



Czy tłuszcze mogą być nienasycone?

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



Czy tłuszcze mogą być nienasycone?

Oliwa z oliwek jest jednym z najczęściej stosowanych tłuszczów. Udowodniono, że zawarty w oliwie kwas oleinowy ma właściwości prozdrowotne.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Tłuszcze, które spożywamy na co dzień, są mieszaniną estrów glicerolu (nazwa systematyczna to propano-1,2,3-triol) i różnych wyższych kwasów karboksylowych, potocznie nazywanych kwasami tłuszczowymi. Mogą one budować tłuszcze nasycone i nienasycone. Z czego zatem wynika ów podział i w jaki sposób, za pomocą doświadczenia, zaklasyfikować tłuszcze do grupy tłuszczów nasyconych lub nienasyconych? Na te pytania znajdziesz odpowiedź w tym materiale.

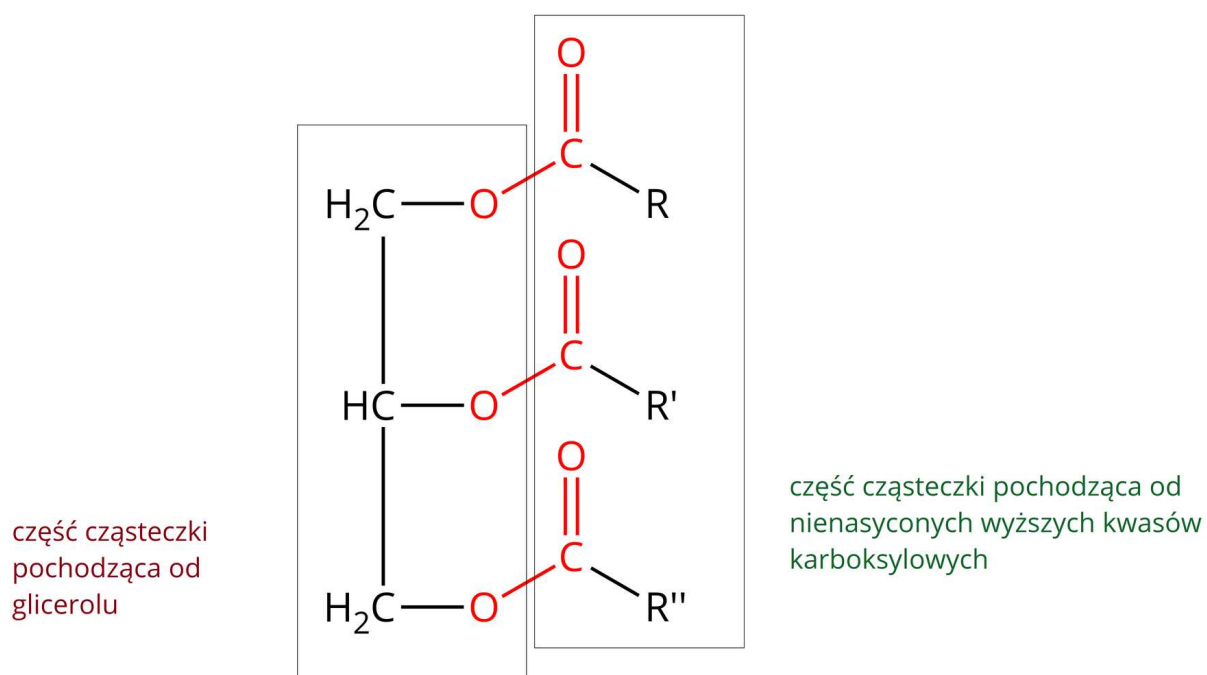
Twoje cele

- Nazwiesz kwasy tłuszczowe, budujące tłuszcze nienasycone.
- Opisziesz zależność między charakterem chemicznym, pochodzeniem a stanem skupienia badanych tłuszczów.
- Zaprojektujesz doświadczenie, za pomocą którego wykażesz charakter nienasycony tłuszczów przy użyciu wodnego roztworu bromu.

Przeczytaj

Czym są tłuszcze nienasycone?

Tłuszcze nienasycone to pod względem chemicznym [estry glicerolu](#) i [wyższych kwasów karboksylowych](#), posiadające wiązania wielokrotne pomiędzy atomami węgla w resztach kwasowych. Kwasy tłuszczowe, które budują tłuszcze nienasycone, występują w ciekłym stanie skupienia, ponieważ obecność w łańcuchu węglowym wiązań podwójnych znacznie obniża temperatury topnienia kwasów. Z tego względu tłuszcze nienasycone mają również w większości przypadków ciekły stan skupienia.



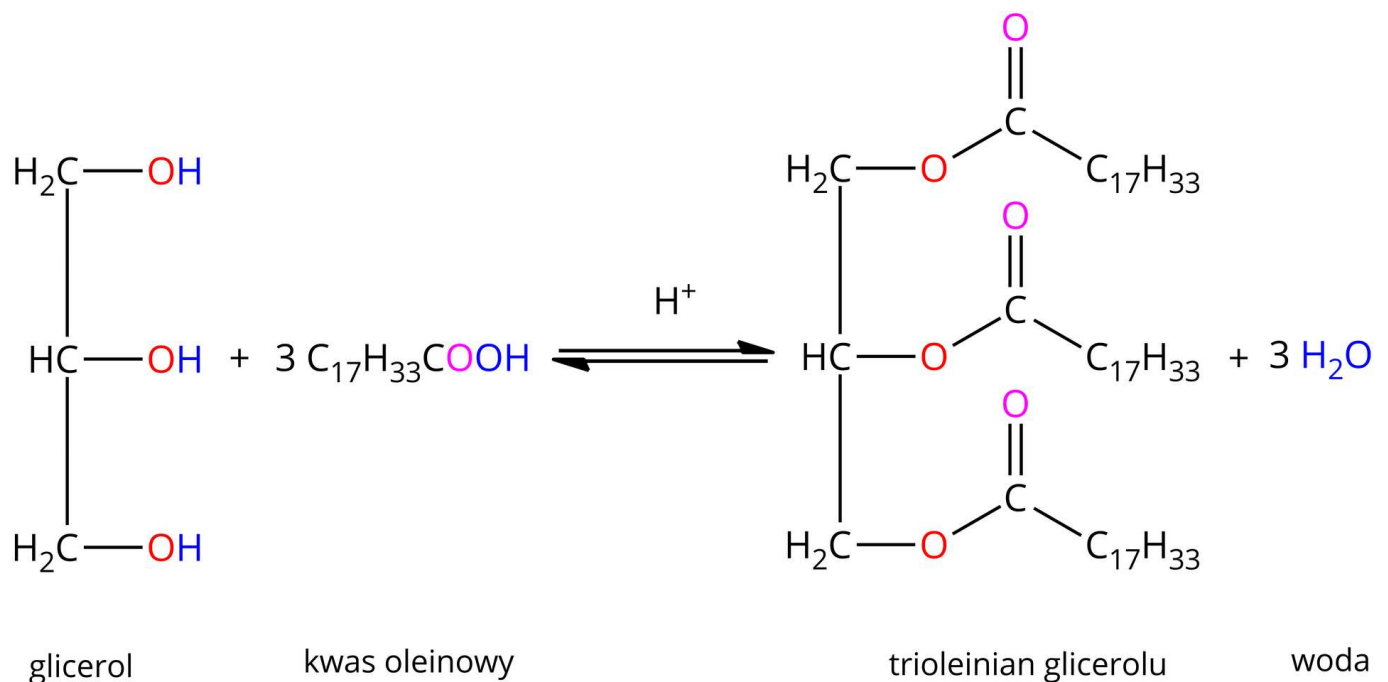
Budowa tłuszczów nienasyconych

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

Reakcję otrzymywania tłuszczów nienasyconych można zapisać schematycznie jako:



Typowym przedstawicielem tłuszczów nienasyconych jest oleinian glicerolu, powstały w reakcji estryfikacji pomiędzy glicerolem a nienasyconym kwasem oleinowym (o wzorze sumarycznym $C_{17}H_{33}COOH$):



Reakcja estryfikacji kwasu oleinowego z glicerolem

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

Podział kwasów tłuszczowych

Nienasycone kwasy tłuszczowe można podzielić na dwie grupy:

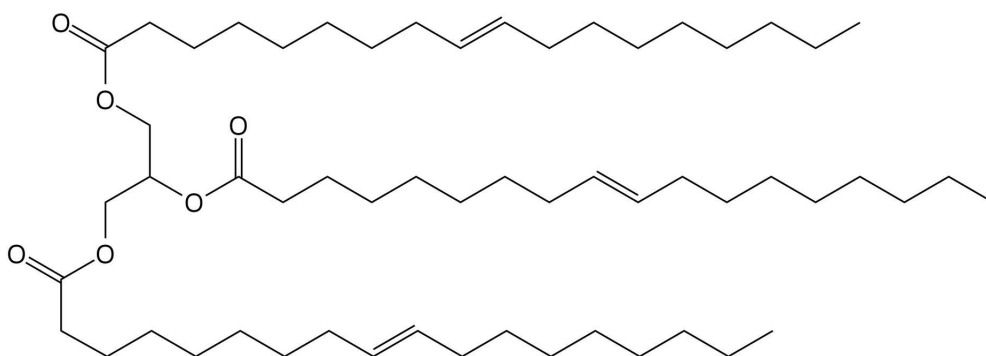
- **monoenowe kwasy tłuszczowe (tzw. MUFA):**
 - zawierają jedno wiązanie podwójne;
 - wokół wiązania podwójnego występuje najczęściej konfiguracja *cis*,
 - przedstawicielem jest kwas oleinowy (kwas oktadek-9-enowy) o wzorze sumarycznym $C_{17}H_{33}COOH$.
- **polienowe kwasy tłuszczowe (tzw. PUFA):**

- zawierają od dwóch do sześciu wiązań podwójnych;
- wokół wiązania podwójnego występuje najczęściej konfiguracja *cis*;
- głównymi przedstawicielami są **kwasy linolowy** (kwas oktadek-9,12-dienowy lub kwas omega-6), o wzorze sumarycznym $C_{17}H_{31}COOH$, oraz **kwasy linolenowy** (kwas oktadek-9,12,15-trienowy lub kwas omega-3), o wzorze sumarycznym $C_{17}H_{29}COOH$.

Przykłady tłuszczów nienasyconych

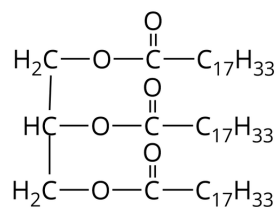
Grupa karbonylowa oraz niepolarny łańcuch węglowy w cząsteczce tłuszczu pochodzi od monoenowego lub polienowego kwasu tłuszczowego, takiego jak:

- **oleinian glicerolu** – ester monoenowego kwasu oleinowego oraz glicerolu:
 - nazwa systematyczna: oktadek-9-enian propano-1,2,3-triolu;
 - wzór sumaryczny monoenowego kwasu oleinowego: $C_{17}H_{33}COOH$.



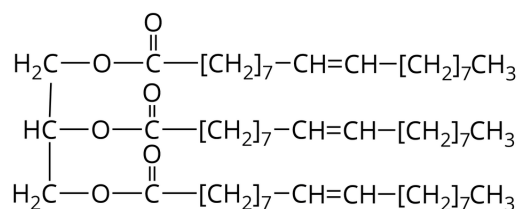
Wzór kreskowy

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



Wzór uproszczony

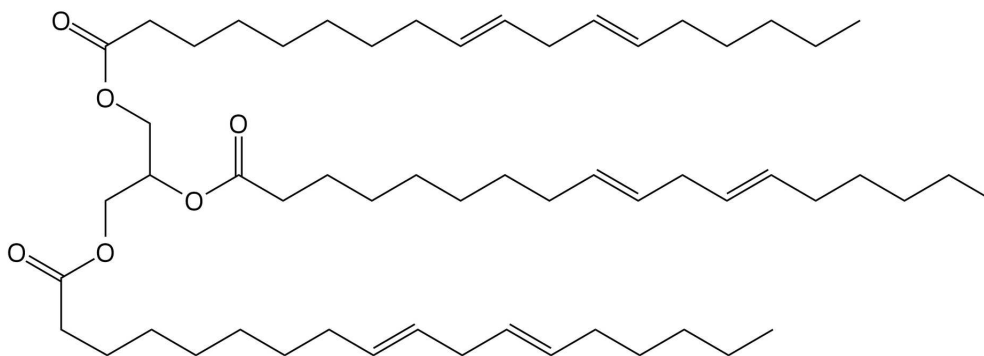
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Wzór półstrukturalny

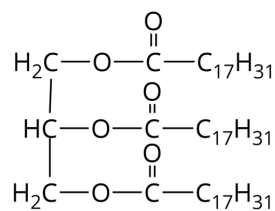
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

- **linolan glicerolu** – ester polienowego kwasu linolowego oraz glicerolu:
 - nazwa systematyczna: oktadek-9,12-dienian propano-1,2,3-triolu;
 - wzór sumaryczny polienowego kwasu linolowego $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$.



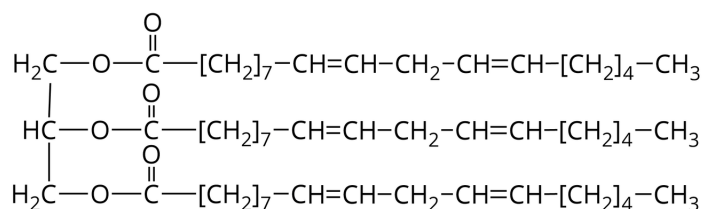
Wzór kreskowy

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



Wzór uproszczony

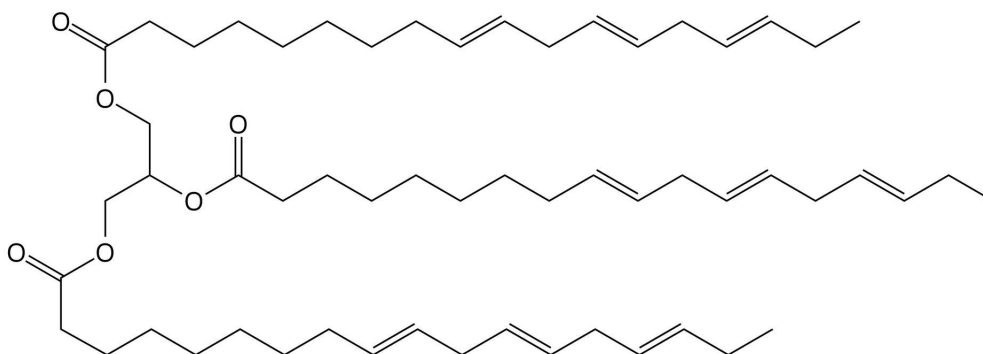
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Wzór półstrukturalny

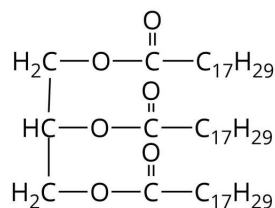
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

- **linoleinian glicerolu** – ester polienowego kwasu linolowego oraz glicerolu:
 - nazwa systematyczna: oktadek-9,12,15-trienian propano-1,2,3-triolu;
 - wzór sumaryczny polienowego kwasu linolenowego $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$.



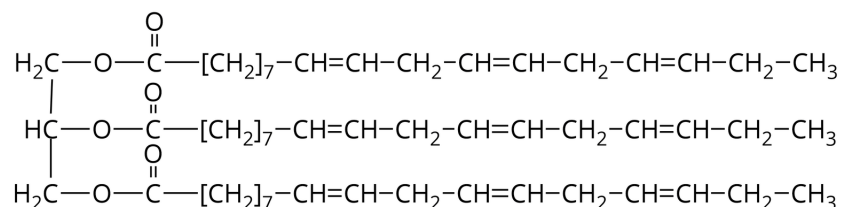
Wzór kreskowy

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



Wzór uproszczony

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



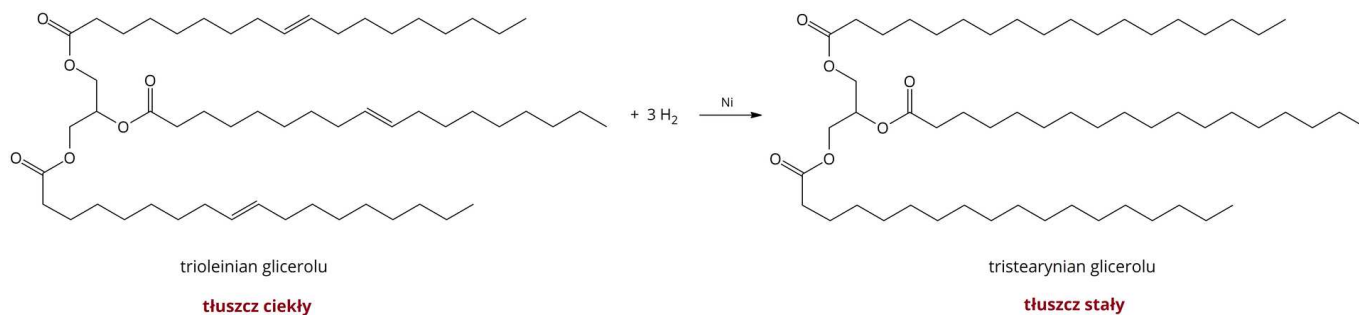
Wzór półstrukturalny

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

Jakim reakcjom ulegają tłuszcze nienasycone?

Obecność wiązań podwójnych w tłuszczach nienasyconych powoduje, że ulegają one reakcjom [addycji elektrofilowej](#). Polega to na przyłączeniu atomów wodoru do atomów węgla, związanych wiązaniem podwójnym kosztem jego rozerwania.

Reakcja addycji wodoru pod wpływem katalizatora (palladu, platyny lub niklu)

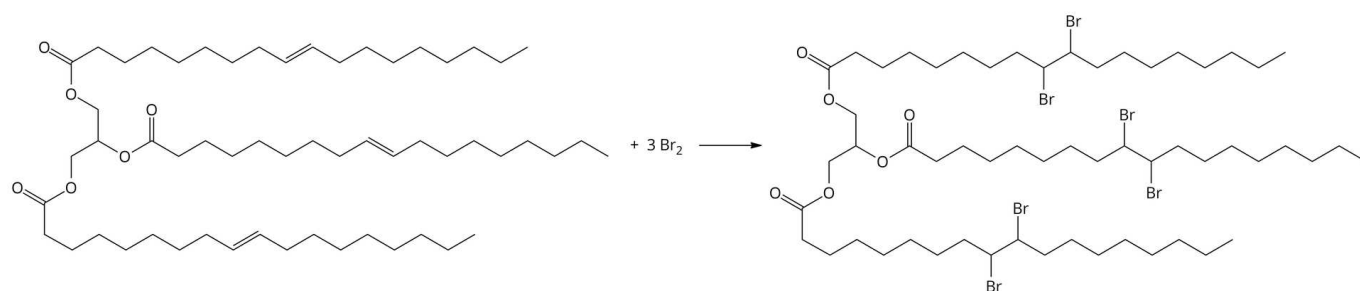


Reakcja addycji wodoru do trioleinianu glicerolu pod wpływem niklu

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

Jest to reakcja katalitycznego uwodornienia, czyli tzw. utwardzanie tłuszczów. Tłuszcz zmienia wówczas stan skupienia z ciekłego na stały.

Reakcja addycji wody bromowej



Równanie reakcji bromowania trioleinianu glicerolu

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

Trzy cząsteczki bromu przyłączają się do wiązań podwójnych, które występują między 9. a 10. atomem węgla każdej reszty kwasowej trioleinianu glicerolu. Powoduje to pęknięcie wiązania nienasyconego i powstania tłuszczu o nazwie 9,10–dibromostearinodioleinian glicerolu.

W wyniku tego następuje odbarwienie wody bromowej. Jest to charakterystyczna reakcja, która służy do wykrywania wiązań wielokrotnych w tłuszczach nienasyconych.

Gdzie możemy znaleźć tłuszcze nienasycone?

Warto również pamiętać, że tłuszcze pochodzenia zwierzęcego i roślinnego są mieszaniną tłuszczów składających się zarówno z nasyconych, jak i nienasyconych kwasów tłuszczowych. Poniżej przedstawiono przybliżony skład niektórych tłuszczów zwierzęcych i olejów roślinnych.



Smalec jest wytopionym tłuszczem m.in. wieprzowym, który składa się w 99% z tłuszczu. W smalcu przeważają nienasycone kwasy tłuszczowe (około 55%), a zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych nie przekracza 40%.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.



Masło jest wyrobem otrzymywanym ze śmietany mleka krowiego, owczego lub koziego. 54% zawartości masła stanowią nasycone kwasy tłuszczowe, 23% zaś nienasycone kwasy tłuszczowe. Poza tłuszczami w maśle znajdują się białka mleka.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.



Oliwa z oliwek składa się głównie z kwasu oleinowego (80%), który jest kwasem nienasyconym. Około 10% tłuszczu w oliwie jest nasyconych.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.



Olej rzepakowy zawiera dwukrotnie mniej nasyconych kwasów tłuszczowych niż oliwa z oliwek.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Słownik

estry

związki chemiczne, które powstają w wyniku działania alkoholu na kwas w wyniku reakcji zwanej estryfikacją

glicerol

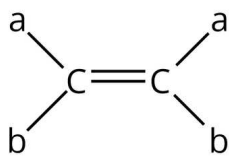
alkohol polihydroksylowy, zawierający trzy grupy hydroksylowe; jego nazwa systematyczna to propano-1,2,3-triol; powszechnie znany jest również pod nazwą gliceryna

wyższe kwasy karboksylowe

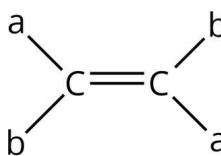
kwasy karboksylowe, które zawierają długie łańcuchy węglowe, zbudowane z ponad 10 atomów węgla

konfiguracja cis

jedna z możliwości rozmieszczenia atomów lub grup atomów wokół wiązania podwójnego w izomerii geometrycznej; oznacza, że po dwóch stronach wiązania podwójnego te same atomy lub grupy atomów rozmieszczone są w tym samym kierunku; przeciwieństwem jest konfiguracja trans, oznaczająca rozmieszczenie po dwóch stronach wiązania podwójnego tych samych atomów lub grup atomów w różnych kierunkach



cis



trans

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

addycja elektrofilowa

reakcja addycji, czyli łączenia, w której związek posiadający niedomiar elektronów (elektrofil) przyłącza się do związku chemicznego posiadającego nadmiar

elektronów bez powstawania produktów ubocznych

tłuszcze nienasycone

estry glicerolu oraz wyższych nienasyconych kwasów tłuszczowych

Bibliografia

Danikiewicz W., *Chemia organiczna. Część III*, Warszawa 2009.

Kaznowski K., *Chemia. Vademecum maturalne*, Warszawa 2016.

John McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2000.

John McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2016.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, Warszawa 1985.

Animacja

Polecenie 1

Cząsteczka tłuszczu powstaje podczas reakcji glicerolu i kwasów tłuszczowych. Czy wiesz, jaki wpływ na właściwości tłuszczu mają występujące w nim wiązania wielokrotne? Zapoznaj się z animacją. Zwróć uwagę, jak zbudowane są tłuszcze nienasycone, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1B01u3Gn>

Animacja pt. *Czy tłuszcze mogą być nienasycone?*

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej tego, czy tłuszcze mogą być nienasycone.

Ćwiczenie 1

Zaznacz poprawną odpowiedź. Tłuszcze nienasycone są to:

☐ estry glicerolu i wyższych nienasyconych kwasów karboksylowych.

☐ estry glicyny i wyższych nienasyconych kwasów karboksylowych.

☐ estry glicyny i wyższych nasyconych kwasów karboksylowych.

☐ estry glicerolu i wyższych nasyconych kwasów karboksylowych.

Ćwiczenie 2

Ocen prawdziwość poniższych zdań, wybierając odpowiednie pole.

Twierdzenie	Prawda	Fałsz
Tłuszcze można podzielić na nasycone i nienasycone, w zależności od krotności wiązań występujących w cząsteczkach przyłączonego kwasu.	☐	☐
W tłuszczach nienasyconych kwasy tłuszczowe zbudowane są tylko z wiązań.	☐	☐
Jeśli w łańcuchu węglowodorowym kwasu tłuszczowego obecne jest wiązanie podwójne, łańcuch ten jest prosty.	☐	☐

Ćwiczenie 3

Wpisz brakujące wyrazy, tak aby uzupełniony tekst był poprawny.

Wygięty węglowodorowy powoduje powstanie pomiędzy cząsteczkami większych przerw. Takie zjawisko występuje w tłuszczach . To sprawia, że są one płynne i występują przede wszystkim w produktach pochodzenia .

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zdecyduj, czy zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W skład tłuszczów nienasyconych może wchodzić kwas octowy.	☐	☐
Alkoholem, który wchodzi w skład tłuszczów, jest glikol etylenowy, zwany gliceryną.	☐	☐
Tłuszcze nienasycone posiadają min. jedno wiązanie wielokrotne.	☐	☐
Wprowadzenie roztworu bromu do tłuszczu nienasyconego powoduje zmianę zabarwienia roztworu na brunatną.	☐	☐

Ćwiczenie 2



Jednym z tłuszczów nienasyconych jest trioleinian glicerolu o wzorze sumarycznym $C_{57}H_{104}O_6$. Oblicz, ile cząsteczek przypada na 23 g tego tłuszczu.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



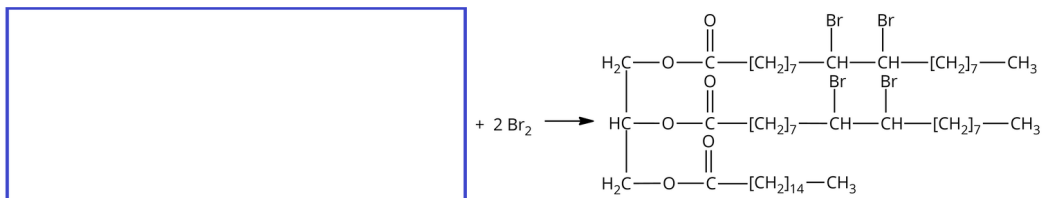
Wybierz sformułowania charakteryzujące tłuszcze nienasycone.

- ☐ Powodują zmianę zabarwienia roztworu bromu na kolor brunatny.
- ☐ Reagują z $\text{KMnO}_{4(\text{aq})}$.
- ☐ Zbudowanie są głównie z nasyconych kwasów tłuszczowych.
- ☐ Odbarwiają wodę bromową.
- ☐ Są pochodzenia zwierzęcego.
- ☐ W ich resztach kwasowych występują wiązania wielokrotne.
- ☐ Ich stan skupienia wynika z możliwości rotacji podstawników wokół wiązania podwójnego.
- ☐ Pochodzą głównie z roślin (nasion, owoców, pestek).
- ☐ Najczęściej są substancjami stałymi.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij schemat równania reakcji chemicznej, rysując wzór półstrukturalny brakującego substratu.



Równanie reakcji do uzupełnienia przez ucznia

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

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Wybierz prawidłową nazwę tłuszczu będącego substratem w ćwiczeniu 4.

- ☐ trioleinian glicerolu
- ☐ 1,2-dioleilo-3-palmitynian glicerolu
- ☐ 1,2-dilinolino-3-palmitynian glicerolu
- ☐ 1,2-dipalmitylo-3-oleinian glicerolu
- ☐ 1,2-dioleilo-3-stearynian glicerolu
- ☐ 1,2-dipalmitylo-3-linolenian glicerolu
- ☐ 1,3-dioleilo-2-palmitynian glicerolu

Ćwiczenie 6



Przyłączenie cząsteczki kwasu chlorowodorowego do cząsteczki tłuszczu jest reakcją addycji elektrofilowej, podobnie jak katalityczne uwodornienie czy reakcja z roztworem bromu.

Zapisz równanie reakcji trioleinianu glicerolu z kwasem chlorowodorowym, stosując wzory półstrukturalne.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz, ile moli produktu otrzymano, jeżeli do powyższej reakcji użyto 21,5 g trioleinianu glicerolu, a reakcja zaszła z 21,5% wydajnością.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Aby wykryć tłuszcze nienasycone, oprócz reakcji z wodą bromową stosuje się wodny roztwór KMnO_4 , otrzymując w wyniku tej reakcji brunatny osad tlenku manganu(IV). Natomiast do atomów węgla, związanych wiązaniem podwójnym, przyłączają się dwie grupy hydroksylowe. Zapisz równanie reakcji 1-oleilo-2,3-dipalmitynianu glicerolu z manganianem(VII) potasu, a następnie dobierz współczynniki stechiometryczne metodą bilansu jonowo-elektronowego.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: Chemia

Temat: Czy tłuszcze mogą być nienasycone?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

7) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że w skład oleju jadalnego wchodzi związek o charakterze nienasyconym.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- samodzielnie projektuje i przeprowadza doświadczenie chemiczne, dotyczące badania charakteru nienasyconego trzech różnych tłuszczów roślinnych;
- wykazuje zależność między charakterem chemicznym, pochodzeniem i stanem skupienia badanych tłuszczów.

Strategia nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- eksperyment chemiczny;
- ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu/smartfony, tablety;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica, kreda;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- aplikacja Mentimeter.

Przebieg zajęć:

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie: W jaki sposób doświadczalnie zaklasyfikować tłuszcze do grupy nasyconych i nienasyconych?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia tłuszcz nienasycony z zastosowaniem aplikacji Mentimeter i wykorzystaniem smartfonów/tabletów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Analiza tekstu źródłowego w e-materiale – uczniowie w parach wyszukują informacje dotyczące zaprojektowania doświadczenia chemicznego, w którym wykażą nienasycony charakter trzech różnych tłuszczów roślinnych. Uczniowie mają za zadanie wybrać odczynniki chemiczne, szkło i sprzęt laboratoryjny do zaplanowanego przez nich doświadczenia chemicznego, spośród przygotowanego przez nauczyciela.
2. Eksperyment uczniowski – „Badanie charakteru nienasyconego tłuszczów” (instrukcja w materiale pomocniczym). Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje uczniom karty

pracy. Uczniowie dobierają odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne spośród wszystkich przygotowanych. Uczniowie formułują pytanie badawcze oraz hipotezę i zapisują w kartach pracy, po czym przystępują do wykonania doświadczenia. Swoje spostrzeżenia z przeprowadzonego eksperymentu uczniowie zapisują w kartach pracy, po czym formułują wniosek. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Liderzy prezentują rezultaty pracy grupowej na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje poprawność odpowiedzi uczniów i w razie potrzeby uzupełnia podane informacje.

3. Chętny lub wskazany uczeń zapisuje na tablicy równanie zachodzącej reakcji chemicznej, na przykład jak poniżej:

Plik o rozmiarze 37.06 KB w języku polskim

4. Nauczyciel wyjaśnia zachodzącą reakcję addycji elektrofilowej, wskazując elektrofil - Br^+ .
5. Uczniowie w parach analizują animację w kontekście badania właściwości fizycznych tłuszczów.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Jaki alkohol wchodzi w skład budowy tłuszczów? Jaki rodzaj wiązania posiadają tłuszcze nienasycone? Jakim doświadczeniem można odróżnić tłuszcze nasycone od nienasyconych? Jakie kwasy tłuszczowe wykazują charakter nienasycony?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe polecenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Animacja może być wykorzystana podczas wykonywania zadań zawartych w e-materiale oraz podczas przygotowywania się ucznia do zajęć lub do sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jaki alkohol wchodzi w skład budowy tłuszczów?
- Jaki rodzaj wiązania posiadają tłuszcze nienasycone?
- Jakim doświadczeniem można odróżnić tłuszcze nasycone od nienasyconych?
- Jakie kwasy tłuszczowe wykazują charakter nienasycony?

2. Doświadczenie – nauczyciel przygotowuje sprzęt laboratoryjny (potrzebny do doświadczenia chemicznego oraz dodatkowy, tak, aby uczniowie samodzielnie wybrali odpowiednie szkło):

- Szkło i sprzęt laboratoryjny: probówki z korkami, statyw do probówek, pipety Pasteura; dodatkowo: zlewki, probówki koniczne, kolby miarowe, cylindry miarowe, pipety miarowe, płaszcze grzejne itd.;
- Odczynniki chemiczne: oleje roślinne (różne rodzaje np. olej słonecznikowy, olej rzepakowy, oliwa z oliwek, olej ryżowy, olej z pestek winogron, olej lniany), roztwór bromu w CCl_4 (lub innym rozpuszczalniku organicznym); dodatkowo: tłuszcze zwierzęce (zbudowane w większości z nasyconych reszt kwasowych, np. masło, tran, masło klarowane, łój), benzyna, woda bromowa (uczniowie zamiast roztworu bromu w CCl_4 mogą użyć wody bromowej i dodać benzyny)/zamiennie może być roztwór KMnO_4 (również może zostać użyty do wykazania charakteru nienasyconego).

3. Przykładowa instrukcja wykonania:

- W trzech probówkach umieścić oddzielnie po około 2 cm^3 oleju słonecznikowego, rzepakowego oraz oliwy z oliwek.
- Do probówek wleć około 2 cm^3 benzyny.
- Zatkaj probówki korkami i energicznie wytrząśnij.
- Do tak powstałych roztworów dodaj po kilka cm^3 wody bromowej.
- Ponownie zamknij probówki korkami, wytrząsaj i pozostaw w statywie do ustabilizowania się mieszanin.
- Obserwuj zmiany.

4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 70.54 KB w języku polskim