



# Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

## **RAVIOLY ANEB CHEMIE V KONZERVĚ**

Jednoduché experimenty

Hans Joachim Bader

Překlad

Šárka Matoušková



Education and Culture

**Socrates**  
Comenius



CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*, nebo-li *Chemie a průmysl pro učitele evropských škol*) je projekt programu COMENIUS, který se zaměřuje na vytváření výukových materiálů pro učitele chemie, jež se snaží zatraktivnit své hodiny chemie tím, že se snaží vyučovaná témata začlenit do kontextu chemického průmyslu a každodenního života.

Projektu CITIES se účastní následující organizace:

- Goethe-Universität Frankfurt, Německo, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Česká společnost chemická, Praha, Česká republika, <http://www.csch.cz/>
- Uniwersytet Jagielloński, Krakow, Polsko, [http://www.chemia.uj.edu.pl/index\\_en.html](http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html)
- Hochschule Fresenius, Idstein, Německo, <http://www.fh-fresenius.de>
- European Chemical Employers Group (ECEG; Skupina evropských chemických zaměstnavatelů), Brusel, Belgie, <http://www.eceg.org>
- Royal society of Chemistry (Královská chemická společnost), London, Velká Británie, <http://www.rsc.org/>
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF; Federace evropských těžebních, chemických a energetických společností), Brusel, Belgie, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, Velká Británie, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh; Německá chemická společnost), Frankfurt/Main, Německo, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Španělsko, <http://www.iqs.url.edu>

Další organizace zapojené do projektu CITIES:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Velká Británie
- Masarykova střední škola chemická, Praha, Česká republika
- Astyle linguistic competence, Wien, Rakousko
- Univerzita Karlova v Praze, Praha, Česká republika



**Tento projekt je financovaný za podpory Evropské komise. Publikace vydané v rámci projektu vyjadřují pouze názory autorů, Evropská komise nenese žádnou zodpovědnost za jakékoli následky způsobené přenosem/využitím informací z těchto publikací. CITIES tým předpokládá, že všichni, kteří využívají uvedený experimentální materiál, znají a dodržují bezpečnostní i jiné předpisy závazné v jednotlivých zúčastněných zemích. CITIES nenese žádnou zodpovědnost za případné škody vzniklé nesprávným provedením uvedených postupů.**



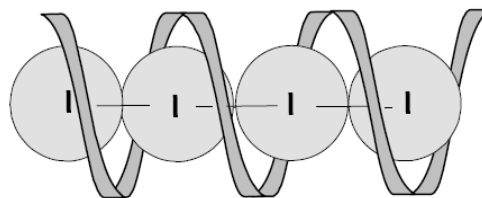
---

## ETIKETA

### DŮKAZ ŠKROBU POMOCÍ ROZTOKU JÓDU

---

**ZÁKLADNÍ INFORMACE** Škrob je komplikovaná sloučenina. Skládá se ze dvou hlavních součástí: amylozy a amylopektinu. Molekula amylozy má strukturu šroubovice. Při jodoškrobové reakci se molekuly jódu dostanou do prostoru, který vzniká uvnitř šroubovice. Toto včlenění molekul jódu vytvoří tmavě modrý nerozpustný komplex, který se rozkládá až za vysokých teplot.



**Obr. 1** Molekuly jódu zakomponované ve šroubovitě struktuře amylozy

- DOPORUČENÝ ČAS** 5 minut
- POMŮCKY** nůžky, 2 zkumavky, Pasteurova pipeta (skleněné kapátko), stojan na zkumavky, kádinka, Bunsenův kahan, zapalovač
- CHEMIKÁLIE** roztok jódu (0,1 g jódu a 0,2 g jodidu draselného (KI) ve 30 ml vody), destilovaná voda, etiketa z konzervy od raviol
- POSTUP PRÁCE** Malý kousek etikety, asi 0,2 až 0,3 g (5 x 5 cm) rozstříháme na malé kousičky, které povaříme ve zkumavce s 10 ml vody. Po vychladnutí (můžeme ochladit pod tekoucí vodou) a po usazení odlijeme asi polovinu roztoku do druhé zkumavky, do níž přidáme jednu až dvě kapky roztoku jódu.
- POZOROVÁNÍ** Roztok se po přidání roztoku jódu modrofialově zabarví.
- ZÁVĚR** Modrofialovým zabarvením jsme dokázali přítomnost škrobu v papírové etiketě.



**POZNÁMKA**

Var a usazování můžeme opakovat tak dlouho, dokud není důkaz škrobu negativní. Zbytek etikety si ponecháme pro další pokusy.

---

## ETIKETA

# HYDROLYTICKÝ ROZKLAD CELULÓZY NA CUKR (MOLISCHŮV DŮKAZ)

---

<b><u>ZÁKLADNÍ INFORMACE</u></b>	Reakcí koncentrované kyseliny sírové s celulózou vzniká jak glukóza, tak celobióza. Glukózu dokážeme pomocí $\alpha$ -naftolu. Tato barevná reakce byla objevena fyziologem rostlin Hansem Molischem. Protože škrob vede k pozitivní reakci s $\alpha$ -naftolem, musí být nejprve z roztoku odstraněn, aby mohla být dokázána glukóza.
<b><u>DOPORUČENÝ ČAS</u></b>	10 minut
<b><u>POMŮCKY</u></b>	2 zkumavky, skleněná tyčinka, stojan na zkumavky, Bunsenův kahan, zapalovač, pinzeta, 2 Pasteurovy pipety (skleněná kapátka), kádinka, etiketa z předešlého pokusu
<b><u>CHEMIKÁLIE</u></b>	Molischovo činidlo (0,5 g $\alpha$ -naftolu ve 3,5 ml ethanolu), koncentrovaná kyselina sírová (w = 96 %), destilovaná voda
<b><u>BEZPEČNOSTNÍ POKYNY</u></b>	$\alpha$ -naftol (X <sub>n</sub> , zdraví škodlivý), ethanol (F, vysoce hořlavý), koncentrovaná kyselina sírová (C, žíravý)
<b><u>POSTUP PRÁCE</u></b>	Kousky etikety pinzetou vložíme do zkumavky a přidáme Pasteurovou pipetou 2 - 3 ml koncentrované kyseliny sírové a asi 2 minuty mícháme skleněnou tyčinkou. Pak zkumavku lehce zahřejeme v plameni Bunsenova kahanu, ale vyvarujme se zuhelnatění. Po ochlazení odebereme 2 kapky roztoku do druhé zkumavky a přidáme asi 1 ml destilované vody. Po přidání 3 kapek Molischova činidla opatrně po vnitřní straně zkumavky přilijeme 2 ml koncentrované kyseliny sírové.
<b><u>POZOROVÁNÍ</u></b>	Na rozhraní roztoků se objeví modrofialový prstýnek.
<b><u>ZÁVĚR</u></b>	Modrofialovým zabarvením jsme dokázali přítomnost celulózy v papírové etiketě.



**POZNÁMKA** Zbývající směs kyseliny sírové a kousků etikety necháme pro další pokus, jímž je Důkaz cukru Fehlingovým roztokem.

**LITERATURA** Wöhrle, F.; Kirchhof, C.; Otto, B.; Schmidt, O.: Rund um's Papier, NiU-Chemie **6** (1995) Nr. 29, S. 26 ff.



---

## ETIKETA

# HYDROLYTICKÉ ODBOURÁNÍ CELULÓZY NA CUKR (FEHLINGŮV DŮKAZ)

---

<b><u>ZÁKLADNÍ INFORMACE</u></b>	Celulóza se podobně jako škrob dá hydrolyticky rozložit na glukózu a celobiózu. Glukózu můžeme dokázat pomocí Fehlingova roztoku. Ten nám slouží k důkazu redukujících cukrů, jako jsou například monosacharidy, disacharidy, aldehydy a další. Aldehydy jsou silná redukční činidla, která je možné velmi jednoduše zoxidovat na karboxylové kyseliny.
<b><u>DOPORUČENÝ ČAS</u></b>	10 minut
<b><u>POMŮCKY</u></b>	odměrný válec (25 ml), kádinka (100 ml), 2 zkumavky, držák na zkumavky, skleněná tyčinka, stojan na zkumavky, 2 skleněné pipety (2 ml), nástavec na pipetu, Bunsenův kahan, zapalovač, pH papírky
<b><u>CHEMIKÁLIE</u></b>	zbytek roztoku kyseliny sírové s kousky etikety z předešlého pokusu, roztok hydroxidu sodného NaOH (w = 30%), destilovaná voda, Fehlingův roztok I (7 g pentahydrátu síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ve 100 ml vody), Fehlingův roztok II (30 g vlnanu sodno-draselného ve 100 ml hydroxidu sodného (w = 10 %))
<b><u>BEZPEČNOSTNÍ POKYNY</u></b>	pentahydrát síranu měďnatého ( $X_n$ , zdraví škodlivý; N nebezpečný pro životní prostředí), zbytek roztoku kyseliny sírové s kousky etikety z předešlého pokusu (C, žíravý), hydroxid sodný (C, žíravý)
<b><u>POSTUP PRÁCE</u></b>	K roztoku kyseliny sírové s kousky etikety z předešlého pokusu v kádince (100 ml) přidáme 25 ml vody a skleněnou tyčinkou dobře zamícháme. Necháme usadit a odebereme asi 5 ml čirého roztoku do jedné zkumavky a zneutralizujeme roztokem hydroxidu sodného (w = 30 %). Do druhé zkumavky připravíme Fehlingův roztok tak, že do ní nalijeme 1 ml Fehlingova roztoku I a 1 ml Fehlingova roztoku II. Protřepáváme tak dlouho, dokud nezmizí sraženina. Poté přidáme připravený smíšený Fehlingův roztok do první zkumavky k čirému roztoku a zahřejeme k varu.



**POZOROVÁNÍ** Bezbarvý roztok získá hnědavou barvu. Po přidání Fehlingova roztoku je modrofialový a po zahřátí k varu se objeví oranžová až cihlově červená sraženina.

**ZÁVĚR** Pozitivní Fehlingův test dokázal přítomnost glukózy.

**LITERATURA** Bansa, H.: Papierzerfall und Gegenmaßnahmen PdN-Chemie **41** (1992) 7, S. 8 - 12

---

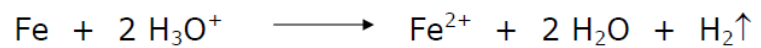
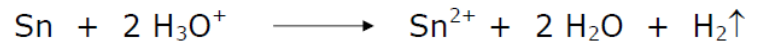
## KONZERVA SEJMUTÍ LAKU A CHEMICKÉ ODSTRANĚNÍ CÍNU

---

<b><u>ZÁKLADNÍ INFORMACE</u></b>	Na výrobu konzerv se používá pocínovaný ocelový plech. V minulosti došlo k několika otravám cínem kvůli balení některých kyselých potravin v pocínovaných plechovkách, protože organické sloučeniny cínu mohou být škodlivé nebo dokonce toxické. To je důvod, proč jsou na vnitřní stranu konzerv nanесeny dvě nebo tři vrstvy laku. Ty také zabraňují negativnímu vlivu cínu na chuť jídla. Většinou jde o laky založené na bázi epoxidové pryskyřice, které nejsou zdraví nebezpečné.
<b><u>DOPORUČENÝ ČAS</u></b>	30 minut
<b><u>POMŮCKY</u></b>	umytá konzerva s vnitřním nátěrem, nůžky na plech, pinzeta, odměrný válec (25 ml), 2 kádinky (100 ml), hodinové sklo, Bunsenův kahan, zapalovač, trojnožka se sítkou
<b><u>CHEMIKÁLIE</u></b>	zředěná kyselina chlorovodíková HCl (c = 6 mol/l)
<b><u>BEZPEČNOSTNÍ POKYNY</u></b>	kyselina chlorovodíková HCl (C, žíravý)
<b><u>POSTUP PRÁCE</u></b>	Z konzervy vystříháme kousek plechu o velikosti asi 5 x 5 cm a rozstříháme jej na kousky o velikosti asi 1 cm <sup>2</sup> , které vložíme do kádinky. Přidáme 25 ml zředěné kyseliny chlorovodíkové a kádinku zakryjeme hodinovým sklem. Pak kádinku postavíme na trojnožku a zahřejeme, až se začne silně vyvíjet vodík (asi 80 °C). V této chvíli zhasneme kahan a necháme kádinku asi 10 minut stát na síťce. Po ochlazení roztok slijeme a schováme na další pokus „Důkaz cínu a železa v obalu“. Kousky konzervy oplachujeme tak dlouho, dokud promývání není neutrální. Pak je osušíme a pinzetou oddělíme vrstvu laku od kovu. Tím máme připraveny další dva experimenty: „Vrstva laku“ a „Důkaz antikoročních účinků vrstvy cínu“.
<b><u>POZOROVÁNÍ</u></b>	Po zahřátí se odloupne bílá vrstva laku na vnitřní straně kousků konzervy jako fólie. Roztok získá světlou modrozelenou barvu.

**ZÁVĚR**

V kyselině chlorovodíkové se cín a železo oxidují na kationty cínaté a železnaté. Roztok musíme zahřát, abychom rozpustili cín, protože je ušlechtilejší, než železo. Železo se dostává velmi dobře do roztoku kvůli hranám nastříhané konzervy, přitom vrstva cínu zůstává prakticky nepoškozena.

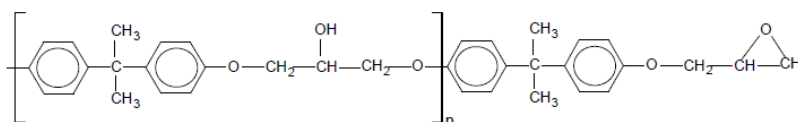


**POZNÁMKA**

Zahřívání kyseliny chlorovodíkové provádějte v digestoři.

## KONZERVA VRSTVA LAKU (INDOFENOLOVÝ TEST)

**ZÁKLADNÍ INFORMACE** Indofenolový test (objevený Gibbem) se používá k důkazu fenolů ve fenolových pryskyřicích a také v látkách, ze kterých se při zahřátí uvolňují fenoly nebo jejich deriváty. Například z epoxidových pryskyřic (jako je bisfenol A), které slouží jako pomocné látky pro laky a barvy, se při zahřátí uvolňují různé fenoly, které tímto experimentem dokážeme.



**Obr.2** Část molekuly epoxidové pryskyřice

**DOPORUČENÝ ČAS** 10 minut

**POMŮCKY** vrstvička laku z předešlého experimentu, silnostěnná zkumavka, Bunsenův kahan, zapalovač, 2 kádinky (100 ml), filtrační papír, pinzeta, magnetická míchačka, míchátko

**CHEMIKÁLIE** 2,6-dibromchinon-4-chlorimid, diethylether, roztok amoniaku ( $c = 2 \text{ mol/l}$ )

**BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** 2,6-dibromchinon-4-chlorimid ( $X_n$ , zdraví škodlivý), diethylether, amoniaku (C, žíravý; N, nebezpečný pro životní prostředí), diethylether (F+, vysoce hořlavý;  $X_n$ , zdraví škodlivý)

**POSTUP PRÁCE** *PŘÍPRAVA FILTRAČNÍHO PAPIŘU*  
Nejprve si připravíme nasycený roztok 2,6-dibromchinonu-4-chlorimidu a to tak, že rozpustíme 1 g 2,6-dibromchinonu-4-chlorimidu v 10 ml diethyletheru. Asi 10 minut necháme míchat a následně přefiltrujeme třikrát přes filtrační papír. Aby byl filtrační papír dobře prosycen, filtrujeme tři krát a mezi jednotlivými filtracemi necháme papír dobře uschnout.

**INDOFENOLOVÝ TEST** Kousky oloupaného laku vložíme do silnostěnné zkumavky z předchozího pokusu a zkumavku šikmo zahříváme v plameni kahanu asi 1 minutu. Pomocí pinzety do ústí zkumavky vložíme dříve připravený filtrační papír navlhčený několika kapkami amoniaku.

**POZOROVÁNÍ** Filtrační papír zmodrá.

**ZÁVĚR** Modrá barva filtračního papíru ukazuje přítomnost fenolů (kresolů a dimethylfenolů). Epoxidová pryskyřice ukázala pozitivní test na fenoly.

**LITERATURA** Braun, D.: Erkennen von Kunststoffen, Qualitative Kunststoffanalyse mit einfachen Mitteln; 2. vydání (1986); Carl Hanser-Verlag München, Wien

---

## KONZERVA

### DŮKAZ CÍNU A ŽELEZA V OBALU

---

**ZÁKLADNÍ INFORMACE** Rozpouštění cínu a železa ve zředěné kyselině chlorovodíkové za vzniku cínatých, železnatých a železitých iontů, které můžeme dokázat analytickými metodami.

**DOPORUČENÝ ČAS** 10 minut

**POMŮCKY** tři zkumavky, stojan na zkumavky, držák na zkumavku, Bunsenův kahan, zapalovač

K přípravě molybdátosfosforečnanového papíru: kruhový filtrační papír o průměru 70 mm, kádinka (100 ml), topná deska, sušárna

**CHEMIKÁLIE** zbylý roztok kyseliny chlorovodíkové z experimentu „Sejmutí laku a chemické odstranění cínu“, roztok červené krevní soli (hexakynoželezitan draselný)  $K_3[Fe(CN)_6]$  ( $w = 10 \%$ ), peroxid vodíku ( $w = 30 \%$ ), roztok thiokyanatanu amonného  $NH_4SCN$ , ledová voda

K přípravě molybdátosfosforečnanového papíru: molybdátosfosforečná kyselina  $H_3[P(Mo_3O_{10})_4]$  ( $w = 5 \%$ ), roztok amoniaku ( $w = 25 \%$ )

**BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** peroxid vodíku ( $w = 30 \%$ ) (C, žíravý), molybdátosfosforečná kyselina ( $w = 5 \%$ ) (Xi, dráždivý), amoniak ( $w = 25 \%$ ) (C, žíravý; N, nebezpečný pro životní prostředí)

**POSTUP PRÁCE** K důkazu použijeme roztok kyseliny chlorovodíkové z experimentu „Sejmutí laku a chemické odstranění cínu“.

a) *Důkaz železa*

- *Berlínská modř:* K malému množství roztoku ve zkumavce přikápneme pár kapek červené krevní soli.
- *Reakce thiokyanatanu:* Do druhé zkumavky s malým množstvím roztoku přidáme pár kapek

peroxidu vodíku a zahřejeme. Poté přidáme několik kapek thiokyanatanu.

b) *Důkaz cínu:*

- *Příprava molybdátosforečnanového papíru:* Kruhový filtrační papír namočíme do roztoku molybdátosforečné kyseliny (papír zežloutne). Do kádinky - o něco menší než kruhový filtrační papír - nalijeme koncentrovaný roztok amoniaku, na okraj položíme kruhový filtrační papír a lehce zahřejeme na topné desce (filtrační papír se odbarví). Poté papír usušíme v sušárně. Suchý kruhový filtrační papír prosycený molybdátosforečnanem uchovááme v dobře uzavíratelné hnědé skleněné nádobě.
- *Tečková zkouška:* Na kruhový filtrační papír prosycený molybdátosforečnanem kápneme kapku roztoku kyseliny chlorovodíkové z předešlého pokusu.
- *Test na fluorescenci:* Do roztoku kyseliny chlorovodíkové z předešlého pokusu ponoříme zkumavku s ledovou vodou či s ledem. Poté přejdeme do tmavé místnosti a vložíme zkumavku do spodní části plamene Bunsenova kahanu.

### **POZOROVÁNÍ**

a) *Důkaz železa:*

Po přidání několika kapek červené krevní soli k roztoku se roztok zbarví modře. Po přidání thiokyanátu k roztoku se roztok zbarví krvavě červeně.

b) *Důkaz cínu:*

Kapka roztoku zbarví kruhový filtrační papír modře.

V plameni začne zkumavka modře světélkovat.

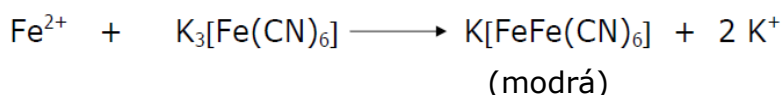


**ZÁVĚR**

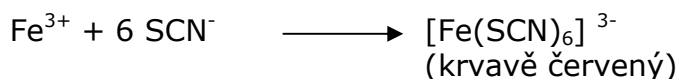
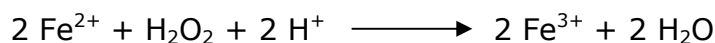
V kyselině chlorovodíkové se z konzervy uvolňují kationty  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Sn}^{2+}$ .

*a) Důkaz železa:*

Železnaté kationty  $\text{Fe}^{2+}$  prokážeme vznikem Berlínské modři:



Ve druhé zkumavce se přidáním peroxidu vodíku železnaté ionty zoxidují na železité a vznikne triaquatrikynoželezitý komplex

*b) Důkaz cínu:*

Ve třetím testu jsou cínaté kationty  $\text{Sn}^{2+}$  použity jako redukční činidlo, abychom zredukovali molybdátofosforečnou kyselinu na molybdenovou modř. Modrá barva dokazuje přítomnost obou oxidačních čísel molybdenu Mo(IV) a Mo(VI) v molybdenové modři  $[(\text{MoO})_{3-x}(\text{OH})_x]$ . Přesné složení molybdenové modři není známo.

Modrou fluorescencí v posledním experimentu jsme dokázali cín. Fluorescence vzniká díky tvorbě  $\text{SnCl}_2$  na vnější straně zkumavky.

**POZNÁMKA**

Zbytky kovu přefiltrujeme a vyhodíme do směsného odpadu, roztoky zneutralizujeme a přidáme k odpadům obsahujícím těžké kovy.

---

## KONZERVA

### DŮKAZ ANTIKOROZNÍCH VLASTNOSTÍ VRSTVY CÍNU

---

- ZÁKLADNÍ INFORMACE** Konzervy se vyrábějí z ocelového plechu potaženého tenkou vrstvičkou cínu, která slouží jako antikorozní materiál.
- DOPORUČENÝ ČAS** 20 minut
- POMŮCKY** očištěný kousek plechu z experimentu „Sejmutí laku a chemické odstranění cínu“, vymytá konzerva, nůžky na plech, kádinka (150 ml), topná deska s míchačkou, míchátko, Petriho miska (10 cm)
- CHEMIKÁLIE** ethanol, agar (např. DIFCO-AGAR 0140-01), červená krevní sůl (hexakyanoželezitan draselný)  $K_3[Fe(CN)_6]$
- BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** ethanol (F, vysoce hořlavý)
- POSTUP PRÁCE** Z konzervy vystříháme dva kousky asi 2 x 2 cm a odmastíme je ethanolem. Ostrým předmětem, např. hřebíkem, je poškrábeme - uděláme hluboké vrypy do vrstvy cínu. Do 150 ml kádinky nalijeme 50 ml vody a 1,5 g agaru. Kádinku postavíme na magnetickou míchačku, zahříváme a mícháme, dokud se roztok nevyčeří. Nakonec přidáme na špičku lžičky červené krevní soli, zamícháme a přelijeme do Petriho misky. Do roztoku agaru v Petriho misce vložíme oba plíšky, a také „odcínovaný“ plíšek z experimentu „Sejmutí laku a chemické odstranění cínu“.
- POZOROVÁNÍ** Asi po 10 minutách se v okolí poškrábaných míst na plíščích stejně tak jako na „odcínovaném“ plíšku objeví modré zabarvení. Na nepoškozeném povrchu se neděje nic. Necháme-li Petriho misku stát déle, efekt bude zřetelnější.

**ZÁVĚR**

Při reakci železnatých kationtů s červenou krevní solí se objevuje modré zabarvení způsobené Berlínskou modří.

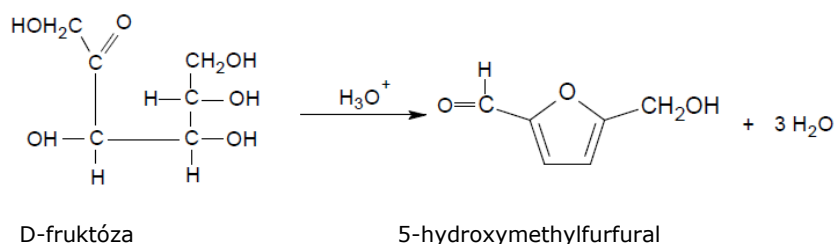


## TĚSTOVINY

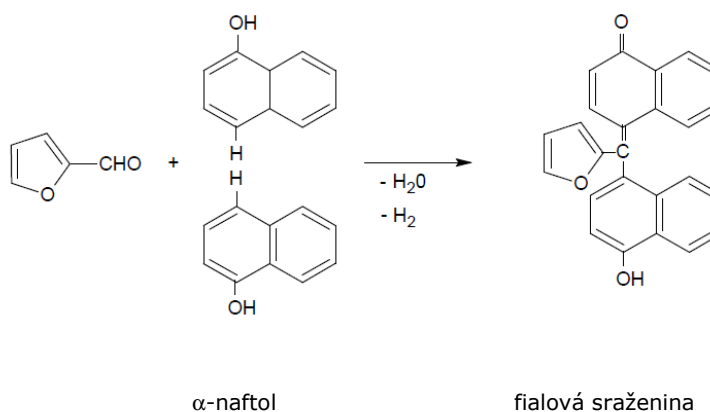
### DŮKAZ ŠKROBU (MOLISCHOVÝM ČINIDLEM)

#### ZÁKLADNÍ INFORMACE

Molischovo činidlo slouží k detekci uhlovodíků obsahujících pentózy či hexózy, ale také k důkazu disacharidů, oligosacharidů či škrobu. Pentózy reagují s koncentrovanou kyselinou sírovou na furfural a hexózy na 5-hydroxymethylfurfurat. Poté dojde k Molischově reakci a typickému zabarvení. Při tom reaguje furfural s dvěma molekulami  $\alpha$ -naftolu a za odštěpení vody a molekuly vodíku dojde k vyloučení intenzivně fialové sraženiny.



**Obr. 3** tvorba 5-hydroxymethylfurfuralu



**Obr. 4** vznik fialového zabarvení pomocí Molischova činidla

**DOPORUČENÝ ČAS** 15 až 20 minut

**POMŮCKY** magnetická míchačka, míchátko, krystalizační miska (14 cm) jako vodní lázeň, třecí miska s tloučkem, erlenmayerova baňka (200 ml) s gumovou zátkou, 2 zkumavky, stojan na zkumavky, kádinka (150 ml),

kovová špachtle, odměrný válec (10 ml), odměrný válec (50 ml), držák na zkumavku, Pasteurova pipeta (skleněné kapátko)

<b><u>CHEMIKÁLIE</u></b>	Molischovo činidlo (0,5 g $\alpha$ -naftolu v 10 ml ethanolu), koncentrovaná kyselina sírová $H_2SO_4$ , ravioly, přípravek na mytí nádobí
<b><u>BEZPEČNOSTNÍ POKYNY</u></b>	$\alpha$ -naftol ( $X_n$ , zdraví škodlivý), ethanol (F, vysoce hořlavý), koncentrovaná kyselina sírová (C, žíravý)
<b><u>POSTUP PRÁCE</u></b>	<p><i>PŘÍPRAVA EXTRAKTU Z RAVIOL:</i></p> <p>Vezmeme 4 ravioly z konzervy, očistíme je od omáčky a masa, omyjeme je přípravkem na mytí nádobí. Tyto očištěné těstoviny rozetřeme na malé kousky v třecí misce. Asi polovinu těstovin přendáme do Erlenmayerovy baňky a k tomu přidáme asi 50 ml vody, zazátkujeme a ihned protřepeme (třepeme asi 30 vteřin). Odzátkujeme a baňku vložíme na 2 minuty do vroucí vody a poté ochladíme pod tekoucí vodou. Počkáme, až se kousíčky v roztoku usadí a slijeme roztok.</p>
<b><u>DŮKAZ</u></b>	K asi 2 ml extraktu z raviol přidáme 3 kapky Molischova činidla. Po protřepání roztok opatrně převrstvíme koncentrovanou kyselinou sírovou. Kyselinu lijeme opatrně po vnitřní straně zkumavky, kterou držíme šikmo. Bez promíchání pozorujeme asi 30 vteřin.
<b><u>POZOROVÁNÍ</u></b>	Na rozhraní mezi extraktem z raviol s Molischovým činidlem a kyselinou sírovou se objeví intenzívně fialově zabarvený kroužek.
<b><u>ZÁVĚR</u></b>	Molischův důkaz je pozitivní, v těstovinách je obsažen škrob.
<b><u>POZNÁMKA</u></b>	Zbytek extraktu z raviol si ponecháme k dalšímu experimentu. Molischovo činidlo uchované v ledničce vydrží několik dní.
<b><u>LIKVIDACE ODPADŮ</u></b>	Jakýkoli roztok obsahující Molischovo činidlo a kyselinu sírovou zneutralizujeme a přidáme k odpadu organických rozpouštědel.

---

## TĚSTOVINY

### DŮKAZ REDUKUJÍCÍCH CUKRŮ (FEHLINGŮV DŮKAZ)

---

**ZÁKLADNÍ INFORMACE** V tomto experimentu dokážeme, že jak uvařené tak neuvařené nudle ani ravioly neobsahují žádný redukující cukr. Až po rozštěpení škrobu kyselinou dokážeme redukující cukry pomocí Fehlingova roztoku.

**DOPORUČENÝ ČAS** 20 – 30 minut

**POMŮCKY** topná deska s magnetickou míchačkou, míchátko, krystalizační miska (14 cm), třecí miska s tloučkem, odměrný válec (50 ml), Erlenmayerova baňka s gumovou zátkou, 2 kádinky (100 ml), 10 zkumavek se zátkami, stojan na zkumavky, 4 pipety (2 ml), 2 odměrné válce (10 ml), držák na zkumavku, 3 skleněné tyčinky, pH papírky

**CHEMIKÁLIE** roztok hydroxidu sodného NaOH (w = 10%), Fehlingův roztok I (roztok pentahydrátu síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , w = 7 %), Fehlingův roztok II (30 g vlnanu sodno-draselného ve 100 ml hydroxidu sodného (w = 10 %)), zředěná kyselina chlorovodíková (w = 10 %), ravioly, těstoviny, přípravek na mytí nádobí

**BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** pentahydrát síranu měďnatého (N, nebezpečný pro životní prostředí), kyselina chlorovodíková HCl (C, žíravý), hydroxid sodný NaOH (C, žíravý)

**POSTUP PRÁCE** *PŘÍPRAVA EXTRAKTU Z RAVIOL (MŮŽEME POUŽÍT I TEN, Z PŘEDCHOZÍHO EXPERIMENTU):*

Vezmeme 4 ravioly z konzervy, očistíme je od omáčky a masa, omyjeme je přípravkem na mytí nádobí. Tyto očištěné těstoviny a rozetřeme na malé kousky v třecí misce. Asi polovinu těstovin přendáme do Erlenmayerovy baňky a k tomu přidáme asi 50 ml vody, zazátkujeme a ihned protřepeme (třepeme asi 30 vteřin). Odzátujeme a baňku vložíme na 2 minuty do vroucí vody a poté ochladíme pod tekoucí vodou. Počkáme, až se kousíčky v roztoku usadí a slijeme roztok.

*PŘÍPRAVA EXTRAKTU ZE SUCHÝCH NUDLÍ:*

Asi 5 g neuvařených nudlí rozdrtíme v třecí misce a přesypeme do 200 mililitrové Erlenmayerovy baňky. Přidáme 50 ml vody, zazátkujeme a dobře protřepáváme (po dobu asi 30 vteřin). Poté odzátkujeme, ohřejeme na vodní lázni (asi 2 minuty) a nakonec ochladíme pod tekoucí vodou. Necháme usadit a slijeme kapalinu, kterou můžeme použít k dalším experimentům.

*PŘÍPRAVA EXTRAKTU Z RAVIOL HYDROLÝZOU:*

Pečlivě očistíme jednu raviolu (viz výše). Vložíme ji do kádinky, přidáme 20 ml zředěné kyseliny chlorovodíkové a vaříme asi 3 minuty. Necháme usadit, slijeme do zkumavky a neutralizujeme hydroxidem sodným.

*PŘÍPRAVA EXTRAKTU ZE SUCHÝCH NUDLÍ HYDROLÝZOU:*

Povaříme 2 nevařené nudle (asi 2 g) ve 20 ml zředěné kyseliny chlorovodíkové asi 3 minuty. Necháme usadit, slijeme do zkumavky a neutralizujeme hydroxidem sodným.

**DŮKAZ**

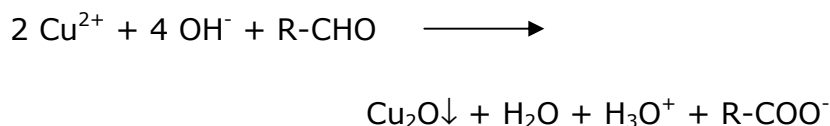
Smísíme ve zkumavce 5 ml Fehlingova roztoku I a 5 ml Fehlingova roztoku II a dobře protřepeme (do rozpuštění případné sraženiny). Do zkumavek dáme 2 ml dříve připravených roztoků a ke každému roztoku přidáme několik kapek Fehlingova roztoku. Zkumavky zahříváme asi 5 minut ve vodní lázni.

**POZOROVÁNÍ**

Při smíchání zředěné kyseliny chlorovodíkové a uvařených raviol s Fehlingovým roztokem se objeví červená sraženina. Extrakty z raviol ani nudlí žádnou sraženinu netvoří.

## ZÁVĚR

Hydrolýzou škrobu vzniká glukóza a maltóza. Směs Fehlingova roztoku I a II slouží k důkazu redukujících cukrů, jímž je např. glukóza. Modré kationty mědnaté se v bazickém prostředí a při zahřátí mění na červené kationty měďné. Redukčním činidlem je aldehydická skupina, která se oxidační na karboxyl.



Vínan sodno-draselný ve Fehlingově roztoku II vytvoří sraženinu hydroxidu měďnatého  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , který vytvoří měďnatý komplex rozpustný v roztoku.

Jak je vidět z rovnováhy výše je k tomuto důkazu nutná aldehydická skupina. V molekule škrobu jsou navázány molekuly  $\alpha$ -D-glukózy v 1,4-, příp. 1,6-, glykosidické vazbě, proto nemůže dojít k přerušení kruhu v poloacetálu. Jak je vidět z experimentu, žádné z nudití nevykazují pozitivní reakci. Za těchto podmínek nedochází ke štěpení škrobu. Ovšem přidáme-li k extraktu kyselinu, např. chlorovodíkovou, dochází k hydrolýze škrobu a jeho štěpení zejména na maltózu a glukózu. Ty dokážeme Fehlingovým testem (červená sraženina měďných kationtů).

## POZNÁMKA

Reaguje-li extrakt z raviol na Fehlingovu zkoušku jen slabě, není to důkaz rozkladu škrobu v těstovinách, ale jde o škrob z rajčatové omáčky.

Kyselinu chlorovodíkovou zahříváme jedině v digestoři.

## LIKVIDACE ODPADŮ

Roztoky obsahující kyselinu chlorovodíkovou po neutralizaci nalijeme do výlevky, Fehlingovy roztoky přidáme k odpadům obsahujícím těžké kovy.



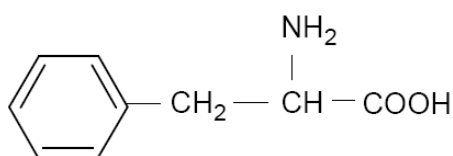
---

## MASO

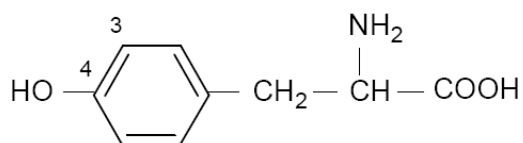
### DŮKAZ BÍLKOVIN XANTOPROTEINOVÝM TESTEM

---

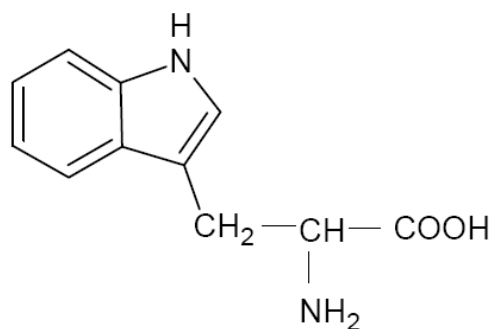
**ZÁKLADNÍ INFORMACE** Xantoproteinový test slouží k důkazu bílkovin. Dojde ke změně barvy na žlutou po přidání koncentrované kyseliny dusičné. Test spočívá v nitraci aromatických bílkovin, jako je fenylalanin, tyrosin nebo tryptofan.



fenylalanin



tyrosin



tryptofan

**DOPORUČENÝ ČAS** 10 minut

- POMŮCKY** zkumavka, držák na zkumavku, stojan na zkumavky, Bunsenův kahan, špachtle, skleněná tyčinka, Pasteurova pipeta (skleněné kapátko), pipeta (5 ml), nástavec na pipetu
- CHEMIKÁLIE** kyselina dusičná  $\text{HNO}_3$  (w = 20 %), roztok amoniaku  $\text{NH}_4\text{OH}$  (w = 25 %), vepřové maso z raviol
- BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** kyselina dusičná  $\text{HNO}_3$  (C, žíravý), amoniak  $\text{NH}_4\text{OH}$  (C, žíravý)
- POSTUP PRÁCE** Vezmeme kousek masa z raviol velikosti hrášku a vložíme jej do zkumavky. Přidáme 3 ml kyseliny dusičné a maso skleněnou tyčinkou ve zkumavce rozmělníme. Lehce povaříme, až do doby, kdy roztok získá světle žlutou barvu. Objeví se slabý zákal. Poté ochladíme zkumavku pod tekoucí vodou a přikápneme roztok amoniaku.
- POZOROVÁNÍ** Po přidání roztoku amoniaku se roztok zabarví oranžově.
- ZÁVĚR** Bílkoviny s aminokyselinami (fenylalanin, tyrosin, tryptofan) tvoří s kyselinou dusičnou žluté sraženiny nitrovaných sloučenin. V zásaditém prostředí se barva zvýrazní až do oranžova.
- POZNÁMKA** Xantoproteinový test není specifickou reakcí bílkovin, ukazuje pouze přítomnost aromatických kruhů v aminokyselinách, z nichž se bílkoviny skládají.
- Experiment provádíme v digestoři.
- LIKVIDACE ODPADŮ** Zbytky roztoků neutralizujeme a vylijeme do odpadu.
- LITERATURA** Buktasch, F.; Glöckner W.: Experimentelle Schulchemie – Organische Chemie II, Aulis-Deubner Verlag Köln (1975)

---

## MASO

### DŮKAZ ATOMŮ DUSÍKU V BÍLKOVINÁCH OBSAŽENÝCH V MASOVÉ NÁPLNI

---

<b><u>ZÁKLADNÍ INFORMACE</u></b>	Silně zásadité látky rozkládají při jemném zahřátí bílkoviny za vzniku amoniaku, jímž můžeme dokázat přítomnost dusíku v bílkovinách.
<b><u>DOPORUČENÝ ČAS</u></b>	5 minut
<b><u>POMŮCKY</u></b>	zkumavka, držák na zkumavku, stojan na zkumavky, Bunsenův kahan, špachtle,
<b><u>CHEMIKÁLIE</u></b>	hydroxid sodný NaOH, univerzální indikátorový papírek či lakmusový papírek, vepřové maso z raviol
<b><u>BEZPEČNOSTNÍ POKYNY</u></b>	hydroxid sodný NaOH (C, žíravý)
<b><u>POSTUP PRÁCE</u></b>	Vezmeme kousek masa z raviol velikosti hrášku a vložíme jej do zkumavky. Přidáme 3 ml hydroxidu sodného. Zkumavku opatrně zahřejeme v plameni kahanu. Vznikající páry dokážeme indikátorovým papírkem. Můžeme učinit i zkoušku čichem (opatrně!).
<b><u>POZOROVÁNÍ</u></b>	Po zahřátí vznikají páry barvící indikátorový papírek modře. Je cítit silný rybí zápach.
<b><u>ZÁVĚR</u></b>	Bílkoviny se účinkem při zahřátí s hydroxidy kovů alkalických zemin rozpadají za vzniku amoniaku.
<b><u>LIKVIDACE ODPADŮ</u></b>	Zbytky roztoku hydroxidu sodného neutralizujeme a vylijeme do odpadu.
<b><u>LITERATURA</u></b>	Buktasch, F.; Glöckner W.: Experimentelle Schulchemie – Organische Chemie II, Aulis-Deubner Verlag Köln (1975)

---

## MASO

### STANOVENÍ PODÍLU TUKŮ V MASOVÉ NÁPLNI RAVIOL

---

**ZÁKLADNÍ INFORMACE** Extrakcí masa benzínem a následným odpařením rozpouštědla v předem zvážené baňce zjistíme podíl tuku v masové složce raviol.

**DOPORUČENÝ ČAS** 30 - 45 minut (bez sušení masa)

**POMŮCKY** váha, malá krystalizační miska, sušárna, exsikátor s oxidem fosforečným (pouze v případě, že maso není usušené v sušárně), třecí miska s tloučkem, špachtle, míchačka s topnou deskou, míchátko, krystalizační miska (14 cm) jako vodní lázeň, teploměr, 2 kulaté baňky (100 ml), zpětný chladič, Claisenův destilační nástavec, nálevka, skládaný filtr, Erlenmayerova baňka (200 ml), Pasteurova pipeta (kapátko), zkumavka, stojan, 4 klemy, zdvihací plošinka

**CHEMIKÁLIE** benzín (teplota varu 40 – 60 °C), masová náplň raviol

**BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** benzín (F, vysoce hořlavý)

**POSTUP PRÁCE** *VYSUŠENÍ MASA:*

Navážíme přibližně 10 g masové náplně přesně a přes noc usušíme v sušárně na 80 °C a opět zvažíme. Chceme-li se vyhnout zápachu, dáme maso na 24 hodin do exsikátoru s oxidem fosforečným jako sušicím prostředkem.

*STANOVENÍ OBSAHU TUKU:*

Vysušené maso rozmělníme na jemný prášek v třecí misce. Navážíme přibližně 2 g masa přesně a dáme je do baňky s kulatým dnem (100 ml) a přidáme 20 ml benzínu. Vaříme se zpětným chladičem 10 minut ve vodní lázni na 80 °C. Výsledný roztok zfiltrujeme přes skládaný filtr do Erlenmayerovy baňky. Zbytky masa znovu zalijeme 20 ml benzínu a v baňce s kulatým dnem opět 10 minut vaříme pod zpětným chladičem. Opět výsledný roztok přefiltrujeme přes skládaný filtr. Filtrát přelijeme do druhé, předem zvážené, čisté baňky s kulatým dnem (100 ml) a predestilujeme jej při 80 °C

(použijeme vodní lázeň). Po vychladnutí baňku s roztokem zvážíme, abychom zjistili obsah tuku.

**POZOROVÁNÍ** \_\_\_\_\_ Po vysušení je maso tmavší. Po oddestilování benzínu zůstane v baňce lehce nažloutlá olejovitá kapalina. Obsah tuku v masové náplni je asi 25 %.

**ZÁVĚR** \_\_\_\_\_ Tuk obsažený v masové náplni lze snadno rozpustit benzínem, a tak zjistit obsah tuku ve vysušeném mase.

**POZNÁMKA** \_\_\_\_\_ Zbytek vysušeného masa si ponecháme na experiment "Důkaz dvojné vazby C = C".

---

## MASO

### DŮKAZ DVOJNÉ VAZBY C=C POMOCÍ BROMOVÉ VODY

---

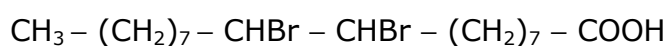
<b><u>ZÁKLADNÍ INFORMACE</u></b>	Tuky a oleje jsou složeny ze dvou druhů mastných kyselin. Nasycené mastné kyseliny obsahují uhlovodíkové řetězce pouze s jednoduchými vazbami mezi atomy uhlíku C–C. Nenasycené mastné kyseliny mají minimálně jednu dvojnou vazbu C=C v uhlovodíkovém řetězci. Má-li mastná kyselina více než jednu dvojnou vazbu ve svém řetězci, mluvíme o polynenasycené mastné kyselině.
<b><u>DOPORUČENÝ ČAS</u></b>	5 - 10 minut
<b><u>POMŮCKY</u></b>	2 zkumavky, stojan na zkumavky, skleněná tyčinka
<b><u>CHEMIKÁLIE</u></b>	benzín (teplota varu 40 – 60 °C), bromová voda (w = 0,5 %), masová náplň raviol (vysušené maso z předchozího experimentu)
<b><u>BEZPEČNOSTNÍ POKYNY</u></b>	benzín (F, vysoce hořlavý)
<b><u>POSTUP PRÁCE</u></b>	Vložíme masovou náplň asi z jedné a půl ravioly do zkumavky, přidáme asi 5 ml benzínu a zamícháme skleněnou tyčinkou. Necháme usadit a roztok slijeme do druhé zkumavky, kam přidáme několik kapek bromové vody a protřepeme.
<b><u>POZOROVÁNÍ</u></b>	Po přidání bromové vody k bezbarvému roztoku se bromová voda odbarvuje.

### ZÁVĚR

Masová náplň je v organickém rozpouštědle nerozpustná, zato tuk se v něm rozpouští. Komerčně známé vepřové maso obsahuje relativně velké množství kyseliny olejové. Kyselina olejová je nenasycená mastná kyselina a má jednu dvojnou vazbu mezi atomy uhlíku C=C. Na tuto dvojnou vazbu se může adovat brom a vytvořit tak bromid, který je bezbarvý (tedy bromová voda se odbarví).



kyselina olejová



kyselina 9,10-dibromstearová

### LIKVIDACE ODPADU

Roztoky přidáme k organickému odpadu.

---

# OMÁČKA

## ANALÝZA RAJČATOVÝCH BARVIV V OMÁČCE RAVIOL POMOCÍ CHROMATOGRRAFIE NA TENKÉ VRSTVĚ

---

**ZÁKLADNÍ INFORMACE** Rajčata obsahují různé karoteny, které slouží jako barviva. Jejich podíl se liší v závislosti na druhu. Jedním z karotenů je na příklad  $\beta$ -karoten, který je obsažen také v mrkvi. V druhu „High-Beta“ je obsaženo 36 ppm  $\beta$ -karotenu. V jiných druzích nalezneme hlavně fytoen a lykopen, které se od  $\beta$ -karotenu liší chemicky jen málo.

**DOPORUČENÝ ČAS** 25 minut

**POMŮCKY** 4 zkumavky se zátkami, stojan na zkumavky, vyvíjecí komora, chromatografický silikagelový papír (např. Machereyund Nagel-Polygram SIL G/UV254), filtrační papír, skleněné mikrokapiláry na nanášení vzorků, 4 Pasteurovy pipety (skleněná kapátka), 4 lékovky s víčkem, 3 odměrné válce (10 ml), pipeta (2 ml), nástavec na pipetu

**CHEMIKÁLIE** benzín (teplota varu 40 – 60 °C), propan-2-ol, omáčka z raviol, rajčatový protlak, mrkvový džus, červená paprika (koření)

**BEZPEČNOSTNÍ POKYNY** benzín (F, vysoce hořlavý), propan-2-ol (F, vysoce hořlavý)

**POSTUP PRÁCE** A) *EXTRAKCE BARVIVA:*

Do čtyř zkumavek postupně dáme: 10 ml mrkvového džusu, do další 3 g rajčatového protlaku s 10 ml vody, dále 5 ml rajčatové omáčky z raviol s 5 ml vody a do poslední 1 g červené papriky s 10 ml benzínu. Do zkumavek s vodnými roztoky přidáme 2 ml benzínu a všechny čtyři zkumavky dobře protřepeme. Po rozdělení jednotlivých fází odsajeme Pasteurovou pipetou vrchní načervenalé roztoky a dáme do lékovek.

B) *CHROMATOGRRAFIE:*

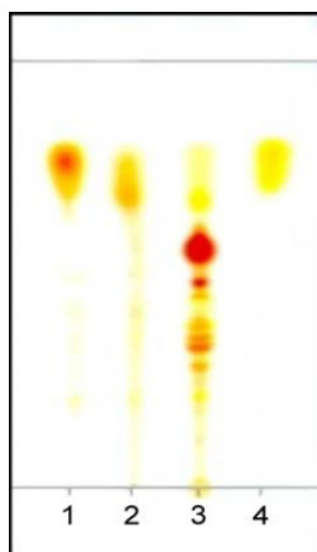
Získané extrakty nanese na chromatografickou destičku následujícím způsobem: Nejprve připravíme vyvíjecí komoru, do které dáme 10 ml směsi benzínu a



propan-2-olu (9:1). Na chromatografickou destičku nanese na linii startu skleněnými mikrokapilárami připravené vzorky - jednotlivé vzorky by měly být od sebe vzdáleny asi 2 cm. Vzorek nanese na jedno místo několikrát, abychom získali dostatečnou koncentraci vzorku. Nanášecí místo vždy necháme chvíli oschnout, než na něj nanese novou vrstvu. Do komory vložíme destičku s nanesenými vzorky tak, aby linie startu s nanesenými vzorky nebyla ponořena v mobilní fázi, tedy v rozpouštědle (!). Komoru uzavřeme a vyčkáme, než dojde k rozdělení vzorků. Rozdělení může trvat 5-10 minut. Chromatografii ukončíme ve chvíli, kdy je linie rozpouštědla asi 1 cm od vrchního okraje destičky. Po vyjmutí destičky označíme linii rozpouštědla (místo, kam dovlínala mobilní fáze), necháme destičku vyschnout a poté můžeme vzorky analyzovat.

### POZOROVÁNÍ

Usušený chromatogram ukazuje u všech vzorků žluté, oranžové a červené skvrny hodnoty  $R_f$  0,7 až 0,8.



**Obr. 5** Tenkovrstvá chromatografie, benzínové extrakty z:

- (1) omáčka z raviol
- (2) rajčatový protlak
- (3) červená paprika
- (4) mrkvový džus

### ZÁVĚR

Barviva obsažená v rajčatech jsou většinou směsí různých karotenů. Kapsantin, hlavní barvivo obsažené v červené paprice, je vidět jako červená skvrna.



**POZNÁMKA** Barevné skvrny z destičky rychle zmizí. Je dobré pořít fotografii, abychom měli dokumentaci.

**LIKVIDACE ODPADU** Roztoky přidáme k organickým odpadům.

**LITERATURA** Albrecht, U.; Escher, M.; Hartnagel, S.; Heinz A.; Knapp J., Kohlenberger, A.; Leibold, M.; Lesniak, B.; Ludwig, J.; Rust, N.; Schwanzer, C.; Solleder, O.; Vogt, T. und Bader H. J.: Chemie der Raviolidose, NiU-Chemie **13** (2002) Nr. 69, 12 - 16



Tato práce je licencována nekomerční licencí Creative Commons Attribution-Non-commercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. Kopii licence získáte návštěvou stránek <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> nebo zašlete dopis na adresu Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.