

CHEMICKÉ VEDOMOSTI DŔLEŽITÉ PRE LABORATÓRNE CVIČENIA ZAMERANÉ NA ZLOŽKY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

BARÁTH Ondrej – FESZTEROVÁ Melánia, SK

Abstrakt: Vzdelávanie je zámerné a systematické rozvíjanie schopností a utváranie resp. formovanie osobnostnej štruktúry, želaných vlastností človeka. Otázka vzťahu človeka k životnému prostrediu je všeobecne úzko spájaná s myšlienkou trvaloudržateľného rozvoja prírody. Prírodné a kultúrne prostredie má veľký vplyv na ľudí. Môže ich pozdvihovať, inšpirovať, duchovne naplňat' a obohacovať o nové hodnoty. Cieľom vzdelávania zameraného na stav životného prostredia je poskytnúť študentom - budúcim učiteľom potrebné vedomosti o vzájomných vplyvoch medzi človekom a prostredím z hľadiska ekologického, ekonomického a spoločenského. Toto vzdelávanie v sebe zahŕňa okruhy problémov ako napr.: spotreba energie, čerpanie prírodných zdrojov, rastúce množstvo priemyselného a komunálneho odpadu, životný štandard, kvalita života, vzťah kultúry a hranice zaťažiteľnosti prírody. V príspevku prezentujeme návrhy laboratórnych cvičení pre budúcich učiteľov chémie zamerané na vybrané zložky životného prostredia. V chemické vzdelávanie s environmentálnou problematikou musí rešpektovať hierarchické stupne náročnosti kognitívnych funkcií od najjednoduchších po najvyššie. Pokiaľ chceme udržat' krok s najprogressívnejšími trendami orientovanými na ochranu a starostlivosť o prostredie, nevyhneme sa celoživotnému vzdelávaniu a výchove budúcich pedagógov, pedagógov z praxe, ale aj celej verejnosti bez rozdielu veku.

Kľúčové slová: chémie, životné prostredie, výchova, monitoring, bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci

CHEMICAL KNOWLEDGE NECESSARY WITHIN THE LABORATORY EXERCISES FOCUSED ON ENVIRONMENTAL ELEMENTS

Abstract: Education is process of acquisition of abilities, knowledge and skills; it is creating respectively forming of required personality, necessary personal facilities. The question of our relationship to the environment is generally closely connected with the conception of sustainable development. Natural and cultural environment has a great influence on people. It could us to inspire, spiritually fulfil and enriches by new values. The main goal of environmental education is to provide students (future teachers) knowledge about mutual influences between people and environment from the ecological, economic and social point of view. Mentioned education is consisting of studying selected of areas like: energy consumption, using of natural resources, increasing number of industrial and municipal wastes, standard of living, mutual relationship between culture and borders carrying capacity of nature. The paper presents propositions of laboratory exercises for student future teachers focused on selected parts of environment. The chemical educations with environmental issues have to respect the hierarchical levels of difficulty cognition from the simplest to the highest. If we want to keep up with the leading edge trends aimed at the conservation and care of the environment is inevitable lifelong learning and education of future teachers, teachers from practice, but also the general public of all ages.

Key words: chemistry, environment, training, monitoring, occupational health a safety

1 Úvod

Súčasný rozvoj vedy a techniky poskytuje prostriedky, ktoré ľuďom umožňujú meniť životné prostredie. Nie vždy sú však tieto zmeny prospešné. Vysoký stupeň znečistenia jednotlivých zložiek životného prostredia a vysoké ekologické zaťaženie poľnohospodárskej krajiny je problémom mnohých regiónov (Rajčáková, 2005; Hasprová et al., 2007). Neuvážené zásahy človeka do prírody porušujú jej rovnováhu a zapríčiňujú zhoršenie stavu životného prostredia (Prousek, 2001). Životné prostredie ako celok sa skladá z prírodných (ovzdušie, voda, pôda, nerasty, flóra, fauna) a človekom umelo vytvorených zložiek (urbanizované prostredie - sídelný útvar, stavby v krajine – vodohospodárske, dopravné, kultúrne pamiatky). Jednotlivé zložky životného prostredia sú vo svojej existencii relatívne samostatné, odlišujú sa svojimi vlastnosťami a stupňom ich ohroziteľnosti. Medzi jednotlivými zložkami sú vzájomné súvislosti, tvoria dohromady dynamický celok, ktorý môžeme skúmať z najrozličnejších aspektov (ekologických, ekonomických, technických, sociálnych).

Problémy životného prostredia je potrebné dostať do povedomia širokej verejnosti a to je možné len tým spôsobom, že mladú generáciu budeme zapájať do ich riešenia a tak pestovať vedomie osobnej zodpovednosti za stav životného prostredia s cieľom väčšej motivácie a pripravenosti k trvale udržateľnému rozvoju. Vychádzame z toho, že obsah výchovy by mal v hlavných rysoch sledovať aj otázky starostlivosti a ochrany o životné prostredie. Mal by usmerňovať konanie človeka, predvídať vývoj kvality prostredia vo vzájomných súvislostiach. Rovnako by mal byť zameraný na kontrolu stavu jednotlivých zložiek životného prostredia. Významnú úlohu v učebnom procese zohrávajú motivačné aktivizujúce metódy, ktoré majú osobitné postavenie vo vyučovaní chémie (Szarka, Brestenská, Juhász, 2015). Využívaním týchto metód uskutočňujeme cieľ - rozvíjať tvorivosť mladých ľudí.

Monitorovanie stavu životného prostredia na školách v rámci laboratórnych cvičení zameraných na sledovanie zložiek životného prostredia dovoľuje v plnej miere uplatňovať medzipredmetové vzťahy. Vzbudzuje záujem v radoch študentov, budúcich učiteľov chémie sledovať stav prostredia. Možnosť analyzovať koncentráciu oxidov dusíka v ovzduší a obsah anorganického dusíka v pôdných vzorkách umožňuje získať chemickú zručnosť v rámci cvičení, ale aj predstavu o sledovanej koncentrácii látok vo vybraných zložkách životného prostredia. Táto problematika je úzko spojená so získanými teoretickými vedomosťami študentov na hodinách chémie a následnými zručnosťami a bezpečnosťou a ochranou zdravia pri práci v chemickom laboratóriu na hodinách laboratórnych cvičení.

Prezentovaný príspevok je orientovaný na interdisciplinárny charakter chémie s cieľom zvýšiť záujem mladej generácie o problematiku životného prostredia a tvorivé uplatnenie získaných vedomostí. Poznanie, ku ktorému študent pristupuje dostatočne aktívne, samostatne a tvorivo sa stáva hlbším, trvalejším a lepšie aplikovateľným.

2 Postupy stanovenia sledovaných ukazovateľov spektrofotometricky vo vybraných zložkách životného prostredia (ovzdušie - pôda)

Jednou zo znečisťujúcich látok, ktorá je vnášaná ľudskou činnosťou priamo alebo nepriamo do ovzdušia a ktorá má škodlivé účinky na zdravie ľudí a na životné prostredie, sú oxidy dusíka (NO_x). Oxidy dusíka (Gábris et al., 1998) sa ovzduší vyskytujú hlavne ako NO , N_2O_3 , NO_2 , (N_2O_4). Ako NO_x sú označované oxidy $\text{NO} + \text{NO}_2$. Oxidy dusíka sa v ovzduší za normálnych podmienok vyskytujú vo veľmi malom množstve. Vo vyšších koncentráciách sú prítomné v okolí chemických závodov vyrábajúcich napr. priemyselné

hnojivá (Gábris et al., 1998). Vo väčšine prípadov je vypúšťaný do ovzdušia oxid dusnatý, ktorý sa oxiduje atmosférickými oxidovadlami veľmi rýchle aj pri nízkych koncentráciách na oxid dusičitý. Súčasne sa oxid dusnatý podieľa na rozklade ozónu, kde pôsobí ako katalyzátor. Oxid dusičitý (NO_2) sa nachádza v životnom prostredí ako plyn a preto sa dostáva do organizmu vdychovaním. Je oveľa toxickejší ako oxid dusnatý.

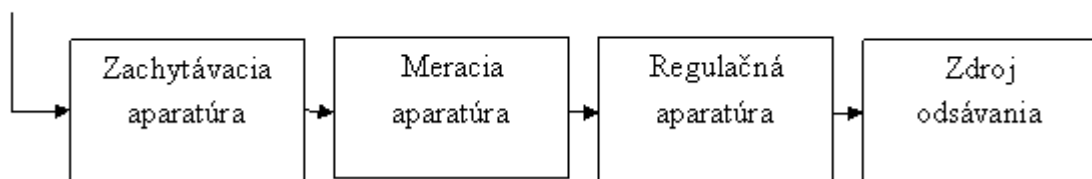
Stanovenie oxidov dusíka v ovzduší

Vlastné stanovenie sa uskutočňuje vo vodnom roztoku v laboratóriu spektrofotometricky. Je potrebné dodržať podmienky pre presné stanovenie (teplota, porovnanie so štandardom, dodržanie časového intervalu vyfarbovania).

Princíp stanovenia: oxidy dusíka sa prevedú oxidovadlom na oxid dusičitý, ktorý sa zachytáva do roztoku trietanolamínu. Prídavkom kyseliny sulfanilovej a N - (1-naftyl)-etyléndiamínu v kyslom prostredí vznikne červené zafarbenie, ktorého intenzita je úmerná koncentrácii oxidu dusičitého.

Stanovenie oxidov dusíka: odoberanie vzoriek vzduchu a stanovenie priemernej dennej koncentrácie nie je náročné. Vzorku vzduchu odoberáme prietokom $0,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ počas 24 hodín, t.j. 288 dm^3 . Vlastný odber uskutočňujeme v štandardnej odberovej aparátúre (pozostávajúcej zo 4 častí - Obrázok 1: zachytávacej, meracej regulačnej aparátúry a zdroja odsávania).

Prívod vzduchu



Obrázok 1: Zostava štandardnej odberovej aparátúry

Pri stanovení priemernej dennej koncentrácie (24 hodín - podmienky odberu zodpovedajú medzinárodnému doporučeniu Svetovej zdravotníckej organizácie) získame roztok, ktorý sa zafarbí. Intenzitu zafarbenia zmeriame po 30 minútach, v kvetách s hrúbkou steny 1 cm na spektrofotometri SPEKOL pri vlnovej dĺžke 540 nm oproti slepej vzorke. Študenti môžu vykonávať vlastné meranie pod vedením pedagóga v chemickom laboratóriu. Množstvo oxidov dusíka ako NO_2 v 1 cm^3 konečnej vzorky zistíme pomocou kalibračného faktora alebo z kalibračnej krivky. Obsah každého absorbéra analyzujeme zvlášť.

Na základe nameraných hodnôt vypočítame koncentráciu NO_x v skúmanom vzduchu ako hodnotu NO_2 :

$$10^5 \cdot (c_1 \cdot a_1 + c_2 \cdot a_2) / 79 \cdot v \quad [\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}] \text{NO}_2$$

$c_{1,2}$ = koncentrácia NO_2 v 1 cm^3 konečnej vzorky z 1. alebo 2. absorbéra v μg

$a_{1,2}$ = objem konečného roztoku z 1. alebo 2. absorbéra v cm^3

v = objem presávaného vzduchu v dm^3

Z hľadiska organizácie práce študentov v učebnom procese je výhodné, že:

- sfarbenie za normálnej teploty a v tme je stále 48 hodín.
- stredná účinnosť zachytávania NO_2 absorbčným roztokom je 79 %.

- príprava granulovaného tuhého oxidovadla podľa Hartkampa (1970). Štyri váhové diely jemného oxidu manganičitého MnO_2 p.a. a jeden váhový diel rozotretého hydrogén síranu draselného KHSO_4 p.a. sa dôkladne premieša v trecej miske a zmes sa pomaly zvlhčuje destilovanou vodou, až do vzniku nie veľmi hustej rovnomernej kaše. Zmes sa votrie do vopred pripravených dier matice zhotovenej z novodurovej dosky o hrúbke 3 mm, v ktorej sú otvory o priemere 3 mm alebo sa nanesie o hrúbke 3 mm na hladkú dosku a nožom sa rozdelí na kocky o dĺžke strany 3 mm. Po čiastočnom zaschnutí sa kocky vysušia počas 30 minút pri teplote 200°C . Oxidovadlo sa uschováva v dobre uzavretých prachovniciach.
- prídavok roztoku peroxidu vodíka odstraňuje pri stanovení NO_2 rušivý vplyv nižších koncentrácií oxidu siričitého.
- touto metódou sa dá stanoviť výpočtom koncentrácia oxidu dusnatého z dvoch paralelných meraní s patrónou a bez nej.

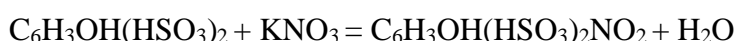
Stanovenie anorganického dusíka v pôdnych vzorkách

Obsah anorganického dusíka je hodnota súčtu dusičnanového a amónneho dusíka v pôde (Kováčik, 1997). Stanovenie anorganických aniónov napr. dusičnanov nachádzajúcich sa v pôde, je súčasťou sledovania životného prostredia. Zlúčeniny dusíka môžu ovplyvniť fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy, úrody pestovaných plodín a ich nutričné hodnoty (Sorensen, 1981; Wander, Triana, 1996). Každý faktor zavedený do produkcie potravín, ktorý má vzťah k prostrediu vplýva spätne na človeka, na jeho zdravie.

Odber a spracovanie pôdnej vzorky: pôdne vzorky odobrané z rôznych hĺbok musia byť zbavené rastlinných a živočíšnych zvyškov i kamienkov a vysušené pri izbovej teplote. Vysušené pôdne vzorky sú následne rozomleté a preosiate cez sitko s veľkosťou ôk 2,5 mm. Vlastné stanovenie sa uskutočňuje v laboratórnych podmienkach spektrofotometricky.

Stanovenie dusičnanového dusíka (N-NO_3^-)

Princíp stanovenia: kyselina fenol 2,4 - disulfónová sa nitruje podľa rovnice:



Alkalický roztok kyseliny fenol 6 - nitro, 2,4 - disulfónovej je žltý, intenzita sfarbenia závisí od obsahu N-NO_3^- .

Pracovný postup: navážime 10 g pôdnej vzorky do 100 cm^3 banky a zalejeme 50 cm^3 1 % roztokom K_2SO_4 . Obsah po 30 minútovom trepaní na trepačke prefiltrujeme cez skladaný filter. Z filtrátu odpipetujeme 40 cm^3 do porcelánovej misy a opatrne odparíme. Reakcia kyseliny fenol 2,4 - disulfónovej s dusičnanom sa neuskutočňuje za prítomnosti vody. Odparok dôkladne rozotrieme tyčinkou a necháme stáť 10 minút. Pridáme 15 cm^3 studenej vody a miešame tyčinkou, kým sa celý zvyšok odparku nerozpustí. Pomaly pridávame roztok NH_4OH ($c = 6 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) až do alkalického reakcie, čo sa prejaví vznikom žltého sfarbenia a ešte pridáme navyše 3 cm^3 NH_4OH . Roztok prelejeme do odmerných baniek s objemom 100 cm^3 , doplníme sa destilovanou vodou a intenzitu sfarbenia zmeriame na spektrofotometri SPEKOL pri vlnovej dĺžke 420 nm.

Štandardné roztoky si pripravíme z KNO_3 (0,7221 g do 1000 cm^3 destilovanej vody), z ktorého odpipetujeme 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2 cm^3 do 100 cm^3 odmerných baniek a postupujeme ako pri pôdnych vzorkách. Na spektrofotometri stanovíme koncentrácie N-NO_3^- a zo získaných výsledkov zostrojíme kalibračnú krivku, z ktorej odčítame hodnoty.

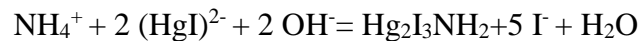
Z hľadiska organizácie práce študentov v učebnom procese je dôležité aby:

- suspenzia prefiltrovaná cez skladaný filter bola čistá.
- pri odparovaní filtrátu dlhším ohrievaním nedošlo k stratám obsahu dusičnanov.

Stanovenie amónneho dusíka ($N-NH_4^+$)

Princíp metódy: Nesslerovo činidlo reaguje v alkalickom prostredí s amoniakom za vzniku žltého sfarbenia, ktorého intenzita je úmerná množstvu amoniaku.

Pracovný postup: odvážime 10 g pôdnej vzorky do 100 cm³ polyetylénovej prachovnice a pridáme 50 cm³ 1 % K₂SO₄. Obsah prachovnice sa trepe na trepačke 30 minút. Potom vzorku prefiltrujeme a odpipetujeme 25 cm³ filtrátu do 100 cm³ odmernej banky, pridáme 2 cm³ 10 % roztoku vínanu draselného. Doplňíme destilovanou vodou do 100 cm³, tesne pred meraním pridáme 5 cm³ Nesslerovho činidla a obsah pretrepeme. Vzniknuté oranžové sfarbenie zodpovedá tvorbe komplexu podľa rovnice:



Intenzitu sfarbenia ihneď zmeriame na spektrofotometri SPEKOL pri vlnovej dĺžke 410 nm. Súčasne sa pripravíme štandardné roztoky a na základe kalibračnej krivky vyhodnotíme získané hodnoty absorbancie.

Štandardné roztoky si pripravíme z (NH₄)₂SO₄ (0,4717 g do 1000 cm³ destilovanej vody), z ktorého odpipetujeme 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2 cm³ do 100 cm³ odmerných baniek a pridáme 2 cm³ roztoku 10 % vínanu draselného a 5 cm³ Nesslerovho činidla. Na spektrofotometri stanovíme koncentrácie N-NH₄⁺ a vypočítame kalibračnú krivku.

Z hľadiska organizácie práce študentov v učebnom procese je dôležité:

- správne pripraviť štandardné roztoky,
- pri manipulácii dodržiavať zásady bezpečnej práce a ochrany zdravia pri práci.

3 Záver

Z uvedených postupov vyplýva, že vykonanie analýz je možné realizovať ako súčasť laboratórnych cvičení zameraných na stav zložiek životného prostredia. Ide o postupy, ktoré nie sú náročné, ale sú veľmi motivačné, pretože vytvárajú u študentov vzťah k zvolenému odboru štúdia. Chemické analýzy zložiek životného prostredia poskytujú dostatočný priestor na overenie teoretických vedomostí v praxi. Ide predovšetkým o znalosti a skúsenosti z takých chemických disciplín ako sú: analytická, anorganická, organická a fyzikálna chémia. Sledovanie a následná analýza vzoriek vplyva na získanie zručnosti v chemickom laboratóriu. Monitorovanie aktuálneho stavu životného prostredia zisťuje a hodnotí nielen koncentrácie sledovaných látok, ale dovoľuje predpokladať aj ich rôzne zmeny vplyvom transportu (tvar terénu, klimatické podmienky atď.) a účinky v prostredí.

Literatúra

- [1] GÁBRIŠ, E. et al., *Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve*. Nitra : SPU, 1998. ISBN 80-7137-506-3. 461 p.
- [2] HASPROVÁ, M. et al., *Vybrané kapitoly z aplikovanej geografie: Slovenský učiteľ kompetentný pre Európu*. Nitra : UKF, 2007. ISBN 978-80-8094-219-9. 43 p.

- [3] HARTKAMP, H., *Untersuchungen über die Oxidation und die Messung von Stickstoffmonoxid in kleinen Konzentrationen. Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions – und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein – Westfalen.* Essen, 1970. pp. 55 - 74.
- [4] KOVÁČIK, P., *Rozbory pôd, rastlín, hnojív a výpočet dávok živín k poľným a záhradným plodinám.* Nitra : SPU v Nitre, 1997 ISBN 80-7137-355.
- [5] PROUSEK, J., *Rizikové vlastnosti látok.* Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2001. ISBN 80-227-1497-6.
- [6] RAJČÁKOVÁ, E., *Regionálny rozvoj a regionálna politika.* Bratislava : UK v Bratislave, 2005. ISBN 80-223-2038-2. 109 p.
- [7] SORENSEN, L. H., *Carbon – nitrogen relationships during the humification of cellulose in soils containing different amounts of clay.* In: *Soil Biology and Biochemistry*, 13, 1981. pp. 312-321.
- [8] STOFFOVÁ, V. Testovanie vedomostí v LMS MOODLE (Knowledge Testing in LMS MOODLE). In: Stoffová, V. (ed.): *XXII. DIDMATTECH 2009.* Trnava - Komárno: Trnava University - Trnava & J. Selye University - Komárno, 2010. 171-181. s. ISBN 978-80-8122-006-7
- [9] STOFFOVÁ, V.: *Počítač, univerzálny didaktický prostriedok.* FPV UKF Nitra : Edícia prírodovedec č.152, Nitra, 2004b 172 s., ISBN 80-8050-765-1
- [10] SZARKA K., BRESTENSKÁ B. and JUHÁSZ Gy., *Analýza aspektov hodnotenia autentických výstupov a komplexného monitorovania žiackych prác v chémii.* In: *Didaktika chemie a její kontexty : 24. Mezinárodní konference o výuce chemie.* Brno : Masarykova univerzita, 2015. ISBN 978-80-210-7954-0, CD-ROM, pp. 200-208.
- [11] WANDER, M. M. and TRIANA, S. J., *Organic matter fraction from organically and conventionally managed soils I. Carbon and nitrogen distribution.* In: *Soil Science Society of America Journal*, 60, 1996. pp. 1081-1087.

Recenzent: Prof. Ing. Ján STOFFA, DrSc.

Kontaktné adresy:

Ondrej Baráth, Prof. Ing. Mgr. CSc.,
I. Okánika 1,949 01 Nitra, Slovensko,

Melánia Feszterová, doc. Ing., PhD.,

Univerzita Konštantína Filozofa, Fakulta prírodných vied, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
Slovensko,

telefón: +420 903 456 414, e-mail: mfeszterova@gmail.com