

4. Experimenty v kontextu každodenního života

V této kapitole se věnujeme aplikacím a modifikacím některých známých laboratorních pokusů, které provádíme s materiálem z běžné praxe nebo jimi vysvětlujeme jevy každodenního života – např.: **příprava polyamidového vlákna, důkaz formaldehydu v dřevotřískce, rozdělení směsi barviv kapkou vody, chromatografie přírodních i syntetických barviv.**

1. Příprava polyamidového vlákna

Zadání: Úkol 1: Provedte dle návodu bezpečnou přípravu polyamidového vlákna a vyzkoušejte jeho pružnost, pevnost, a další vlastnosti.

Úkol 2: Sestavte rovnici probíhající reakce, uveďte názvy monomerů i polymerního produktu, určete strukturní jednotku.

Úkol 3: Vyhledejte informace o významném českém chemikovi, který se zasloužil o objev silonového vlákna.

Chemikálie: roztok **A:** dichlorid kyseliny adipové v hexanu nebo petroletheru, roztok **B:** roztok hexan-1,6-diaminu (=hexamethylendiaminu) ve vodném roztoku methanolu. (*Množství látek vhodných k použití:* roztok **A:** 0,22g adipoylchloridu v 6cm³ roztoku v petroletheru; roztok **B:** 0,35g hexamethylendiaminu do 6cm³ vodného roztoku methanolu.)
acetón, destilovaná voda.

(Lze též použít komerčního kitu Pieron pro syntézu Nylonu – roztok **A:** 200 cm³ roztoku dichloridu kyseliny adipové v tetrachlormetanu a roztok **B:** 200 cm³ roztoku hexamethylendiaminu ve vodném roztoku methanolu)

Pomůcky: kádinky 50 cm³, odměrné válce na 25 cm³, pinzeta, skleněná tyčinka, Petriho miska, stříčka s vodou

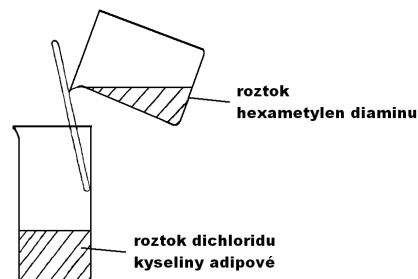
Postup:

V úzké vyšší kádince s roztokem **A** opatrně vlijeme po tyčince na stěnu roztok **B** tak, aby nedošlo k promíchání. Na rozhraní obou fází dojde k reakci, vznikne jemný film, který uchopíme pinzetou, vytáhneme nad hladinu a namotáváme na pinzetu nebo na tyčinku jako souvislé syntetické vlákno. Získané vlákno promyjeme v ethanolu, acetonu a několik minut pod tekoucí vodou.

Zapište rovnici reakce!

Pozorování a vysvětlení:

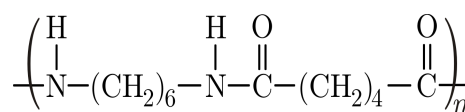
Umělá vlákna lze získat např. polykondenzací (= stupňovitá polyreakce, kdy spolu reagují látky s dvěma charakteristickými skupinami schopnými vzájemné reakce a vzniká vedlejší nízkomolekulární produkt, např. voda, chlorovodík). Nylon (polyamid 6,6) lze takto získat reakcí adipoylchloridu s hexamethylendiaminem.



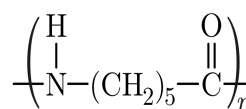
Polyamidové vlákno: Nylon 66 je chemickým složením *polyhexaethylenadipamid*, který vzniká polykondenzační reakcí. (Česká varianta polyamidového vlákna *Silon 6* vychází z ϵ -kapolaktamu.)



Namotávání nekonečného vlákna



Nylon 66



Nylon 6

Poznámky pro učitele: - pokus lze provádět jako demonstrační nebo skupinovou práci;

- vzhledem k práci s jedovatými a těkavými látkami je třeba pracovat v digestoři s použitím ochranných rukavic a brýlí;
- vyzvěte žáky k nalezení více informací o vynikajícím českém chemikovi spojeném s československým patentem - *Silonem*.

Řešení:

Po slití roztoků se na fázovém rozhraní tvoří plast, který lze vytáhnout v nekonečně tenké vlákno a namotat na pinzetu. Vzniklé vlákno má řadu vlastností, pro které je dnes užíváno jako textilní i průmyslový materiál, např.: je pružné a pevné, lze jej vytáhnout velice tenké, je odolné vlivům běžných chemikálií, lze jej dobře barvit. (Za objevem *Silonu 6* stojí vynikající český chemik Otto Wichterle.)

Další možnosti přípravy plastů:

Lze připravit tři základní typy polymerů: pevný plast (polystyren nebo epoxidovou pryskyřici), vlákno (nylon) a gel (polyvinylalkohol).

Chemikálie: styren, ethyl-methyl-ke-ton peroxid, 1,6-diaminohexan, kyselina adipová nebo adipoylchlorid, hexan nebo petrolether, ethanol nebo aceton, polyvinylalkohol, boritan sodný

Pomůcky: polyethylenový kelímek, kádinky, pinzeta, kapátka.

Postup:

Pevný plast vznikne smícháním 11g čistého styrenu se 6 kapkami katalyzátoru (ethyl-methyl-ke-tonperoxid). Směs se nalije do polyethylenového kelímku. (Při přípravě epoxidové pryskyřice postupujte dle návodu.)

Příprava gelu: Smíchejte 10 cm³ 4% roztoku polyvinylalkoholu se 4 cm³ 4% boritanu sodného. Za chvíli se vytvoří gel.

2. Důkaz formaldehydu v dřevotřísce nebo linoleu

Zadání: Pokuste se dokázat stopy formaldehydu v kouscích linolea nebo v nábytkové desce z dřevotřísky.

Chemikálie: destilovaná voda, ethanol, Schiffovo činidlo (tj. 0,1% roztok fuchsinu/rosanilinu odbarvený oxidem siřičitým), tzv. Bradyho činidlo (tj. roztok 2,4-dinitrofenylhydrazinu v konc. kyselině chlorovodíkové: 1,2 g 2,4-dinitrofenylhydrazinu se rozpustí ve 12 cm³ koncentrované HCl. Vzniká světle žlutý roztok, který se míchá do zhoustnutí. Potom se přilije 600 cm³ zředěné HCl [c = 2 mol·dm⁻³] za neustálého míchání.) !!

! Pozor! - nebezpečné chemické látky! Dodržujte bezpečnost práce!

Pomůcky: kádinky, odměrné válce na 25 cm³, pinzeta, skleněná tyčinka, Petriho miska, stříčka s vodou

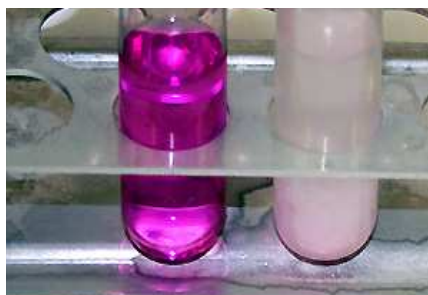
Postup:

Do jedné z baněk nebo širších zkumavek vložte kousky nadrobno pokrájeného linolea, do druhé z nich piliny či rozdrčené odřezky z dřevotřískové desky. Vzorky v baňkách zalijte asi 50 cm³ směsí vody s ethanolem (ve zkumavkách 5 cm³ směsí) a baňky či zkumavky uzavřete zátkami a dobře protřepejte. Vzorky je třeba nechat extrahovat asi jeden den (u dřevotřískových pilin alespoň čtvrt hodiny). Pak odeberte asi 0,5 – 1 cm³ vyextrahovaných roztoků do čistých zkumavek a přidejte k nim stejné nebo větší množství Schiffova činidla. Zkumavky uzavřete zátkami, protřepte a po 5-15 minutách pozorujte barevné změny.

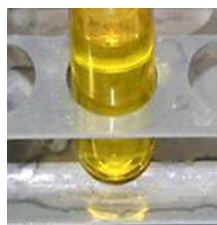
Do čisté zkumavky připravte asi 5 cm³ činidla 2,4-dinitrofenylhydrazinu v HCl a přilijte asi 1 cm³ vyextrahovaného roztoku. Po chvilce pozorujte barevné změny.

Pozorování:

Jestliže byl v linoleu nebo v dřevotřísce přítomen formaldehyd, roztoky ve zkumavkách se působením Schiffova činidla zbarví červenofialově. V čirém žlutém roztoku Bradyho činidla pozorujte vznik žlutooranžového zákalu až krystalovitě sraženiny.



Acetaldehyd a aceton
po přidání Schiffova činidla



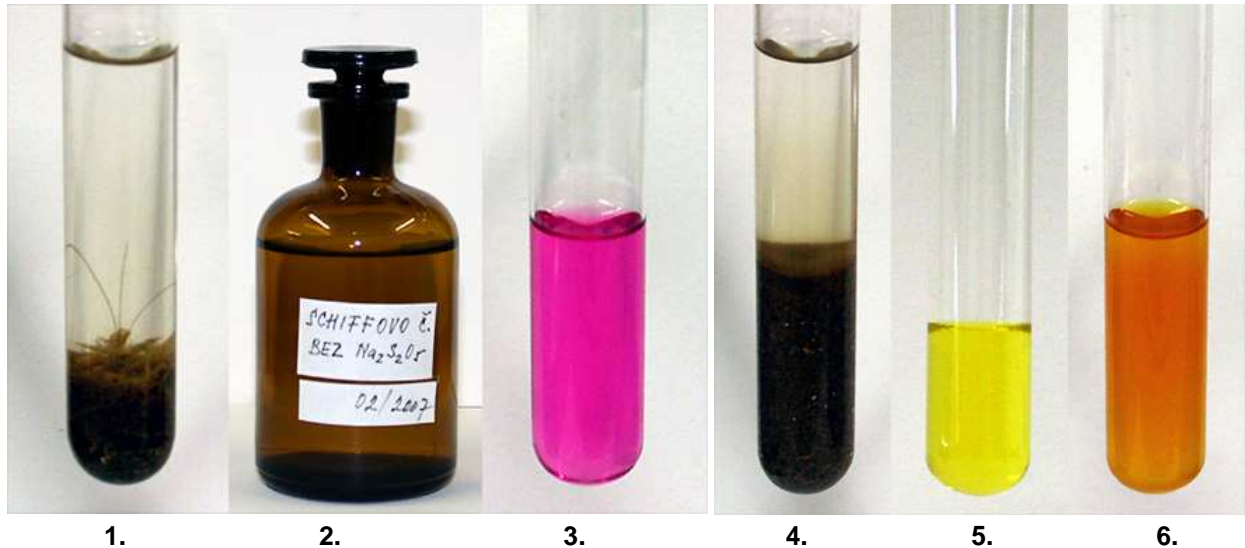
1.



2.

3.

1. čistý roztok 2,4-dinitrofenylhydrazinu v kys. chlorovodíkové
2. roztok činidla po přidání acetaldehydu (vznik hydrazonu)
3. roztok činidla po přidání acetonu (vznik hydrazonu)



1. Extrakt z pilin dřevotřísky

2. Schiffovo činidlo

3. Extrakt po přikápnutí Schiffova činidla

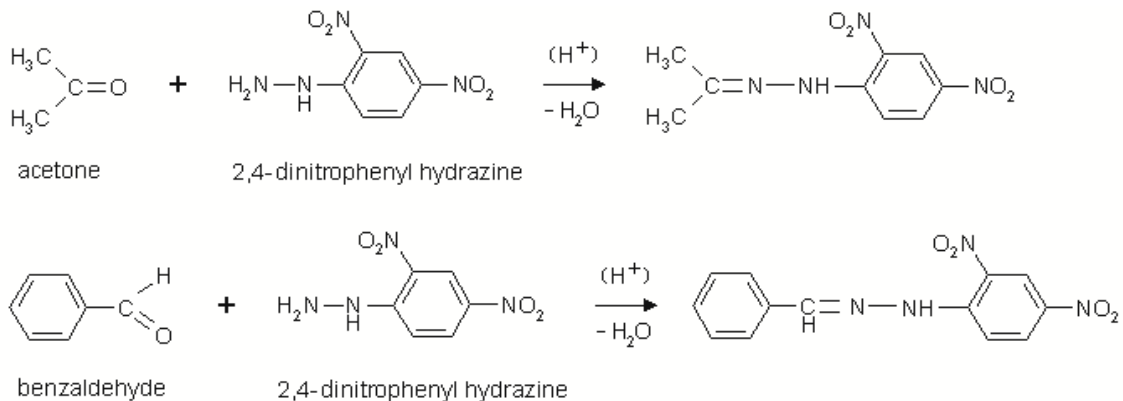
4. Extrakt z pilin dřevotřísky

5. Čisté Bradyho činidlo

6. Reakce činidla po přidání extraktu

Vysvětlení:

Podstata reakce je dosti složitá. V Schiffově činidle byl oxid siřičitý vázán na červené barvivo fuchsin, roztok se navenek jevil bezbarvý. Při styku Schiffova činidla s aldehydem dochází ochotně k adiční reakci mezi hydrogensířičitanovými anionty a aldehydem, fuchsin se tím uvolní a projeví se postupné červenofialové zbarvení roztoku. Roztok 2,4-dinitrofenylhydrazinu v HCl působením aldehydu nebo ketonu ihned reaguje s aldehydem či ketonem za vzniku výrazných oranžových nebo žlutých krystalků hydrazonů: při důkazu jenom stopového množství formaldehydu pozorujeme barevné změny a vznik zákalu (vzniká 2,4-dinitrofenylhydrazon methanalu).



Reakce ketonu (acetonu) a aldehydu (benzaldehydu) s činidlem (2,4-dinitrofenylhydrazinem): vznik 2,4-dinitrofenylhydrazonů acetonu a benzaldehydu

!! Pozor !! Při práci s nebezpečnými chemikáliemi a činidly vždy dodržujte bezpečnostní pravidla s ohledem na věk žáků!

Diskuse: Při výrobě linolea nebo dřevotřískových desek bývá používán i formaldehyd, který se potom z výrobku uvolňuje. Je známo, že formaldehyd je toxická látka, a proto linoleum ani dřevotřísková nepadají mezi nejvhodnější materiály do uzavřených místností, kde žijí lidé.

3. Rozvrstvení rozpouštědel - rozdělení směsi barviv kapkou vody

Zadání: Ověřte si rozpustnost látek v různých typech rozpouštědel.

Chemikálie: destilovaná voda, různá organická rozpouštědla, např. ethanol, methanol, aceton, diethylether, chloroform, benzen, petrolether, kyselina octová, ethylacetát a podobně, barviva – např. sudanová žluť, červeň a methylvioleť.

Pomůcky: zkumavky, kádinky, kapátka, pipety

Postup:

Ke směsi absolutního methanolu a petroletheru ve zkumavce (v poměru 1:1) přidejte kapku vody. Směs se rozvrství. Lze provést i se směsí ethanolu a petroletheru, k rozvrstvení obvykle stačí několik kapek vody. Rozpouštědla je možno předtím obarvit vhodnými barvivy, například nepolární sudanovou žlutí či červení a polární methylvioleť či methylenovou modří. Nepolární barvivo po rozvrstvení přejde do petroletherové, polární do alkoholové vrstvy.

Pozorování a vysvětlení: Rozpouštědla o podobné polaritě se snadno mísí, vzájemné interakce mezi stejnými a různými molekulami jsou srovnatelné.

Eluotropická řada rozpouštědel:

petrolether
benzen
chloroform
diethylether
ethylacetát
aceton
ethanol
methanol
voda
kyselina octová

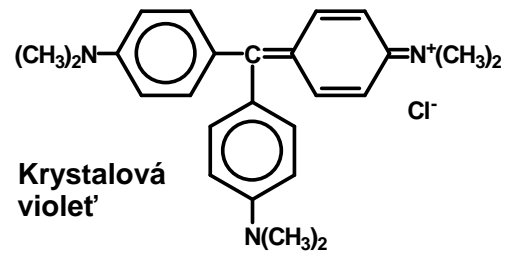
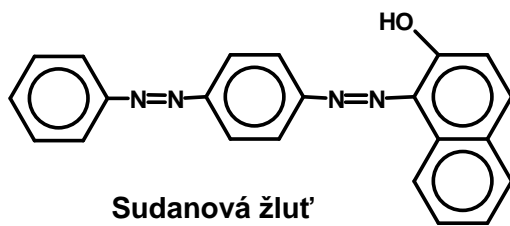
Rozpouštědla, která se výrazně liší polaritou, se mísí jen omezeně nebo se nemísí vůbec, protože interakce mezi molekulami stejného typu jsou energeticky výhodnější, než interakce mezi molekulami různých typů. Hrubý odhad polarity rozpouštědla můžeme získat z tzv. **eluotropické řady** rozpouštědel, v níž jsou srovnána běžná rozpouštědla od nejméně polárního po nejpolarnější.

Přídavek vody do směsi rozpouštědel, která se ještě právě mísí, zvýší ještě více energetickou nevýhodnost jedné fáze a vede k rozvrstvení na dvě fáze, v nichž je vzájemná solvatace molekul výhodnější.

Podobně se chovají i pevné látky při rozpouštění. Jsou-li interakce uvnitř krystalové mřížky výhodnější než při solvataci rozpouštědlem, sloučenina se v rozpouštědle nerozpustí a naopak. Obecně se polární sloučeniny dobře rozpouštějí v polárních a nepolární sloučeniny v nepolárních rozpouštědlech.

Barviva: **Sudanová žluť** je podobně jako např. azobenzen představitelem málo polárních azobarviv (samozřejmě existují i polární azobarviva). V mikroskopii se používá k detekci tukových kapek, které obarví, zatímco v běžném buněčném obsahu zůstane nerozpouštěna jako jemný zákal. Po rozvrstvení směsi barvivo přejde snadno do nepolární petroletherové vrstvy.

Naproti tomu **krystalová violet**, **methylenová modř**, **malachitová zeleň** či **fuchsin** (rosanilin) jsou arylmethanová barviva iontové povahy, jsou dobře rozpustná ve vodě a po rozvrstvení se soustředí v mnohem polárnější vrstvě obsahující alkohol a vodu.



Výsledky:



Krystalová violet a sudánová žlutá ve směsi petroletheru a methanolu



Rozdělení rozpouštědel i barviv po přidání kapky vody

4. Chromatografie přírodních a syntetických barviv

4.1. Rostlinná barviva – chromatografie

Zadání: Pomocí chromatografie na tenké vrstvě se pokuste zjistit, jaké složky jsou obsaženy v zeleném barvivu v listech rostlin.

Chemikálie: destilovaná voda, aceton, benzín, propan-2-ol, ethanol, CaCO₃, jemný písek nebo křemenný prach.

Vzorek: čerstvé či sušené listy (pokud možno sytě zelené a nepříliš dužnaté), sušená mrkev nebo paprika.

Pomůcky: desky pro chromatografii na tenké vrstvě (Silufol), vyvíjecí nádoby, skleněné kapiláry (či kapátka), třecí miska s tloučkem, váhy, filtrační kruh, nálevka, filtrační papír (vata), obyčejná měkká tužka, pravítko, nůžky, zkumavky, pinzeta.

Postup:

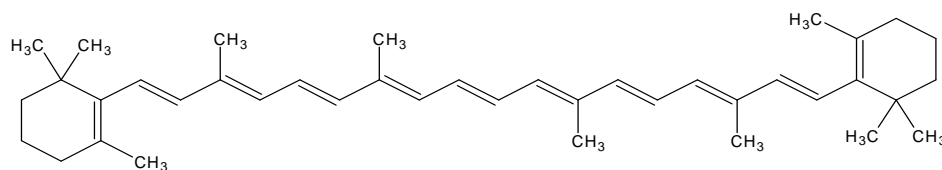
Připravte roztok obsahující směs rostlinných lipofilních barviv stejným způsobem, jak již bylo popsáno v kapitole 3 u pokusu č. 6 – Fluorescence chlorofylu (str.54).

Pozn.: Většina vyextrahovaných barviv se rozkládá na vzduchu a na světle, pokud je nutné extrakt delší dobu skladovat je nejlepší dát jej do lednice.

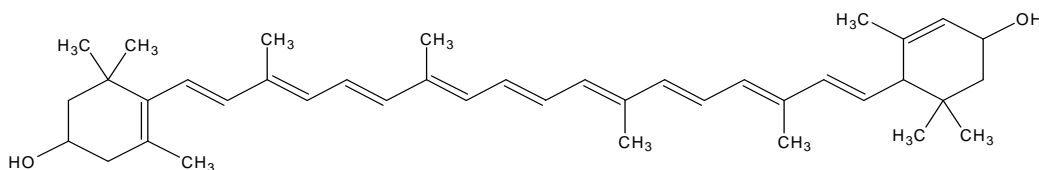
! POZOR! Extrakt by neměl přijít do kontaktu s vodou jinak může dojít k vysrážení barviv! Proto také nenamáčejte filtr před filtrací do vody !

Do chromatografické nádoby nalijte směs tří organických rozpouštědel: benzín, propan-2-ol a voda v poměru 100:10:0,25 - tak, aby *hladina rozpouštědla byla asi 0,5 - 1 cm* vysoko a nechte ji uzavřenou stát, aby se vzduch uvnitř nasýtil parami rozpouštědla. Mezitím si připravte chromatografickou desku, na niž asi 2 cm od zdola měkkou tužkou nakreslete startovní čáru. Na tuto čáru pak pomocí kapiláry (kapátka) naneste dostatečně koncentrovaný extrakt. Na jednu desku lze nanést i několik skvrn, ty však musí být navzájem vzdálené alespoň 2 cm. Vysušení skvrn můžete urychlit použitím fénu na vlasy či horkovzdušné pistole (teplota desky by neměla překročit 50°C). V případě nižší koncentrace barviv lze extrakt na jedno místo nanést i opakovaně. Desku s nanesenými vzorky pak opatrně vložte do chromatografické nádoby a sledujte průběh dělení. Chromatografii je třeba ukončit dříve než čelo rozpouštědla dosáhne horního okraje desky. Po vyjmutí desky označte místo, kam až rozpouštědlo doputovalo a pak ji vysušte. Obyčejnou měkkou tužkou pak obtáhněte zóny barviv. Nejrychleji by se za těchto podmínek měl pohybovat ***β-karoten*** po něm následují: ***chlorofyl A***, (feofytin), ***chlorofyl B***, ***lutein*** (xanthofyl), (lutein-5,6-epoxid), (violaxanthin) a (neoxanthin).

Pozorování a vysvětlení: Rozdělení směsi barviv pomocí chromatografie na tenké vrstvě: Chromatografie je účinná technika, pomocí které lze rozdělit i tak složité směsi látek, jaké se často vyskytují právě v přírodním materiálu. Je založena na ustavování fázových rovnováh mezi dvěmi nemísitelnými a navzájem se pohybujícími fázemi, jakými jsou například organické rozpouštědlo vzlínající po desce se suchým porézním oxidem křemičitým (Silikagel).



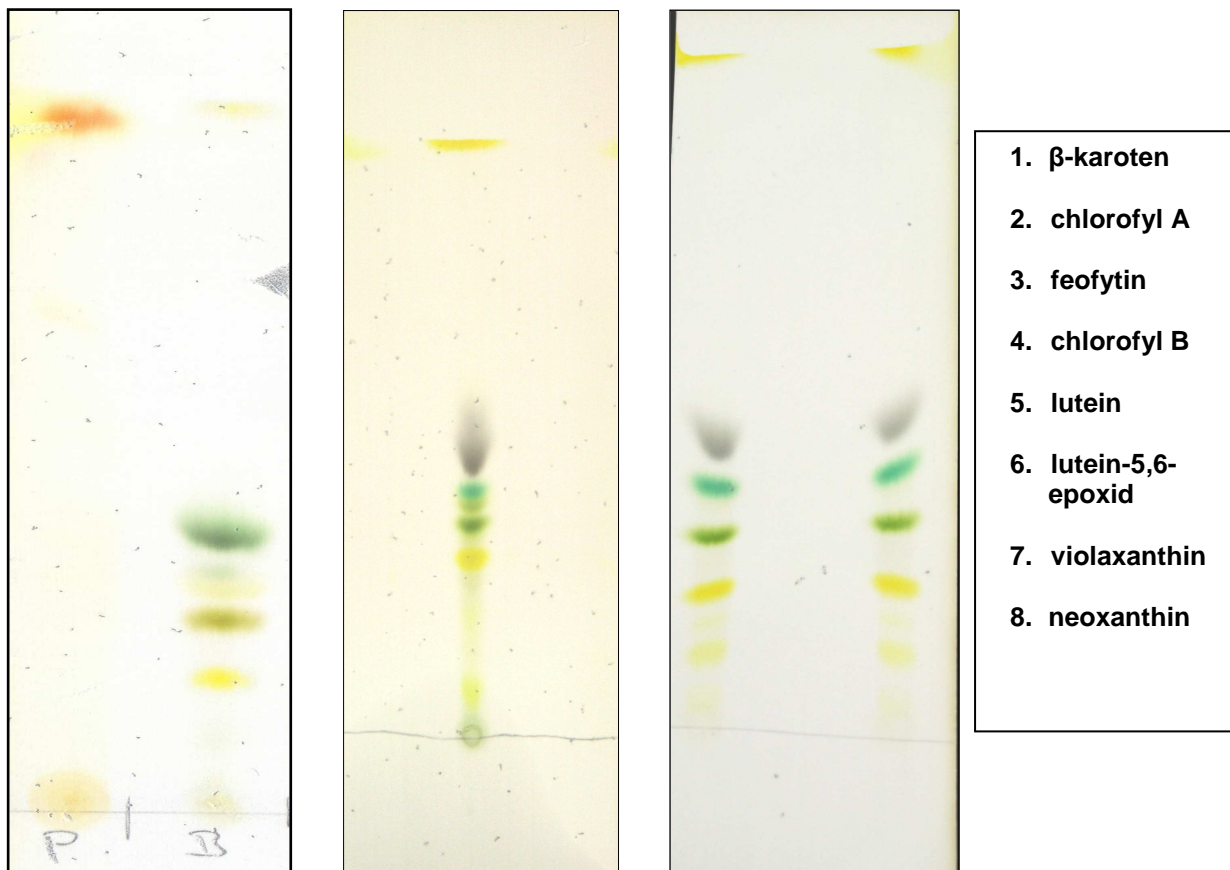
β-karoten



Lutein (Xantofyl)

Pozn.: Za námět a modifikaci pokusu děkujeme RNDr. V. Martínkovi, Ph.D.

Výsledky mohou vypadat takto:



Silufolové desky:
barviva z papriky a břečťanu

Rozdělení barviv z břečťanu
(3 různé vzorky)

4.2. Potravinářská a syntetická barviva - chromatografie

Budeme zkoumat složení potravinářských barev a barviv ve fixech pomocí papírové chromatografie, (totéž můžeme zkusit s povrchovou vrstvou lentilek nebo gumovými medvídky).

Zadání: Pomocí papírové chromatografie zjistěte složení některých potravinářských barviv a barev obsažených ve fixech.

Chemikálie: voda, ethanol, 0,5% roztok NaCl, potravinářská barviva (zelené barvivo), fixy (hnědá, červená, fialová, modrá, žlutá, zelená), popř. lentilky všech barev nebo gumoví medvídci.

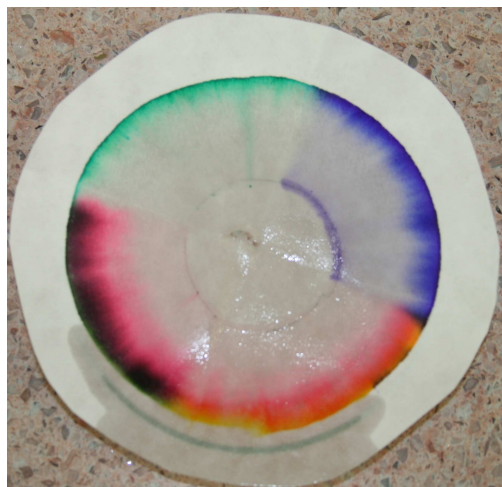
Pomůcky: chromatografické nádoby (lze použít např. kádinky s víčkem, větší Petriho misky nebo zásobní láhve se širokým hrdlem a zábrusovou zátkou, skleněný zvon), Pasteurovy pipetky, kádinky, nůžky, chromatografický (filtrační) papír, bílá křída.
(vata), obyčejná měkká tužka, pravítko, nůžky, zkumavky, pinzeta.

Postup:

Potravinářská barviva: Na chromatografickém papíru označte tužkou startovací čáru, kam budete nanášet vzorky. Pomocí Pasteurovy pipety naneste kapky

zkoumaných vzorků potravinářských barviv na startovací čáru (asi 1,5 cm od spodního okraje, 2 cm mezi sebou) a vysušte je teplým vzduchem. Získané skvrny by měly mít průměr asi 2-3 mm. Do kádinky nalijte roztok NaCl asi do výše 0,5 cm a ihned uzavřete víčkem. Připravený papír umístěte do migrační nádoby, nádobu uzavřete a nechte vzlínat rozpouštědlo až do vzdálenosti 1 cm od horního okraje papíru. Pak vyjměte papír z kádinky a označte tužkou čelo kolony. Změřte pak vzdálenosti mezi výchozí pozicí vzorků a čelem rozpouštědla (h_s), mezi výchozí pozicí vzorku a jeho krajní pozicí (h_i) a vypočtěte migrační vzdálenost každého ze vzorků: $R_f = h_i / h_s$. Vyvodte závěr: princip dělení složek zeleného potravinářského barviva, skládajícího se z E102 a E131.

Syntetická barviva ve fixech: Na Petriho misku položte kruhový filtrační papír, na který jste předem nakreslili čtvrcružnice různými barevnými fixy ve vzdálenosti asi 2 cm od středu kruhu. Uprostřed filtračního papíru udělejte otvor pro knot, který např. vystříhnete a smotáte z dalšího kousku filtračního papíru a otvorem v kruhu jej protáhnete. Svým spodním koncem musí být knot ponořen do roztoku v Petriho misce a horní konec by měl přesahovat kruhový filtrační papír. Do misky nalijte 50% vodný roztok ethanolu a celou sestavu přiklopte zvonem nebo uzavřete do široké nádoby s víkem. Nechte vzlínat rozpouštědlo až do vzdálenosti 1 cm od vnějšího okraje kruhu, pak vyjměte papír a vysušte jej. Zjišťujte, z jakých barev jsou jednotlivé fixy složeny.



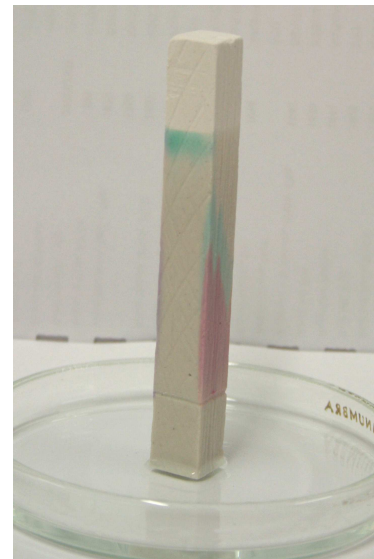
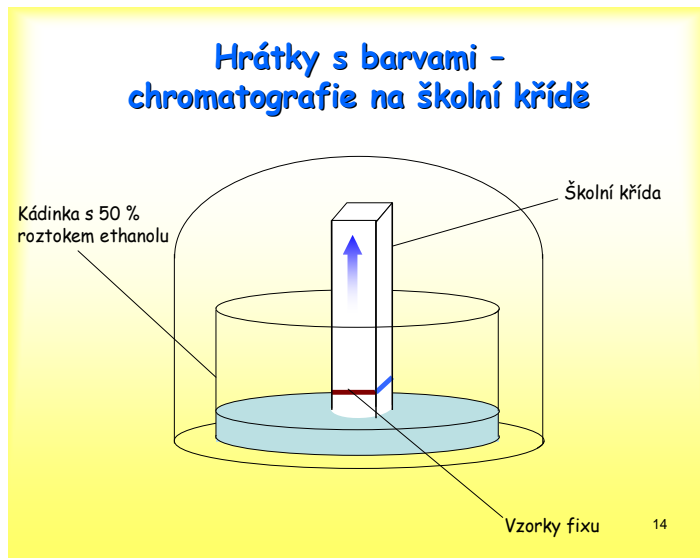
Chromatografie fixů na filtračním papíru

Alternativou tohoto uspořádání je chromatografie fixů na bílé školní křídě, kterou postavíte doprostřed kádinky s rozpouštědlem, když jste předtím na každou její stranu nanесли čáru – vzorek jiného fixu. Po ukončení chromatografie můžete opět měřit vzdálenosti mezi výchozí a krajní pozicí vzorků a vypočítat migrační vzdálenosti.

Barviva v potravinářských výrobcích

Připravte nádobu a papír jako pro chromatografii fixů. Vezměte jednu lentilku (barevného gumového medvídka), namočte ji do vody a položte na střed filtračního papíru v místě jeho proříznutí. Takto si připravte ostatní lentilky (medvídky). Také

můžete na filtrační papír poskládat více lentilek a sledovat, jak se budou barvy pohybovat.



Chromatografie barev fixů na školní křídě

Jen je třeba dát pozor, aby byly všechny lentilky položeny stejně daleko od prostřihnutého středu filtračního papíru. Záleží jen na vás samotných. Jako rozpouštědlo lze použít čistou vodu nebo slabý roztok ethanolu, např. 20%).

Pozorování: Pokud jste udělali vše správně, po chvíli uvidíte všechny barvy, které se doopravdy podílejí na zabarvení lentilek.

Úkoly:

- 1) Popište stručně princip chromatografie na příkladu vámi prováděného dělení potravinářských barev lentilek.
- 2) Proveďte závěr z vašeho pozorování a doložte jej obrázky (chromatogramem).
- 3) Seřadte jednotlivé nalezené barvy podle polariry (rozpustnosti ve vodě).



Chromatografie barviv v lentilkách