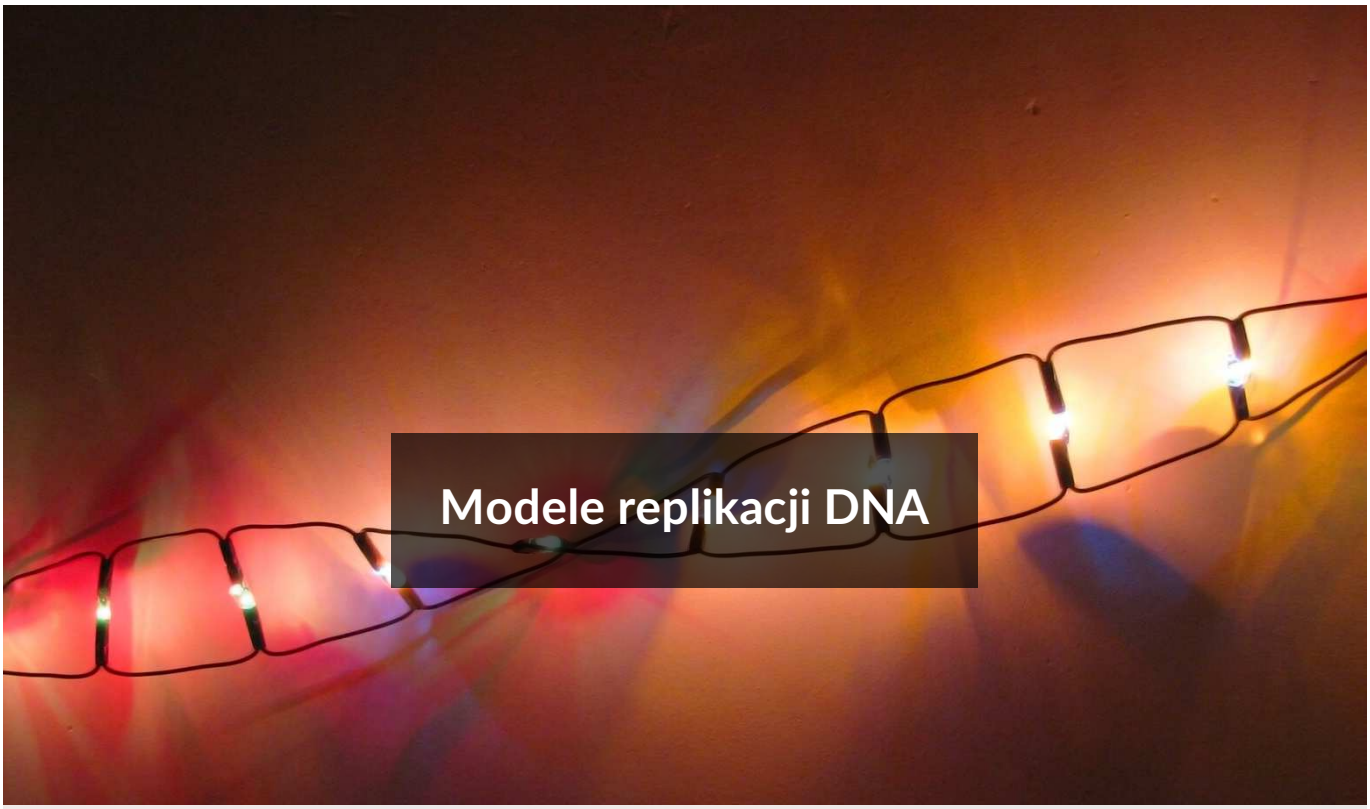
Modele replikacji DNA

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium (WL-I)
- Film
- Dla nauczyciela



Istnieją trzy teoretyczne modele procesu replikacji: konserwatywny, semikonserwatywny i dyspersyjny. W 1958 r. Matthew Meselson i Franklin Stahl w badaniach nad procesami rozmnażania komórek bakterii *Escherichia coli* wykazali prawdziwość modelu semikonserwatywnego.
Źródło: Flickr, licencja: CC BY 2.0.

Replikacja to proces zachodzący w fazie S interfazy cyklu komórkowego. Podczas powielania cząsteczki DNA dochodzi do rozplecenia podwójnej helisy i rozdzielenia obu łańcuchów polinukleotydowych. Każda z nici macierzystych replikowanej cząsteczki DNA staje się matrycą do syntezy nowych nici. Proces ten katalizuje enzym – polimeraza DNA, który dobudowuje nukleotydy zgodnie z zasadą komplementarności. W wyniku replikacji z jednej macierzystej cząsteczki DNA powstają dwie cząsteczki potomne, identyczne pod względem sekwencji nukleotydów.

Twoje cele

- Określisz, czym jest proces replikacji DNA.
- Wykażesz znaczenie replikacji DNA w procesie podziału komórkowego.
- Opiszesz trzy teoretyczne modele replikacji DNA.
- Poznasz przebieg doświadczenia, którego wyniki wykazały semikonserwatywny charakter replikacji DNA.

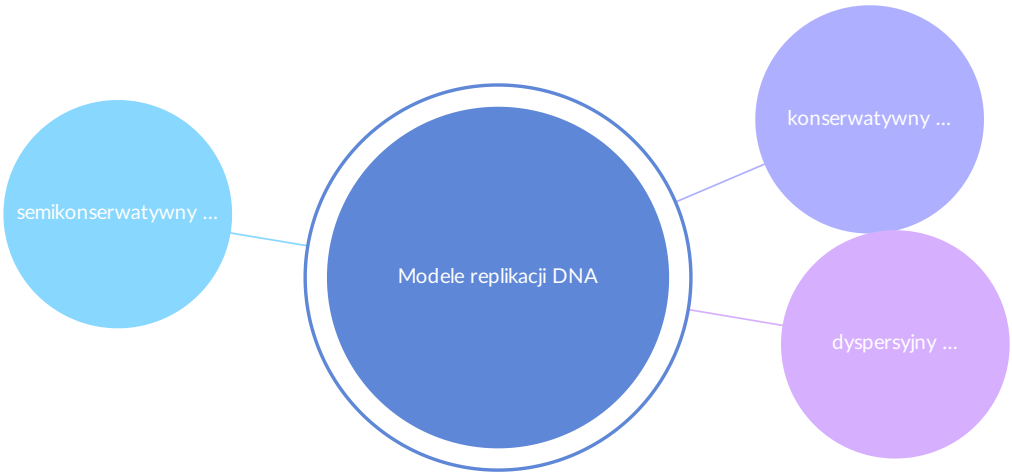
- Przedstawisz mechanizm semikonserwatywnego modelu replikacji DNA.

Przeczytaj

Organizmy rosną i rozmnażają się dzięki zdolności komórek do podziałów. Przed każdym podziałem na terenie jądra komórkowego dochodzi do powielenia informacji genetycznej komórki macierzystej, w wyniku czego ilość DNA ulega podwojeniu. Precyzyjne przeprowadzenie tego procesu zapewnia komórkom potomnym możliwość otrzymania kompletnej informacji genetycznej. Proces powielania (kopiowania) materiału genetycznego nazwa się **replikacją DNA**.

Replikacja DNA

Replikacja DNA to proces jego powielania, w wyniku którego z jednej macierzystej cząsteczki DNA powstają dwie cząsteczki potomne, identyczne pod względem sekwencji nukleotydów. Istnieją trzy teoretyczne modele tego procesu.

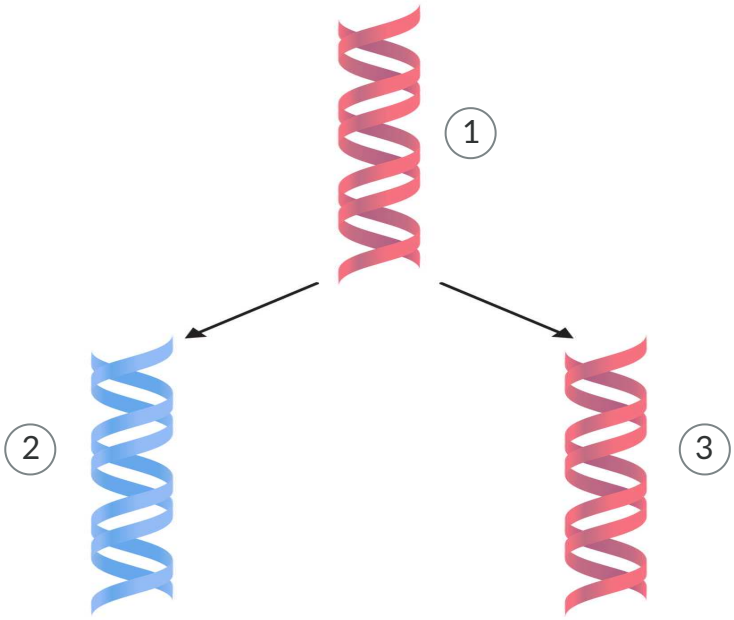


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o.

Modele replikacji DNA

Konserwatywny

Model konserwatywny zakłada, że podwójna helisa cząsteczki macierzystej DNA nie ulega rozpleceniu. Skutkiem takiego mechanizmu powielania DNA są dwie cząsteczki potomne, z których jedna zawiera tylko nici macierzyste, a druga jedynie nici nowo zsyntetyzowane.



1

Macierzysta cząsteczka DNA

2

Nowe nici

3

Macierzyste nici

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

Semikonserwatywny

Dyspersyjny

Semikonserwatywny charakter replikacji DNA

W 1958 r. w Stanach Zjednoczonych naukowcy - Matthew Meselson i Franklin Stahl przeprowadzili badania mające na celu poznanie mechanizmu replikacji DNA. Brano pod uwagę trzy możliwe modele replikacji: konserwatywny, semikonserwatywny i dyspersyjny. Podczas prowadzonych badań obserwowano sposób, w jaki powstają nowe nici DNA w czasie podziału komórek bakterii. Uzyskane wyniki pozwoliły ostatecznie rozstrzygnąć, który mechanizm powielania DNA występuje u żywych organizmów – jest to **model semikonserwatywny.**

Replikacja DNA jest procesem prowadzonym przez kompleks białek enzymatycznych. Początkowo dochodzi do **zrywania wiązań wodorowych** łączących nukleotydy obu nici macierzystej cząsteczki DNA. Skutkiem tego jest miejscowe **rozplecenie podwójnej helisy**. Każda z nici macierzystych stanowi **matrycę** do syntezy nowych nici. Proces ten przeprowadza enzym – polimeraza DNA, która **przyłącza wolne nukleotydy** do nici matrycowej zgodnie z zasadą komplementarności. Następnie nowo przyłączone nukleotydy są łączone między sobą za pomocą wiązań fosfodiestrowych. Wydłużanie nowych nici trwa do momentu skopiowania całej cząsteczki DNA. Po procesie replikacji cząsteczki potomne mają identyczną sekwencję nukleotydów w porównaniu do cząsteczki macierzystej.

Proces replikacji DNA jest bardzo precyzyjny. Polimeraza DNA dołącza wolne nukleotydy do nowej nici DNA zgodnie z zasadą komplementarności. Zapewnia to **wysoką poprawność parowania nukleotydów**. Pomimo tego, podczas replikacji może dojść do błędu, co przejawia się wstawieniem niewłaściwego nukleotydu. Takie mutacje, nazywane **substytucjami**, zdarzają się z częstotliwością jednego błędnie wstawionego nukleotydu na 100 tys. nukleotydów wstawionych poprawnie. Polimeraza DNA ma zdolność do **sprawdzania poprawności parowania nukleotydów i usuwania nukleotydów nieprawidłowo wstawionych**. Dzięki możliwości naprawy, błędy replikacji pojawiają się z częstotliwością jednego nieprawidłowo wstawionego nukleotydu na 100 mln prawidłowo przyłączonych.

Słownik

> **DNA**
>
> kwas deoksyrybnukleinowy; związek organiczny z grupy kwasów nukleinowych, będący polimerem zbudowanym z powtarzających się monomerów -

nukleotydów; jest nośnikiem informacji genetycznej u części wirusów i wszystkich żywych organizmów

nukleotydy

związki organiczne będące pochodnymi nukleozydów, w których grupa hydroksylowa (–OH) części cukrowej jest połączona z resztą kwasu fosforowego wiązaniem estrowym; monomery kwasów nukleinowych; składają się z cukru pięciowęglowego (w DNA jest to deoksyryboza, w RNA jest to ryboza) połączonego z resztą fosforanową i jedną zasadą azotową (adeniną, tyminą, guaniną lub cytozyną - w DNA oraz adeniną, uracylem, guaniną lub cytozyną w RNA)

polimeraza DNA

enzym katalizujący syntezę DNA w czasie replikacji; syntetyzuje nową nić polinukleotydową komplementarną do nici macierzystej powielanej cząsteczki DNA

replikacja DNA

proces biosyntezy DNA, w wyniku którego z jednej cząsteczki macierzystej DNA powstają dwie cząsteczki potomne, identyczne pod względem sekwencji nukleotydów

Wirtualne laboratorium (WL-I)

Doświadczenie Meselsona-Stahla

Laboratorium 1

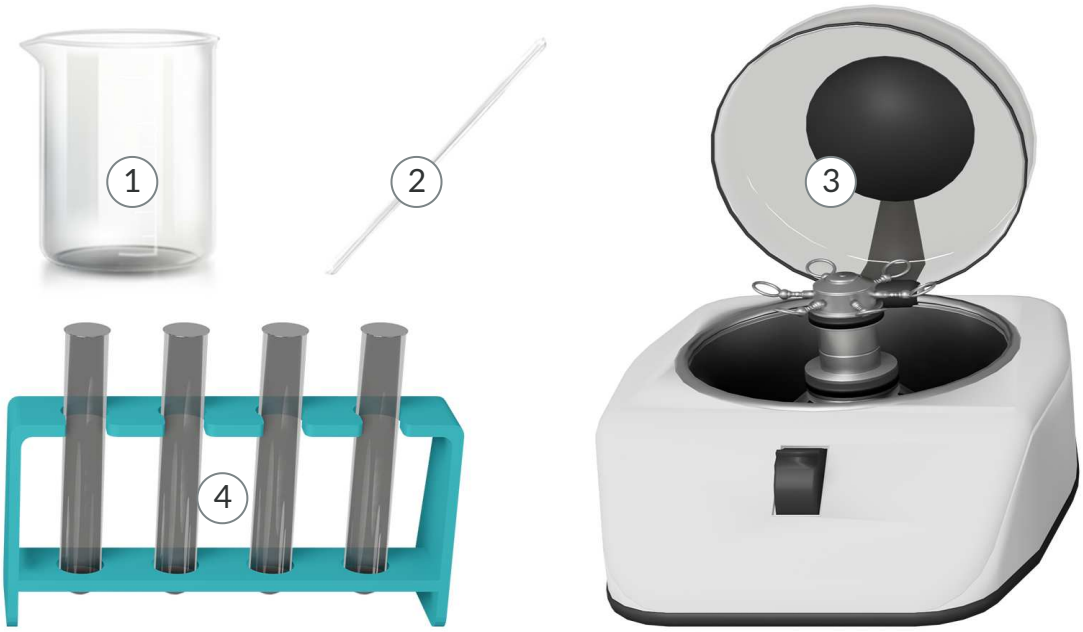
Przeprowadź doświadczenie w wirtualnym laboratorium zgodnie z poniższą instrukcją. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz swoje obserwacje, a następnie sformułuj wnioski.

Temat: Doświadczenie Meselsona-Stahla

Problem badawczy: Czy replikacja DNA przebiega zgodnie z modelem konserwatywnym, semikonserwatywnym czy dyspersyjnym?

Hipoteza: Replikacja DNA przebiega zgodnie z modelem semikonserwatywnym.

Sprzęt laboratoryjny:



1

Zlewka

2

Bagietka

3

Wirówka

4

Statyw z probówkami

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

Materiały:

- roztwór chlorku cezu;
- komórki bakterii *E. coli*.

Instrukcja:

1. Do probówek zawierających bakterie *E.coli* dodaj chlorek cezu.
2. Probówki wiruj przez 48 godz. na szybkich obrotach.
3. Wyciągnij probówki z wirówki i umieść je w statywie.
4. Zapisz obserwacje i wnioski.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D1HiaSLvA

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

Temat: *Doświadczenie Meselsona-Stahla.*

Problem badawczy: Czy replikacja DNA przebiega zgodnie z modelem konserwatywnym, semikonserwatywnym czy dyspersyjnym?

Hipoteza: Replikacja DNA przebiega zgodnie z modelem semikonserwatywnym.

Obserwacje:

Wnioski:

Film

Film dostępny pod adresem /preview/resource/R1D0UseYhHkkc

Modele replikacji DNA.

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

Film nawiązujący do treści materiału.

Polecenie 1

Obejrzyj wywiad z ekspertem. Następnie podaj nazwy białek inicjatorowych występujących u organizmów eukariotycznych oraz określ funkcję, którą te białka pełnią podczas replikacji DNA.

Polecenie 2

Wymień nazwy enzymów uczestniczących w procesie replikacji oraz określ funkcje jednego, wybranego białka enzymatycznego.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Modele replikacji DNA

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IV. Podziały komórkowe. Uczeń:

2) wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza);

3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki;

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:

Uczeń:

- określa, czym jest proces replikacji DNA;

- wykazuje znaczenie replikacji DNA w procesie podziału komórkowego;

- opisuje trzy teoretyczne modele replikacji DNA;

- poznaje przebieg doświadczenia, którego wyniki wykazały semikonserwatywny charakter replikacji DNA;

- przedstawia mechanizm semikonserwatywnego modelu replikacji DNA.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- prezentacja;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- praca z filmem;
- mapa pojęć.

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. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Modele replikacji DNA". Uczestnicy zajęć zapoznają się z treścią zawartą w sekcji „Przeczytaj" i przygotowują pytania, jakie można by było zadać w kontekście tematu zajęć.

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.** Uczniowie formułują pytania dotyczące tematu zajęć, na które odpowiedzą w trakcie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z filmem („Modele replikacji DNA").** Uczniowie zapoznają się z filmem udostępnionym przez nauczyciela zawartym w e-materiale i notują najważniejsze informacje. Następnie wykonują polecenia do multimedium i porównują swoje rozwiązania z osobą z pary. Wybrana osoba przedstawia swoje odpowiedzi na forum klasy.

2. **Praca z multimedium („Wirtualne laboratorium (WL-I)”).** Uczniowie przeprowadzają doświadczenie w wirtualnym laboratorium zgodnie z instrukcją zamieszczoną w sekcji „Wirtualne laboratorium (WL-I)”. Rozwiązują problem badawczy i weryfikują hipotezę. W formularzu zapisują swoje obserwacje, a następnie formułują wnioski.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane we wstępnej fazie lekcji.
2. Klasa wspólnie wykonuje na tablicy mapę pojęć podsumowującą zajęcia.
3. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

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

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Wirtualne laboratorium (WL-I)” do podsumowania lekcji.