



Uniwersytet
Gdański



Katedra Analizy Środowiska

**Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych
z Chemii Żywności**

Ćwiczenie 3

Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

Gdańsk, 2024

1. Wprowadzenie – część teoretyczna

Lipidy wraz z białkami i sacharydami są podstawowymi składnikami wszystkich żywych organizmów. W roślinach są one obecne przede wszystkim w nasionach i w miąższu owoców, a w organizmach zwierząt w różnych narządach lub jako wyodrębniona tkanka tłuszczowa. Są to substancje o bardzo złożonej i różnorodnej budowie, ulegające wielu przemianom, których cechą charakterystyczną jest brak rozpuszczalności w wodzie oraz dobra rozpuszczalność w rozpuszczalnikach organicznych. Z uwagi na funkcje, jakie pełnią w ustroju ich obecność w diecie człowieka jest niezbędna do zapewnienia prawidłowego rozwoju.

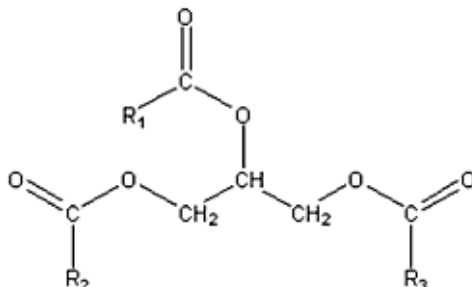
Z terminem lipidy kojarzony jest inny termin - **tłuszcze**. **Tłuszcze naturalne** definiuje się jako wieloskładnikową mieszaninę różnych lipidów, w których triacyloglicerole są podstawowym, lecz nie jedynym składnikiem. Pozostałe lipidy znajdujące się w tłuszczach naturalnych nazywa się substancjami towarzyszącymi, są to m.in.: fosfolipidy, sterole, węglowodory, alkohole alifatyczne oraz witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (A, D, E i K). Zawartość poszczególnych składników zależy od rodzaju i pochodzenia tłuszczu, a także od stanu jego świeżości i procesów, jakim był poddany przed i po wydzieleniu z surowca.

1.1 Budowa chemiczna, podział oraz właściwości fizykochemiczne tłuszczów

Ze względu na budowę chemiczną tłuszcze dzieli się na trzy podstawowe grupy:

1) **Tłuszcze proste** czyli estry kwasów tłuszczowych i alkoholi, do których zaliczamy tłuszcze właściwe i woski, przy czym:

- tłuszcze właściwe są to estry kwasów tłuszczowych i glicerolu (Rys. 1),



Rys. 1. Ogólny wzór strukturalny podstawowego składnika tłuszczów triacyloglicerolu; R oznacza łańcuchy alifatyczne

- woski są to estry wyższych kwasów tłuszczowych i wyższych alkoholi jednowodorotlenowych (innych niż glicerol);



3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

2) **Tłuszcze złożone**, w skład których wchodzi lipidy zawierające w strukturze chemicznej oprócz kwasów tłuszczowych i alkoholi również inne składniki:

- fosfolipidy posiadają kwas fosforowy m.in. glicerofosfolipidy i sfingofosfolipidy,
- glikolipidy zawierają przynajmniej jedną resztę cukrową np. glikoglicerolipidy i glikosfingolipidy;
- inne lipidy złożone – np. sulfolipidy;

3) **Tłuszcze wtórne**, do których zaliczamy pochodne lipidów prostych i złożonych, powstałe głównie w wyniku ich hydrolizy, zachowujące ogólne właściwości lipidów:

- kwasy tłuszczowe,
- alkohole lipidowe – sterole, barwniki,
- węglowodory.

Tłuszcze naturalne ze względu na **pochodzenie** dzielą się na:

- roślinne,
- zwierzęce,
- sztuczne i modyfikowane;

natomiast ze względu na **obecność wiązań podwójnych** na:

- **nasycone**, w których reszty kwasów tłuszczowych posiadają w łańcuchu węglowodorowym wyłącznie wiązania pojedyncze (produkowane są przede wszystkim przez organizmy zwierząt),
- **nienasycone**, w których kwasy tłuszczowe posiadają w łańcuchu węglowodorowym wiązania podwójne (występują w roślinach). Wyróżnić tu można monoenowe kwasy tłuszczowe mające tylko jedno wiązanie podwójne najczęściej w konfiguracji cis oraz polienowe kwasy tłuszczowe w skrócie PUFA zawierające od 2 do 6 wiązań podwójnych przeważnie o konfiguracji cis ułożonych zazwyczaj w następujący sposób $-CH=CH-CH_2-CH=CH-$. Kwasy polienowe, które są niezbędne do prawidłowego rozwoju i normalnego funkcjonowania organizmu określa się mianem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT). Mają one szczególne znaczenie w żywieniu człowieka.

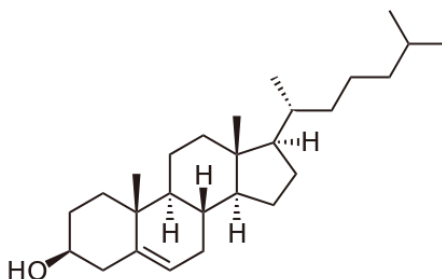
Kolejny podział związany jest ze **stanem skupienia** tłuszczów. Wyróżniamy w nim tłuszcze:

- **stale** – są to tłuszcze zwierzęce za wyjątkiem tranu, (np. łój, sadło), których głównymi składnikami są glicerydy wyższych nasyconych kwasów tłuszczowych,
- **ciekle** – głównie tłuszcze roślinne, m.in. oliwa, olej rzepakowy, słonecznikowy), w skład których wchodzi głównie glicerydy wyższych nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Czyste tłuszcze są substancjami bezbarwnymi i bezwonnymi (zapach, barwa i smak tłuszczów naturalnych pochodzą od ich domieszek); bardzo dobrze rozpuszczają się w niepolarnych rozpuszczalnikach organicznych (eter dietylowy, eter naftowy, chloroform); nie rozpuszczają się w wodzie (wstrząsane z nią tworzą emulsję); mają mniejszą od wody gęstość. Jako mieszaniny nie mają ściśle określonej temperatury topnienia. Triacyloglicerole w stanie stałym wykazują zjawisko tzw. polimorfizmu, co oznacza, że mogą występować w kilku formach krystalicznych. Przemiany polimorficzne z kolei bardzo silnie wpływają na właściwości reologiczne (konsystencję, plastyczność) i inne cechy fizyczne wielu produktów tłuszczowych. Z punktu widzenia zastosowań przemysłowych jest to więc zjawisko niepożądane. Przekształcenie jednej formy w drugą zachodzi wskutek np. ogrzewania, chłodzenia lub też jako wynik krystalizacji z różnych rozpuszczalników. Do badania tego zjawiska wykorzystuje się różne metody, m.in. kalorymetrię, dylatometrię, spektroskopię w podczerwieni oraz dyfrakcję promieni rentgenowskich.

1.1.1 Cholesterol

Jest to organiczny związek, lipid z grupy steroidów (tj. związków posiadających układ cyklopentano-perhydrofenantrenu).



Rys.2. Cząsteczka cholesterolu (C₂₇H₄₆O)

Pod względem chemicznym cholesterol jest alkoholem i może tworzyć estry z kwasami tłuszczowymi. Cholesterol ulega reakcjom, charakterystycznym dla posiadanych grup funkcyjnych, stąd będzie reagował jak alkohole (grupa hydroksylowa przy trzecim atomie węgla) lub jak alkeny (wiązanie podwójne między piątym i szóstym atomem węgla).

Z biologicznego punktu widzenia cholesterol jest połączeniem białek i lipidów, tzw. lipoprotein, czyli substancji tłuszczowo-białkowych. Wyróżniamy 2 rodzaje lipoprotein, tj. LDL: niskiej gęstości (tzw. „zły” cholesterol) oraz HDL: wysokiej gęstości (tzw. „dobry” cholesterol). Są one formą transportową cholesterolu.



Cholesterol występuje w organizmie człowieka i pochodzi częściowo z pokarmu, w większości jednak jest syntetyzowany we własnych komórkach. Cholesterol jest niezbędny do produkcji licznych hormonów, kwasów żółciowych oraz witaminy D. Jest to substancja ważna dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, jednak tylko niewielka jego część zaspokaja zapotrzebowanie. Nadmiar cholesterolu przyczynia się do rozwoju miażdżycy.

1.2. Znaczenie tłuszczów

Lipidy są składnikiem żywności niezbędnym do zapewnienia prawidłowego rozwoju naszemu organizmowi. Pełnią one szereg istotnych funkcji, przede wszystkim:

- dostarczają znaczną ilość energii (20 do 35%; 1 g = 37,7 kJ energii), mogą być wykorzystywane bezpośrednio lub magazynowane w postaci podskórnej tkanki tłuszczowej,
- stanowią warstwę izolacyjną, chronią organizm przed wyziębieniem (podskórna warstwa tłuszczowa),
- w tkance nerwowej stanowią izolator elektryczny, dzięki któremu dochodzi do szybkiego rozprzestrzeniania się fal depolaryzacji,
- niektóre kwasy tłuszczowe biorą udział w syntezie niektórych hormonów tkankowych, m.in. prostaglandyn,
- są głównym źródłem glicerolu i kwasów tłuszczowych, z których organizm syntezuje inne lipidy,
- w połączeniu z białkiem tworzą lipoproteiny, które wchodzą w skład błon cytoplazmatycznych oraz błon mitochondrialnych. Lipoproteiny uczestniczą także w transporcie lipidów we krwi.

Należy jednak pamiętać, że spożywanie nadmiaru tłuszczów – zwłaszcza nasyconych – sprzyja chorobom układu krążenia i powoduje nadwagę. Zapotrzebowanie na tłuszcz jest mniejsze u osób starszych i prowadzących mało aktywny fizycznie tryb życia. Tłuszcze powinny dostarczać nie więcej niż 30% energii zawartej w pożywieniu i zawierać odpowiednią ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Spełniają one również wiele istotnych funkcji w technologii żywności. Stosuje się je jako czynnik kontrolowanego przenoszenia ciepła (np. tłuszcze smaźalnicze). Mają duże znaczenie w kształtowaniu cech organoleptycznych produktów tłuszczowych: wpływają korzystnie na takie cechy jak wygląd, tekstura, konsystencja, zapach, smak czy mazistość. Ważną rolę w technologii



Analiza Żywności

3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

żywności spełniają także poszczególne składniki tłuszczów lub różne pochodne lipidów, przykładowo mono- i diacyloglicerole oraz lecytyna są powszechnie stosowane jako emulgatory.

1.3. Przemiany zachodzące w tłuszczach w wyniku obróbki termicznej

W trakcie ogrzewania tłuszcze ulegają wielokierunkowym i złożonym procesom fizycznym i chemicznym. Szybkość tych przemian zależy od wielu czynników zewnętrznych (temperatury światła, powietrza – tlenu), jak i wewnętrznych (obecność enzymów tkankowych, wody, substancji działających proutleniająco oraz o właściwościach przeciwutleniających). Istotną rolę odgrywa też rodzaj zastosowanego surowca.

Do zmian **fizycznych** zalicza się:

- Pociemnienie barwy
- Zmianę lepkości i napięcia powierzchniowego
- Zwiększenie intensywności dymienia
- Zwiększenie intensywności pienienia
- Powstawanie niepożądanego zapachu

Do podstawowych przemian **chemicznych** zachodzących w tłuszczach zaliczamy hydrolizę, utlenianie i polimeryzację.

Hydroliza tłuszczów – związana jest z rozpadem wiązań estrowych w cząsteczkach triacylogliceroli, pod wpływem wody zawartej w ogrzewanych produktach. Reakcja prowadzi do powstawania diacylogliceroli, monoacylogliceroli oraz wolnych kwasów tłuszczowych, w skrajnym przypadku glicerolu. Uwolnione na skutek hydrolizy kwasy mogą ulegać dalszym wtórnym przemianom o charakterze oksydacyjnym, jak również może dochodzić do rozpadu tych kwasów na kwasy o krótszym łańcuchu węglowym.

Utlenianie – zachodzi pod wpływem tlenu z powietrza rozpuszczonego w tłuszczu. Przyłącza się on do atomu węgla w pozycji α od podwójnego wiązania kwasu tłuszczowego tworząc wodoronadtlenek (hydronadtlenek). Wraz ze wzrostem liczby podwójnych wiązań w tłuszczu rośnie liczba miejsc podatnych na utlenianie (pozycji α), a zatem wzrasta szybkość procesu utleniania. Każde następne wiązanie podwójne w kwasie tłuszczowym zwiększa podatność na utlenianie nawet



Analiza Żywności

3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

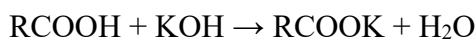
10-krotnie. Wodoronadtlenki są nietrwałe i ulegają oksydatywnej polimeryzacji (90%) i rozkładowi (10%). Produktami rozkładu są aldehydy, ketony i aldehydoketony. Związki te są lotne i nadają zapach zjełczałego tłuszczu.

Polimeryzacja termiczna – jest procesem przebiegającym w głębszych warstwach tłuszczu, gdzie z uwagi na obniżoną w wysokiej temperaturze rozpuszczalność tlenu ograniczony jest dostęp tlenu do cząsteczek tłuszczu. Przyczyną polimeryzacji tłuszczów jest zatem długotrwałe ogrzewanie w wysokiej temperaturze. Produktami tego procesu są polimery proste i cykliczne, często o dużej masie cząsteczkowej. Ich obecność powoduje wzrost lepkości i pociemnienie tłuszczu. Produkty przemian polimerycznych mogą być toksyczne.

1.4. Parametry jakości tłuszczu.

Do określania tych niekorzystnych zmian zachodzących w tłuszczach służą tzw. liczby tłuszczowe, do podstawowych liczb tłuszczowych należą:

Liczba kwasowa (LK) – wyraża się ją jako liczbę miligramów wodorotlenku potasu potrzebną do zobojętnienia kwasów tłuszczowych (RCOOH) zawartych w 1g badanego tłuszczu.



Liczba kwasowa jest miarą zawartości wolnych kwasów tłuszczowych, które w większości tworzą się w efekcie hydrolizy glicerydów, stąd jest miarą świeżości tłuszczu. Nie jest to wartość stała dla danego gatunku tłuszczu.

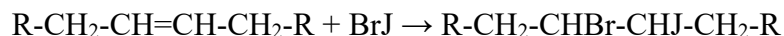
2. **Liczba zmydlenia (LZ)** – jest to liczba miligramów wodorotlenku potasu potrzebna do zobojętnienia wolnych kwasów tłuszczowych i zmydlenia acylogliceroli zawartych w 1 g badanego tłuszczu; parametr ten pozwala na określenie średniej masy cząsteczkowej kwasów tłuszczowych.

3. **Liczba estrowa (LE)** – wyraża się ją jako liczbę miligramów wodorotlenku potasu potrzebną do zmydlenia i zestryfikowania kwasów tłuszczowych zawartych w 1 g badanego tłuszczu; świadczy ona o długości łańcuchów kwasów tłuszczowych wchodzących w skład glicerydów danego tłuszczu; jest tym wyższa, im łańcuchy są krótsze.



3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

4. **Liczba jodowa (LJ)** – jest to liczba gramów chlorowca, w przeliczeniu na jod, która przyłącza się w określonych warunkach do podwójnych wiązań kwasów tłuszczowych znajdujących się w 100 g badanego produktu. Liczba jodowa jest miernikiem zawartości w tłuszczu nienasyconych kwasów tłuszczowych.



5. **Liczba nadtlenkowa (LOO)** – jest to liczba ml mianowanego roztworu tiosiarczanu sodu potrzebna do zmiareczkowania jodu wydzielonego z roztworu jodku potasu w wyniku działania nadtlenków zawartych w 1g tłuszczu. LOO jest miarą zawartości nadtlenków, stąd parametr ten jest wskaźnikiem stopnia zjełczenia tłuszczu.

1.5. Ogrzewanie mikrofalowe

Promieniowanie mikrofalowe to promieniowanie elektromagnetyczne, występujące pomiędzy promieniowaniem podczerwonym a falami ultrakrótkimi, o długości fali od 1 m do 1 cm, co odpowiada częstotliwości od 0,3 do 300 GHz. Powoduje ono rotację molekuł w zmiennym polu elektrycznym bez naruszania trwałości wiązań chemicznych. Kuchenka mikrofalowa jest urządzeniem powszechnie wykorzystywanym w gospodarstwach domowych do podgrzewania potraw. Mikrofałe w kuchence mikrofalowej wytwarzane są przez urządzenie zwane magnetronem i przekazywane falowodem do wnętrza kuchenki, gdzie odbijając się od jej ścian, trafiają na potrawę, która je pochłania. Na skutek tarcia drgających w polu elektromagnetycznym cząsteczek polarnych (wody) wytwarzana jest w produkcie energia cieplna. Magnetrony stosowane w kuchenkach generują fale o częstotliwości 2,45 GHz i mocy do 1600 W. Zaletą ogrzewania mikrofalowego jest jego krótki czas, dzięki czemu potrawy zachowują wartości odżywcze; wadą nierównomierny rozkład ciepła podczas ogrzewania, gdyż mikrofałe mogą wnikać w potrawę na głębokość do 5 cm. Wewnątrz warstwy produktu ogrzewają się na drodze przewodnictwa cieplnego.



2. Część eksperymentalna

2.1. Cel ćwiczenia

Zapoznanie Studentów z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi tłuszczów: określeniem kinetyki zmian chemicznych w tłuszczach poddawanych mikrofalowemu i tradycyjnemu ogrzewaniu oraz oznaczenie stężenia cholesterolu całkowitego w próbkach żywności metodą Pearsona, Steina i McGaracka.

2.2. Obróbka termiczna tłuszczu

Obróbkę termiczną tłuszczu przeprowadzić dla dwóch ok. 30 g porcji umieszczonych w kolbach stożkowych, przy czym jedną z nich poddać ogrzewaniu tradycyjnemu na płycie grzejnej w 180°C przez 15 min, kontrolując termometrem temperaturę tłuszczu; drugą umieścić w kuchence mikrofalowej i poddać ogrzewaniu mikrofalowemu przez 15 minut stosując moc mikrofal 600 W (wylot kolby stożkowej przysłonić bibułą). Zmierzyć temperaturę tłuszczu przez i po zakończeniu ogrzewania mikrofalowego.

Wyznaczyć wartość liczby kwasowej i liczby nadtlenkowej dla tłuszczu wyjściowego (przed ogrzewaniem) oraz po obróbce termicznej.

Analizowany produkt:

- olej słonecznikowy

Szkło, aparatura i akcesoria:

- zlewka 250 ml x 6 szt.
- zlewka 1000 ml 1 szt. (do przenoszenia próbki po ogrzewaniu mikrofalowym)
- kolba stożkowa 250 ml x 6 szt.
- kolba stożkowa ze szlifem x 5 szt.
- korek szklany do kolb stożkowych 5 szt.
- cylinder miarowy 100 ml
- cylinder miarowy 50 ml
- cylinder miarowy 25 ml
- bagietka szklana 2 szt.
- statyw metalowy 2 szt.
- łapa metalowa 2 szt.
- łącznik 2 szt.



3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

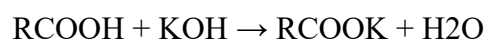
- pipeta 1 ml 1 szt.
- biureta 2 szt.
- zlewka 100 ml 2 szt. (pod biuretę)
- lejek mały 2 szt. (do napełniania biurety)
- pipety Pasteura
- gumka do pipet Pasteura 3 szt.
- termometr do 300°C 2 szt.
- waga techniczna o dokładności $\pm 0,01$ g 1 szt.
- płyta grzejna 1 szt.
- kuchenka mikrofalowa o mocy 600 W 1 szt.

Odczynniki chemiczne:

- roztwór KOH o stężeniu 0,01 mol/l
- fenoloftaleina 1 % roztwór w etanolu
- mieszanina eter dietylowy/etanol w stosunku objętościowym 1:1 v/v zobojętniona przed użyciem roztworem KOH wobec fenoloftaleiny do blad różowego zabarwienia, które nie znika w ciągu 30s.
- mieszanina chloroformu i kwasu octowego lodowatego (2:3, v:v)
- KI, nasycony roztwór wodny, świeżo przygotowany
- 2 % roztwór skrobi, świeżo przygotowany
- 0,01 M (10 mmol/l) roztwór $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

2.2.1. Oznaczanie liczby kwasowej

Oznaczenie polega na zobojętnieniu mianowanym roztworem wodorotlenku potasu wolnych kwasów tłuszczowych występujących w badanym tłuszczu wobec fenoloftaleiny jako wskaźnika.



Wykonanie:

- Do kolby stożkowej poj. 250 ml odważyć 10 g tłuszczu (z dokładnością do 0,01 g), dodać 50 ml zobojętnionej mieszaniny eterowo-alkoholowej i dokładnie wymieszać. Następnie miareczkować z biurety mianowanym 0,01 M roztworem KOH wobec fenoloftaleiny jako wskaźnika do uzyskania jasnoróżowego zabarwienia, utrzymującego się przez 30 sekund. Analizę próbki wykonać dwukrotnie.



3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

- Równocześnie wykonać próbę ślepą (wykonać wszystkie ww. czynności bez odważenia i dodawania tłuszczu).

Obliczanie wyników:

Liczbę kwasową (LK) oblicza się (w mg KOH na 1 g⁻¹ tłuszczu) ze wzoru:

$$LK = [(a-b) \times 0,5611] / m$$

Gdzie:

a – ilość 0,01 molowego roztworu KOH zużyta do miareczkowania próby właściwej [ml],

b - ilość 0,01 molowego roztworu KOH zużyta do miareczkowania próby ślepej [ml],

0,5611 ilość KOH zawarta w 1 mL 0,01 molowego roztworu KOH [mg],

m – naważka tłuszczu [g].

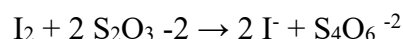
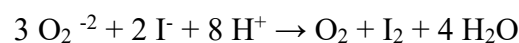
Za wynik oznaczeń należy przyjąć średnią z dwóch równoległych oznaczeń

Interpretacja wyników:

Liczba kwasowa w rafinowanych olejach roślinnych (wg PN-A-86908) powinna być mniejsza od 0,3; masła 2,0; margaryny 1,5; a smalcu 1,0.

2.2.2. Oznaczanie liczby nadtlenkowej (LOO) – zawartości nadtlenków

Metoda polega na ilościowym oznaczeniu jodu wydzielonego z jodku potasu w wyniku działania nadtlenków obecnych w badanym tłuszczu. Uwolniony jod odmiareczkuje się roztworem tiosiarczynu sodu.



Wykonanie:

- Do kolby stożkowej ze szlifem odważyć 2 g tłuszczu z dokładnością do 0,01 g. Do odważonej próbki tłuszczu dodać 25 ml mieszaniny chloroformu i kwasu octowego (2:3, v:v).

- Następnie pipetą dodać 1 ml roztworu KI. Kolbę natychmiast zamknąć, roztwór mieszać przez 1 minutę, następnie pozostawić w ciemności na 5 minut. Po tym czasie dodać 75 ml wody destylowanej, opłukując przy tym starannie korek, oraz wprowadzić kilka kropli roztworu skrobi do momentu pojawienia się ciemnognatowego zabarwienia.



3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

- Wymieszać zawartość i miareczkować uwolniony jod roztworem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ do uzyskania odbarwienia roztworu trwającego co najmniej pół minuty. Analizę próbki wykonać dwukrotnie.
- Równocześnie wykonać próbę ślepą (wykonać wszystkie ww. czynności bez odważenia i dodawania tłuszczu).

Obliczanie wyników:

Zawartość nadtlenków (LOO) wyrażona w milimolach tlenu aktywnego na 1 kilogram tłuszczu, obliczyć według wzoru:

$$\text{LOO} = (V - V_0) \cdot c / m$$

Gdzie:

V – objętość roztworu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ zużytego do miareczkowania próbki tłuszczu [ml]

V_0 - objętość roztworu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ zużytego do miareczkowania próby ślepej [ml]

c- stężenie roztworu tiosiarczanu sodu [mmol/l]

m – masa tłuszczu [g] Za wynik oznaczeń należy przyjąć średnią z dwóch równoległych oznaczeń.

Interpretacja wyników:

Liczba nadtlenkowa wyznaczona dla rafinowanych olejów roślinnych powinna być równa lub niższa niż 10,0; dla smalcu 3,0; margaryny 4,0; masła 4,5.

2.3. Oznaczanie cholesterolu

Cholesterol w obecności kwasu p-toluenosulfonowego, bezwodnika kwasu octowego i kwasu siarkowego daje zielone zabarwienie.

Analizowane produkty spożywcze:

- olej słonecznikowy
- smalec

Odczynniki:

- bezwodnik kwasu octowego
- 12% kwas p-toluenosulfonowy w lodowatym kwasie octowym
- wzorzec cholesterolu 200 mg/100 cm³ lodowatego kwasu octowego
- stężony kwas siarkowy



3. Struktura, właściwości i analiza jakościowa tłuszczów

- kwas octowy lodowaty
- alkohol etylowy

Sprzęt i akcesoria

- Spektrofotometr
- Probówki 6x
- Pipeta 1 ml 5x
- Pipeta 5 ml x 1x
- Zlewka 2 x
- Bibuła filtracyjna

Wykonanie:

- Odważyć po 0,5 g oleju słonecznikowego oraz smalcu i następnie rozpuścić bądź wyekstrahować etanolem (5 cm³). Roztwór przesączyć przez bibułę filtracyjną.
- Przygotować sześć probówek i oznaczyć je jako:
1) ślepa próba, 2) wzorzec, 3) olej I, 4) olej II, 5) smalec I, 6) smalec II (I i II odpowiada dwóm powtórzeniom dla danego badanego tłuszczu).
- Do probówek (ślepa, wzorzec) odmierzyć 0,2 cm³ wody destylowanej oraz 0,2 cm³ kwasu octowego. Do próbówki (wzorzec) odmierzyć 0,2 cm³ wzorca cholesterolu. Do probówek z badanym tłuszczem odmierzyć 0,2 cm³ uprzednio przygotowanego ekstraktu cholesterolu oraz 0,2 cm³ kwasu octowego.
- Do wszystkich probówek dodać po 1 cm³ kwasu p-toluenosulfonowego i po 3 cm³ bezwodnika kwasu octowego (**UWAGA reakcja jest egzotermiczna**). Zawartość probówek delikatnie zamieszać, pozostawić do ochłodzenia do temperatury pokojowej.
- Następnie do wszystkich probówek dodać (ostrożnie) 0,5 cm³ stężonego kwasu siarkowego. Zawartości probówek delikatnie zamieszać i odstawić na około 20 min.
- Zmierzyć absorbancję roztworów przy długości 550 nm względem ślepej próby. Wykorzystując metodę porównania z pojedynczym wzorcem, obliczyć zawartość cholesterolu w analizowanej próbce. W obliczeniach przyjąć addytywność objętości. Wynik proszę podać w mg/100 g produktu.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW

Sprawozdanie powinno zawierać schemat części eksperymentalnej, zestawienie uzyskanych wyników wraz z opracowaniem statystycznym wartości LK i LOO oraz dyskusją otrzymanych rezultatów. Analizując otrzymane wyniki należy zwrócić szczególną uwagę na wpływ sposobu ogrzewania na zmiany badanych wskaźników chemicznych, a także wskazać najbardziej prawdopodobne przyczyny zachodzących zmian.

Surowiec	Oznaczenie	Tłuszcz wyjściowy (przed ogrzewaniem)	Ogrzewanie tradycyjne 180°C, 15 min	Ogrzewanie mikrofalowe 600 W, 15 min
Olej słonecznikowy	LK [mg KOH / g tł.]			
	LOO [mmol O ₂ ⁻² / kg tł.]			

Tabela 1. Orientacyjna zawartość cholesterolu w produktach spożywczych.

Produkt spożywczy	mg/100g produktu	Produkt spożywczy	mg/100g produktu
Smalec	92	Mózg barani gotowany	2200
Łój wołowy	109	Nerki baranie	610
Bekon surowy	57	Nerki wieprzowe	700
Indyki surowe	81	Nerki wołowe	690
Indyki pieczone	100	Ozory wieprzowe gotowe do spożycia	101
Kurczaki	160	Ozory cielęce gotowe do spożycia	100
Kurczaki surowe	110	Ozory wołowe gotowe do spożycia	180
Kurczaki pieczone	120	Płuca surowe	>2000
Masło śmietankowe	220	Serca wołowe i cielęce gotowe do spożycia	150
Mięso baranie surowe	79	Serca wieprzowe gotowe do spożycia	150
Mięso baranie gotowane	110	Śmietana 12-procentowa	39
Mięso wieprzowe surowe	72	Śmietana 18-procentowa	56
Mięso wieprzowe gotowe do spożycia	110	Wątroba cielęca	370

Mięso wołowe surowe	65	Wątroba barania	430
Mięso wołowe gotowe do spożycia	82	Wątroba wieprzowa	290
Mięso cielęce gotowe do spożycia	71	Wątroba wołowa	270
Mięso zająca gotowe do spożycia do spożycia	60	Szynka	33
Mleko 2%	8	Salami	79
Mleko pełnotłuste	13	Żółtko jaja (w 1 jajku około 300 mg)	1790
Mózg cielęcy i barani	3100		1

4. Literatura

1. „Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu” pod red. J. Gawęckiego i L. Hryniewieckiego. Wyd. PWN. Warszawa 2003.
2. Drozdowski B., Sikorski Z., Pałasiński M., Samotus B., Chemia żywności. PWN, Warszawa, 1988.
3. Górską A., Łobacz M., Ćwiczenia laboratoryjne z chemii żywności Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009.
4. Klepacka M., (red.), Analiza żywności, Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 2005.
5. Kumirska J., Gołębiowski M., Paszkiewicz M., Bychowska A., Analiza żywności, skrypt elektroniczny dla studentów Ochrony Środowiska Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego, 2010, ISBN 978-83-7326-711-4, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010.
6. Sikorski Z.E. Chemia Żywności, Wyd. 6, WNT, Warszawa, 2012.
7. Wybrane metody z chemii klinicznej” pod red. W. Ostrowskiego. Wyd. PZWL, Warszawa 1968.
8. Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska I., Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1991