

INSPIRACE Z ČESKÉHO LÉKOPISU PRO PRAKTICKOU VÝUKU CHEMIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE

INSPIRATION BY THE CZECH PHARMACOPOEIA FOR PRACTICAL CHEMISTRY EDUCATION AT HIGH SCHOOLS

Helena Mašláňová, Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická E. Pöttinga a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, Olomouc maslanova@epol.cz Marta Klečková, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra anorganické chemie

Abstract

The Czech Pharmacopoeia is a unique database of chemical and physical properties of substances used as drug components. These data could be used as an inspiration for school chemical experiments. This paper presents five examples of simple and nice experiments, which were designed on the Pharmacopoeia text basis. The description of every experiment contains not only step-by-step process and the list of chemicals and laboratory equipment used, but also guidelines for teachers (duration of the experiment, difficulty of the experiment and safety concerns) and some related pharmaceutical information, which adds to the connection between chemistry education and real life.

Klíčová slova

výuka chemie, chemický pokus, Český lékopis

Key words

chemistry teaching, chemical experiment, Czech Pharmacopoeia

ÚVOD

Experimenty jsou nezastupitelnou součástí výuky chemie. Jednak jsou silným a léty praxe ověřeným motivačním nástrojem, jednak žáci při laboratorních pracích získávají a prohlubují specifické dovednosti a schopnosti. Každý učitel chemie má svou vlastní sadu pokusů, kterými doplňuje teoretickou výuku. V této základní sadě jsou zahrnuty pokusy, které ničím lepším a zajímavějším nahradit při nejlepší vůli nelze (např. chemická sopka, faraonovi hadi, třaskavost směsi vodíku a kyslíku), zcela jistě jsou v ní však i experimenty, které z různých důvodů nejsou ideální nebo prostě po několika letech praktikování nudí samotného učitele. Proto je pro učitele nezbytná průběžná revize a obměna takových experimentů za nové, lepší a zajímavější. Zdrojů, z nichž lze čerpat, je široká škála, zejména na internetu. Český lékopis, závazná farmaceutická norma, popisuje (mimo jiné) vlastnosti všech léčivých a pomocných látek a způsoby jejich experimentálního ověřování. Z pohledu učitele chemie se jedná o unikátní databázi chemických experimentů, které (po případných úpravách) lze využívat při praktické výuce chemie zejména na středních školách. Jedna ze starších verzí lékopisu (Český lékopis 1997) je volně dostupná na internetu, a tak může být inspirací pro kteréhokoliv nadšeného učitele, pátrajícího po nových výukových pokusech. V tomto článku je představeno několik ukázek experimentů, které vznikly právě na základě lékopisných textů. U každého pokusu je uvedena formulace experimentálního úkolu, přibližná délka trvání jeho realizace, náročnost provedení pro žáky, nejdůležitější upozornění z hlediska bezpečnosti práce (BOZP), krátký teoretický úvod (je na učiteli, v jakém rozsahu a jakou formou tyto informace předá žákům), chemikálie a pomůcky, pracovní postup a metodické poznámky. Všechny pokusy jsou navíc doplněny stručnou informací z farmaceutické praxe, jejímž cílem je propojit učivo chemie s realitou běžného života.

Experimenty

První experiment představuje alternativu k běžně známé Fehlingově reakci, která umožňuje rozlišit redukující a neredukující sacharidy ve zkoumaném vzorku. Lze jej zařadit do výuky v rámci tematického celku „Sacharidy“, ale i v rámci úvodních laboratorních cvičení, kdy se žáci učí navažovat látky, odměřovat objemy a zahřívat.

- **Ověřte, zda vzorky sacharosy neobsahují glukosu nebo invertní cukr.**

Délka pokusu: 20 min; náročnost: nízká; BOZP: pozor na popálení, použijte ochranné brýle.

Teoretický úvod: Sacharosa je neredukující disacharid, tvořený molekulami glukosy a fruktosy, které jsou spojeny glykosidickou vazbou. V kyselém prostředí podléhá glykosidická vazba hydrolyze a uvolňuje se glukosa a fruktosa (oba monosacharidy mají redukční účinky). Ekvimolární směs glukosy a fruktosy vzniklá hydrolyzou sacharosy se nazývá invertní cukr, má vyšší sladivost než sacharosa. Obsahuje-li sacharosa glukosu nebo invertní cukr, má směs redukční účinky, které lze sledovat pomocí redoxního indikátoru, např. methylenové modři (oxidovaná forma methylenové modři je modrá, redukovaná je bezbarvá).

Chemikálie: 3 vzorky sacharosy (s), 10% roztok hydroxidu sodného, 0,1% vodný roztok methylenové modři;

Pomůcky: váhy, 3× 100 ml kádinka, 250 ml kádinka, 3× zkumavka, vaříč, Pasteurovy pipety, skleněné tyčinky, lžička, lihový fix;

Pracovní postup:

1. Sestavte vodní lázeň (vaříč, větší kádinka s vodou) a ponechte ji zahřívat k varu.
2. Malé kádinky označte čísly 1, 2 a 3. Do kádinky 1 navažte 5 g vzorku 1, do kádinky 2 stejné množství vzorku 2 a do kádinky 3 vzorku 3.

Do všech kádinek přidejte 10 ml destilované vody. Směsi zahřívějte na vařiči za intenzivního míchání až do rozpuštění sacharosu.

3. Označte zkumavky čísly 1, 2 a 3, do každé z nich odměřte po 5 ml připravených příslušných roztoků vzorků sacharosu. Do všech zkumavek přidejte 1 ml roztoku hydroxidu sodného a 1 ml methylenové modři. Promíchejte.
4. Všechny zkumavky vložte do vroucí vodní lázně a zahřívějte přesně 2 minuty. Zkumavky vyjměte a pozorujte zbarvení jejich obsahu: pokud vzorek neobsahuje redukující příměs (glukosu nebo invertní cukr), modré zbarvení zcela nezmizelo.

Metodické poznámky: Jako vzorky je možné zvolit sacharosu, potravinářský cukr a směs sacharosu a glukosu, aby byly jednotlivé výsledky odlišné.

Něco navíc: Sacharosa se využívá jako chuťové korigens, zejména v přípravcích pro děti ve formě sirupů. Kromě sacharosu obsahují sirupy léčivou látku, aromatické látky, barviva a antimikrobiální látky. Mezi přípravky pro děti lze nalézt sirupy s analgetickým a antipyretickým účinkem (obsahují nejčastěji paracetamol nebo ibuprofen), s expektoračním účinkem (obsahují ambroxol nebo acetylcystein), s antibiotickým účinkem (obsahují např. deriváty penicilinu) aj. (Komárek et al., 2006).

Mezi oblíbené pokusy patří prokazování škrobu ve vzorcích pomocí jodové tinktury - přítomnost škrobu se projeví vznikem modrého zbarvení. Následující experiment využívá této známé chemické reakce v opačném uspořádání: škrob se využívá k důkazu přítomnosti jodu v desinfekčním přípravku. Pokus je navíc doplněn důkazovou reakcí glycerolu, který je v přípravku rovněž obsažen.

- **Prokažte přítomnost jodu a glycerolu v desinfekčním přípravku (*Iodi solutio glycerolica*).**

Délka pokusu: 20 min; náročnost: nízká;
BOZP: použijte ochranné brýle.

Teoretický úvod: Glycerolový roztok jodu (*Iodi solutio glycerolica*) obsahuje 1 % jodu, 10 % jodidu draselného, 67,2 % glycerolu a vodu. Jodid draselný napomáhá rozpuštění jodu při přípravě roztoku tvorbou trijodidového aniontu I_3^- . Přípravek se používá jako desinfekční činidlo. Důkaz jodu se provádí škrobem, který s jódem vytváří termolabilní modrý komplex. Důkaz přítomnosti glycerolu je založen na tvorbě glycerolátu měďnatého, jehož modré zbarvení je odlišné od modrého zbarvení roztoku síranu měďnatého.

Chemikálie: desinfekční přípravek (*Iodi solutio glycerolica*), 0,5% roztok škrobu, 0,1 mol/l thio-síran sodný, 10% roztok hydroxidu sodného, 5% roztok síranu měďnatého;

Pomůcky: 2× zkumavka, 100 ml Erlenmeyerova baňka, vařič, Pasteurovy pipety;

Pracovní postup:

Důkaz jodu

1. Na vařiči zahřívějte v Erlenmeyerově baňce asi 30 ml vody k varu.
2. Do čisté zkumavky odměřte 2 kapky zkoumaného přípravku a 10 ml destilované vody. Přidejte 1 ml škrobu. Vznikne modré zbarvení.
3. Obsah zkumavky nalijte do vroucí vody, směs se ihned odbarví. Obsah baňky ponechte chladit ve studené vodě. Po chvíli se modré zbarvení začne objevovat.

Důkaz glycerolu

1. Do čisté zkumavky odměřte 0,5 ml zkoumaného přípravku a přidejte 5 ml vody. Po kapkách přidávejte roztok thiosíranu sodného, dokud se směs neodbarví.

2. Ke směsi přidejte 0,5 ml roztoku hydroxidu sodného a 0,5 ml roztoku síranu měďnatého, promíchejte. Vznikne modré zbarvení, odlišné od původní barvy roztoku síranu měďnatého.

Metodické poznámky: Přípravek *Iodi solutio glycerolica* lze zakoupit v lékárně nebo jej připravit v laboratoři (5 g KI se rozpustí v 5 ml destilované vody, přidá se 0,5 g jódu. Po rozpuštění se směs doplní 85% glycerolem na celkovou hmotnost 50,0 g). Při důkazu glycerolu je dobré přidat thiosíranu sodného raději o něco více. Pokud je ho v reakční směsi nedostatek, může docházet k oxidaci jodidu draselného na jód a redukci měďnatých iontů na měďné (současně vzniká sraženina CuI), vytvoří se žlutohnědě jodem zbarvená suspenze, nikoliv modrý roztok glycerolátu měďnatého.

Něco navíc: Velmi zředěné roztoky jódu se používají k desinfekci dutiny ústní, hltanu a mandlí. Tyto přípravky (např. JOX) obsahují tzv. jodofor, tvořený jodem vázaným na povrchově aktivní organickou látku (jódovaný polyvinylpyrolidon). (Hampl, Rádl, Paleček, 2015)

Veškeré chemické experimenty doprovázené vznikem výrazného zbarvení bývají žáky velmi oblíbeny. Výsledkem následujícího experimentu je intenzivně modře fluoreskující roztok. Protože vysvětlení podstaty fluorescence a ani popis chemické reakce vedoucí k vzniku umbeliferonu nepatří mezi běžné učivo chemie, lze pokus využít třeba jako motivační v rámci úvodních či předvánočních hodin chemie, případně jej i s podrobnějším vysvětlením zařadit do chemického kroužku.

- **Připravte roztok umbeliferonu a pozorujte jeho fluorescenci.**

Délka pokusu: 10 min; náročnost: nízká; BOZP: pozor na popálení, použijte ochranné brýle s UV filtrem.

Teoretický úvod: Kyselina citronová je 2-hydroxypropan-1,2,3-trikarboxylová. Účinkem kyseliny sírové přechází na semialdehyd kyseliny malonové, který po izomeraci kondenzuje s resorcinolem na umbeliferon. Umbeliferon je derivát kumarinu, obsažený např. v květech heřmánku, ve vodném roztoku amoniaku modře fluoreskuje (Blešová, Žemlička, 2000).



Chemikálie: kyselina citronová (s), konc. kyselina sírová (95%), resorcinol (s), 10% amoniak ve vodě;

Pomůcky: zkumavka, Pasteurovy pipety, lžička, skleněná tyčinka, kahan, držák na zkumavku, UV lampa;

Pracovní postup:

1. Do zkumavky nasypte asi 1/5 lžičky kyseliny citronové a stejné množství resorcinolu. Přidejte 5 kapek koncentrované kyseliny sírové.
2. Směs opatrně zahřívejte v plamenu plynového kahanu, dokud se právě neroztaví za současného uvolňování bublinek plynu. Směs nechte vychladnout.
3. Přidejte asi 10 ml destilované vody a míchejte do rozpuštění. Do zkumavky přidejte 2 ml roztoku amoniaku a promíchejte. Pozorujte.
4. Na temnějším místě posvětte na roztok UV zářením o vlnové délce 365 nm. Pozorujte.

Metodické poznámky: Zahřívání trvá cca půl minuty, vznikne hustá pěna, která neobsahuje viditelné pevné části. Při zahřívání se směs barví žlutooranžově, po následném rozpuštění ve vodě zbarvení mizí. Při použití většího množství chemikálií (např. ½ lžičky) je vodný roztok žlutě zbarven – vznikne však větší množství umbeliferonu a po přidavku amoniaku není pozorování fluorescence rušeno. Osvícení UV zářením není vždy nezbytné, fluorescence je u zředěných roztoků částečně viditelná i v denním světle.

Něco navíc: Mezi kumariny patří i antikoagulační léčivo warfarin, jehož mechanismus účinku je založen na blokaci vitamínu K a tím i syntézy koagulačních faktorů v játrech. Dávkování warfarinu je vždy přísně individualizované, protože jeho farmakokinetika (pohyb v organismu) je velmi rozdílná. (Hampl, Rádl, Paleček, 2015)

Soustavy látek jsou všude kolem nás a žáci se s nimi ve výuce chemie setkávají téměř neustále. Zatímco pojmem „suspenze“, „emulze“ a „roztok“ obvykle rozumí správně, pojem „gel“ často nechápou, nebo chápou jen mlhavě – možná také proto, že připravit gel není demonstračně tak jednoduché, jako rozpustit sůl ve vodě nebo smíchat křídou či olej s vodou. Níže popsany pokus umožňuje žákům gel nejen připravit, ale doslova si i „ohmatat“ jeho strukturu a lépe vnímat jeho charakteristické vlastnosti. Úloha může být do výuky zařazena jak v rámci biochemie (bílkoviny), tak v rámci obecné chemie (soustavy látek).

• **Připravte 20 g želatinového glycerogelu a pozorujte jeho vlastnosti.**

Délka pokusu: 30 min; náročnost: střední;
BOZP: pozor na popálení.

Teoretický úvod: Gely patří mezi koloidní disperzní systémy, jsou tvořeny částicemi jedné látky rozptýlenými v jiné látce, velikost rozptýlených částic je menší než 500 nm. Gel se vytváří tak, že se koloidní částice v koncentrovanějších koloidních disperzích navzájem spojují do souvislé sítové struktury. Gely mají polotuhou až tuhou konzistenci. Některé koloidní roztoky lze po přechodu na gel mechanicky rozmíchat zpět na tekutější směs – tento jev se nazývá tixotropie. Dokonalým odstraněním kapaliny z gelu vznikne xerogel, odstranění kapaliny může být vratné i nevratné. (Komárek et al., 2006)

Chemikálie: želatina (s), 85% glycerol (l);

Pomůcky: váhy, 100 ml a 250 ml kádinka, 25 ml odměrný válec, skleněná tyčinka, špachtle, vařič, Petriho misky, lednička;

Pracovní postup:

1. Na vahách určete hmotnost menší kádinky. Do kádinky navažte 5 g destilované vody a 2,5 g želatiny, ponechte 2 minuty bobtnat. Ke směsi pak přidejte 12,5 g glycerolu.
2. Sestavte vodní lázeň (vařič, větší kádinka s vodou) a za neustálého míchání v ní zahřívajte připravenou směs do rozpuštění želatiny.
3. Pokud je třeba, doplňte směs destilovanou vodou na celkovou hmotnost 20 g, důkladně promíchejte. Tekutý glycerogel nalijte do Petriho misek a ponechte tuhnout v lednici. Horkou vodu z vodní lázně ponechte pro další použití.
4. Tuhý gel opatrně z misky vyloupněte pomocí špachtle a vyzkoušejte prsty jeho pevnost. Odtrhněte malý kousek gelu a podržte jej několik minut v sevřené dlani, vnímejte

postupnou změnu jeho struktury. Zbytek gelu vložte do horké vody v kádince. Pozorujte.

Metodické poznámky: Ve farmaceutické laboratoři se na rozdíl od chemické laboratoře běžně navažují kapaliny (v tomto experimentu glycerol a voda). Při navažování želatiny je dobré dodržet pořadí – navažovat želatinu do vody. Tuhnutí gelu trvá minimálně 5–10 minut, v závislosti na výšce vrstvy gelu. Pokud byl gel připraven správně, měl by být zcela průhledný a bez bublin. S malým kouskem gelu lze po rozpuštění provést biuretovou reakci jako důkaz přítomnosti bílkoviny (želatiny).

Něco navíc: Želatinový glycerogel slouží například jako základ pro výrobu vaginálních kuliček (globulí). Účinná látka se přidává k tekutému glycerogelu, v závislosti na povaze látky dojde buď k jejímu rozpuštění, nebo suspendování. Směs se plní do vhodných forem, nejčastěji kovových. Po ztuhnutí se kuličky vyjmou z formy a samostatně se zabalí. Po aplikaci kuličky do pochvy se želatinový glycerogel rozpustí zejména díky teplotě lidského těla a uvolní se z něj účinná látka. (Komárek et al., 2006)

Chromatografie na tenké vrstvě patří mezi jednoduché analytické metody – jednoduché jak z hlediska principu, tak z hlediska pomůcek potřebných k realizaci analýzy. Poslední pokus jednoduchým a názorným způsobem ukazuje sílu této metody při zkoumání neznámých vzorků, z obecnějšího hlediska přibližuje žákům i sílu a význam kvalitativní analytické chemie.

• **Identifikujte tabletu analgetika pomocí metody TLC.**

Délka pokusu: 60 min; náročnost: střední; BOZP: použijte digestoř a ochranné brýle s UV filtrem.

Teoretický úvod: Chromatografie na tenké vrstvě (TLC) je jednou z rychlých a účinných metod kvalitativní analytické chemie. Lze ji využít pro ověření chemické identity vzorků, pro zjištění přítomnosti nečistot a také pro identifikaci vzorku látky (směsi látek) – toto však pouze v případech, kdy existuje pouze omezený počet sloučenin, které mohou být ve vzorku přítomny. Identifikace pak proběhne na základě srovnání vzorku se standardy. (Klimeš et al., 2006) Běžně dostupná a nejčastěji používaná analgetika obsahují jako účinnou látku kyselinu acetylsalicylovou, paracetamol nebo ibuprofen, případně ještě ve směsi s kofeinem. (Martínková et al., 2007)

Chemikálie: tableta neznámého analgetika, směs ethanolu a ethylacetátu v objemovém poměru 1 : 1, mobilní fáze: směs ethylacetátu a ledové kyseliny octové v objemovém poměru 99 : 1; standardní roztoky paracetamolu, kyseliny acetylsalicylové, ibuprofenu a kofeinu ve směsi ethanolu a ethylacetátu v objemovém poměru 1 : 1;

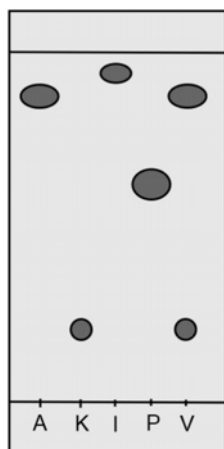
Pomůcky: třecí miska s tloučkem, zkumavka se zátkou, skleněná tyčinka, 250 ml vysoká kádinka přikrytá Petriho miskou (chromatografická komora), 25 ml odměrný válec, kapilára, UV lampa, UV ochranné brýle, 5 × 10 cm TLC destička se silikagelem a naneseným fluorescenčním indikátorem, tužka, pravítko;

Pracovní postup:

1. Do chromatografické komory odměřte 10 ml mobilní fáze a ponechte stát.
2. Tabletou zkoumaného analgetika upráškejte v třecí misce. Připravte roztok zkoumaného vzorku: asi 1/3 malé lžičky prášku vzorku vpravte do zkumavky, do poloviny naplňte směsí ethanolu a ethylacetátu v objemovém

poměru 1 : 1 a důkladně promíchejte. Nemusí dojít k úplnému rozpuštění vzorku (tableta může obsahovat pojiva a další látky, které jsou v dané směsi nerozpustné).

- Na TLC destičce vyznačte linii START asi 1,5 cm od dolního okraje a 5 míst, kam budete nanášet standardy a neznámý vzorek. Místa označte A (kyselina acetylsalicylová), K (kofein), I (ibuprofen), P (paracetamol) a V (vzorek).
- Standardy a neznámý vzorek naneste kapilárami na vyznačená místa. Po vyschnutí TLC destičku vložte do chromatografické komory.
- Chromatogram nechte vyvíjet dostatečně dlouhou dobu, aby čelo rozpouštědla vystoupilo alespoň do 2/3 výšky destičky. Pak chromatogram vyjměte z komory a ihned tužkou vyznačte místo, kam dosáhlo ČELO mobilní fáze, ponechte jej vysušit v digestoři.
- Detekci skvrn proveďte v UV záření o vlnové délce 254 nm – jednotlivé látky budou viditelné jako tmavé nebo modře fluoreskující skvrny na zeleném pozadí. Všechny skvrny obtáhněte tužkou. Na základě chromatogramu identifikujte tabletu neznámého analgetika.



Metodické poznámky: Úloha byla zpracována v rámci řešení projektu CZ.1.07/1.1.00/44.0009 (Mašláňová, 2017). Před započítím úlohy je nutné poskytnout žákům informaci o složení běžných analgetik, např.: ASPIRIN, ACYLPYRIN (kyselina acetylsalicylová), PARALEN (paracetamol), PARALEN EXTRA (paracetamol, kofein), ACIFEIN (kyselina acetylsalicylová, paracetamol, kofein), ACYLCOFFIN (kyselina acetylsalicylová, kofein), IBALGIN, IBUPROFEN, BRUFEN (ibuprofen) atd. Informace může být podána pomocí autentických krabiček těchto léků s příbalovými letáky. Některé léky mají název uvedený přímo na tabletě, je nutné jej předem odstranit, např. nožem. Standardy léčivých látek se připraví rozpuštěním cca ½ lžičky látky v 10 ml uvedeného rozpouštědla, je možné je uchovávat dlouhodoběji. Na TLC destičku stačí nanášet vždy pouze 1 kapku roztoků, před chromatografií je vhodné provést ověření nánosu pozorováním skvrn pod UV lampou.

Něco navíc: Kofein patří mezi psychostimulační látky. V lécích určených k terapii bolesti je obsažen proto, že má tzv. potencující (zesilující) účinek – kombinace léčivých látek má vyšší účinek, než by byl prostý součet účinků jednotlivých látek. V terapii bolesti je možné kombinovat paracetamol a kyselinu acetylsalicylovou, žádnou z těchto látek však nelze kombinovat s ibuprofenem. (Martínková et al., 2007)

ZÁVĚR

Všechny popsané experimenty jsou již dlouhodobě využívány při výuce chemie na zdravotnické škole – návody na jejich provedení jsou ověřené, plně funkční a u žáků se setkávají s relativně vysokou mírou zaujetí, někdy dokonce s nadšením. Úspěch jejich použití však (jako ostatně ve vzdělávání mnoho věcí a velmi často) závisí na učiteli: na způsobu, jakým pokusy žákům „prodá“, jak je zasadí do kontextu teoretického učiva a jak je propojí s praktickým životem. Příprava kvalitní výukové hodiny není jednorázový úkol, který je potřeba co nejdříve po nástupu do školní praxe splnit a po celý zbytek pedagogické kariéry si mnout ruce, jak se nám ta příprava tehdy v mládí povedla, přestože právě toto je mezi laickou veřejností široce rozšířená představa

o práci učitele. Příprava výuky je nikdy nekončící proces, protože se mění žáci, mění se technologie, mění se společnost, a hlavně vždy je co zlepšovat. Proto i příprava laboratorních cvičení z chemie vyžaduje alespoň občasnou inovaci některých experimentů. Český lékopis nepatří mezi běžnou chemickou literaturu, a přece je srozumitelný právě (a snad dokonce pouze) lidem s chemickým vzděláním. Ponoří-li se chemik do jeho studia, musí být fascinován množstvím informací, jejich uspořádáním a přehledností. Bylo by krásné, kdyby se výše popsané experimenty pro učitele staly odrazovým můstkem pro hledání a vytváření nových pokusů vycházejících z lékopisu. Díky dostupnosti Českého lékopisu 1997 na internetu může každý hledat své vlastní pokusy, upravovat je, kombinovat, hrát si, užívat si tu radost...

Literatura

- Blešová, M. a M. Žemlička (2000): *Analýza léčiv, zkoušky totožnosti*. Brno: Ediční středisko VFUB.
- Český lékopis 1997 (2017, duben 19). Příloha k vyhlášce č. 1/1998 Sb. Získáno z <http://www.lekopis.cz/>
- Český lékopis 2002 (2002). Praha: Grada Publishing, a.s.
- Hampl, F., Rádl, S. a J. Paleček (2015): *Farmakochemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická.
- Klimeš, J., Sochor, J., Mokřý, M., Kastner, P. a P. Pilařová. (2006): *Kontrola léčiv I*. Praha. Univerzita Karlova v Praze – Nakladatelství Karolinum.
- Komárek, P., Rabišková, M. et al. (2006): *Technologie léků*. Praha: Galén.
- Mašláňová, H. (2017, duben 19): *Identifikace analgetika ve vzorku na základě TLC*. Olomouc: Elektronická učebnice. Získáno z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/attachments/44/Identifikace_analgetik.pdf
- Martínková, J., Chládek, J., Mičuda, S. a J. Chládková. (2007). *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing, a.s.