rozpoznaj na ilustracji elementy oznaczone cyframi 1–3 i umieść ich nazwy poniżej.

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 – cytozyna

reszta kwasu fosforowego

adenina

deoksyryboza

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

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawdziwe stwierdzenia.

- ☐ Struktura DNA (helisa) utrzymuje się dzięki wiązaniom wodorowym.
- ☐ Według zasady komplementarności zasady azotowe łączą się w ściśle określony sposób: adenina zawsze z guaniną (A-G), a cytozyna zawsze z tyminą (C-T).
- ☐ W skład różnych genów wchodzi te same zasady azotowe.
- ☐ Wszystkie geny zbudowane są z tej samej liczby nukleotydów.

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

Ćwiczenie 3



Określ, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Geny są fragmentami DNA.	☐	☐
Cząsteczkę DNA buduje sześć różnych zasad azotowych.	☐	☐
Synonimem terminu „replikacja” jest termin „powielenie”.	☐	☐

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4



Wskaż elementy, z których zbudowana jest nić DNA.

☐ enzymy

☐ aminokwasy

☐ reszta kwasu fosforowego

☐ zasady wodorowe

☐ glukoza

☐ zasady azotowe

☐ białka

☐ nukleotydy

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.

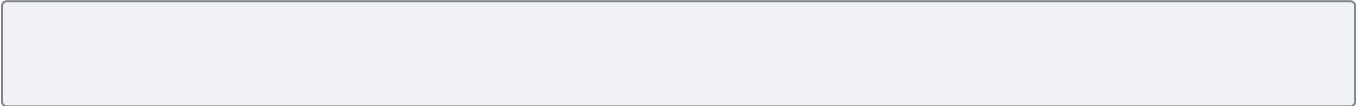
Ćwiczenie 5



Oceń, czy podane, cechy nici DNA powstałej w wyniku replikacji, są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Ma taką samą długość jak nić macierzysta.	☐	☐
Występująca w niej tymina połączona jest wiązaniem wodorowym z adeniną.	☐	☐
Budujące ją nukleotydy są komplementarne do tych na nici macierzystej.	☐	☐
Ma dwa razy większą długość niż nić macierzysta.	☐	☐
Występująca w niej tymina połączona jest wiązaniem wodorowym z cytozyną.	☐	☐

Źródło: Katarzyna Lech, licencja: CC BY 3.0.



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