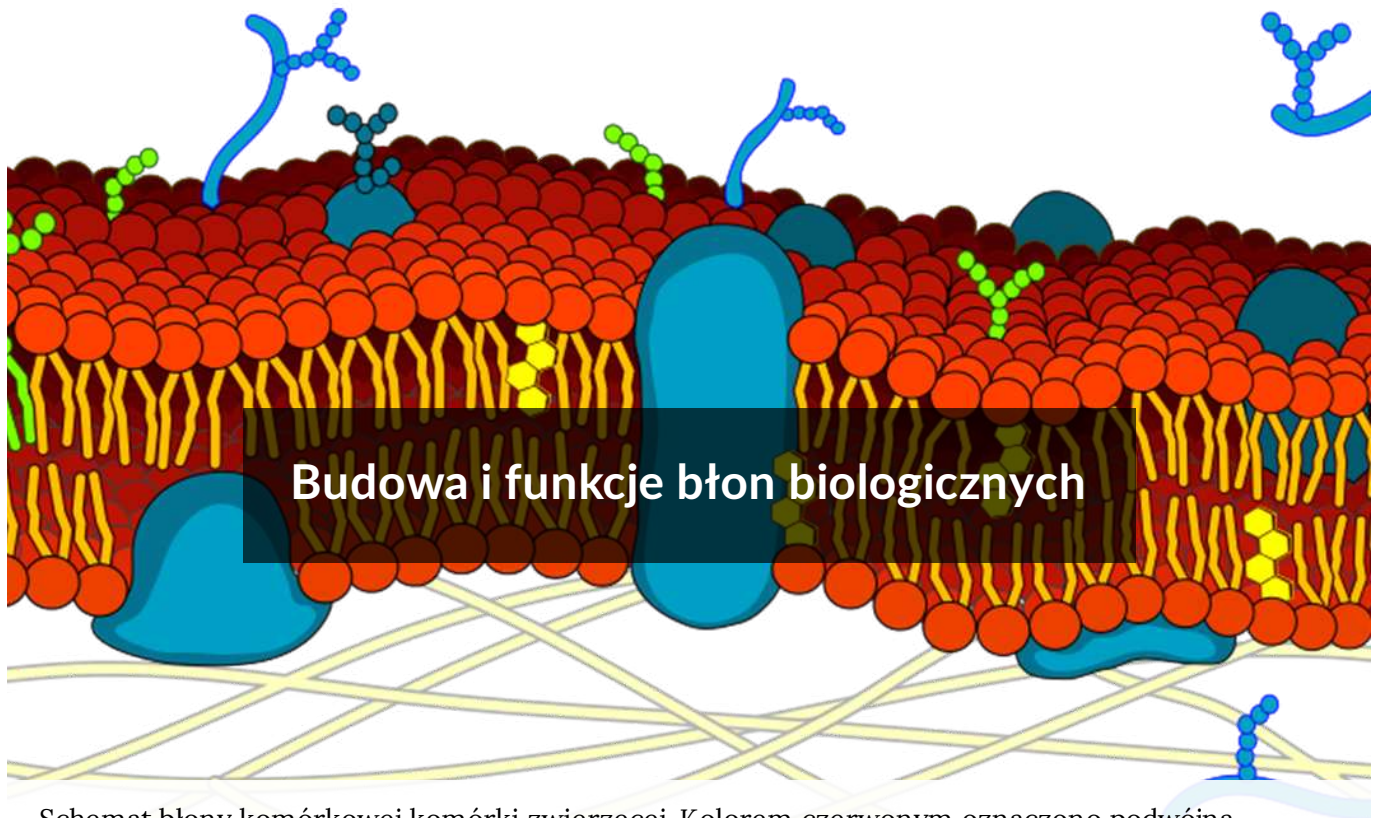


Budowa i funkcje błon biologicznych

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



Budowa i funkcje błon biologicznych

Schemat błony komórkowej komórki zwierzęcej. Kolorem czerwonym oznaczono podwójną warstwę lipidów. Zanurzone w niej białka globularne mają barwę niebieską. Glikolipidy zaznaczono na zielono.

Źródło: Mariana Ruiz Villarreal, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Każda żywa komórka otoczona jest błoną komórkową. Dzięki niej zachowuje swoistą odrębność przy jednoczesnej możliwości kontaktu z otoczeniem. W komórkach eukariotycznych wewnętrzny system błon śródkomórkowych (system lamelarny) dzieli komórkę na sektory, które różnią się wielkością i funkcją. To zjawisko przedziałowości (kompartamentacji) pozwala na jednoczesne zachodzenie w tej samej komórce wzajemnie wykluczających się procesów metabolicznych (w tym samym czasie w różnych kompartmentach zachodzą procesy kataboliczne i anaboliczne).

Twoje cele

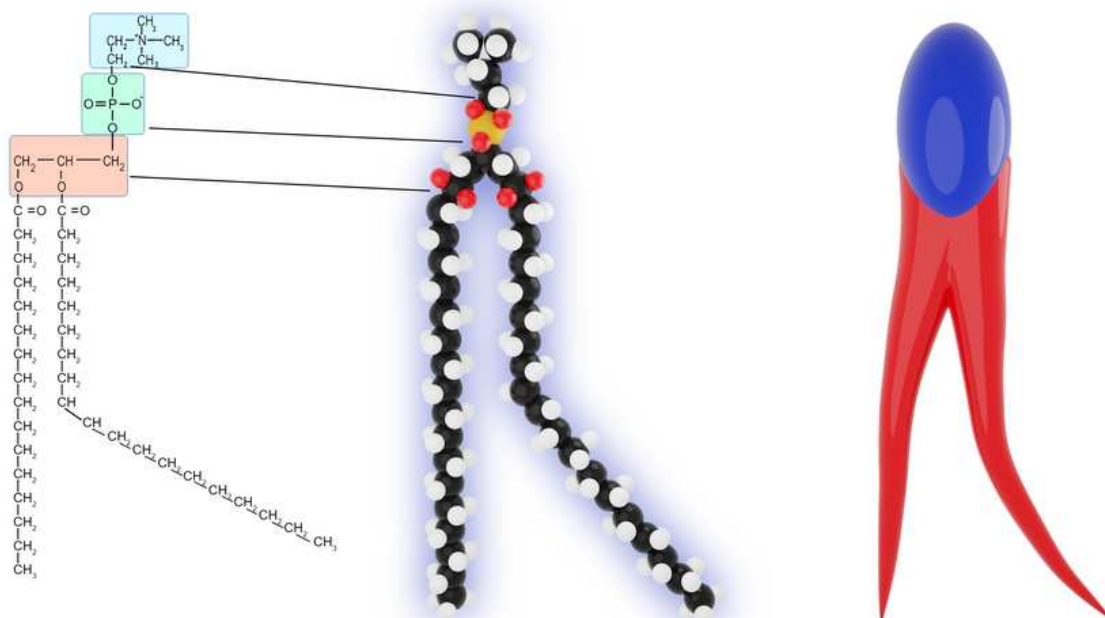
- Omówisz budowę błon biologicznych.
- Zrozumiesz założenia modelu płynnej mozaiki, obrazującego strukturę błony biologicznej.
- Wymienisz funkcje błon biologicznych.
- Wykażesz związek między budową błony komórkowej a pełnionymi przez nią funkcjami.

Przeczytaj

Budowa błony biologicznej

Składniki lipidowe

Zrębem każdej błony biologicznej jest dwuwarstwa fosfolipidowa. Pojedyncza cząsteczka fosfolipidu składa się z cząsteczki glicerolu połączonej z dwiema cząstkami kwasów tłuszczowych, grupy fosforanowej oraz zlokalizowanej szczytowo polarnej cząsteczki organicznej (np. choliny).



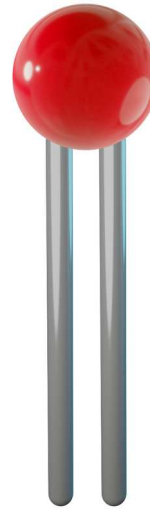
Wzór chemiczny i schemat struktury przestrzennej fosfolipidu.

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

Kwasy tłuszczowe budujące fosfolipidy mogą być nasycone i mieć postać prostych „ogonów”. Obecność kwasów nienasyconych powoduje charakterystyczne wygięcie ogona.



Fosfolipid zawierający nienasycony kwas tłuszczowy



Fosfolipid z nasyconymi kwasami tłuszczowymi

Schemat budowy fosfolipidów.

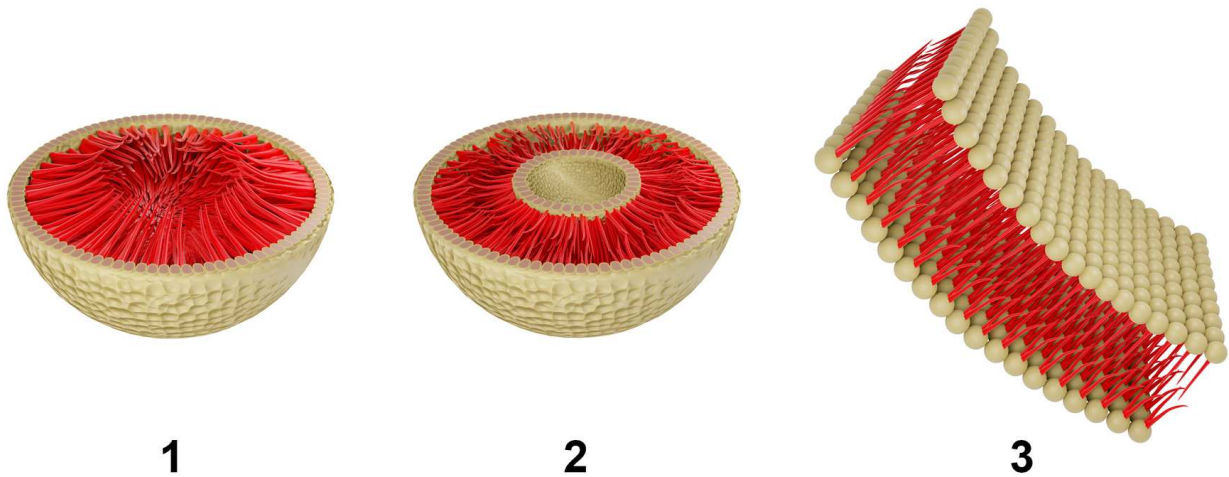
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Łańcuchy kwasów tłuszczowych są [hydrofobową](#), niepolarną częścią fosfolipidu. Polarna „głowa” i łącząca je z kwasami tłuszczowymi, ujemnie naładowana grupa fosforanowa są [hydrofilowe](#). Takie polarne właściwości błonowych lipidów nazywamy [amfipatycznością](#).

Amfipatyczny charakter cząsteczek fosfolipidów powoduje, że ich najbardziej stabilnym układem jest struktura dwuwarstwowa. Pozwala ona na ciasne upakowanie hydrofobowych ogonów we wnętrzu błony. Przyciągają się one do siebie dzięki oddziaływaniom sił van der Waalsa, unikając styczności z wodą obecną zarówno we wnętrzu komórki, jak i otaczającym środowisku. Słabe oddziaływania van der Waalsa ułatwiają też zamykanie powstających w dwuwarstwie przerw powstających podczas egzo- lub endocytoz.

Hydrofilowe głowy zapewniają kontakt ze środowiskiem wodnym (zarówno otaczającym komórkę, jak i współtworzącym cytozol). Poza dwuwarstwą lipidową

amfipatyczność cząsteczek fosfolipidowych, pozwala tworzyć w środowisku wodnym struktury micelarne i liposomowe. Micele mają postać kuleczek, w których głowy fosfolipidów skierowane są do środowiska wodnego, a ogony zamknięte wewnątrz kuli. Z kolei liposomy to dwuwarstwowe pęcherzyki. Dodane np. do kosmetyków przenoszą ich składniki w głębsze warstwy skóry.



Struktury tworzone przez fosfolipidy: 1 – micela; 2 – liposom; 3 – dwuwarstwa lipidowa.

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

Steroidem wchodzącym w skład zwierzęcych błon komórkowych jest cholesterol (u roślin jego substytutami są sitosterol i stigmasterol). Płaska przestrzenna budowa cholesterolu pozwala mu na łączenie się z tłuszczowymi częściami fosfolipidów. Skutkuje to zwiększeniem sztywności i lepkości błon przy jednoczesnym ograniczeniu ich płynności.

Zawartość cholesterolu w błonie jest zmienna i zależy od jej funkcji. Na przykład w błonie komórkowej erytrocytów stanowi on niemal 25% jej masy. Razem ze specyficznym dla erytrocytów białkiem – spektryną cholesterol wzmacnia błonę komórkową, umożliwiając czerwonym krwinkom przeciskanie się przez włosowate naczynia krwionośne, których światło jest zbliżone wymiarami do średnicy komórek.

Składniki białkowe

Obok fosfolipidów, drugim podstawowym składnikiem błon biologicznych są białka. Wzajemny stosunek lipidów i białek w błonach jest różny i zależy od rodzaju błony i jej funkcjonalności. Mielina, którą wytwarzają błony komórek owiniętych kilkakrotnie wokół niektórych włókien nerwowych, charakteryzuje się niewielką zawartością białek (ok. 18%) i pełni funkcję izolatora. Błony komórkowe większości komórek są pod względem funkcjonalnym bardziej aktywne, tzn. zawierają kanały, receptory, enzymy oraz pompy. Zawartość białek w tych błonach wynosi ok. 50%. Największą zawartością białek (nawet do 75%) charakteryzują się błony związane z przekształcaniem energii, np. wewnętrzne błony chloroplastów i mitochondriów.

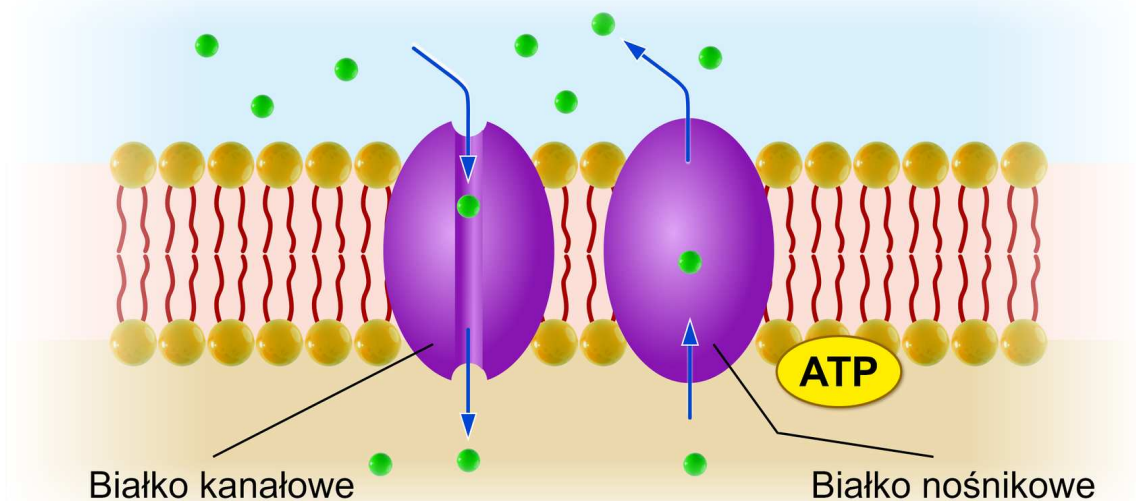
Białka bezpośrednio związane z błoną to **białka integralne**. Mogą zawierać elementy hydrofobowe na jednym ze swoich krańców i dzięki temu umocowywać się w błonie. Jeżeli przebijają one błonę i przechodzą przez nią w poprzek nazywane są **białkami transbłonowymi**. W takim przypadku oba krańce białka mają charakter hydrofilowy, a środek jest hydrofobowy. Białka integralne transbłonowe często mają charakter białek transportujących.

Białka luźno połączone z błoną (słabymi wiązaniami niekowalencyjnymi z częściami białek integralnych lub fosfolipidów) to **białka powierzchniowe (peryferyczne)**.

Białka błonowe pełnią szereg funkcji:

Transport

Hydrofilowe **kanały** białek integralnych selektywnie transportują cząsteczki zgodnie z gradientem stężeń. Białka **nośnikowe** mogą transportować cząsteczki aktywnie, wbrew gradientowi, z wykorzystaniem ATP.



Białka kanałowe.

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

Aktywność enzymatyczna

Przekazywanie sygnałów

Oddziaływania międzykomórkowe

Rozpoznawanie się komórek

Kontakt z macierzą komórkową

Na zewnętrznej powierzchni błon komórek zwierzęcych znajduje się warstwa cukrowca – **glikokaliks**. Twór ten powstaje przez glikozylację lipidów i białek.

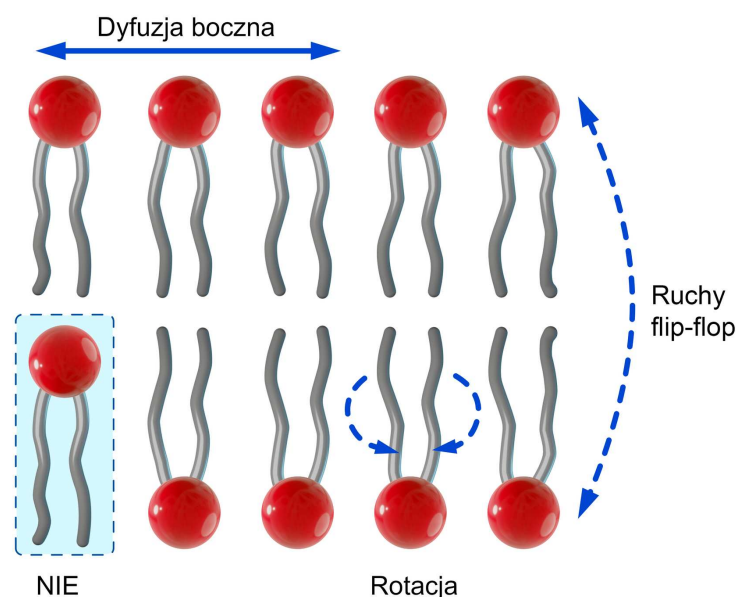
Przyłączenie do elementów błony łańcuchów węglowodanowych powoduje powstanie glikozydów – glikoprotein (glikolizowane białka błonowe) i glikolipidów (glikolizowane tłuszcze). Składnikami glikolipidów mogą być: galaktoza, glukoza, glukozoamina, galaktozoamina, mannoza, fukoza czy kwasy sjałowe.

Glikokaliks chroni powierzchnię komórek przed uszkodzeniami mechanicznymi i chemicznymi. Jego skład i grubość są odmienne u różnych komórek, co umożliwia ich identyfikację przez komórki układu odpornościowego. Bardzo dobrze chłonie wodę, co nadaje powierzchni komórki pewnej śliskości. Zapobiega to np. zlepianiu się erytrocytów i ich przywieraniu do ścian naczyń krwionośnych. Glikokaliks odpowiada

także za kotwiczenie białek transbłonowych w dwuwarstwie fosfolipidowej, zabezpieczając je przed wpadaniem ich do wnętrza komórki. Jest też specyficznym sygnalizatorem dla białek transbłonowych, który wskazuje im miejsce docelowe.

Obecność glikokaliksu na zewnętrznej powierzchni błony komórkowej oraz niesymetryczne rozmieszczenie białek i grup polarnych lipidów w obu warstwach odpowiadają za zjawisko asymetryczności błony: warstwa zewnętrzna różni się składem od warstwy wewnętrznej.

Obecny powszechnie akceptowany model budowy błony komórkowej został opracowany w 1972 r. przez Singera i Nicolsona. Błona komórkowa jest strukturą dynamiczną, zmieniającą się w czasie. Zanurzone w błonie białka mogą się przemieszczać, co w połączeniu z ruchami fosfolipidów nadaje jej płynny charakter. Płynność błon komórkowych zależy między innymi od temperatury, składu chemicznego płynów otaczających błonę oraz zawartości cholesterolu.



Schemat możliwych ruchów fosfolipidów w dwuwarstwowej błonie fosfolipidowej. Cząsteczki te przemieszczają się swobodnie w obrębie jednej z warstw, ale nie zmieniają orientacji – pozostają ustawione główkami do środowiska zewnętrznego. Mogą również przemieszczać się z jednej warstwy do drugiej, zmieniając orientację, tak aby pozostać zwróconym główką do środowiska zewnętrznego. Ten typ przemieszczania cząsteczek w obrębie błony określa się ruchem flip-flop (lub dyfuzją poprzeczną).

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

Błony biologiczne charakteryzują się selektywną przepuszczalnością (są półprzepuszczalne).

Małe niepolarne cząsteczki łatwo rozpuszczają się w dwuwarstwie lipidowej i dlatego szybko przez nią dyfundują (np. tlen, dwutlenek węgla).

Nienaładowane cząsteczki polarne też dyfundują przez dwuwarstwę, jeśli są dostatecznie małe: woda czy etanol szybko przechodzą przez błony biologiczne, natomiast aminokwasy i glukoza przez nie nie przenikają.

Dwuwarstwy lipidowe są nieprzepuszczalne dla jonów i cząsteczek obdarzonych ładunkiem.

Funkcje błon biologicznych:

- oddziela środowisko wewnętrzne od zewnętrznego;
- umożliwia utrzymanie odpowiedniego funkcjonalnie składu chemicznego komórki;
- otacza wszystkie żywe składniki komórki;
- tworzy wewnątrz komórki przedziały, oddzielając zachodzące w niej przeciwstawne procesy;
- chroni przed wnikaniem szkodliwych substancji i drobnoustrojów;
- wybiórczo przyjmuje ze środowiska zewnętrznego różne substancje i je do niego oddaje;
- odpowiada za wrażliwość;
- odbiera sygnały z otoczenia komórki i przekazuje do jej wnętrza.

Błony biologiczne nie powstają w komórce zupełnie od nowa. Retikulum endoplazmatyczne gładkie, syntetyzując elementy składowe błon, rozbudowuje struktury już istniejące.

Słownik

amfipatyeczność

zjawisko wykazywania przez jedną cząsteczkę zarówno właściwości hydrofilowych, jak i hydrofobowych

glikozyłacja

proces łączenia węglowodanów z innymi związkami organicznymi za pomocą wiązania glikozydowego

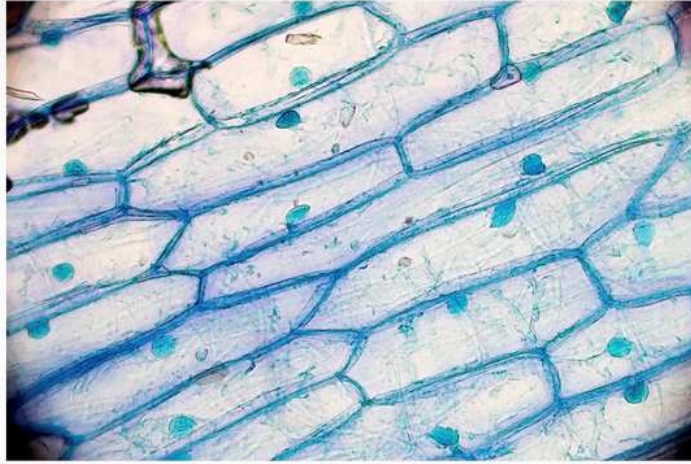
hydrofilowość

właścwość cząsteczki polegająca na jej zdolności do oddziaływania z rozpuszczalnikami polarnymi, głównie wodą

hydrofobowość

właścwość cząsteczki polegająca na jej niezdolności do oddziaływania z rozpuszczalnikami polarnymi, głównie wodą

Wystąpił błąd



Komórki cebuli
Mikroskop świetlny, powiększenie 600x

kaibara87 licencja CC BY 2.0

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R15TCIN1zA4dY>

Budowa i funkcje błony komórkowej.

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

Film określa budowę i funkcje błony komórkowej.

Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Polecenie 4

Polecenie 5

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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz rodzaje białek błonowych z funkcjami, jakie mogą pełnić.

białka mające jedynie domeny hydrofilowe

odbieranie bodźców ze środowiska

białka mające zarówno domeny hydrofobowe, jak i hydrofilowe

dyfuzja wspomagana

Ćwiczenie 2



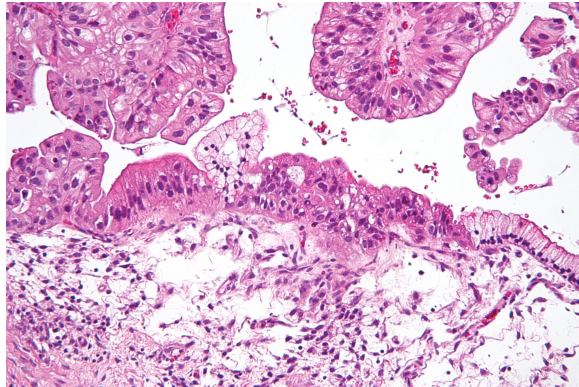
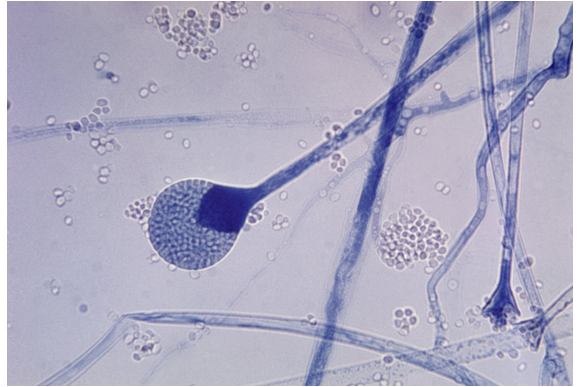
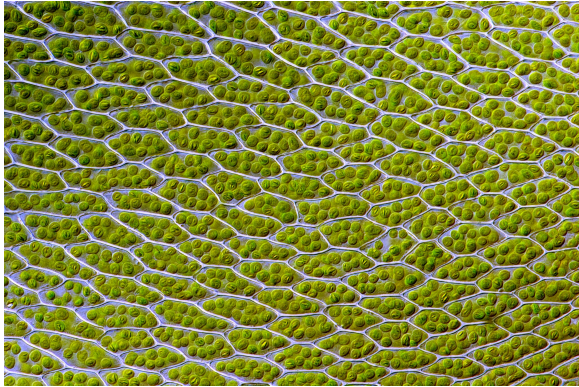
Spośród poniższych zdań wybierz to, które nie opisuje poprawnie funkcji glikoprotein występujących w błonie komórkowej komórek zwierzęcych.

- Są niezbędne do prawidłowego nawilżenia błony komórkowej.
- Pełnią funkcję receptorową.
- Chronią komórkę przed uszkodzeniami mechanicznymi i chemicznymi.
- Zwiększają płynność błony komórkowej.

Ćwiczenie 3



Wybierz zdjęcie przedstawiające komórki, których błonę pokrywa glikokaliks.



Źródło: Des_Callaghan, Nephron, wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Ćwiczenie 4



Właściwości chemiczne fosfolipidów wpływają na płynność błony. Wiązania wielokrotne występujące w resztach kwasów tłuszczowych powodują wygięcie łańcucha węglowego fosfolipidu i zwiększają szansę na przemieszczenie się jego cząsteczki w obrębie monowarstwy błony lub pomiędzy warstwami. Ruchy te są tym częstsze, im mniejsza jest hydrofobowa część fosfolipidu.

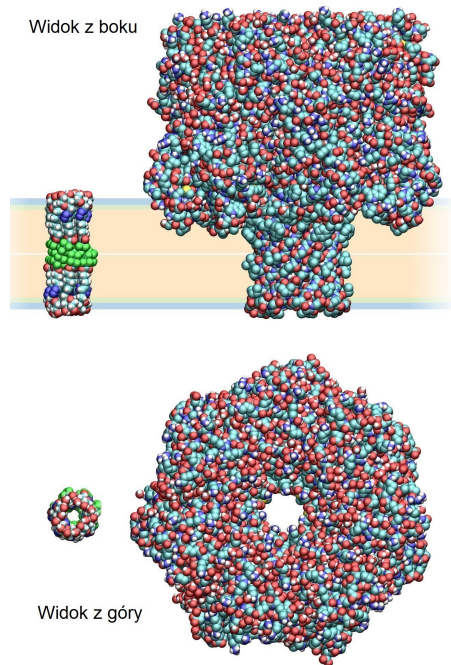
Poniższe zdania opisują fosfolipidy błonowe. Oceń, które ze stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Im dłuższe łańcuchy hydrofobowe fosfolipidów, tym większa płynność błony komórkowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im więcej wiązań podwójnych w strukturze fosfolipidów błonowych, tym większa płynność błony komórkowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fosfolipidy przemieszczają się w obrębie monowarstwy, ale także pomiędzy warstwami błony komórkowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 5



Poniższa grafika przedstawia porównanie pewnego białka obecnego w błonie komórkowej (po prawej) i jej syntetycznego odpowiednika (po lewej). Białko to nie zużywa ATP do pełnienia swojej funkcji. Spośród poniższych stwierdzeń wybierz wszystkie te, które poprawnie opisują przedstawione białko.



Stanowi element glikokaliksu.

Pełni funkcję transportową.

Pełni funkcję receptorową.

Jest kanałem jonowym.

Jest pompą jonową.

Źródło: Jkwchui, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Przeprowadzono eksperyment mający na celu ustalenie wpływu temperatury na transport barwnika (betaniny) przez błonę komórkową (poza komórkę) buraka zwyczajnego (*Beta vulgaris* L.). Betanina jest barwnikiem rozpuszczalnym w wodzie i przez błonę komórkową może przedostawać się jedynie dzięki specyficznym przekaźnikom białkowym lub przeciskając się między fosfolipidami błonowymi (w warunkach fizjologicznych dochodzi do tego rzadko). Badano ilość barwnika uwalnianego z komórek buraka w danych temperaturach. Wiadomo, że intensywność transportu barwnika buraka na zewnątrz komórek zależy od stabilności jego błon komórkowych. Stabilność ta jest z kolei silnie zależna od temperatury. Ustalono, że im wyższa temperatura, tym więcej barwnika uwalniały do otoczenia komórki buraka, przy czym największy wzrost ilości barwnika osiągnięto po podgrzaniu komórek buraka powyżej 50°C.

Na podstawie powyższych informacji oraz własnej wiedzy wskaż właściwe określenia w poniższym tekście.

Barwnik buraka zwyczajnego magazynowany jest w wakuolach siateczce śródplazmatycznej gładkiej jego komórek. Wzrost temperatury powyżej 45°C powoduje denaturację białek błonowych rozpad fosfolipidów błonowych i w konsekwencji zwiększoną niestabilność błony. W wysokiej temperaturze obserwuje się również przyspieszone ruchy cholesterolu fosfolipidów błonowych w błonie komórki buraka zwyczajnego.

Ćwiczenie 7



ErbB2 jest jednym z białek receptorowych obecnych w dużej ilości w błonie komórkowej komórek nowotworowych pewnych odmian raka piersi. Od niedawna istnieją metody zwiększające częstość endocytozy białka ErbB2. Skuteczność tych metod rośnie po zastosowaniu leku o nazwie lowastatyna, zwiększającego płynność błony. Lek ten stosuje się także w terapiach przeciwniażdżycowych.

Na podstawie: Jinrui Zhang i in., *Cholesterol Content in Cell Membrane Maintains Surface Levels of ErbB2 and Confers a Therapeutic Vulnerability in ErbB2-positive Breast Cancer*, „Cell Communication and Signaling” 2019, nr 17(1).

Opierając się na powyższym tekście i własnej wiedzy, nazwij związek chemiczny wchodzący w skład błony komórkowej, którego poziom obniża lowastatyna. Wyjaśnij, jaki wpływ na właściwości błony komórkowej ma ten związek.

Ćwiczenie 8



W komórce zwierzęcej istnieje system białek, łączących ich cytoszkielet z błoną komórkową i dalej z macierzą pozakomórkową (w przypadku roślin błona komórkowa związana jest też ze ścianą komórkową). Taka sieć białkowych powiązań ułatwia między innymi transport substancji w poprzek błony i odpowiedź na czynniki stresowe. Pomiedzy błoną komórkową a cytoplazmą rozciąga się „rusztowanie” zbudowane z aktyny i spektryny. W połączeniu białek błony komórkowej z tym rusztowaniem pośredniczą inne, liczne i wciąż odkrywane białka. Gen *ANK1* koduje białko o nazwie ankiryna. Białko to wykazuje powinowactwo zarówno do aktyny, jak i licznych transbłonowych protein błony komórkowej. Fizjologiczna aktywność białek transbłonowych zależy od prawidłowego ulokowania w błonie komórkowej

Na podstawie: Shane R. Cunha i in., *Ankyrin Protein Networks in Membrane Formation and Stabilization*, „Journal of Cellular and Molecular Medicine” 2009, nr 13(11–12), s. 4364–4376.

Wyjaśnij, dlaczego mutacja genu *ANK1* może powodować upośledzenie transportu (zarówno aktywnego, jak i biernego) jonów do i z komórki.

Dla nauczyciela

Autor: Agnieszka Pieszalska

Przedmiot: biologia

Temat: Budowa i funkcje błony komórkowej

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

II. Komórka. Uczeń:

2) wykazuje związek budowy błony biologicznej z pełnionymi przez nią funkcjami;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

II. Komórka. Uczeń:

2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- omawia budowę błony komórkowej;
- wykazuje związek między budową błony komórkowej a pełnionymi przez nią funkcjami.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- nauczanie hybrydowe.

Metody i techniki nauczania:

- analiza tekstu źródłowego;
- pogadanka;
- plakat;
- SZS.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- cztery arkusze papieru A1, kolorowe flamastry.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel zadaje pytania:

- W jakich komórkach występuje błona komórkowa?
- Gdzie w komórce występuje błona komórkowa?
- Które organelle osłonięte są przez dwie błony białkowo-lipidowe?
- Jaką funkcję pełni błona komórkowa?
- Co to oznacza, że błona komórkowa jest półprzepuszczalna?

2. Nauczyciel przedstawia temat i cele lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel podaje uczniom zagadnienia do opracowania:

- budowa błony komórkowej;
- funkcje błony komórkowej.

2. Praca samodzielna (S) – analiza tekstu zawartego w e-materiale, pozyskiwanie informacji z innych źródeł.

3. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy.

4. Praca zespołowa (Z) – wykonanie plakatu.

- Uczniowie w grupach otrzymują zadanie przygotowania plakatu dotyczącego budowy i funkcji błony komórkowej.
- Nauczyciel rozdaje grupom arkusze papieru A1 oraz flamastry.
- Uczniowie w grupach przygotowują plakaty.

- Liderzy grup podchodzą po kolei do tablicy, zawieszają swój plakat i omawiają dane zagadnienie.
 - Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia informacje.
 - Nauczyciel podsumowuje pracę grup.
5. Praca samodzielna (S) – uczniowie zapoznają się z multimediami zawartymi w e-materiałach (film) i wykonują do niego polecenia.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel przeprowadza grę bingo (zob. materiały pomocnicze).

Praca domowa:

- Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 8.

Materiały pomocnicze:

Załącznik 1. Zasady gry bingo.

Plik o rozmiarze 177.44 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu:

- Film powinien być wykorzystany w fazie realizacyjnej lekcji. Można go także wykorzystać podczas zajęć: *Budowa komórki*, *Półprzepuszczalność błon komórkowych*, *Transport substancji przez błony komórkowe*.