




## Lipidy – budowa, właściwości i znaczenie biologiczne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Lipidy – budowa, właściwości i znaczenie biologiczne

Lipidy są bardzo ważnym elementem diety, gdyż dostarczają organizmowi sporą ilość energii oraz umożliwiają wchłanianie witamin A, D, E czy K. Przykładem produktu bogatego w lipidy jest masło: zawiera ono dużą ilość nasyconych kwasów tłuszczowych. Niemniej produkt ten należy spożywać w umiarkowanych ilościach, ponieważ stanowi także obfite źródło cholesterolu, którego wysoki poziom we krwi ma zgubne konsekwencje zdrowotne.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Lipidy (tłuszczowce) to zróżnicowana grupa związków organicznych nierozpuszczalnych w wodzie, a rozpuszczalnych w rozpuszczalnikach organicznych (np. w alkoholach, eterze i chloroformie). Ze względu na budowę dzieli się je na trzy podstawowe grupy: **tłuszcze proste**, **tłuszcze złożone** i **związki tłuszczopodobne**. Istnieją także inne klasyfikacje lipidów, np. ze względu na pochodzenie możemy wyróżnić tłuszcze roślinne i zwierzęce, a stosując kryterium konsystencji w temperaturze pokojowej – tłuszcze stałe i ciekłe. Lipidy pełnią różnorodne funkcje biologiczne, m.in. energetyczne, zapasowe, termoizolacyjne, ochronne, regulacyjne oraz strukturalne.

### Twoje cele

- Przedstawisz klasyfikację lipidów ze względu na ich strukturę.
- Omówisz budowę lipidów.
- Scharakteryzujesz właściwości lipidów.
- Wyjaśnisz znaczenie biologiczne lipidów.

# Przeczytaj

---

## Podział lipidów (tłuszczowców) ze względu na budowę

Wyróżniamy trzy główne grupy lipidów: tłuszcze proste, tłuszcze złożone oraz związki tłuszczopodobne. Klasyfikację tę ilustruje poniższa mapa pojęć.

- Lipidy
  - Tłuszcze proste
    - Tłuszcze właściwe
    - Woski
  - Tłuszcze złożone
    - Fosfolipidy
    - Glikolipidy
    - Sfingolipidy
  - Związki tłuszczopodobne
    - Steroidy
    - Karotenoidy

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

## Tłuszcze proste

Tłuszcze proste są estrami alkoholi i kwasów tłuszczowych. Ze względu na rodzaj alkoholu wyróżnia się tłuszcze właściwe zawierające glicerol oraz woski zbudowane z długołańcuchowych alkoholi jednowodorotlenowych.

## Tłuszcze właściwe

Tłuszcze właściwe zbudowane są z glicerolu oraz połączonych z nim **wiązaniem estrowym** wyższych kwasów tłuszczowych. Wyróżnia się tłuszcze właściwe proste, w których grupy -OH glicerolu zestryfikowane są kwasami tłuszczowymi, oraz tłuszcze właściwe złożone zawierające dodatkowo np. cukry – glikolipidy czy kwas fosforowy(V) – fosfolipidy.

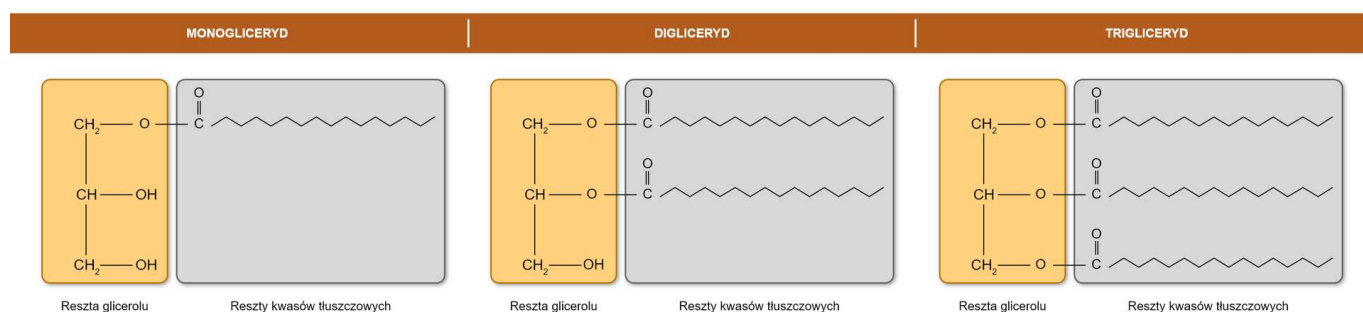
Wśród tłuszczów właściwych wyróżnia się:

- monoglicerydy – zawierające dwie wolne grupy hydroksylowe;
- diglicerydy – zawierające jedną wolną grupę hydroksylową;
- triglicerydy – niemające wolnych grup hydroksylowych.

Rodzaj kwasów tłuszczowych decyduje o właściwościach tłuszczu: kwasy nasycone występujące głównie w tłuszczach zwierzęcych nadają im charakter stały, natomiast kwasy nienasycone występujące głównie w tłuszczach roślinnych i nadają im konsystencję płynną (oleje).

### Charakterystyka i znaczenie biologiczne

Tłuszcze właściwe są nietrwałe: pod wpływem światła, wilgoci i temperatury ulegają rozkładowi do wolnych kwasów tłuszczowych, które mogą dalej się rozkładać do aldehydów (jełczenie). Ponieważ są związkami silnie zredukowanymi (zawierają dużo atomów wodoru), stanowią najbardziej wydajny materiał energetyczny. W organizmach gromadzone są jako materiał zapasowy w tkance tłuszczowej (zwierzęta), miększu liścieni, bielmie i owocach (rośliny oleiste, np. słonecznik, len, orzech, soja). Pełnią również funkcje termoizolacyjne i chronią przed urazami mechanicznymi (tłuszcz podskórny i okłonarządowy).



Schemat budowy tłuszczów właściwych.

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

Woski to **tłuszcze proste** będące estrami kwasów tłuszczowych i długołańcuchowych alkoholi jednowodorotlenowych.

### Charakterystyka i znaczenie biologiczne

Woski wykazują dużą odporność na temperaturę, działanie czynników chemicznych i enzymów, stąd występują głównie powierzchniowo, np. na powierzchni organów roślinnych (liści, owoców) oraz powłok ciała zwierząt (główny składnik łoju), pełniąc funkcje ochronne przed utratą wody, atakiem drobnoustrojów chorobotwórczych i niskimi temperaturami.



Przykładem wosku zwierzęcego jest lanolina (ester kwasów tłuszczowych ze sterolami). Lanolinę pozyskuje się podczas czyszczenia wełny owczej. Stosowana jest jako preparat nawilżający skórę oraz jako baza w której rozpuszczane są składniki aktywne leków.

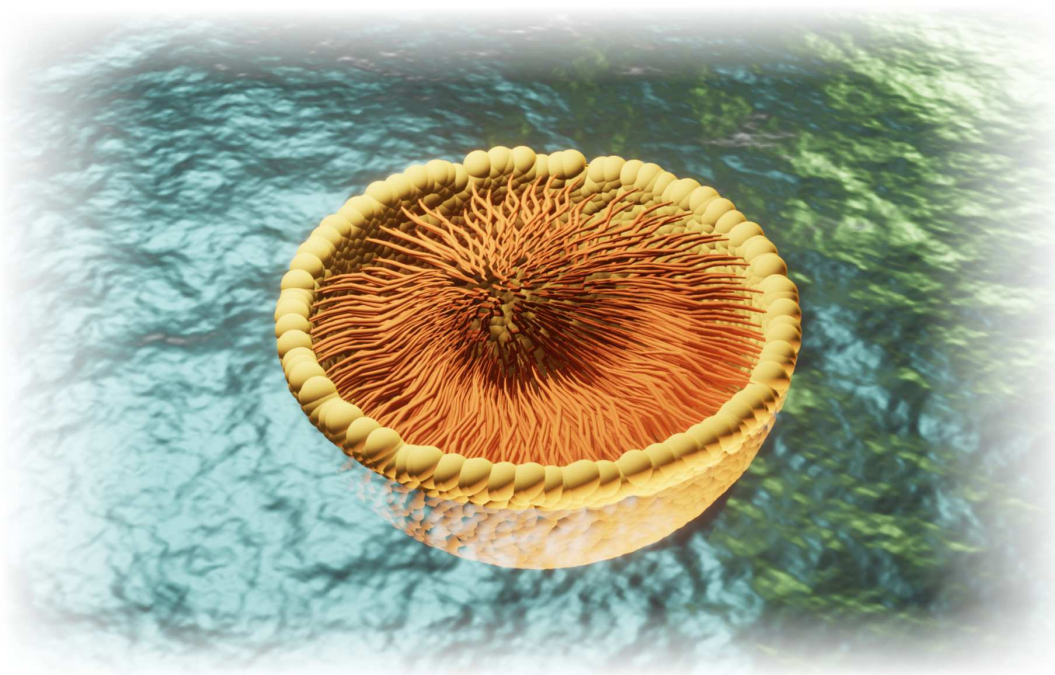
Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

## Tłuszcze złożone

### Fosfolipidy

Fosfolipidy to **tłuszcze złożone** zawierające w cząsteczce resztę fosforanową. Najczęściej spotykane fosfolipidy zbudowane są z glicerolu, którego dwie grupy hydroksylowe zestyfikowane są kwasem tłuszczowym, trzecia natomiast kwasem ortofosforowym.

Związki zawierające azot, takie jak cholina, mogą estryfikować wolną grupę –OH reszty fosforanowej, w wyniku czego powstają lecytyny (fosfolipidy niezbędne do prawidłowego funkcjonowania układu nerwowego zwierząt).



Fosfolipidy mają charakter amfipatyczny, w związku z tym w środowisku wodnym spontanicznie się łączą. Bywa, że formują micelę – kulistą formę, w której fragmenty hydrofobowe fosfolipidów skierowane są do wnętrza, a hydrofilowe do zewnątrz, przez co te ostatnie kontaktują się ze środowiskiem wodnym. Mające dwa łańcuchy hydrofobowe fosfolipidy, ze względu na cylindryczny kształt, rzadko przyjmują tę formę, która jest charakterystyczna dla lipidów zawierających jeden łańcuch hydrofobowy.

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

### Charakterystyka i znaczenie biologiczne

Fosfolipidy wykazują właściwości amfipatyczne: jeden z ich końców ma charakter **hydrofobowy**, drugi natomiast **hydrofilowy**. Przez to w roztworach wodnych tworzą uporządkowane struktury (**micele**, **liposomy** i **dwuwarstwy**), w których końce hydrofilowe cząsteczki ustawiają się w kierunku wody, a części hydrofobowe układają się w kierunku przeciwnym. W komórce stanowią podstawowy składnik błon plazmatycznych i osłonek mielinowych neuronów; pełnią funkcje zapasowe (np. lecytyna w żółtkach jaj) czy też są istotnym składnikiem surfaktantu – substancji zapobiegającej sklejanemu się błon pęcherzyków płucnych.

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

Glikolipidy to lipidy zbudowane z kwasu tłuszczowego lub **sfingozyny**, do których przyłączone są reszty cukrowe.

### **Charakterystyka i znaczenie biologiczne**

Glikolipidy są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie. Pełnią ważną rolę jako składnik tkanki nerwowej (mieliny) i błon komórkowych, gdzie wspólnie z glikoproteinami tworzą dwuwarstwę lipidową. Mogą pełnić także funkcję receptorów (np. znany receptor dla toksyny cholery obecny w jelicie cienkim człowieka), biorą udział w przenoszeniu impulsów nerwowych, a także wykazują właściwości antygenowe.

## **Sfingolipidy**

Sfingolipidy to grupa lipidów, których cząsteczka zbudowana jest z łańcucha sfingozyny. Do tego łańcucha przyłączone mogą być etanoloamina, cholina lub seryna oraz reszty kwasów tłuszczowych.

### **Charakterystyka i znaczenie biologiczne**

Sfingolipidy produkowane są w aparatach Golgiego. Występują w błonach zewnętrznych, gdzie tworzą zewnętrzną warstwę błony komórkowej charakteryzującą się dużą wytrzymałością chemiczną oraz mechaniczną, dzięki czemu pełnią funkcję ochronną dla powierzchni komórek. Niektóre z nich uczestniczą w przesyłaniu sygnałów komórkowych oraz blokowaniu naturalnie zaprogramowanej śmierci komórki (apoptozy).

## **Związki tłuszczopodobne**

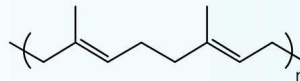
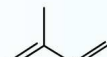
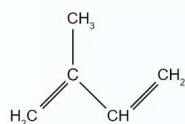
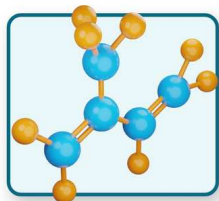
Do związków tłuszczopodobnych zaliczamy m.in. kartenoidy i steroidy.

## **Karotenoidy**

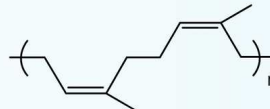
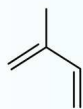
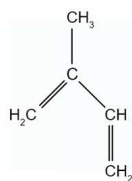
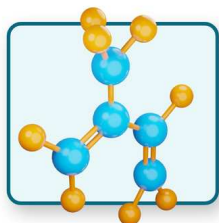
Karotenoidy to barwniki pochodzenia roślinnego, występujące również u zwierząt, grzybów i niektórych bakterii. Wyróżnia się czerwone karoteny (np.  $\beta$ -karoten w korzeniu marchwi i likopen w owocach pomidora) i żółte ksantofile (np. luteina w kwiatkach słonecznika i zeaksantyna w kukurydzy).

### Charakterystyka i znaczenie biologiczne

Karotenoidy są pochodnymi izoprenu o długich łańcuchach węglowych. Występują w chloroplastach i chromoplastach (rośliny) lub chromatoforach (zwierzęta, grzyby). Nadają barwę kwiatom (nasturcja, forsycja), korzeniom (marchew) i owocom (pomidor, papryka, róża, głóg), a także owocnikom grzybów, piórom ptaków, łuskom ryb, pancerzom skorupiaków i muszłom mięczaków. U roślin pełnią ważną funkcję anten energetycznych w fotosyntezie. Dla zwierząt mają znaczenie jako prowitaminy ( $\beta$ -karoten przekształcany jest w witaminę A).



**GUTAPERKA**  
jednostki izoprenowe  
w geometrii **E**



**KAUCZUK NATURALNY**  
jednostki izoprenowe  
w geometrii **Z**

Schemat budowy cząsteczki izoprenu. Izopren jest związkiem organicznym wytwarzanym w organizmach roślin i zwierząt (w tym ludzi). Ten węglowodór jest powszechnie wykorzystywany w przemyśle, gdyż tworzy naturalne polimery: kauczuk i gutaperkę.

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

## Steroidy

Steroidy (sterydy) to substancje tłuszczopodobne, do których należą m.in. sterole i ich pochodne (np. cholesterol, fitosterol, ergosterol), hormony płciowe (testosteron, estrogeny, progesteron), hormony kory nadnerczy (kortyzol, dehydrokortykosteron), hormony bezkręgowców (ekdyzon) oraz kwasy żółciowe (np. kwas cholowy).

## Ciekawostka

Ergokalcyferol (witamina D<sub>2</sub>) występuje naturalnie u grzybów i protistów. Powstaje w wyniku przekształcenia ergosterolu pod wpływem promieniowania UV; u zwierząt z 7-dehydrocholesterolu pod wpływem promieniowania UV powstaje cholekalcyferol – witamina D<sub>3</sub>.

## Słownik

### dwuwarstwa fosfolipidowa

struktura tworzona przez spontanicznie agregujące fosfolipidy, składająca się z dwóch warstw tych cząsteczek z fragmentami hydrofobowymi skierowanymi do wnętrza dwuwarstwy, a hydrofilowymi na zewnątrz

### hydrofilowość

właściwość substancji polegająca na zdolności jej cząsteczek (lub ich części) do oddziaływania z rozpuszczalnikami polarnymi, głównie z wodą, bądź grupami polarnymi innych związków chemicznych, a także cecha makroskopowa materiałów obrazująca ich zdolność do zwilżania wodą

### hydrofobowość

właściwość substancji polegająca na niezdolności jej cząsteczek (lub ich części) do oddziaływania z rozpuszczalnikami polarnymi, głównie z wodą, bądź grupami polarnymi innych cząsteczek, a także cecha makroskopowa materiałów obrazująca ich brak zdolności do zwilżania przez wodę

### liposom

pęcherzyk tworzony przez spontanicznie agregujące fosfolipidy w środowisku wodnym. Zbudowany z dwuwarstwy fosfolipidów, których fragmenty hydrofobowe skierowane są do wnętrza dwuwarstwy, a hydrofilowe na zewnątrz. Wypełniony jest roztworem wodnym

### micela

(łac. *mica* – okruszyna) struktura powstająca przez charakterystyczne ułożenie wielu cząsteczek lipidów; łańcuchy hydrofobowe cząsteczek lipidów skierowane są do środka struktury a grupy hydrofilowe tych cząsteczek na zewnątrz; małe micelle przyjmują postać kuli, większe mają kształt elipsoidalny

## **sfingozyna**

aminoalkohol o 18 atomach węgla zawierający jedno wiązanie podwójne

## **wiązanie estrowe**

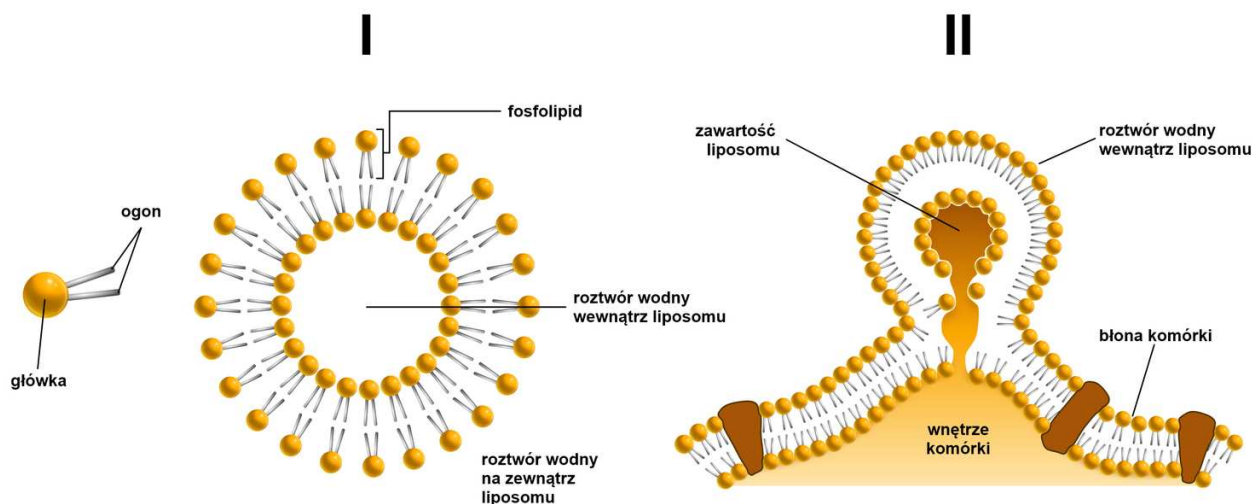
wiązanie chemiczne powstałe w wyniku reakcji alkoholi z kwasami organicznymi lub nieorganicznymi

# Film samouczek

## Polecenie 1

Zapoznaj się z treścią zadania. Swoją odpowiedź zapisz w formularzu. Następnie obejrzyj film i sprawdź, czy twoje wyjaśnienie jest prawidłowe.

Cząsteczki fosfolipidów mają jednocześnie właściwości hydrofilowe i hydrofobowe. Ta cecha odgrywa istotną rolę w samoistnym organizowaniu się cząsteczek fosfolipidów w środowisku wodnym w liposomy, czyli struktury mające postać mikropęcherzyków. Liposomy, np. lipoproteiny krwi, występują w organizmach. Są też produkowane i wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym. Wewnątrz liposomów umieszcza się np. zawiesiny leków. Dodatkowe umieszczenie odpowiednich cząsteczek sygnałowych w warstwie lipidowej liposomów sprawia, że łatwiejsze staje się dostarczenie ich zawartości do wnętrza komórek mających określone receptory rozpoznające i wiążące te cząsteczki sygnałowe. Na poniższych rysunkach przedstawiono budowę liposomu (I) i fuzję liposomu z błoną komórkową (II).



Na podstawie: C. Kelly, C. Jefferies, S.A. Cryan, *Targeted Liposomal Drug Delivery to Monocytes and Macrophages*, Journal of Drug Delivery 2011.<http://www.thehormoneshop.net/liposomes.htm>

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

## Polecenie 2

Obejrzyj film.

Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1BEqetz9>

Lipidy – budowa, właściwości i znaczenie biologiczne.

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




Film nawiązujący do treści materiału

---

## Polecenie 3

## Polecenie 4

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Zaznacz plusem („+”) funkcje pełnione przez lipidy, a minusem („-”) te, których nie pełnią.

Funkcja	Lipidy
osłodulcowa	
energetyczna	
zapasowa	
regulacyjna	
przekazywanie informacji genetycznej	

## Ćwiczenie 2

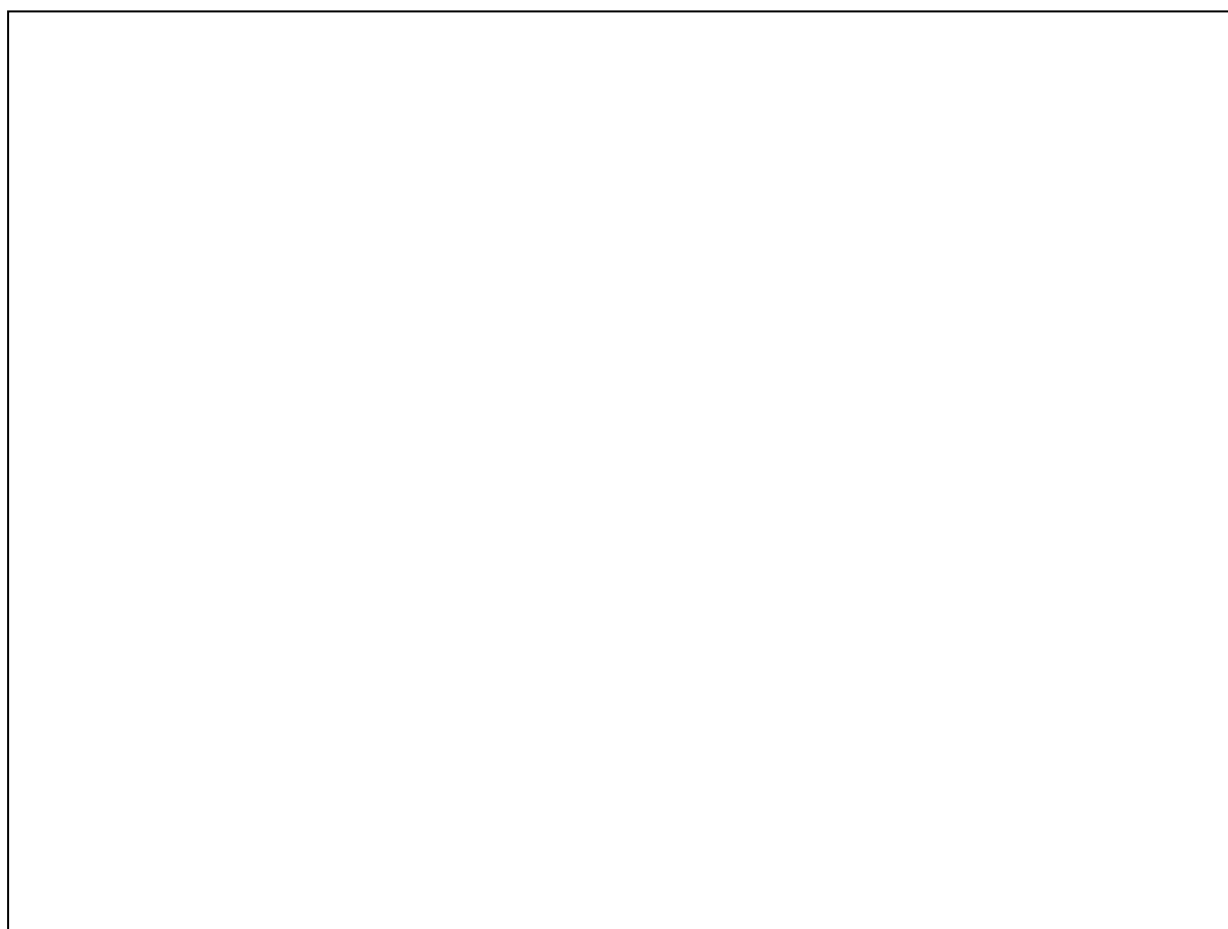
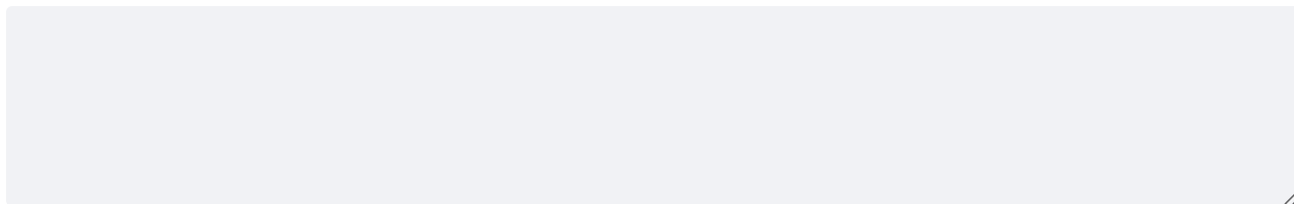


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 3



Narysuj ułożenie cząsteczek lipidów w błonie komórkowej.



## Ćwiczenie 4



Chińscy naukowcy stworzyli w 2019 r. nanomaszynę mającą wykrywać różne cząsteczki miRNA (mikroRNA) za pomocą ich interakcji z DNA. Podłoże przygotowano, rozprawdzając dwuwarstwę lipidową na powierzchni silikonu, a różnorodne cząsteczki DNA połączono na stałe z cholesterolem. Po podaniu kompleksów DNA–cholesterol zostały one związane z wcześniej przygotowanym podłożem.

Na podstawie: Zhi-Bin Wen i wsp., *A dynamic 3D DNA Nanostructure Based on Silicon-Supported Lipid Bilayers: A Highly Efficient DNA Nanomachine for Rapid and Sensitive Sensing*, „Chemical Communications” 2019, nr 55(89), s. 13414–13417.

**Wskaż związki chemiczne, między którymi nastąpią oddziaływania umożliwiające związanie kompleksu DNA-cholesterol z podłożem opisanym w tekście.**

- RNA – lipidy dwuwarstwy
- DNA – silikon
- DNA – cholesterol
- lipidy dwuwarstwy – cholesterol
- lipidy dwuwarstwy – DNA
- lipidy dwuwarstwy – silikon

Czy oba wybrane przez ciebie związki zawierają fragment o charakterze hydrofobowym?

- tak
- nie

## Ćwiczenie 5



Cholesterol należy do związków tłuszczopodobnych i pełni liczne funkcje w organizmie człowieka. Wskaż, które zdania dotyczące funkcji cholesterolu są prawdziwe, a które fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Jest substratem do syntezy hormonów kory nadnerczy.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zwiększa płynność błony komórkowej zwierząt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wspomaga trawienie tłuszczów, ponieważ stanowi substrat do syntezy kwasów żółciowych.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jest niezbędny do utrzymania prawidłowego poziomu witaminy B <sub>12</sub> w organizmie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LDL – jeden z rodzajów cholesterolu – przyczynia się do rozwoju miażdżycy.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Ćwiczenie 6



## Ćwiczenie 7



Za gospodarkę wapniową organizmu odpowiada wiele hormonów oraz innych substancji. Należą do nich między innymi kalcytonina, parathormon, mineralokortykoidy, witamina D<sub>3</sub> oraz estradiol. Z wyjątkiem parathormonu i kalcytoniny wszystkie podane związki są pochodnymi cholesterolu. Niedobór między innymi kalcytoniny i witaminy D<sub>3</sub> skutkować może zmniejszoną gęstością kości. Niski poziom estradiolu jest natomiast szczególnie niebezpieczny dla stanu kości kobiet po 50. roku życia. Z badań wynika także, że cholesterol bezpośrednio zmniejsza poziom ekspresji genów komórek kościotwórczych (osteoblastów).

Na podstawie: Yanman Zhou i wsp., *Hypercholesterolaemia Increases the Risk of High-Turnover Osteoporosis in Men*, „Molecular Medicine Reports” 2019, nr 19(6), s. 4603–4612.

Pewien dietetyk zalecił pacjentce w wieku 60 lat dietę bardzo bogatą w cholesterol. Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy oceń, czy zalecenie to było prawidłowe. Uzasadnij swoją ocenę, uwzględniając prawdopodobny stan układu kostnego i krwionośnego pacjentki wynikający z jej wieku.

## Ćwiczenie 8



Roślinne błony komórkowe nie zawierają cholesterolu. Występują w niej natomiast liczne sterole roślinne – fitosterole. Ich pochodne cukrowe (glikozydy) posiadają właściwości bakteriobójcze, a także emulgacyjne (rozbijają tłuszcze) – saponiny. Fitosterole z grupy ekdyzonów są także zdolne do zatrzymywania cykli rozwojowych owadów roślinożernych.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz lekcji

**Autor:** Zuzanna Szewczyk

**Przedmiot:** biologia

**Temat:** Lipidy – budowa, właściwości i znaczenie biologiczne

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

### Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone; przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym;

### 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):

- Przedstawisz klasyfikację lipidów ze względu na ich strukturę.
- Omówisz budowę lipidów.
- Scharakteryzujesz właściwości lipidów.
- Wyjaśnisz znaczenie biologiczne lipidów.

## **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

## **Metody i techniki nauczania:**

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

## **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 A3 i A1;
- flamastry;
- czerwone pisaki.

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna**

1. Nauczyciel prosi o przypomnienie, jakie najważniejsze związki stanowią budulec organizmów.
2. Nauczyciel wprowadza uczniów w temat lekcji, nawiązując do zagadnień opisanych w tekście otwierającym e-materiał.
3. Uczniowie na podstawie własnej wiedzy, wprowadzenia do e-materiału oraz podpisu do ilustracji okładowej na kartce A3 przygotowują w parach mapę myśli dotyczącą tematu zajęć. Wybrana para przedstawia wyniki swojej pracy na forum klasy. Nauczyciel komentuje mapę, weryfikując potoczne przekonania uczniów odnoszące się do zaprezentowanych przez nich informacji.
4. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają „Twoje cele” i określają kryteria sukcesu.

### **Faza realizacyjna**

1. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z tekstem w sekcji „Przeczytaj”, a następnie wykonują polecenie nr 1 do filmu samouczka zawartego w e-materiale.
2. Nauczyciel wyświetla film samouczek pt. *Lipidy – budowa, właściwości i znaczenie biologiczne*, uczniowie weryfikują swoją odpowiedź na polecenie. Podczas wyświetlania filmu nauczyciel zatrzymuje go, zwracając uczniom uwagę na szczegóły.
3. Następnie nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy. Każda grupa otrzymuje arkusz szarego papieru i flamastry, a jej zadaniem jest wyłącznie graficzne opracowanie wyznaczonego zagadnienia:
  - o grupa I – tłuszcze proste;
  - o grupa II – tłuszcze złożone;
  - o grupa III – związki tłuszczopodobne.

Uczniowie podczas pracy nie mogą korzystać z e-materiału.

3. Po wykonaniu pracy każda z grup zmienia miejsce zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Zadaniem uczniów jest zapoznanie się z graficznym przedstawieniem określonej grupy lipidów w ciągu 5 minut oraz dodanie podpisów objaśniających ilustracje stworzone przez kolegów.
4. Po upływie wyznaczonego czasu każda z grup ponownie zmienia miejsce zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Kolejnym zadaniem uczniów jest sprawdzenie poprawności ilustracji i podpisów na podstawie e-materiału. Uzupełniają brakujące informacje przy ponownym oglądaniu filmu. Nauczyciel monitoruje pracę podopiecznych.
5. Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenia nr 2 i 3 do filmu samouczka. Nauczyciel monitoruje pracę uczniów, w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe rozwiązanie.
6. Uczniowie w parach wykonują ćwiczenia interaktywne od 6 do 8, a po upływie wyznaczonego czasu dyskutują nad poprawnymi rozwiązaniami.

### **Faza podsumowująca**

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie interaktywne nr 5. Następnie przygotowują podobne zadanie (typu „prawda/fałsz”) dotyczące lipidów dla osoby z pary. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel ocenia zaangażowanie uczniów podczas zajęć.

### **Praca domowa**

Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 4.

### **Materiały pomocnicze**

- *Encyklopedia szkolna. Biologia*, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

## **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka**

Film samouczek może zostać wykorzystany w fazie wstępnej lekcji, w celu wprowadzenia uczniów w temat zajęć. Można go również wykorzystać na kolejnych lekcjach dotyczących lipidów.