

Różnorodność morfologiczna i genetyczna wirusów

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Różnorodność morfologiczna i genetyczna wirusów

Wirusy wywołują choroby, które są trudne do wyleczenia ze względu na fakt, że wirusy nie mają własnego metabolizmu. Obecnie najskuteczniejszą metodą walki z chorobami wirusowymi są szczepienia.
Źródło: Fusion Medical Animation, unsplash.com, domena publiczna.

Ekstremalnie skuteczny terrorysta w skali mikro. Cząstka zakaźna bytująca na pograniczu świata ożywionego i nieożywionego. Czynniki chorobotwórczy, o którego istnieniu wiemy dopiero od końca XIX w. Czego dotyczą te określenia?

Twoje cele

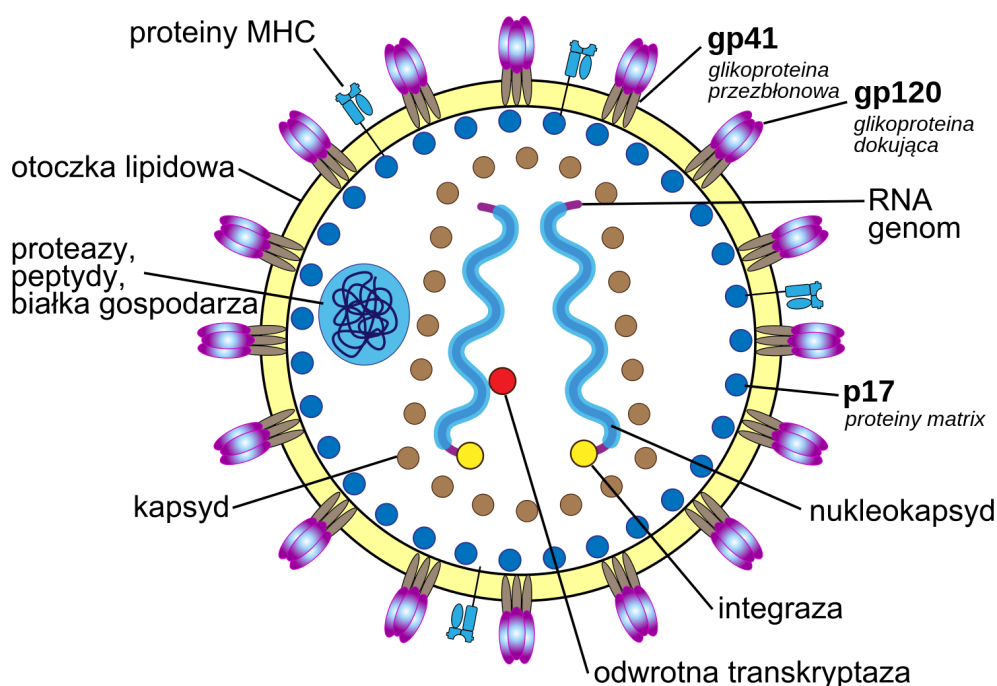
- Opiszysz budowę cząstki wirusa.
- Wymienisz choroby wywoływane przez wirusy.
- Wyjaśnisz, dlaczego wirusów nie zaliczamy do organizmów żywych.

Przeczytaj

Wirusy są **Pasożytami bezwzględnymi**, a ich gospodarzami mogą być prawie wszystkie żywe komórki prokariotycznych i eukariotycznych. Nie wykazują budowy komórkowej, nie mogą także samodzielnie przejawiać żadnych aktywności metabolicznych, dlatego nie zostały zakwalifikowane do żadnego z pięciu królestw istot żywych. Obecnie klasyfikujemy je na podstawie czterech głównych kryteriów: wielkości, kształtu, obecności lub braku zewnętrznej osłonki, a także rodzaju kwasu nukleinowego, który zawierają. Pojawiają się też klasyfikacje wirusów oparte na rodzaju schorzeń przez nie powodowanych, sposobu ich przekazywania czy też grup gospodarzy, w których się namnażają.

Budowa wirusów

Wirusy w większości osiągają niewielkie rozmiary – mają wielkość od kilkudziesięciu do kilkuset nanometrów i możemy je obserwować jedynie w mikroskopie elektronowym. **Wirion** to pojedyncza cząstka wirusa występująca w środowisku pozakomórkowym, która jest zdolna do atakowania komórek. Każdy wirion składa się z materiału genetycznego w postaci **DNA lub RNA** (nigdy oba te kwasy nukleinowe nie występują jednocześnie) oraz białkowej otoczki zewnętrznej. Otoczka ta zwana jest **kapsydem** i zbudowana z niewielkich białkowych podjednostek strukturalnych – kapsomerów. Niektóre wirusy mają dodatkowo **osłonkę zewnętrzną**, zwykle zbudowaną z lipidów, na których znajdują się glikoproteiny.



Schemat budowy wirusa HIV.

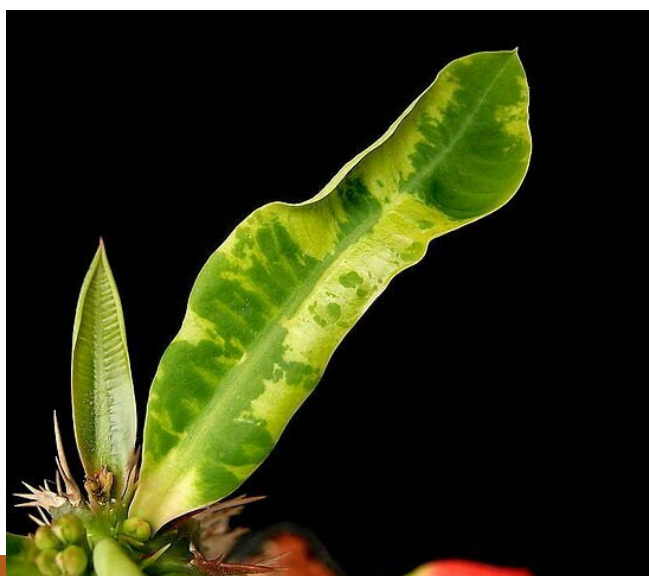
Wirusy mogą namnażać się wyłącznie we **wnętrzu komórek organizmów**.

Ponieważ nie mają organelli komórkowych, w tym **rybosomów**, wykorzystują struktury i możliwości procesów metabolicznych gospodarza, zmuszając zainfekowaną komórkę do produkcji swoich elementów składowych. Proces ten określamy **namnażaniem się wirusów**.

Chorobotwórczość wirusów

Wirusy wywołują u człowieka często bardzo poważne choroby, np. wściekliznę, AIDS, polio, grypę, odrę, ospę wietrzną, różyczkę, COVID-19 czy wirusowe zapalenie wątroby typu A, B i C.

Niektóre wirusy zakażają także rośliny, wywołując takie choroby jak np. mozaikowatość tytoniu, kędzierzawość ziemniaków czy smugowatość pomidorów, które powodują duże straty w rolnictwie.

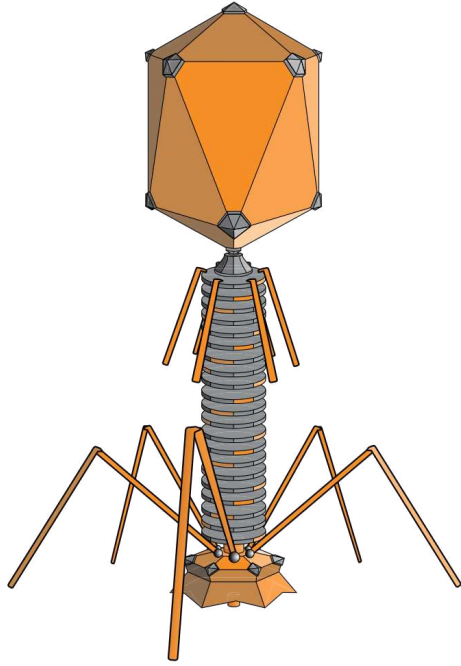


Roślina zakażona wirusem mozaiki tytoniu.

Źródło: Frank Vincentz - Eigenes Werk, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Formy wirusów

Do najbardziej złożonych wirusów, ze względu na budowę morfologiczną kapsydu, należą te, które wyspecjalizowały się w zakażaniu bakterii. Nazywamy je **bakteriofagami**, inaczej fagami. Kapsyd bakteriofaga ma kształt bryłowo-spiralny. Składa się z wielościennej główki, do której zwykle doczepiony jest ogonek wyposażony we włókienka. Służą one do



przytwierdzenia się wirusa do ściany komórkowej bakterii.

Materiał genetyczny bakteriofaga ma najczęściej postać długiej cząsteczki kwasu nukleinowego, zwykle DNA – jednoniciowa lub dwuniciowa – umieszczonej wewnątrz główki.

Istnieje wiele odmian fagów i są one zazwyczaj swoiste względem gospodarza – oznacza to, że atakują tylko jeden gatunek, a czasami tylko jeden szczep bakterii.

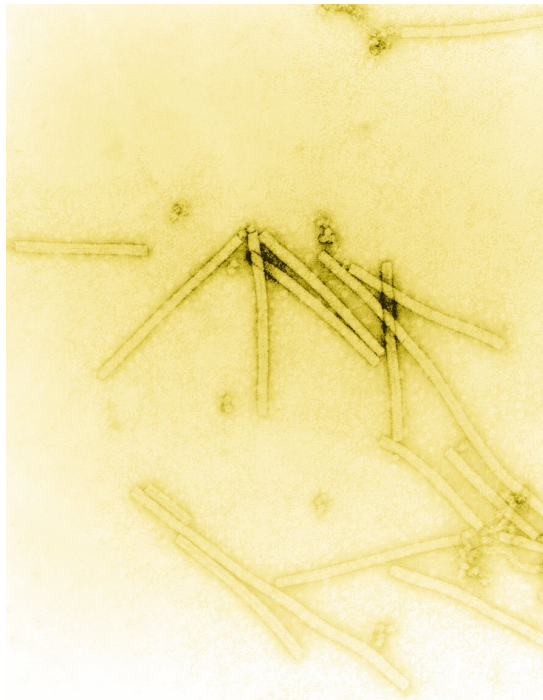
Schemat budowy bakteriofaga.

Źródło: Adenosine, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wirusy mogą mieć różne kształty. Na ogół wyróżnia się:

Formy pałeczkowate (spiralne)

Są charakterystyczne dla większości wirusów roślinnych.



Wirus mozaiki tytoniu widziany pod mikroskopem elektronowym.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Formy wielościenne (bryłowe)

Słownik

DNA

kwasy deoksyrybonukleinowe; materialny nośnik informacji genetycznej; w komórkach DNA występuje najczęściej w postaci dwuniciowej – obydwa łańcuchy DNA są owinięte wokół wspólnej osi, tworząc strukturę tzw. podwójnej helisy; zasady azotowe są skierowane do wnętrza helisy, a zasady z przeciwległych nici tworzą pary związane wiązaniami wodorowymi – adenina zawsze tworzy parę z tyminą (A-T), a guanina z cytozyną (G-C)

namnażanie wirusów

inaczej replikacja wirusów; proces powstawania wirusów potomnych z wirusa rodzicielskiego; uwolniony w komórce żywicielskiej kwas nukleinowy wirusa przekazuje informację genetyczną komórce, która syntetyzuje wirusowy kwas nukleinowy, po czym następuje synteza białek kapsydu i jego wytworzenie; we wnętrzu kapsydu zostaje wbudowany zsyntetyzowany kwas nukleinowy (w ten sposób powstaje wirion)

Pasożyt

organizm lub wirus związany (okresowo bądź stale) z innym organizmem i żyjący jego kosztem

RNA

kwasy rybonukleinowe; składnik licznych elementów komórki: jądra, mitochondriów, rybosomów i cytoplazmy; zawartość kwasu rybonukleinowego jest szczególnie duża w komórkach, w których zachodzi intensywne biosyntezy białka; w niektórych wirusach RNA stanowi materiał genetyczny (np. w wirusie powodującym AIDS); wyróżnia się: mRNA (matrycowy kwas rybonukleinowy), rRNA (rybosomowy kwas rybonukleinowy), tRNA (przenoszący kwas rybonukleinowy) oraz snRNA (niskocząsteczkowy jądrowy kwas rybonukleinowy)

rybosomy

struktury występujące w komórkach pro- i eukariotycznych; zbudowane z białek i rybosomowych kwasów rybonukleinowych (rRNA), służące do syntezy łańcuchów polipeptydowych, z których są zbudowane białka

Film



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RtQAjTkeS3Pxi>

Różnorodność morfologiczna i genetyczna wirusów.

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

Film pod tytułem: Różnorodność morfologiczna i genetyczna wirusów.




Polecenie 1

Wyjaśnij, w jakiej postaci występuje u wirusów kwas nukleinowy.

Polecenie 2

Wyjaśnij, czym jest bakteriofag.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ilustracja do ćwiczeń 1 i 2

Źródło: Pascal, wikimedia.org, licencja: CC BY 2.0.

Ćwiczenie 1



Powyższe zdjęcie przedstawia model pewnego wirusa zbudowany z klocków lego. Jaki organizm może być żywicielem tego wirusa?

Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



System klasyfikacyjny Baltimore'a wyróżnia VII klas wirusów. Poniższa tabela przedstawia niektóre różnice pomiędzy nimi.

Klasa	Oznaczenie	Przykłady
I	dsDNA	adenowirusy
II	ssDNA	parwowirusy
III	dsRNA	reowirusy
IV	(+)ssRNA	pikornawirusy
V	(-)ssRNA	rabdowirusy
VI	ssRNA-RT	retrowirusy
VII	dsDNA-RT	hepadnawirusy

Na podstawie: https://en.wikipedia.org/wiki/Baltimore_classification

Oznaczenia: ds – dwniciove; ss – jednoniciowe; (+) – sekwencja identyczna z mRNA wirusa; (-) – sekwencja komplementarna do mRNA wirusa; RT – powielenie materiału genetycznego wymaga aktywności odwrotnej transkryptazy.

Na podstawie powyższych informacji i własnej wiedzy przyporządkuj opisy klas wirusów do odpowiednich grupy.

Ich materiał genetyczny replikowany jest za pomocą polimerazy RNA, zależnej od RNA, i stanowi bezpośrednią matrycę do syntezy białek wirusowych., mRNA tych wirusów powstaje w wyniku ciągu następujących po sobie przemian kwasów nukleinowych: DNA–RNA–DNA–mRNA., Wirusy te integrują swój materiał genetyczny z materiałem genetycznym gospodarza, po wcześniejszym przeprowadzeniu odwrotnej transkrypcji.

Retrowirusy	
Pikornawirusy	
Hepadnawirusy	

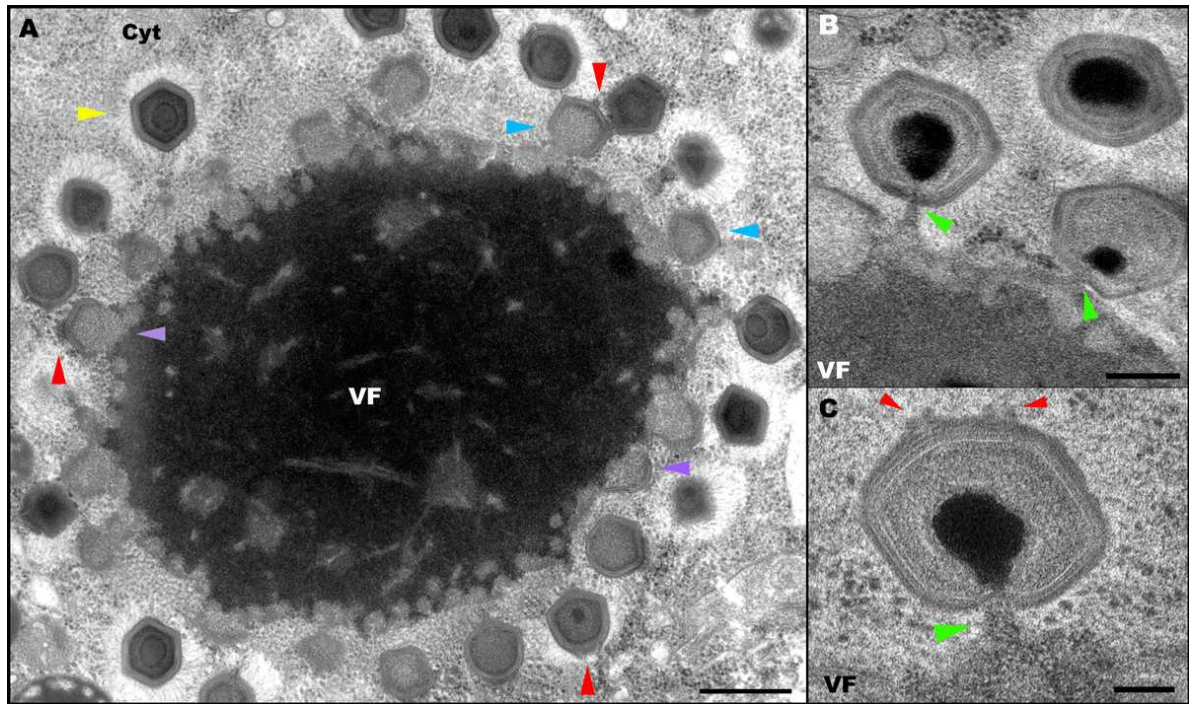


Ćwiczenie 5



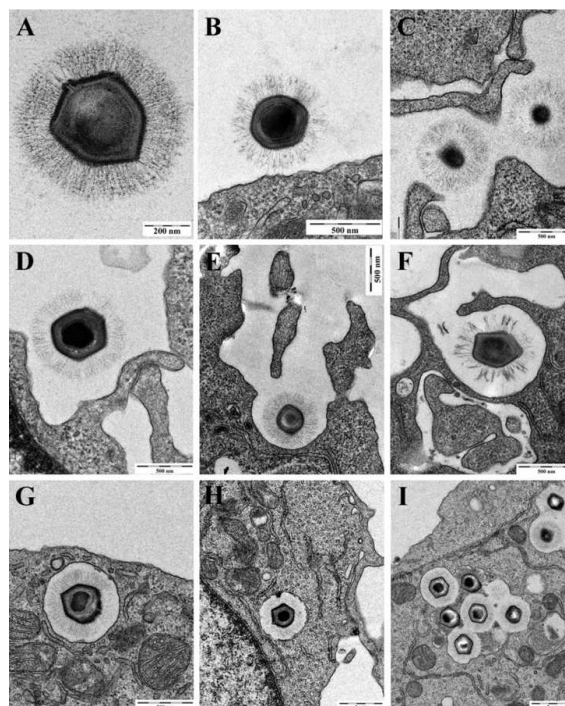
Jednymi z najbardziej zaskakujących wirusów są tzw. wirusy olbrzymie (ang. *giant viruses*) należące do grupy *Nucleocytoviricota*. Wirusy olbrzymie zostały opisane w 2002 roku. Wcześniej uznawane były za bakterie pasożytujące na amebach morskich (*Acanthamoeba polyphaga* i innych). Ich kapsydy mają długość od ok. 200 nm (*Bodo saltans virus*) do ok. 1,2 μm (tupanwirusy) – to więcej niż długość najmniejszych bakterii. Dodatkowo powierzchnia wirusów olbrzymich pokryta jest często białkowymi włóknkami o długości od 30 nm do nawet 550 nm. Włóknka te wiążą się specyficznie z receptorami obecnymi na powierzchni żywiciela. Długość ich genomów może być większa niż milion par zasad i może kodować ponad 1000 białek. Wirusem olbrzymim o największym genomie jest pandorawirus (*Pandoravirus dulcis*). Długość jego materiału genetycznego to niespełna 2,5 miliona par zasad. Ewolucja wirusów olbrzymich pozostaje zagadką. Jako że ich genomy kodują wiele białek, spotykanych poza nimi jedynie w organizmach komórkowych, przypuszcza się, że powstały albo przez uproszczenie prymitywnych organizmów prokariotycznych, albo poprzez przejęcie części genów organizmów, na których pasożytowały. Geny wirusów olbrzymich kodują takie białka jak syntazy aminoacylo-tRNA, białka naprawiające uszkodzenia w DNA oraz cytochromy zaangażowane w syntezę ATP. Megawirus *Megavirus chilensis* oraz mimiwirus atakujący *Acanthamoeba polyphaga* kodują – poza tym – wszystkie białka niezbędne do replikacji i transkrypcji swojego genomu. Procesy te nie zachodzą w jądrze zainfekowanego eukariota, a w rozbudowanych fabrykach w cytoplazmie (zwanymi wiroferami). Podobieństwo wirofer do jądra komórkowego było przyczyną powstania kolejnej teorii zakładającej, że wirusy olbrzymie mogły być czynnikiem, dzięki któremu pierwsze organizmy eukariotyczne wytworzyły swoje jądra komórkowe. Wirusy olbrzymie są tak złożonymi strukturami, że pasożytują na nich inne wirusy, zwane wirofagami, będące wirusami namnażającymi się kosztem innych wirusów.

Na podstawie: <https://pitgroup.org/giant-virus-toplist/> Beata Tokarz-Deptuła i wsp., *Mimiwirus APMV, mamawirus oraz jego wirofag – budowa i charakterystyka*; Postępy w Mikrobiologii; 2011 N. Philippe i wsp., *Pandoraviruses: Amoeba Viruses with Genomes Up to 2.5 Mb Reaching That of Parasitic Eukaryotes*; Science; 2013.



Fotografia A przedstawia fabrykę wirusów (wirosferę – vf) w cytoplazmie (Cyt) zainfekowanej mimiwirusem ameby. Fotografie B i C pokazują proces wypełniania kapsydu materiałem genetycznym. Żółtą strzałką oznaczono wiriony dojrzałe, strzałkami niebieskimi i fioletowymi- wiriony niedojrzałe i pozbawione powierzchniowych włókien białkowych.

Źródło: Zauberman N, Mutsafi Y, Halevy DB, Shimoni E, Klein E, Xiao C, Sun S, Minsky A, wikimedia.org, licencja: CC BY 2.5.



Fotografia A przedstawia cząsteczkę mimiwirusa, a dalej kolejne etapy (fot. B, C, D, E, F, G, H, I) infekcji ameby (*Acanthamoeba Polyphaga*) będącej żywicielem tego wirusa .

Źródło: Ghigo E, Kartenbeck J, Lien P, Pelkmans L, Capo C, et al., wikimedia.org, licencja: CC BY 2.5.

Na podstawie powyższego tekstu, fotografii i własnej wiedzy oznacz poniższe zdania dotyczące wirusów olbrzymich jako prawdziwe lub fałszywe.

Ćwiczenie 6



Na podstawie informacji z ćwiczenia 5 i własnej wiedzy wybierz spośród poniższych zbiór stwierdzeń dotyczących wirusów olbrzymich.

- Mają kapsyd w kształcie dwudziestościanu foremego (ikozaedru) i materiał genetyczny w postaci jednoniciowego DNA.
- Mają kapsyd w kształcie dwudziestościanu foremego (ikozaedru) i materiał genetyczny w postaci dwuniciowego DNA.
- Mają helikalny kapsyd i materiał genetyczny w postaci jednoniciowego RNA.
- Mają helikalny kapsyd i materiał genetyczny w postaci dwuniciowego RNA.

Ćwiczenie 7



Na podstawie informacji do ćwiczenia 5 i własnej wiedzy wyjaśnij, w jaki sposób budowa mimiwirusa atakującego *Acanthamoeba polyphaga* wpływa na możliwość wniknięcia jego wirionu do komórki żywiciela.

Ćwiczenie 8



Wraz z odkryciem wirusów olbrzymich doszło do jeszcze bardziej przełomowego odkrycia wirofagów, czyli wirusów, których żywicielami są inne wirusy. Przykładem jest Sputnik (z ros. towarzysz podróży) oraz Sputnik 2, atakujące kilka spokrewnionych ze sobą wirusów olbrzymich. Wirofagi są wirusami satelitarnymi, których replikacja zależna jest całkowicie od wirosfery wytwarzanej przez wirusy olbrzymie. Sputnik 2 nie potrafi samodzielnie infekować ameby, a gotowe wiriony – samodzielnie jej opuścić.

W wirionie Sputnika 2, który jest specyficzny dla przynajmniej dwóch znanych wirusów olbrzymich, odkryto niewielkie fragmenty DNA, mogące wklejać się do materiału genetycznego – zarówno ameby, jak i wirusa olbrzymiego infekującego tego pierwotniaka. Sekwencje te nie występują jednak nigdy w podstawowym genomie wirofaga. Wyklejanie się opisywanych fragmentów z genomu ameby jest nieprecyzyjne. Często fragment powracający do wirusa olbrzymiego jest znacznie większy niż ten wklejany do genomu pierwotniaka.

Na podstawie: Beata Tokarz-Deptuła i wsp., *Wirofagi – nowe elementy biologiczne*; Postępy w Mikrobiologii; 2013

Na podstawie tekstu do ćwiczeń 5 i 8 oraz własnej wiedzy oceń, w jaki sposób wyjątkowe fragmenty DNA obecne w wirofagu Sputnika 2 mogły przyczynić się do obecności w genomach wirusów olbrzymich genów kodujących syntazy aminoacylo-tRNA.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Różnorodność morfologiczna i genetyczna wirusów

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XII. Wirusy, wiroidy, priony

1. Wirusy – pasożyty molekularne. Uczeń:

2) przedstawia różnorodność morfologiczną i genetyczną wirusów;

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):

- Opiszysz budowę cząstki wirusa.
- Wymienisz choroby wywoływane przez wirusy.
- Wyjaśnisz, dlaczego wirusów nie zaliczamy do organizmów żywych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- wykład;
- praca z filmem;

- mapa myśli;
- gra dydaktyczna.

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. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z medium w sekcji „Film”.
2. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat wirusów, zwracając uwagę na cechy wirusów łączące je ze światem żywym i materią nieożywioną.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. **Rozmowa wprowadzająca.** Nauczyciel prosi chętnych/wybranych uczniów o podanie przykładów chorób wywoływanych przez wirusy oraz wyjaśnienie, dlaczego wirusów nie zaliczamy do organizmów żywych.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z treścią z sekcji „Przeczytaj”. Następnie uczniowie omawiają budowę wirusa HIV, wykorzystując ilustrację z e-materiału wyeksponowaną na tablicy interaktywnej. Prezentacja jest punktem wyjścia do rozmowy na temat różnorodności morfologicznej wirusów.
2. **Mapa pojęć.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć związane z tematem lekcji, na podstawie wiadomości z sekcji „Przeczytaj” oraz „Film”.
3. **Praca z filmem pt. „Różnorodność morfologiczna i genetyczna wirusów „.** Nauczyciel czyta polecenie nr 1 („Obejrzyj film, a następnie wymień, na jakiej podstawie klasyfikujemy wirusy”) i prosi uczniów, aby w parach wykonali zadanie w oparciu o wskazówki zawarte w e-materiale.
4. Uczniowie w parach analizują treść polecenia nr 2 („Wyjaśnij, w jakiej postaci występuje u wirusów kwas nukleinowy.”), dyskutują, a następnie zapisują wnioski. Wybrane grupy omawiają swoje rozwiązanie i spostrzeżenia na forum klasy.

- 5. Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie wykonują ćwiczenia 5, 6 i 7 (odnoszące się do tekstu źródłowego na temat wirusów olbrzymich) w sekcji „Sprawdź się”. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych zadań, omawiając je wraz z uczniami.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie zapisują w zeszycie minimum pięć pytań do materiału – każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”. Następnie zadają swoje pytania dowolnie wybranej osobie i odpowiadają na pytania kolegi lub koleżanki.
2. Uczniowie wykonują ćwiczenie nr 3 (polegające na przyporządkowaniu opisów klas wirusów do odpowiednich grup) z sekcji „Sprawdź się”. Chętne osoby prezentują swoją odpowiedź.
3. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia 1, 2 i 4 z sekcji „Sprawdź się”.

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.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu:

- Film można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.