



## Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

# ODKRYWANIE CHEMII WOKÓŁ NAS

Interesujące doświadczenia  
chemiczne wykorzystujące  
ogólnodostępne materiały

Hana Böhmová, Dana Pisková, Renata Šulcová

Tłumaczenie z angielskiego

Wersja końcowa

Eva Stratilová Urválková i Hans Joachim Bader



Education and Culture

**Socrates**  
Comenius



**CITIES (Chemia i przemysł dla nauczycieli szkół europejskich, ang. *Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*)** jest projektem programu COMENIUS, w ramach którego powstają materiały edukacyjne pomocne dla nauczycieli w uatrakcyjnianiu lekcji chemii przez ukazywanie tematów w kontekście przemysłu chemicznego i życia codziennego.

Koordynatorem CITIES jest

- Hochschule Fresenius, Idstein, Niemcy, [www.fh-fresenius.de](http://www.fh-fresenius.de)

Partnerami projektu są następujące instytucje:

- Goethe-Universität Frankfurt, Niemcy, [www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de](http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de)
- Czeskie Towarzystwo Chemiczne, Praga, Czechy, [www.csch.cz](http://www.csch.cz)
- Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska, [www.chemia.uj.edu.pl](http://www.chemia.uj.edu.pl)
- European Chemical Employers Group (ECEG), Bruksela, Belgia, [www.eceg.org](http://www.eceg.org)
- Royal Society of Chemistry, Londyn, Wielka Brytania, [www.rsc.org](http://www.rsc.org)
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Bruksela, Belgia, [www.emcef.org](http://www.emcef.org)
- Nottingham Trent University, Nottingham, Wielka Brytania, [www.ntu.ac.uk](http://www.ntu.ac.uk)
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt, Niemcy, [www.gdch.de](http://www.gdch.de)
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Hiszpania, [www.iqs.url.edu](http://www.iqs.url.edu)

Instytucjami związanymi z CITIES są również:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Wielka Brytania, [www.nuls.org.uk](http://www.nuls.org.uk)
- Średnia Szkoła Chemiczna im. T. G. Masaryka, Praga, Czechy
- Firma Astyle linguistic competence, Wiedeń, Austria, [www.astyle.at](http://www.astyle.at)



**Projekt ten jest finansowany ze środków Komisji Europejskiej. Publikacja niniejsza odzwierciedla tylko opinie autora/ów i Komisja nie ponosi odpowiedzialności za wykorzystanie zawartych tutaj informacji. Zespół CITIES doradza każdemu korzystającemu z materiałów doświadczalnych zapoznanie i stosowanie się do odpowiednich zasad bezpieczeństwa, które są częścią uregulowań zawodowych, krajowych i instytucjonalnych. CITIES nie ponosi odpowiedzialności za żadne szkody wynikające z niestosowania się do tych procedur.**

---

## ZESTAW DOŚWIADCZEŃ

---

Poniższy zestaw doświadczeń zawiera eksperymenty przygotowane przez naszych kolegów z Niemiec i Czech. Doświadczenia te dotyczą produktów, które spotykamy często w naszym życiu (takich jak opakowania lub materiały stosowane do produkcji mebli, żywice syntetyczne i plastiki, żywność, itp.) i które mogą być łatwo zanalizowane z wybranego punktu widzenia.

- Grubość warstwy aluminium w opakowaniach
- Płyta wiórowa
- Poliuretan z oleju rycynowego
- Otrzymywanie włókien nylonowych
- Właściwości redukujące witaminy C
- Witamina C w owocach i warzywach
- Identyfikacja cukrów (sacharydów) redukujących
- Identyfikacja białek
- Produkcja bio-diesla
- Fluorescencja barwników roślinnych

---

## GRUBOŚĆ WARSTWY ALUMINIUM W OPAKOWANIACH

---

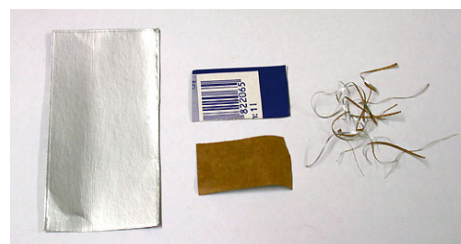
<b>CEL</b>	Określenie ilości aluminium w próbce opakowania i obliczenie grubości warstwy aluminium.
<b>PODSTAWY</b>	Warstwa aluminium pomiędzy warstwami polietylenu (np. w opakowaniach napojów) służy jako ochrona przed przenikaniem światła, zapachów, wilgoci i tlenu. Materiał ten jest łatwy w obróbce, lekki i wytrzymały. Warstwa aluminiowa jest wytwarzana techniką strumieniową (nie stosowaną do papieru lub kartonu) lub przez laminowanie; mocniejsze warstwy są otrzymywane przez klejenie. Grubość warstwy można obliczyć znając pole powierzchni warstwy i ilość aluminium zawartego w warstwie. Masę aluminium można wyznaczyć przez jego rozpuszczenie w kwasie a następnie miareczkowanie jonów glinu(III) używając EDTA.
<b>CZAS</b>	pierwszy dzień: 15 min; drugi dzień: 30 min
<b>SPRZĘT</b>	waga laboratoryjna (dokładność 0,001 g); pipeta (10 cm <sup>3</sup> ); nożyczki; cylinder miarowy (50 cm <sup>3</sup> ); zlewki (25 cm <sup>3</sup> , 250 cm <sup>3</sup> , 500 cm <sup>3</sup> ); szkiełko zegarkowe do przykrycia zlewki 250 cm <sup>3</sup> ; biureta (50 cm <sup>3</sup> ); mały i duży lejek; bibuła; próbówka, palnik; erlenmajerka (kolba stożkowa) (200 cm <sup>3</sup> ), papierek wskaźnikowy uniwersalny.
<b>ODCZYNNIKI</b>	roztwór wzorcowy 0,1 M EDTA; wskaźnik oranż ksylenolowy (rozpuścić niewielką ilość – na końcu szpatułki, w 1 cm <sup>3</sup> wody); roztwór wzorcowy 0,1 M siarczanu(VI) cynku; kwas solny (Cp = 18 %); 2 M kwas solny; octan sodu opakowania z warstwą aluminium, np. opakowania po napojach (usunąć warstwę papieru przez odmoczenie w wodzie), opakowanie po maśle, torebka z chipsów (tu warstwa jest bardzo cienka, dlatego potrzeba większej ilości), folia aluminiowa
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	EDTA , siarczan(VI) cynku (szkodliwy, Xn, niebezpieczny dla środowiska, N), kwas solny (drażniący, Xi)

## WYKONANIE

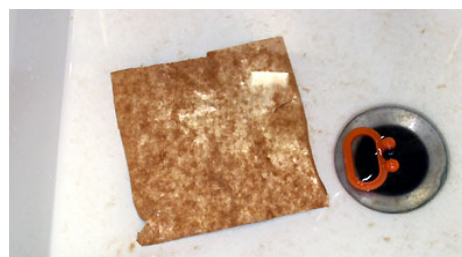
*1 dzień – Reakcja warstwy aluminium z kwasem solnym:*

Potnij około 50 cm<sup>2</sup> opakowania (lub około 100 cm<sup>2</sup> jeśli warstwa aluminium jest bardzo cienka) na paski o szerokości 1-2 mm. Potnij te paski na małe kawałki i umieść je w zlewce o pojemności 250 cm<sup>3</sup>. Dodaj 10 cm<sup>3</sup> 18 % kwasu solnego i przykryj zlewkę szkiełkiem zegarkowym. Zlewkę z mieszaniną aluminium z kwasem solnym zostaw na noc.

Cięcie opakowania na paski.



Usuwanie warstwy papieru przez odmaczanie w wodzie.



Paski aluminium w kwasie solnym.



*2 dzień – Oznaczanie ilości aluminium w warstwie*

Przesącz zawartość zlewki do erlenmajerki. Aby upewnić się, że wszystkie jony glinu(III) przeniesiono ilościowo, przepłucz dwukrotnie zlewkę i pozostałość pasków używając wody destylowanej i dodaj roztwór do przesączu. Dodaj 50 cm<sup>3</sup> wzorcowego 0,1 M roztworu EDTA i 1 cm<sup>3</sup> 2 M kwasu solnego do erlenmajerki. Podgrzewaj zawartość erlenmajerki na łaźni wodnej przez 10 minut. Jony glinu(III) są wiązane przez EDTA.

Pozostałości pasków.



Podgrzewanie zawartości kolby.



Ochłódź zawartość erlenmajerki i dodawaj octan sodu do uzyskania pH pomiędzy 5 i 6 (jeśli pH jest niższe niż 5, to barwa wskaźnika nie zmienia się w punkcie końcowym!). Dodaj 3 krople wskaźnika – oranżu ksylenolowego i miareczkuj wzorcowym 0,1 M roztworem siarczanu(VI) cynku do wyraźnej zmiany barwy wskaźnika z żółtej na czerwoną (nadmiar jonów cynku(II) tworzy czerwony kompleks z oranżem ksylenolowym).



Kolor wskaźnika przed (po lewej), i w punkcie końcowym (po prawej).

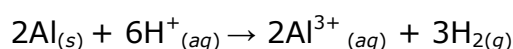
**OBSERWACJE**

Po dodaniu kwasu solnego do pasków aluminium po chwili zaczyna wydzielać się wodór. Mieszaninę aluminium z kwasem solnym zostawia się na noc do całkowitego przereagowania.

Na początku miareczkowania roztwór jest żółty. Po dodaniu stechiometrycznej ilości siarczanu(VI) cynku barwa zmienia się na pomarańczową.

**OPRACOWANIE**

Kwas solny reaguje z aluminium tworząc jony  $Al^{3+}$ . Wydziela się także wodór:



Nadmiar EDTA, który nie łączy się już z jonami glinu(III), jest oznaczany przez miareczkowanie odwrotne. Ponieważ stężenia molowe roztworów EDTA i siarczanu(VI) cynku są równe,  $1\text{ cm}^3$  wzorcowego roztworu siarczanu(VI) cynku odpowiada  $1\text{ cm}^3$  nadmiarowego wzorcowego roztworu EDTA. W ten sposób, z różnicy dodanej i nadmiarowej objętości EDTA można określić objętość EDTA związanego z jonami aluminium(III).  $1\text{ cm}^3$   $0,1\text{ M}$  wzorcowego roztworu EDTA odpowiada  $2,689\text{ mg}$  aluminium, jak wynika ze stechiometrii reakcji i masy molowej glinu.

Grubość ( $t$ ) warstwy aluminium można obliczyć jako iloraz objętości aluminium ( $V$ ) i odpowiedniego pola powierzchni ( $A$ ; np.,  $50\text{ cm}^2$  lub  $100\text{ cm}^2$ ) warstwy aluminium. Objętość aluminium jest równa ilorazowi masy aluminium i gęstości aluminium ( $2,700\text{ g/cm}^3$ ):

$$t = \frac{V}{A} = \frac{m}{\rho \cdot A}$$

Przykład: Pole powierzchni analizowanego opakowania wynosiło  $4\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ . Objętość zużytego wzorcowego roztworu siarczanu(VI) cynku wynosiła  $33,4\text{ cm}^3$ ; tak więc masa aluminium była równa  $44,63\text{ mg}$ . Obliczona z powyższego równania grubość warstwy aluminium wynosi  $5,2\text{ }\mu\text{m}$ .

Zgodnie z literaturą grubość ta wynosi  $6,5\text{ }\mu\text{m}$  dla opakowań napojów i  $0,05\text{ }\mu\text{m}$  dla torebek z chipsami.

**UTYLIZACJA**

Rozcieńczony kwas solny należy zubożyć i wylać do kanalizacji. Roztwór siarczanu(VI) cynku jest traktowany jak substancja zawierająca metal ciężki.

**LITERATURA**

B. Landsgesell, H. J. Bader: *MNU* 57:5 (2004), 285–289. (po niemiecku)



---

## PŁYTA WIÓROWA

### PRZYGOTOWANIE ŻYWICY MOCZNIKOWO-FORMALDEHYDOWEJ

---

<b>CEL</b>	Przygotowanie żywicy mocznikowo-formaldehydowej oraz zbadanie właściwości żywic mocznikowo-formaldehydowych otrzymanych różnymi metodami.
<b>PODSTAWY</b>	Żywice mocznikowo-formaldehydowe są używane głównie do produkcji płyt wiórowych. Płyta wiórowa jest tańsza niż sklejka i jest szeroko stosowana do produkcji mebli i konstrukcji domów.
<b>CZAS</b>	15 min
<b>SPRZĘT</b>	stojak, zlewka (200 cm <sup>3</sup> ); pręcik szklany; płyta grzewcza; piec laboratoryjny; naczynie szklane z przykrywką (około 50 cm <sup>3</sup> ); 2 parowniczeki (50 cm <sup>3</sup> )
<b>ODCZYNNIKI</b>	formaldehyd (Cp = 37%); mocznik; chlorek amonu; wodorotlenek sodu (Cp = 40%); kwas siarkowy(VI) (Cp = 10%); papierek wskaźnikowy uniwersalny
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	formaldehyd (toksyczny, T); chlorek amonu (szkodliwy, Xn); wodorotlenek sodu (żrący, C); kwas siarkowy (żrący, C)
<b>WYKONANIE</b>	Pod wyciągiem wlej do zlewki 30 cm <sup>3</sup> formaldehydu i dodaj powoli 15 g mocznika ciągle mieszając pręcikiem szklanym. Otrzymuje się bezbarwną lepłą ciecz. Mieszaninę podgrzej do 90 °C, zakwasz kilkoma kroplami kwasu siarkowego(VI) i mieszaj do otrzymania bardzo lepkiej cieczy. (Zachowaj ostrożność, ponieważ może dojść do przegrzania i wyprysnięcia cieczy!) Zobjętnij mieszaninę kilkoma kroplami roztworu wodorotlenku sodu.

Rozpuszczanie mocznika w roztworze formaldehydu



Podziel końcowy produkt reakcji na trzy równe części. Umieść pierwszą część w naczyniu szklanym i nakryj przykrywką. Drugą część przełóż do parowniczk i włóż do pieca laboratoryjnego nastawionego na 120 °C na 40 – 60 minut. Wymieszaj 3 g chlorku amonu z trzecią porcją w parowniczkce i umieść ją w piecu laboratoryjnym nastawionym na 120 °C na 40 – 60 minut.

### OBSERWACJE

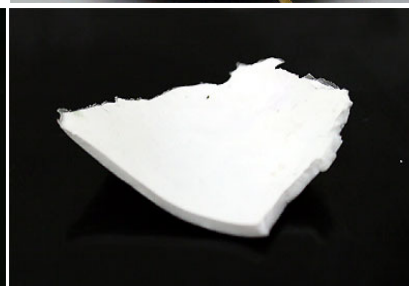
Po pewnym czasie po dodaniu mocznika do formaldehydu powstaje lepka ciecz. Reakcja ta jest stosunkowo szybka, dlatego należy mieszać ciecz energicznie, aby zapobiec pienieniu.

Pierwsza porcja mieszaniny mocznikowo-formaldehydowej, której nie wygrzewano w piecu, pozostaje lepka cieczą przez kilkanaście dni.

Druga część mieszaniny mocznikowo-formaldehydowej tworzy stałą żywicę, która można rozetrzeć na proszek w moździerz.

Ostatnia porcja mieszaniny mocznikowo-formaldehydowej (z dodatkiem chlorku amonu) tworzy bardzo odporną żywicę, która nie daje się sproszkować.

Żywica mocznikowo-formaldehydowa otrzymana różnymi metodami.





---

## PŁYTA WIÓROWA

### HYDROLIZA ŻYWICY I IDENTYFIKACJA PRODUKTÓW

---

**CEL** Hydroliza żywicy mocznikowo-formaldehdowej przy użyciu zimnej i gorącej wody oraz identyfikacja jej produktów.

**CZAS** 30 min

**SPRZĘT** zlewka (100 cm<sup>3</sup>); 8 probówek; palnik; szpatułka; pH-metr (niekoniecznie)

**ODCZYNNIKI** ureaza; fenoloftaleina; odczynnik Schiffa [0,1 % roztwór fuksyny odbarwiony tlenkiem siarki(IV)]; sól disodowa kwasu chromotropowego, stęż. kwas siarkowy(VI)  
żywica otrzymana w poprzednim doświadczeniu

**BEZPIECZEŃSTWO** sól disodowa kwasu chromotropowego, kwas siarkowy(VI) (żrący, C), ureaza (szkodliwa – Xn)

**WYKONANIE** *Hydroliza:*  
Włóż kawałek żywicy (mniej więcej wielkości groszku) do probówki z 15 cm<sup>3</sup> wody destylowanej, i gotuj przez 10 minut. Ochłódź zawartość probówki i rozdziel ją na trzy równe części do osobnych probówek. Oznacz probówki pisakiem jako GW1, GW2, i GW3 (GW – gorąca woda).  
Włóż podobny kawałek żywicy do probówki z 20 cm<sup>3</sup> wody destylowanej i namocz ją w temperaturze pokojowej przez 10 minut. Podziel produkty hydrolizy na trzy równe części. Oznacz probówki jako ZW1, ZW2, i ZW3 (zimna woda).  
Zidentyfikuj mocznik i formaldehyd w mieszaninach otrzymanych po hydrolizie w gorącej i zimnej wodzie, jak opisano poniżej. Porównaj ilości mocznika i formaldehydu wydzielonego w czasie hydrolizy w zimnej i gorącej wodzie.

*1. Identyfikacja mocznika (probówka GW1 i ZW1):*  
Dodaj kilka kropli fenoloftaleiny i niewielką ilość ureazy (na końcówce szpatułki) do pierwszej porcji produktów hydrolizy. Wstrząśnij energicznie. Czekać kilka minut i obserwuj probówki.

*2. Identyfikacja formaldehydu (probówka GW2 i ZW2):*

Dodaj 1-2 cm<sup>3</sup> odczynnika Schiffa do probówek. Poczekaj kilka minut i zaobserwuj zmianę barwy.

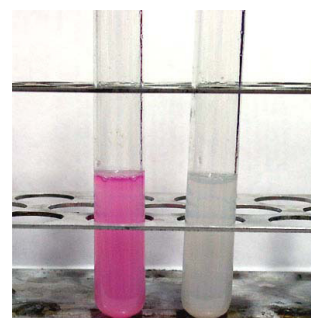
3. *Identyfikacja formaldehydu przy użyciu kwasu chromotropowego (probówka GW3 i ZW3):*

W probówce rozpuść niewielką ilość (na końcu szpatułki) soli disodowej kwasu chromotropowego w 3 cm<sup>3</sup> stęż. kwasu siarkowego(VI) . Dodaj ten reagent do trzeciej porcji hydrolizatu. (Jeśli barwa się nie zmienia, ogrzewaj probówki na łaźni wodnej w 60 °C przez kilka minut.)

### OBSERWACJE

1. Po dodaniu fenoloftaleiny i niewielkiej ilości ureazy do próbek *GW1 i ZW1*, barwa w *GW1* zmienia się po chwili na różową . Mieszanina otrzymana po hydrolizie w zimnej wodzie nie zmienia barwy.

Identyfikacja mocznika w hydrolizacie żywicy w gorącej wodzie (po lewej). W zimnej wodzie nie stwierdza się produktów reakcji (po prawej).



2. Obie próbki reagują z odczynnikiem Schiffa po około 1 minucie: zmieniają barwę na różową. Głębszy odcień różu jest widoczny w mieszaninie otrzymanej przez hydrolizę w gorącej wodzie.

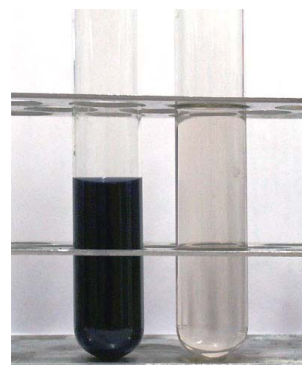
Identyfikacja formaldehydu w hydrolizacie żywicy przy użyciu odczynnika Schiffa: hydrolizat otrzymany w gorącej wodzie (po lewej), hydrolizat otrzymany w zimnej wodzie (po prawej).



3. Dodanie kwasu chromotropowego do hydrolizatu powoduje zmianę jego barwy na niebieską/fioletową po około 1 minucie. Intensywniejsza barwa pojawia się w hydrolizacie otrzymanym przez hydrolizę w gorącej wodzie.

Identyfikacja formaldehydu w hydrolizacie żywicy przy użyciu kwasu chromotropowego:

hydrolizat otrzymany w gorącej wodzie (po lewej),  
hydrolizat otrzymany w zimnej wodzie (po prawej).



### **OPRACOWANIE**

Zmiana barwy w próbówce zawierającej fenoloftaleinę jest spowodowana przez rozkład mocznika przez ureazę; wydzielony amoniak powoduje alkaliczny odczyn (co można potwierdzić przy użyciu pH-metru). Ilość amoniaku wydzielonego w zimnej wodzie jest niewystarczająca do wystarczającego podniesienia pH roztworu i zmiany barwy wskaźnika.

Odczynnik Schiffa: formaldehyd reaguje z tlenkiem siarki(IV) tworząc addukt i wydziela się fuksyna.

Kwas chromotropowy reaguje z formaldehydem dając niebieski/fioletowy kompleks.

Żywice mocznikowo-formaldehydowe są niestabilne w wodzie, co ma znaczenie przy stosowaniu tych produktów jako spoiw. Jak można oczekiwać, hydroliza jest szybsza w gorącej wodzie niż w zimnej.

### **UTYLIZACJA**

Odczynnik Schiffa i kwas chromotropowy są traktowane jak odpady organiczne.

---

## HYDROLIZA PŁYTY WIÓROWEJ I IDENTYFIKACJA SKŁADNIKÓW SPOIWA

---

<b>CEL</b>	Hydroliza żywicy mocznikowo-formaldehydowej użytej jako spoiwo w płycie wiórowej. Identyfikacja produktów hydrolizy.
<b>CZAS</b>	15 min
<b>SPRZĘT</b>	zlewka (500 cm <sup>3</sup> ); 3 probówki; palnik lub płyta grzewcza
<b>ODCZYNNIKI</b>	ureaza; fenoloftaleina; płyta wiórowa; odczynnik Schiffa [0,1 % roztwór fuksyny odbarwiony tlenkiem siarki(IV)]; odczynnik Brady'ego (1 g 2,4-dinitrofenylohydrazyny rozpuszcza się w 5 cm <sup>3</sup> stężonego kwasu siarkowego(VI). Dodaje się ostrożnie rozcieńczony etanol (7 cm <sup>3</sup> wody i 25 cm <sup>3</sup> etanolu). Dekantuje się odczynnik z nad nierozpuszczonych zanieczyszczeń)
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	Odczynnik Brady'ego (palny, F; żrący, C), ureaza (szkodliwa, Xn)
<b>WYKONANIE</b>	<p><i>Hydroliza:</i> Ogrzej w zlewce 200 cm<sup>3</sup> wody destylowanej do wrzenia. Dodaj kilka kawałków płyty wiórowej i gotuj aż kawałki się rozpadną (tj. przez około 10 – 15 minut). Zdekantuj hydrolizat i podziel go na trzy równe porcje do osobnych probówek. Oznacz probówki jako "1, 2, 3".</p> <ol style="list-style-type: none"><li><i>1. Identyfikacja mocznika (probówka 1):</i> Dodaj kilka kropli fenoloftaleiny i niewielką ilość ureazy (na końcu szpatułki) do pierwszej porcji hydrolizatu. Wstrząśnij energicznie.</li><li><i>2. Identyfikacja formaldehydu (grupy karbonylowej) przy pomocy odczynnika Schiffa (probówka 2):</i> Dodaj 1 – 2 cm<sup>3</sup> odczynnika Schiffa do drugiej porcji hydrolizatu.</li><li><i>3. Identyfikacja formaldehydu przy pomocy odczynnika Brady'ego (probówka 3):</i> Dodaj 5 cm<sup>3</sup> odczynnika Brady'ego do trzeciej porcji hydrolizatu.</li></ol>



## OBSERWACJE

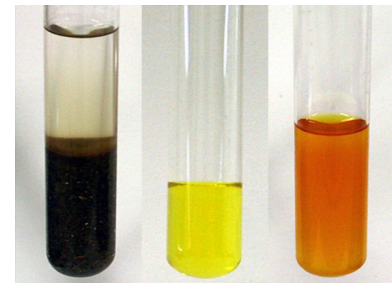
- Po dodaniu fenoloftaleiny i niewielkiej ilości ureazy do próbki 1 hydrolizat zmienia barwę na różową (po upływie 1 – 2 minut), (patrz poprzedni eksperyment "Hydroliza płyty wiórowej i identyfikacja składników spoiwa").
- Próbka 2 reaguje z odczynnikiem Schiffa po minucie: zmienia barwę na różową.

Hydrolizat płyty wiórowej (po lewej); odczynnik Schiffa (w środku); pozytywna próba z formaldehydem (po prawej).



- Po dodaniu odczynnika Brady'ego do próbki 3 powstaje pomarańczowe zmętnienie

Hydrolizat płyty wiórowej (po lewej); odczynnik Brady'ego (w środku); pozytywna próba z formaldehydem (po prawej).



## OPRACOWANIE

Rozkład mocznika przez ureazę daje amoniak, powodując zasadowy odczyn roztworu (co może być potwierdzone przy pomocy pH-metru) lub zmianę barwy wskaźnika kwasowo-zasadowego.  
 Reakcja z odczynnikiem Schiffa: Formaldehyd reaguje z tlenkiem siarki(IV) z odczynnika Schiffa dając addukt i wydziela się wolna fuksyna.  
 Reakcja z odczynnikiem Brady'ego: 2,4-dinitrofenylohydrazyna reaguje z formaldehydem tworząc stały pomarańczowy hydrazon.

## UTYLIZACJA

Wszystkie roztwory są traktowane jak odpady organiczne. Niezużyte porcje odczynników Brady'ego i Schiffa mogą być wykorzystane do dalszych doświadczeń.





#### **LITERATURA**

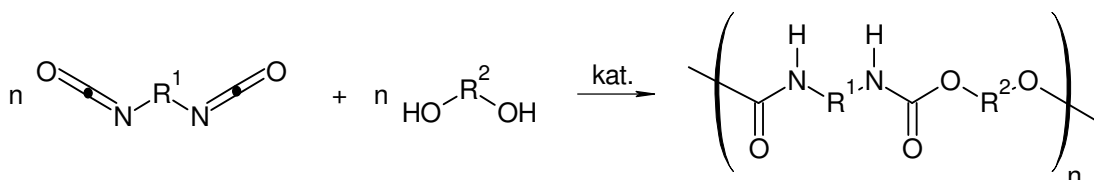
H. J. Bader, A. Lühken: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 10:50 (1999), 33 - 36. (po niemiecku)  
R. Šulcová, H. Böhmová: Netradiční experimenty z organické a praktické chemie. Praha, UK PŘF 2007, s. 65–66. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)

#### **UWAGI**

2,4-dinitrofenylohydrazyna w stanie stałym jest substancją niebezpieczną, dlatego jej roztwór powinien być przygotowany przez laboranta.

## POLIURETAN Z OLEJU RYCYNOWEGO

<b>CEL</b>	Otrzymanie żywicy poliuretanowej z oleju rycynowego.
<b>CZAS</b>	5-10 min
<b>SPRZĘT</b>	próbówka, szpatułka, pipeta z podziałką (1 cm <sup>3</sup> )
<b>ODCZYNNIKI</b>	olej rycynowy (z apteki); 2,4-diizocyjanotoluen (lub diizocyjanodifenylometan); 1,4-diazabicyklo [2.2.2]oktan (lub sacharoza, patrz uwagi)
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	2,4-diizocyjanotoluen (bardzo toksyczny, T+); diizocyjanodifenylometan (szkodliwy, Xn); 1,4-diazabicyklo[2.2.2]oktan (palny, F; szkodliwy, Xn)
<b>WYKONANIE</b>	W próbówce zmieszaj 2 g oleju rycynowego z 0,6 cm <sup>3</sup> 2,4-diizocyjanotoluenu. Następnie dodaj niewielką ilość aktywatora (tj., 1,4-diazabicyklo[2.2.2]oktanu) i wymieszaj ponownie.
<b>OBSERWACJE</b>	Po dodaniu aktywatora i wymieszaniu rozpoczyna się reakcja egzotermiczna dająca stałą żywicę. Czasami tworzy się piana. (Jeśli reakcja nie zachodzi, podgrzej delikatnie zawartość próbówki na łaźni wodnej.)
<b>OPRACOWANIE</b>	Poliuretan jest poliadduktem tworzonym w reakcji monomeru zawierającego przynajmniej dwie izocyjanianowe grupy funkcyjne z innym monomerem zawierającym przynajmniej dwie grupy hydroksylowe. Reakcja zachodzi po dodaniu katalizatora.



Niewielkie ilości wody reagują z izocyjanianem tworząc diaminę i dwutlenek węgla, działający jako środek peniący. Diamina reaguje z nadmiarem izocyjanianu do poliadduktu z grupami mocznikowymi zamiast grup uretanowych.



- UTYLIZACJA** Poliuretan jest wyrzucany z probówką jak odpady domowe.
- LITERATURA** H. Sommerfeld, R. Blume, H. J. Bader: *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule* **39**:2 (1990), 28. (po niemiecku)
- UWAGI** Jako aktywator można stosować sacharozę, ale jest ona mniej efektywna niż 1,4-diazabicyklo[2.2.2]oktan.

---

## OTRZYMYWANIE WŁÓKNA NYLONOWEGO

---

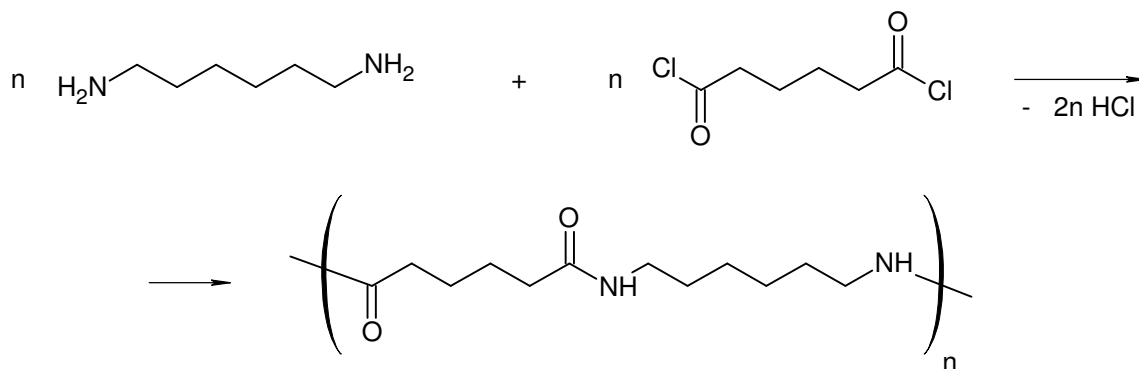
<b>CEL</b>	Otrzymanie włókna nylonowego; zbadanie jego elastyczności i trwałości.
<b>CZAS</b>	5-10 min
<b>SPRZET</b>	2 zlewki (50 cm <sup>3</sup> ), w tym jedna wysoka; pręcik szklany; pęseta
<b>ODCZYNNIKI</b>	roztwór A [0,22 g dichlorku adypinyłu (dichlorku kwasu heksano-1,6-diowego)] w 6 cm <sup>3</sup> <i>n</i> -heptanu); roztwór B [0,35 g heksametylenodiaminy (1,6-diaminoheksanu)] w 6 cm <sup>3</sup> metanolu); etanol; aceton
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	dichlorek adypinyłu (żrący, C); heptan (palny, F; szkodliwy, Xn; niebezpieczny dla środowiska, N); heksametylenodiamina (żrąca, C); metanol (toksyczny, T; palny, F); etanol (palny, F); aceton (palny, F; drażniący, Xi)
<b>WYKONANIE</b>	Wlej 6 cm <sup>3</sup> roztworu A do wąskiej, wysokiej zlewki. Dodaj ostrożnie roztwór B wlewając po pręciku, aby znalazł się on na powierzchni roztworu A. Złap pęsetą film, utworzony na granicy roztworów, wyciągnij tworzące się włókno ze zlewki i nawiń je na pęsetę lub pręcik szklany. Wypłucz tak otrzymane włókno w etanolu, acetonie i na końcu w wodzie. Sprawdź jego elastyczność przez rozciąganie.
<b>OBSERWACJE</b>	Po ostrożnym wlaniu roztworu B, tworzy się cienki film na granicy dwóch roztworów. Długość wyciągniętego włókna zależy od sprawności eksperymentatora. Otrzymane włókno jest odporne na rozciąganie – jest bardzo elastycznym materiałem.

Otrzymywanie włókna nylonowego.



**OPRACOWANIE**

Nylon tworzy się w reakcji diaminy z kwasem dikarboksylowym, w wyniku której powstają wiązania peptydowe na dwóch końcach każdego monomeru. Są dwa główne rodzaje nylonu: *Nylon 6,6* i *Nylon 6*.



Równanie reakcji powstawania *Nylonu 6,6*

*Nylon 6* [kwas poli(ε-aminokapronowy)] jest produkowany z kaprolaktamu.

**UTYLIZACJA**

Wszystkie odczynniki są traktowane jak odpady organiczne.

**LITERATURA**

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PŘF 2007, s. 63–64. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)

**UWAGI**

Do syntezy *Nylonu* można użyć gotowego zestawu.

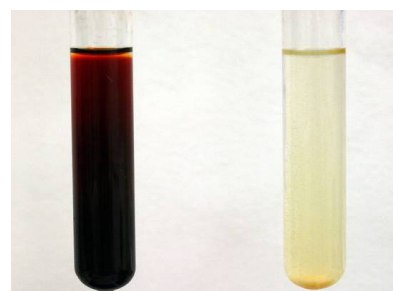
---

## WŁAŚCIWOŚCI REDUKUJĄCE WITAMINY C (KWASU ASKORBINOWEGO)

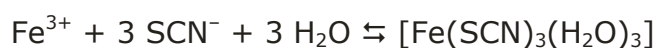
---

<b>CEL</b>	Obserwacja właściwości redukujących witaminy C.
<b>CZAS</b>	5-10 min
<b>SPRZĘT</b>	probówka; zlewka (150 cm <sup>3</sup> ); cylindry miarowe (5 cm <sup>3</sup> , 100 cm <sup>3</sup> ); zakraplacz
<b>ODCZYNNIKI</b>	0,1 % roztwór siarczanu(VI) żelaza(III); 1 M roztwór tiocyjanianu amonu; tabletki zawierające witaminę C (forma medyczna); woda destylowana
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	siarczan(VI) żelaza(III); tiocyjanian amonu
<b>WYKONANIE</b>	Rozpuść w zlewce tabletkę witaminy C w 100 cm <sup>3</sup> wody destylowanej. Wlej 5 cm <sup>3</sup> 0,1 % roztworu siarczanu(VI) żelaza(III) do probówki i dodaj kilka kropli 1 M tiocyjanianu amonu. Dobrze wymieszaj. Dodaj 5 cm <sup>3</sup> roztworu tabletki do probówki i wymieszaj.
<b>OBSERWACJE</b>	Barwa roztworu siarczanu(VI) żelaza(III) po dodaniu kilku kropli tiocyjanianu zmienia się na ciemnoczerwoną. Krwistoczerwona barwa znika po dodaniu roztworu witaminy C.

Odbarwienie czerwonego kompleksu [Fe(SCN)<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>] po wlaniu roztworu witaminy C (po prawej).



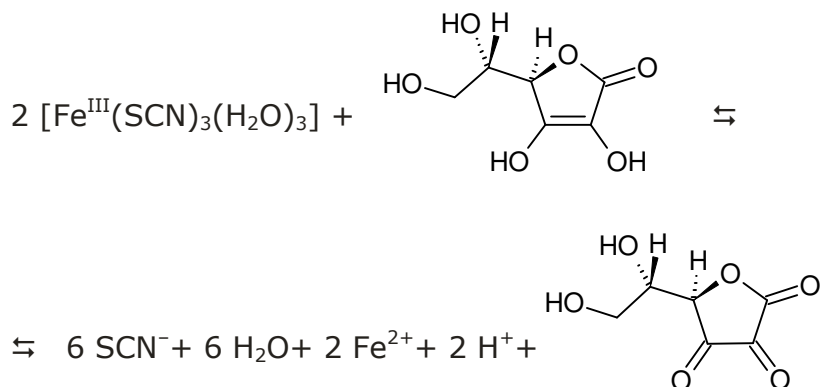
<b>OPRACOWANIE</b>	Jony żelaza(III) reagują z anionami tiocyjanianu tworząc krwistoczerwony kompleks (reakcja ta jest stosowana do jakościowego oznaczania jonów żelaza (III)):
--------------------	--



krwistoczerwony kompleks

Jony żelaza(III) są redukowane przez witaminę C (kwas

askorbinowy) do jonów żelaza(II), które nie reagują z jonami tiocyjanianowymi, dlatego zanika krwistoczerwona barwa:



Kwas askorbinowy jest utleniany do kwasu dehydroaskorbinowego

#### UTYLIZACJA

Odczynniki są traktowane jak odpady zawierające metale ciężkie.

#### LITERATURA

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PŘF 2007, s. 63–64. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)

#### UWAGI

Przygotowanie roztworu witaminy C nie jest konieczne; kawałek tabletki witaminy C może być dodany bezpośrednio do roztworu krwistoczerwonego kompleksu. Można także użyć kwas askorbinowy. Łatwość utleniania jonów żelaza(II) przez tlen (z powietrza), szczególnie w środowisku zasadowym, można zademonstrować przy użyciu następującej metody: Wlej niewielką ilość roztworu siarczanu(VI) żelaza(II) do próbki i zalkalizuj przez dodanie roztworu amoniaku. Używając pręcika szklanego, mieszaj zawartość przez 1 – 2 minuty. Zakwaś roztwór przez dodanie rozcieńczonego kwasu solnego i potwierdź obecność jonów żelaza(III) przy użyciu roztworu tiocyjanianu amonu, jak poprzednio.

---

## WITAMINA C W OWOCACH I WARZYWACH

---

**CEL** Potwierdzenie obecności witaminy C (kwasu askorbinowego) w próbkach owoców i warzyw.

**CZAS** 15 min

**SPRZĘT** moździerz; lejek; bibuła; próbki i pipety (ich liczba w zależności od liczby próbek), pisak

**ODCZYNNIKI** 5 % roztwór chlorku żelaza(III); 5 % roztwór heksacyjanożelazianu(III) potasu; tabletki witaminy C; kwas askorbinowy, woda destylowana  
jabłko, cytryna, cebula, marchewka, ziemniak, itp.

**BEZPIECZENSTWO** chlorek żelaza(III)

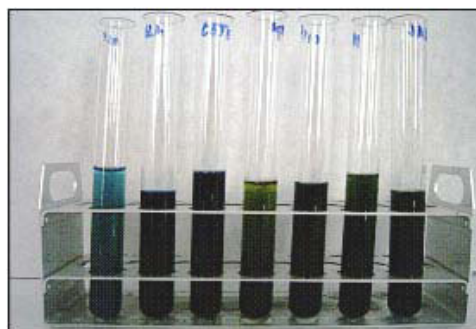
**WYKONANIE** Napełnij jedną z próbek roztworem witaminy C z tabletki w 20 cm<sup>3</sup> wody lub roztworem kwasu askorbinowego. Oznacz próbki nazwą próbki.

Utrzyj w moździerzu około 5 g próbki owocowej lub warzywnej z 5 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Przesącz ekstrakt do oznaczonej próbki. Powtórz tę procedurę z innymi owocami lub warzywami i upewnij się, że wszystkie próbki zawierają jednakową objętość ekstraktu. Dodaj 2 cm<sup>3</sup> roztworu chlorku żelaza(III) i 2 cm<sup>3</sup> roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu do każdej próbki i wymieszaj. Probówka z witaminą C (kwas askorbinowy) służy jako odnośnik.

Obserwuj zmiany barw w próbkach. Porównaj wyniki z różnych próbek warzyw i owoców.

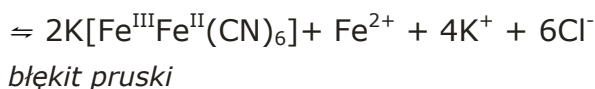
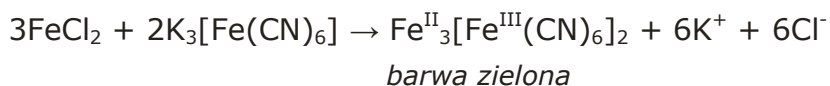
**OBSERWACJE** Po dodaniu chlorku żelaza(III) i heksacyjanożelazianu(III) potasu do roztworu witaminy C, mieszanina zabarwia się na ciemnozielono. Barwa zmienia się po chwili na niebieskozieloną.

Jakościowe oznaczenie witaminy C w owocach i warzywach.





**OPRACOWANIE** Kwas askorbinowy redukuje jony żelaza(III) do jonów żelaza(II) i utlenia się do kwasu dehydroaskorbinowego. Barwa pochodzi od zielonego i niebieskiego kompleksu utworzonego w reakcji jonów żelaza(II) z jonami heksacyjanożelazianowymi:



**UTYLIZACJA** Roztwory są traktowane jak odpady zawierające metale ciężkie.

**LITERATURA** R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PŘF 2007, s. 63–64. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)

**UWAGI** Heksacyjanożelazian(III) potasu może być zastąpiony przez tiocyjanian potasu (zobacz poprzedni eksperyment *WŁAŚCIWOSCI REDUKUJĄCE WITAMINY C (KWASU ASKORBINOWEGO)*). Dodatkowo, można przeprowadzić półilościowe oznaczenie witaminy C w próbce przez zmianę ilości chlorku żelaza(III).

---

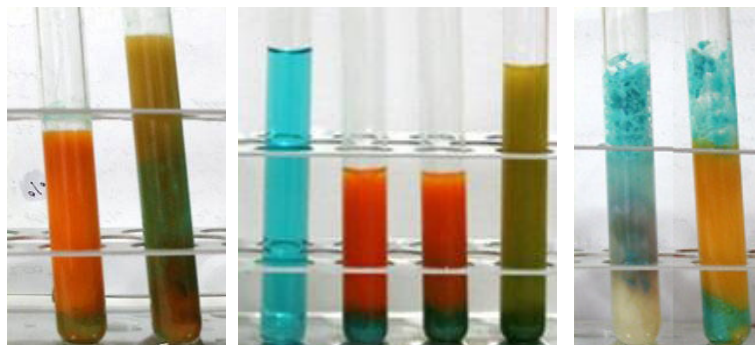
## IDENTYFIKACJA CUKRÓW (SACHARYDÓW) REDUKUJĄCYCH

---

<b>CEL</b>	Porównanie ilości cukrów redukujących w wybranych artykułach spożywczych przy użyciu testu Fehlinga.
<b>CZAS</b>	20 min
<b>SPRZĘT</b>	moździerz; próbówki (liczba w zależności od liczby próbek); nóż i deska do krojenia; pipeta, czajnik lub palnik; zlewki (500 cm <sup>3</sup> , 100 cm <sup>3</sup> – liczba w zależności od liczby próbek); pisak
<b>ODCZYNNIKI</b>	odczynniki Fehlinga I i II (Fehling I: rozpuść 7 g kryształów pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) w 100 cm <sup>3</sup> wody destylowanej; Fehling II: rozpuść 35 g winianu sodowo-potasowego i 10 g wodorotlenku sodu w 100 cm <sup>3</sup> wody destylowanej); mleko, sok cytrynowy, daktyle, rodzynki, miód, banan, cebula, cukier, itp.
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	siarczan(VI) miedzi(II) (szkodliwy, Xn, niebezpieczny dla środowiska, N), wodorotlenek sodu (żrący, C)
<b>WYKONANIE</b>	<p>Posiekaj mniej więcej równe ilości wybranych artykułów spożywczych na małe kawałki (lub rozetrzyj je w moździerzu), włóż kawałki do małej zlewki i zalej je 50 cm<sup>3</sup> gorącej wody. Mocz żywność przez około 10 minut i przesącz około 10 cm<sup>3</sup> ekstraktu do oznaczonej próbówki. Powtórz tę procedurę dla innych artykułów żywnościowych, które chcesz zanalizować.</p> <p>Szpatułkę miodu umieść w próbówce i rozpuść ją w 10 cm<sup>3</sup> wody. 10 cm<sup>3</sup> mleka i soku cytrynowego może być wlane bezpośrednio do próbek.</p> <p>Dodaj do każdej próbówki po około 3 cm<sup>3</sup> odczynnika Fehlinga I i 3 cm<sup>3</sup> Fehlinga II.</p> <p>Przygotuj 300 cm<sup>3</sup> wrzącej wody (w czajniku lub na palniku) i wlej do 500 cm<sup>3</sup> zlewki. Włóż próbówki do tak przygotowanej gorącej łaźni. Upewnij się, że woda nie dostaje się do próbek! Probówki mogą też być delikatnie ogrzewane bezpośrednio nad palnikiem.</p> <p>Po 5–10 minutach zaobserwuj zmiany barwy w próbkach i zapisz wyniki.</p> <p>Z badanych próbek wybierz artykuły spożywcze zawierające cukry redukujące. Znajdź wzory strukturalne i nazwy tych cukrów w literaturze.</p>

## OBSERWACJE

Po ogrzaniu niektóre próbki zmieniają barwę na czerwono-pomarańczową i pojawia się czerwono-pomarańczowy osad.



Identyfikacja cukrów redukujących za pomocą próby Fehlinga (od lewej do prawej): miód, rodzyunki, napój o smaku cytrynowym, jabłko, cebula, daktyl, mleko, banan.

## OPRACOWANIE

Grupy aldehydowe cukru redukującego są utleniane przez odczynnik Fehlinga do grup karboksylowych i tworzy się tlenek miedzi(I) przez redukcję miedzi(II), która występuje jako kompleks winianowy w odczynniku Fehlinga. Tworzenie związku kompleksowego z jonami miedzi (II) jest niezbędnym etapem zapobiegającym strącaniu wodorotlenku miedzi(II) w środowisku zasadowym.

Monosacharydy takie jak glukoza i fruktoza występują głównie w owocach i miodzie. Redukujący disacharyd - laktoza występuje w mleku. Sacharoza (tj. zwykły cukier kuchenny) nie ma właściwości redukujących. Napój o smaku cytrynowym (zrobiony z wody, kwasu cytrynowego, sztucznego aromatu i sacharozy) ma niewystarczającą ilość redukujących sacharydów, dlatego nie tworzy się czerwono-pomarańczowy osad tlenku miedzi(I).

## UTYLIZACJA

Roztwory są traktowane jak chemiczne odpady zawierające metale ciężkie. Odczynniki Fehlinga I i II (nie ich mieszaniny!) są stosunkowo stabilne i mogą być przechowywane do dalszych doświadczeń.

## LITERATURA

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PČF 2007, s. 9-10. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)

## UWAGI

Zamiast odczynnika Fehlinga można zastosować 5% roztwór pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) i 10% roztwór wodorotlenku sodu. W tym przypadku tworzy



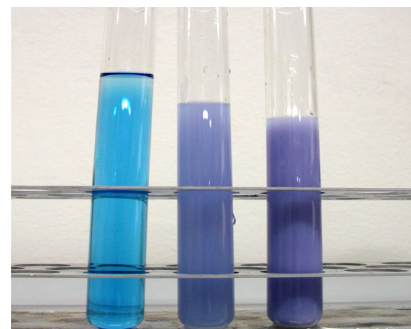
się niebieski osad wodorotlenku miedzi(II), ale mieszanina zmienia się także na czerwono-pomarańczową, kiedy podgrzeje się ją w obecności cukrów redukujących.

---

## IDENTYFIKACJA BIAŁEK

---

<b>CEL</b>	Potwierdzenie obecności białek rozpuszczalnych w wodzie w wybranych artykułach spożywczych przy pomocy reakcji biuretowej.
<b>CZAS</b>	15 min
<b>SPRZĘT</b>	moździerz; probówki (liczba w zależności od liczby próbek); nóż i deska do krojenia; pipeta; zlewki (100 cm <sup>3</sup> – ich liczba zależy od liczby próbek); bibuła; pręcik szklany; pisak
<b>ODCZYNNIKI</b>	odczynniki Fehlinga I i II (Fehling I: rozpuść 7 g kryształów pentahydratu siarczanu(VI) miedzi(II) w 100 cm <sup>3</sup> wody destylowanej; Fehling II: rozpuść 35 g winianu sodowo-potasowego i 10 g wodorotlenku sodu w 100 cm <sup>3</sup> wody destylowanej); etanol mleko, jogurt, ser, mąka pszenna i wypieki, białko jajka, fasola (lub inna roślina strączkowa), soja, biała czekolada, masło do smarowania, itp.
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	siarczan(VI) miedzi (II) (szkodliwy, Xn, niebezpieczny dla środowiska, N), wodorotlenek sodu (żrący, C), etanol (palny, F)
<b>WYKONANIE</b>	<i>Identyfikacja białek:</i> Próbki ciekłe mogą być badane w stanie naturalnym. Posiekaj na małe kawałki lub rozetrzyj próbki stałe. Przelóż kawałki do małej zlewki i zalej je 50 cm <sup>3</sup> gorącej wody. Mocz żywność około 10 minut. Oznacz probówki nazwą próbki. Umieść około 7 cm <sup>3</sup> ekstraktu artykułu spożywczego (lub ciekłej próbki żywności) w probówce i dodaj po 1 cm <sup>3</sup> odczynników Fehlinga I i II. Po 5–10 minutach zaobserwuj zmiany barwy w probówkach i zapisz wyniki.  <i>Identyfikacja glutenu w mące:</i> Łyżkę mąki (lub pokruszonych wypieków) w zlewce zalej taką ilością etanolu, aby otrzymać rzadką papkę. Mieszaj ją i wstrząsaj przez kilka minut. Przesącz lub zdekantuj etanolowy ekstrakt i sprawdź na obecność białek według wcześniej wspomnianej procedury.
<b>OBSERWACJE</b>	Barwa niektórych próbek zmienia się na fioletową lub niebieską.



Negatywna reakcja biuretowa z wodą (po lewej), pozytywna reakcja biuretowa ze śmietaną i jogurtem (środek i po prawej).

### **OPRACOWANIE**

Zmiana barwy potwierdza obecność białek rozpuszczalnych w wodzie. Powstawanie różowych lub fioletowych związków kompleksowych jonów miedzi(II) z rozpuszczalnymi białkami jest podstawą reakcji biuretowej. Wolna para elektronowa, w atomach azotu tworzących wiązania peptydowe, zachowuje się jak ligand tworząc wiązanie koordynacyjne (wiązanie donorowe) z jonami miedzi(II).

### **UTYLIZACJA**

Roztwory są traktowane jak odpady chemiczne zawierające metale ciężkie. Odczynniki Fehlinga I i II (ale nie ich mieszaniny!) są stosunkowo trwałe i mogą być przechowywane do dalszych doświadczeń.

### **LITERATURA**

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PČF 2007, s. 9-10. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)

### **UWAGI**

Zamiast odczynnika Fehlinga można zastosować 5% roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) i 10% roztwór wodorotlenku sodu. W tym przypadku tworzy się niebieski osad wodorotlenku miedzi(II), ale fioletowo zabarwiony kompleks pozostaje łatwo widoczny.

---

## OTRZYMYWANIE BIO-DIESLA

---

**CEL** Przygotowanie próbki bio-diesla przez transestryfikację oleju rzepakowego metanolem.

**CZAS** 20 min

**SPRZET** zlewka (400 cm<sup>3</sup>); 3 duże probówki (średnica około 2,5 cm); mieszadło magnetyczne z grzaniem; termometr; chłodnica zwrotna przymocowana do probówki (tj., korek z otworem z 40 cm szklaną rurką); stojak z łapami; pipety; wyciąg; rękawice ochronne

**ODCZYNNIKI** wodorotlenek sodu; metanol; olej rzepakowy

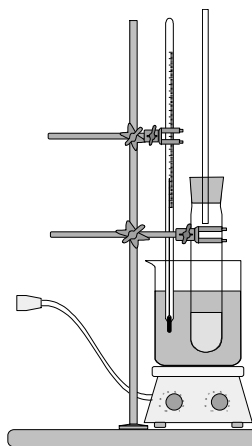
**BEZPIECZEŃSTWO** wodorotlenek sodu (żrący, C), metanol (toksyczny, T; palny, F)

**WYKONANIE** *Przygotowanie roztworu metanolanu sodu:*  
Dodaj 0,3 g wodorotlenku sodu do 100 cm<sup>3</sup> metanolu.

### *Transestryfikacja:*

Wlej 200 cm<sup>3</sup> wody do zlewki 400 cm<sup>3</sup> i podgrzej do temperatury 75°C na mieszadle magnetycznym z grzaniem. Do suchej probówki wlej 8 cm<sup>3</sup> roztworu metanolanu sodu i 4 cm<sup>3</sup> oleju rzepakowego, i włóż mieszadełko do środka. Umocuj chłodnicę zwrotną na probówce i ogrzewaj probówkę w łaźni wodnej, ciągle mieszając, przez 5-7 minut. Obserwuj próbkę w czasie ogrzewania.

Schemat i zdjęcie zestawu do otrzymywania bio-diesla.



Wyłącz mieszadło magnetyczne, wyjmij chłodnicę zwrotną i przelej mieszaninę reakcyjną do probówki w połowie wypełnionej wodą. Energicznie wstrząśnij



zawartość próbki. Poczekaj do rozdzielenia warstw. Następnie, przy użyciu zakraplacza, zbierz górną warstwę (tj. otrzymany bio-diesel) i przenieś ją do czystej próbki.

Zbadaj otrzymany bio-diesel, aby porównać jego właściwości z wyjściowym olejem rzepakowym. Lepkość obu cieczy może być porównana na podstawie spływania po szkiełku zegarkowym lub wypływania z pipety.

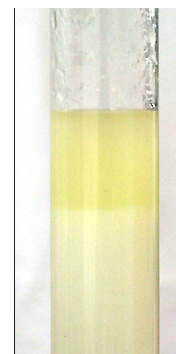
## OBSERWACJE

Po zmieszaniu oleju rzepakowego i metanolanu sodu tworzy się mleczna emulsja, która zamienia się po około 5 minutach w przezroczystą cieć.

Po wlaniu do wody tworzą się dwie niemieszające się warstwy. Po wymieszaniu warstwy rozdzielają się po kilku minutach.

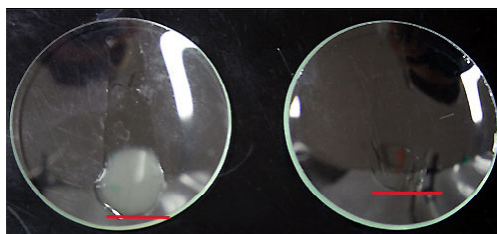


Przezroczysta cieć po wymieszaniu i podgrzaniu.

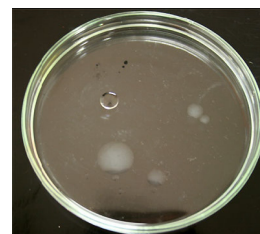


Rozdzielenie dwóch faz produktów transestryfikacji oleju rzepakowego. Końcowy bio-diesel stanowi górną warstwę.

Bio-diesel ma niższą lepkość niż wyjściowy olej rzepakowy: spływa szybciej po szkiełku zegarkowym i wypływa z pipety znacznie łatwiej niż olej rzepakowy.



Większa szybkość przepływu bio-diesla (po lewej) niż oleju rzepakowego (po prawej).

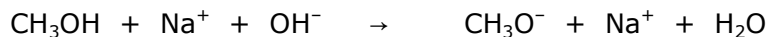


„Tłuste oka” oleju rzepakowego (przezroczyste), i bio-diesel (opalizujący) na powierzchni wody.

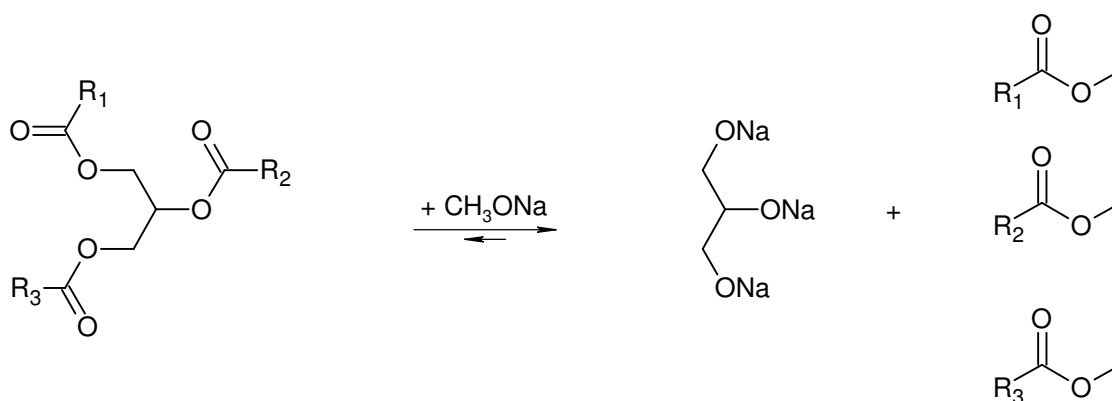


**OPRACOWANIE**

Równowaga ustalona w czasie reakcji metanolu z wodorotlenkiem sodu jest przesunięta w prawo:



Transestryfikacja oleju rzepakowego metanolem jest katalizowana metanolanem sodu. Otrzymuje się mieszaninę metyloestrów kwasów tłuszczowych (głównie kwasów: oleinowego, linolowego i linolenowego) i glicerolu. Otrzymane metyloestry są rozpuszczalne w metanolu. Równowaga reakcji jest przesunięta w prawo, ponieważ reakcja w przeciwnym kierunku jest hamowana przez nadmiar metanolu.



Kiedy mieszanina reakcyjna jest dodawana do wody, metanolan sodu rozkłada się tworząc wodorotlenek sodu i metanol, a glicerynian sodu – glicerynę (glicerol) i wodorotlenek sodu. Metanol, glicerol, wodorotlenek sodu i metanolan sodu są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Z drugiej strony, metyloestry kwasów tłuszczowych (tj. bio-diesel) nierozpuszczalne w wodzie tworzą górną (niewodną) warstwę.

**UTYLIZACJA**

Roztwór wodorotlenku sodu jest zobojętniany i usuwany do kanalizacji. Pozostałe odczynniki są traktowane jak odpady organiczne.

**LITERATURA**

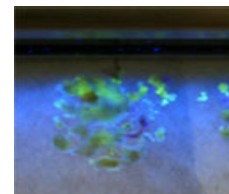
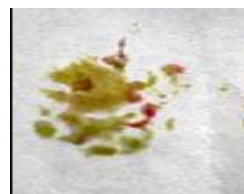
V. Baur, I. Melle, H. J. Bader: *Chemie Konkret* 7:3 (2000), 143 – 144. (po niemiecku).

---

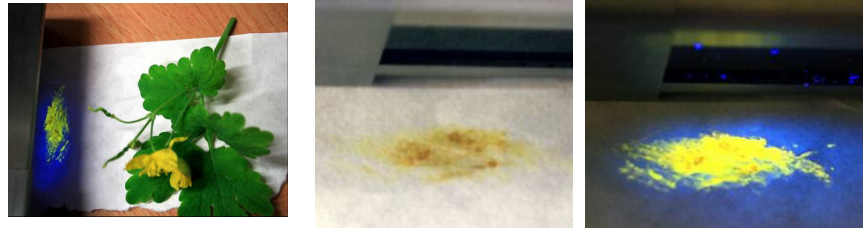
## FLUORESCENCJA BARWNIKÓW ROŚLINNYCH

---

<b>CEL</b>	Obserwacja fluorescencji barwnika berberyny w próbkach glistnika jaskółczego ziela lub berberysu. Porównanie go z fluorescencyjnymi barwnikami stosowanymi w markerach (pisakach).
<b>CZAS</b>	10 min
<b>SPRZĘT</b>	bibuła; nożyczki; lampa UV (lampa do sprawdzania banknotów jest idealna); markery; zaciemnienie (lub duże pudełko) większy okaz glistnika jaskółczego ziela (łodyga lub liście); berberys (dziki lub odmiana parkowa, najlepiej miękkie odrosty lub złożone kwiatostany); skórka cytrynowa (zawierająca flawonoid)
<b>ODCZYNNIKI</b>	żadne
<b>BEZPIECZEŃSTWO</b>	Obie rośliny (glistnik i berberys) są trujące. Kontakt mlecza roślinnego glistnika jaskółczego ziela ze skórą osoby uczulonej może spowodować podrażnienie lub uszkodzenie skóry.
<b>WYKONANIE</b>	Włóż próbkę rośliny do kawałka złożonej bibuły i rozgnieć ją. Rozwiń bibułę i usuń pozostałości rośliny. Obserwuj ślady rośliny w świetle dziennym i w świetle UV. Jeśli dostępny jest świeży glistnik jaskółcze ziela, wylej mleczo roślinne z wypustki łodygi bezpośrednio na bibułę. Bibuła ze śladami roślin (lub mleczo roślinne na bibule) mogą być zachowane i ponownie wykorzystane do obserwacji. Narysuj pisakami i markerami kółka na bibule. Porównaj fluorescencję próbek roślin z fluorescencją kółek narysowanych markerami.
<b>OBSERWACJE</b>	Żółto-zielona fluorescencja plamek berberysu jest widzialna w świetle UV.



Kwiatostan berberysu (po lewej); odbicie kwiatostanu berberysu na bibule w świetle dziennym (w środku); fluorescencja odbicia w świetle UV (po prawej).



Fluorescencja glistnika jaskółczego ziela (po lewej), ślady mleczka roślinnego na bibule w świetle dziennym (w środku), ślady mleczka roślinnego na bibule w świetle UV (po prawej)

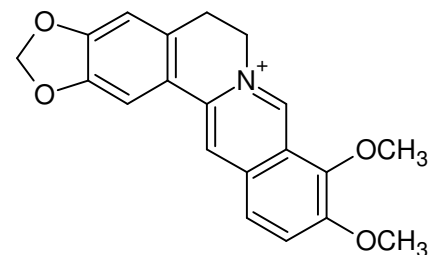


Pisaki i markery na bibule w świetle dziennym (po lewej), i świetle UV (po prawej).

## OPRACOWANIE

Podstawą fluorescencji berberyny jest jej zdolność do absorbowania promieniowania UV, a następnie przechodzenie elektronów na wyższy poziom energetyczny (stan wzbudzony). Kiedy elektrony w cząsteczce wracają do stanu podstawowego, nadmiar energii jest uwalniany w formie światła widzialnego (żółto-zielonego).

Wzór strukturalny berberyny.



## UTYLIZACJA

Rośliny są traktowane jak odpady komunalne.

## LITERATURA

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PČF 2007, s. 31–32. ISBN 978-80-86561-81-3. (po czesku)



Praca ta jest chroniona przez Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. Aby zobaczyć kopię licencji odwiedź stronę <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> lub wyślij list na adres Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.