

[Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)
[.net](#)
[Innowacje](#)
[Nauka](#)
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

Oznaczanie cholesterolu i innych związków nierozpuszczalnych w wodzie

Związki nierozpuszczalne w wodzie to grupa bardzo licznych związków chemicznych o najróżniejszej budowie. Mimo to, właściwości charakterystyczne tych związków pozwalają przeprowadzić ich analizę jakościową i ilościową w badanych próbkach.

Jednym z najważniejszych, biologicznie czynnych związków nierozpuszczalnych w wodzie jest cholesterol, który jest przedstawicielem steroli zwierzęcych. Jest syntetyzowany przez większość narządów, jednak najobficiej powstaje w wątrobie i w ścianie jelit. Dominuje w błonach komórkowych i lipoproteinach osocza krwi. Cholesterol, dzięki obecności wiązania podwójnego, w obecności mocnych kwasów tworzy barwne produkty (próba Salkowskiego oraz

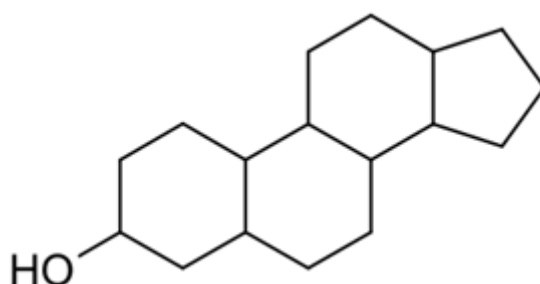
Liebermana-Burcharda).

Wprowadzenie

Do związków nierozpuszczalnych w wodzie zalicza się lipidy, woski, tłuszcze właściwe oraz tłuszcze złożone oraz sterole. Związki te posiadają w swojej budowie glicerol i wyższe kwasy tłuszczowe lub sterole. Do grupy tych związków zalicza się wiele różnorodnych struktur chemicznych, których cechą charakterystyczną jest hydrofobowość i niepolarność cząsteczki. Najbardziej znanym związkiem nierozpuszczalnym w wodzie jest cholesterol należący do grupy związków zwanych sterolami [1].

Sterole

W skład wszystkich steroli wchodzi układ czteropierścieniowy, zwany układem steroidowym.



Rysunek 1. Układ steroidowy

Powstają poprzez formalne podstawienie atomu węgla w pozycji 3 w szkielecie steroidu przez grupę hydroksylową. Sterole to zróżnicowana klasa związków i poza szkieletem węglowym przedstawianym powyżej (Rysunek 1) dla wszystkich steroidów (nazwa systematyczna szkieletu to: 1,2-cyklopentanoperhydrofenantrenu) oraz grupy hydroksylowej w pozycji 3 nie można u nich wyróżnić wspólnych cech. Najczęściej grupa hydroksylowa oprócz w pozycji 3 występuje w pozycji 17 steroidu [2].

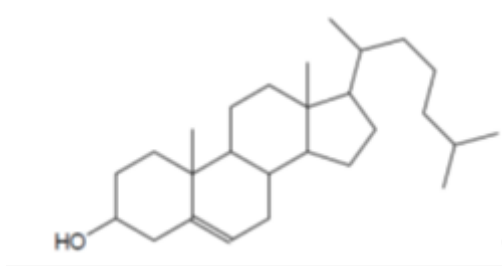
Grupa steroli	Pochodzenie	Przykład związków
fitosterole	rośliny	β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol i brassikasterol
zoosterole	zwierzęta	cholesterol, cholestanol, koprostanol,
mikosterole	grzyby	ergosterol
sterole syntetyczne	sztuczna produkcja	leki antykoncepcyjne i anaboliki

Tabela 1. Podział steroli ze względu na pochodzenie

Do najważniejszych steroli zwierzęcych należy cholesterol, będący istotnym składnikiem lipoprotein, błon komórkowych oraz prekursorem większości związków sterydowych występujących w organizmie, takich jak kwasy żółciowe i hormony sterydowe: androgeny, estrogeny, progesterony czy kortykoidy. Pewna część cholesterolu wchodzącego w skład błon biologicznych występuje w formie estrów z kwasami tłuszczowymi. Innym ważnym ale mniej znanym steroidem jest ergosterol, będący prekursorem witaminy D2 oraz 7-dehydrocholesterol – prekursor witaminy D3.

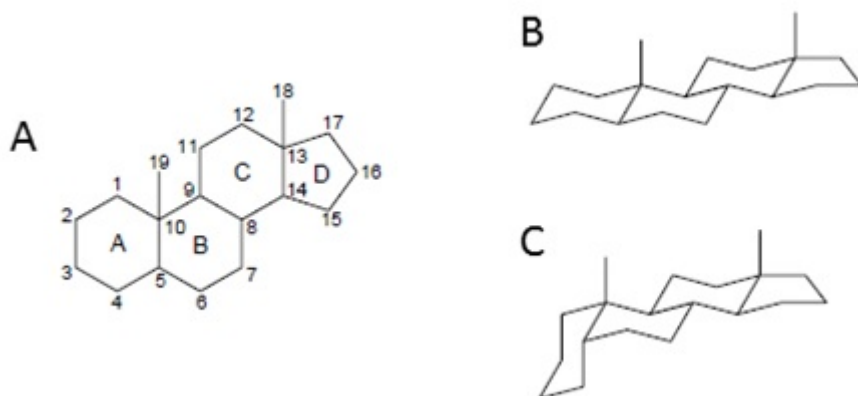
Cholesterol

Cholesterol (dawna nazwa to cholesteryna) związek nierozpuszczalny w wodzie, jak już wspomniano należy do steroidów alkoholowych (posiada jedną grupę hydroksylową [1, 3]). Jak w przypadku innych steroidów, cząsteczka cholesterolu posiada 3 pierścienie sześciowęglowe (cykloheksanowe, jeden z nich zawiera też wiązanie podwójne) i czwarty pięciowęglowy (cyklopentanowy) - Rysunek 2.



Rysunek 2. Cząsteczka cholesterolu

Oznacza się je kolejnymi literami alfabetu łacińskiego odpowiednio A, B i C oraz D. Pierścienie sześciowęglowe, przedstawiane na rysunkach zazwyczaj w postaci sześciokąta foremnego, w rzeczywistości przyjmują konformację krzesłową.



Rysunek 3. Struktura przestrzenna pierścieni cholesterolu; A - układ steroidowy - numeracja węgli i oznaczenie pierścieni; B i C - najczęściej występujące struktury przestrzenne układu steroidowego

Niesie to za sobą pewne konsekwencje. Podstawniki w pierścieniu cykloheksanowego mogą być ułożone:

- ekwatorialnie (6 podstawników),
- aksjalnie (6 podstawnikówo dużym zagęszczeniu elektronowym)

Konformacja ta sprawia, że sąsiadujące pierścienie leżą zwykle aksjalnie oraz w położeniu trans względem siebie [3]. Grupy metylowe ułożone aksjalnie w położeniu β , zaś grupa hydroksylowa znajduje się w położeniu ekwatorialnym. Cząsteczka ta posiada osiem węgli chiralnych (C3, C8, C9, C10, C13, C14, C17, C20), czyli może posiadać aż 256 izomerów optycznych (wyliczenie z wzoru 2^n , gdzie n - to liczba atomów chiralnych). Z czego 128 par enancjomerów. Ze względu, iż atomy te wchodzi w strukturę pierścieni, co wywołuje naprężenia steryczne w przyrodzie nie występuje aż tyle izomerów optycznych cholesterolu [3].

Cholesterol, jak i jego pochodne znajdują się w tratwach lipidowych błon komórkowych komórek zwierzęcych [4]. Pełni bardzo ważne funkcje w organizmie [5, 6]. Stanowi substrat do syntezy hormonów płciowych, witamin oraz kwasów żółciowych. Potocznie cholesterolem nazywa się obecne w osoczu krwi pokrewne substancje lipidowe - lipoproteiny, w skład których między innymi wchodzi

też cholesterol. Cholesterol dostaje się do organizmu drogą pokarmową, jak i biosyntezy de novo [2, 7]. Kumuluje się w tkankach i osoczu krwi, jego nadmiar jest przyczyną niewydolności układu krążenia.

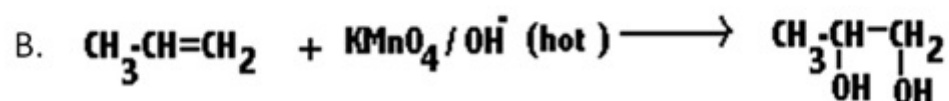
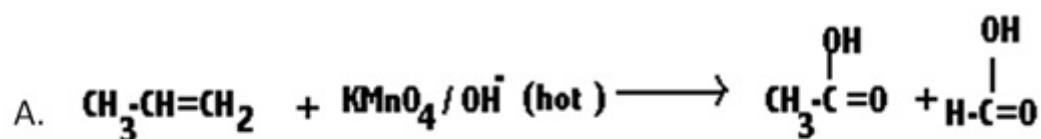
Reakcje związków nierozpuszczalnych w wodzie [2, 8]

Do reakcji charakterystycznych dla związków nierozpuszczalnych w wodzie specyficzne są reakcje dla lipidów. Do reakcji tych zaliczamy:

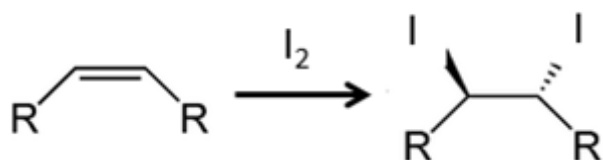
1. Wykrywanie gliceryny - jest to reakcja specyficzna organoleptyczna; przeprowadza się ją w środowisku słabo kwaśnym lub obojętnym, podczas ogrzewania, glicerydy ulegają rozpadowi z wytworzeniem lotnego aldehydu - akroleiny, o charakterystycznym zapachu; należy pamiętać, iż akroleina jest karcinogenna.
2. Zmydlanie tłuszczów - reakcja oparta na hydrolizie alkalicznej lipidów, w skutek, której powstaje gliceryna i sole wyższych kwasów tłuszczowych, czyli mydła. Reakcja ta polega na tworzeniu mydeł i wyznaczaniu tzw. liczby zmydlania, tj. liczby miligramów wodorotlenku potasu zobojętniającej kwasy tłuszczowe zawarte w 1g badanego tłuszczu. Właściwości mydeł bywają różne w zależności od metalu tworzącego sól: mydła będące solami litowców są rozpuszczalne w wodzie ale w reakcji z solami metali dwu- i trójwartościowych tworzą, na skutek wymiany, sole nierozpuszczalne. Mydła należą do związków powierzchniowo czynnych, tworzących koloidy
3. Wykrywanie wiązań podwójnych w związkach nierozpuszczalnych w wodzie

Obecność wiązań wielokrotnych C=C w związkach nierozpuszczalnych w wodzie jest związane z występowaniem w strukturze kwasów tłuszczowych. Zatem lipidy dają odczyn charakterystyczny dla związków nienasyconych:

- reakcja z roztworem nadmanganianu potasu - jest to reakcja kolorymetryczna; następuje zmiana barwy z purpurowej na bezbarwną w wyniku reakcji jonów MnO_4^- dochodzi do utlenienia wiązania podwójnego, w wyniku czego powstaje alkohol dwuhydroksylowy (B) lub następuje rozerwanie cząsteczki, czego rezultatem jest powstanie dwóch cząsteczek aldehydu (A).

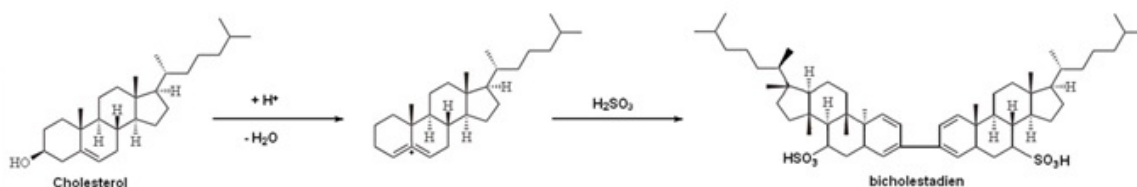


- odczyn Hübla - reakcja również kolorymetryczna, polegająca także na odbarwieniu roztworu; w reakcji z jodem dochodzi do addycji cząsteczki jodu do wiązania podwójnego, co prowadzi do powstania diiodopochodnej oraz powoduje odbarwienie roztworu jodu.



Reakcje oznaczania cholesterolu

a. Odczyn Salkowskiego - pod wpływem stężonego kwasu siarkowego tworzą się produkty kondensacji, dehydratacji i sulfonowania cholesterolu. Powstałe produkty są intensywnie zabarwione, co umożliwia identyfikację i oznaczenie ilościowe tego sterolu. Zmiana barwy jest spowodowana reakcją eliminacji dwóch cząsteczek wody i powstania czerwonego kwasu disulfonowego bicholestadienu.



b. Odczyn Liebermana-Burcharda - natomiast w obecności kwasu siarkowego i bezwodnika kwasu octowego tworzy się kwas monosulfonowy bicholestadienu

c. Reakcja cholesterolu z bromem

Odczyn Salkowskiego	Odczyn Liebermana-Burcharda	Reakcja z bromem
<ul style="list-style-type: none"> W suchej probówce umieścić 1 mL chloroformowego roztworu cholesterolu Podwarstwić stężonym kwasem siarkowym. Warstwa chloroformowa barwi się na kolor malinowy, natomiast dolna warstwa wykazuje zieloną fluorescencję. 	<ul style="list-style-type: none"> W suchej probówce umieścić 1-2 mL chloroformowego roztworu cholesterolu. Dodać 5-6 kropli bezwodnika kwasu octowego i 2 krople stężonego kwasu siarkowego. Pojawia się czerwone zabarwienie, które szybko przechodzi w barwę zieloną. 	<ul style="list-style-type: none"> Kilka kryształków cholesterolu rozpuścić w 2 cm³ lodowatego kwasu octowego Dodawać roztwór bromu w kwasie octowym do momentu aż próbka przestanie się odbarwiać. Po chwili wydzieli się krystaliczny dibromocholesterol.

Tabela 2. Wykonanie doświadczeń do oznaczania cholesterolu

Podsumowanie

Przedstawicielem związków nierozpuszczalnych w wodzie jest cholesterol. Podobnie jak inne związki tej grupy rozpuszcza się w eterze, benzenie i innych rozpuszczalnikach organicznych. Sterole zawierające podwójne wiązanie w reakcji z mocnymi kwasami dają barwne produkty. Ślady wody uniemożliwiają te reakcje. Reakcje charakterystyczne dla cholesterolu należą do reakcji barwnych kolorymetrycznych, ponieważ powstałe pochodne sulfonowe tego związku są barwne: zielone w reakcji Liebermana-Burcharda i czerwone w reakcji Salkowskiego.

Autor: Lidia Koperwas

Literatura

- [1] Jeremy M. Berg, Lubert Stryer, John L. Tymoczko. Biochemia. 2011. PWN
- [2] Błażej Gierczyk, Grzegorz Schroeder. Fizykochemiczne podstawy życia. 2001. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza. Poznań
- [3] John McMurry: Chemia organiczna. Wyd. 4. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2000
- [4] Grądzka I, Sochanowicz B, Brzóska K, Wójciuk G, Sommer S, Wojewódzka M, Gasińska A, Degen C, Jahreis G, Szumiel I. Cis-9,trans-11-conjugated linoleic acid affects lipid raft composition and sensitizes human colorectal adenocarcinoma HT-29 cells to X-radiation. Biochim Biophys Acta. 2013
- [5] Smith LL. Another cholesterol hypothesis: cholesterol as antioxidant. Free radical biology & medicine. 1 (11), s. 47-61, 1991.
- [6] Haines TH. Do sterols reduce proton and sodium leaks through lipid bilayers? Progress in lipid research. 4 (40), s. 299-324, 2001
- [7] Kathleem M. Botham, Peter A. Mayes: Synteza, transport i wydzielanie cholesterolu. W: Robert K Murray, Daryl K Granner, Victor William Rodwell, Franciszek Kokot, Zenon Aleksandrowicz, Harold A Harper: Biochemia Harpera ilustrowana. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008, s. 282-285.
- [8] Robert T. Morrison, Robert N. Boyd. Chemia organiczna. 2012. PWN

<http://laboratoria.net/artukul/18176.html>

Informacje dnia: [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#)

Partnerzy