

biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 20
číslo **1**
2016

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 20
číslo 1
2016

ISSN 1338-1024

rubriky

DIDAKTIKA PREDMETU

návrhy na spôsob výkladu učiva,
interpretovanie skúseností z vyučovania,
organizovanie exkurzií, praktických
cvičení a pod.

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

odborné vedecké články, najnovšie
vedecké objavy, nové odborné
publikácie a pod.

NOVÉ UČEBNICE

nové učebnice z biológie, ekológie,
chémie

INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

rozličné aktuálne informácie z rôznych
podujatí v oblasti školstva, informácie
z MŠ SR, z vedeckých inštitúcií, študijné
smery, odbory univerzít v SR, vedecké
pracoviská, uplatňovanie absolventov

NAPÍSAI STE NÁM

námety, otázky čitateľov

OLYMPIÁDY A MIMOŠKOLSKÉ AKTIVITY

informácie o biologických a chemických
olympiádach, podnety na samostatnú
a záujmovú prácu žiakov mimo
vyučovacieho procesu

RECENZIE

posúdenie nových publikácií z odborov

OSOBNOSTI A VÝROČIA

profil osobností z chemických
a biologických vied, jubileá

NÁZORY A POLEMIKY

diskusie z korešpondencie čitateľov

NÁPADY A POSTREHY

rozličné námety použiteľné vo vyučovaní,
pripomienky k učebniciam, možnosti
používania alternatívnych učebníc,
iných pomôcok, demonštrovanie pokusov
a pod.

PREČÍTALI SME ZA VÁS

upozornenie na zaujímavé články,
knihy, weby

vydavateľ

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Priemyselná 4
P. O. BOX 9
918 43 Trnava



redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

redakčná rada

prof. RNDr. Jozef Halgoš, DrSc.
prof. RNDr. Marta Kollárová, DrSc.
prof. RNDr. Eva Miadoková, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Záhradník, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
doc. RNDr. Zlatica Orsághová, CSc.
doc. Ing. Ján Regulí, CSc.
doc. RNDr. Ľudmila Slováková, CSc.
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.
RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.
RNDr. Ivan Varga, PhD.
PhDr. Jana Višňovská

Časopis Biológia, ekológia, chémie
vychádza štvrťročne a je bezplatne
prístupný na stránkach
<http://bech.truni.sk/>

ISSN 1338-1024



*

obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2

**Je voda vodivá? Príklad využitia senzora vodivosti
a výskumne ladenej koncepcie vyučovania
vo vyučovaní chémie na ZŠ**

Vladimír Gašparík, Miroslav Prokša

7

**Realizácia bádateľských aktivít s využitím počítačom
podporovaných experimentov z termochémie na ZŠ**

Vladimír Gašparík, Miroslav Prokša

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

14

**Biologicky cenné látky v cesnaku kuchynskom
(Allium sativum L.)**

Marianna Lenková, Ján Tomáš,
Judita Bystrická, Petra Kavalcová

OSOBNOSTI A VÝROČIA

19

**Prvý slovenský ekológ František Jozef Turček
(1905 – 1977)**

Pavol Eliáš

recenzenti

prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
doc. RNDr. Marek Skoršepa, PhD.
PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.
PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

Je voda vodivá? Príklad využitia senzora vodivosti a výskumne ladenej koncepcie vyučovania vo vyučovaní chémie na ZŠ

Mgr. Vladimír Gašparík,

prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD.

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie
a pedagogiky,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Abstract

This article deals with design research of implementation of computer-based chemical experiments carried out with inquiry-based learning focused on reasons of conductivity of aqueous solutions in elementary school. The main aims are creation of lesson models and instructions according to qualitative analysis of experiences and videorecordings from realisation of this experiment.

Úvod

Prostredie, v ktorom sa uskutočňujú prírodovedné experimenty s využitím senzorov pripojených k počítaču, môžeme nazvať počítačom podporovaným laboratóriom. Podľa výsledkov výskumov, môžu byť počítačom podporované experimenty nástrojom pri rozvíjaní abstraktného myslenia (Hamne, Bernhard, 2001). Výskumy ukazujú aj to, že len jednoduché použitie novej technológie nemusí znamenať efektívnejšie učenie. Keď bolo použité počítačom podporované laboratórium len ako technologický nástroj, neboli dosiahnuté výrazne lepšie výsledky. Ak sa však použije ako technologický a zároveň ako kognitívny nástroj, dosiahnu sa v učení lepšie výsledky (Bernhard, 2003 podľa Skoršepa, Šmejkal, 2012). Súčasným trendom v didaktike prírodovedných predmetov je presadzovanie konštruktivistických, na žiaka orientovaných prístupov k vyučovaniu. Je to reakcia na nespokojnosť s výsledkami a súčasným stavom prírodovedného vzdelávania. Jedným z takýchto prístupov je i výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (bádateľské aktivity). Pozitívne vyučovacie výsledky s využitím počítačom podporovaného laboratória sa dosiahli práve v kombinácii s výskumne ladenou koncepciou vyučovania. Využitím počítačom podporovaného laboratória vo výskumne ladenej koncepcii vyučovania sa zaoberá viacero autorov (Skoršepa a kol., 2013, Bílek, Hrubý, 2012).

Vyučovanie realizované výskumne ladenou koncepciou vyučovania má svoju v literatúre popísanú štruktúru (Held a kol., 2011). V reálnych situáciách však snaha o striktné dodržiavanie predpísanej formy môže byť za určitých okolností kontraproduktívna. Učiteľ musí zvážiť, či bude vhodné dodržať všetky náležitosti výskumne

ladenej koncepcie v jej čistej podobe, alebo urobí kompromis v podobe určitých zjednodušení. Takým môže byť napr. zjednodušenie alebo vynechanie formulácie buď výskumnej otázky alebo predpokladov, ktoré sa môžu navzájom nahrádzať. Čo bude učiteľ od žiakov vyžadovať záleží predovšetkým od schopností samotných žiakov, ale tiež od skúseností učiteľa. Zvládnutie výskumne ladenej koncepcie vzdelávania je náročná nie len pre učiteľa, ale aj žiaci si musia na takéto vyučovanie postupne zvykať a ich schopnosti vedecky premýšľať, diskutovať a formulovať myšlienky sa musia rozvíjať postupne. Realizovanie kompromisných, či zjednodušených riešení v bádateľských aktivitách preto môže byť vhodnejšie a didakticky účinnejšie v porovnaní s možnosťou násilného dodržiavania akýchsi pravidiel, či bezmyšlienkovité, nekompetentné a necitlivé kopírovanie teoretických vzorov. V našej práci predkladáme príklad vyučovacej hodiny, počas ktorej musel učiteľ uskutočniť horeuvedené zjednodušenia. Následne sme skúmali, akým úskaliam musí učiteľ čeliť počas realizácie takejto vyučovacej hodiny.

Typickým prístupom na overovanie výskumných predpokladov v bádateľských aktivitách je realizácia žiackych experimentov. Bádateľské aktivity sa však nevylučujú ani s využitím učiteľom demonštrovaných experimentov a za istých okolností je vhodné ich uprednostniť. Banchi H. a Bell R. (2008) vo svojej práci uvádzajú klasifikáciu bádateľských aktivít pričom použité príklady experimentov sú zväčša koncipované ako demonštračné. Uprednostnenie demonštračného experimentu je vhodnejšie napr. vtedy, keď sa žiaci s počítačom podporovaným laboratóriom predtým ešte nestretli. Dôvod však môže byť pragmatickejší a to cenová dostupnosť použitých senzorov. Napr. senzory na meranie obsahu plynov alebo senzor vodivosti patria k tým drahším. Vzhľadom nato je málo pravdepodobné, že učiteľ bude mať takýchto senzorov dostatok na to, aby s nimi mohol realizovať žiacke experimenty. Experiment opísaný v tejto práci využíva senzor vodivosti a koncipujeme ho ako demonštračný.

Elektrická vodivosť je vlastnosť, ktorá sa vode bežne prisudzuje. Avšak málokto si uvedomuje, že ak by voda neobsahovala ióny, nebola by vodivá. Vodivosť vody je závislá od množstva rozpustených minerálov. Tiež je bežná predstava, že destilovaná voda neobsahuje minerály. V práci popisovaný experiment má za cieľ u žiakov základných škôl tieto predstavy upresniť.

Ciele a metódy, prostriedky a realizácia výskumu

V našej práci sme realizovali výskum nazývaný ako konštrukčný (Trna, 2011). Ide o konštrukčný výskum implementácie počítačom podporovaných chemických experimentov realizovaných výskumne ladenou koncepciou prírodovedného vzdelávania na základnej škole. Cieľom bolo vypracovať model hodiny na tému „Vodivosť vody“ pre 6. ročník ZŠ. Následne overiť možnosti jeho implementácie v reálnej školskej praxi, pričom sme sa zamerali najmä na identifikáciu ťažkostí, ktoré sa môžu počas vyučovania vyskytnúť, a ktorým musí učiteľ počas realizácie takéhoto vyučovania čeliť. Napokon sme sa pokúsili navrhnúť zásady, ktoré je potrebné dodržať pre úspešnú implementáciu takýchto modelov vyučovacích hodín.

Model vyučovacej hodiny sme vytvorili v súlade so všeobecnou schémou výskumne ladenej koncepcie vyučovania, ktorá zahŕňa nasledovné kroky:

1. Stimulujúca situácia. Vytvára podnet, ktorý má v žiakovi nabudiť pozornosť, zvedavosť a záujem niečo preskúmať. Môže ísť o ukážku javu, ktorý je v rozpore s jeho doterajšími predstavami, prekvapivú situáciu, provokatívnu otázku a pod.
2. Výskumná otázka a predpoklad. Môžu sa formulovať zvlášť alebo otázka aj predpoklad splynú do jednej formulácie. Otázka vyplýva zo stimulujúcej situácie a s ňou spojennej diskusie. Predpoklad je detská hypotéza o tom, aká by mohla byť odpoveď na výskumnú otázku. Tento predpoklad sa následne overuje počas experimentu.
3. Experiment, ktorý je navrhnutý na overenie predpokladu teda ponúkne odpoveď na výskumnú otázku.
4. Pozorovanie. Zaznamenávajú sa zmyslami vnímané (alebo meracím prístrojom sprostredkované) a z hľadiska výskumnej otázky relevantné javy.
5. Diskusia, v ktorej žiaci s učiteľom interpretujú pozorovanie, pričom ho konfrontujú s výskumnou otázkou a predpokladom.

6. Záver. Formulujú a zaznamenávajú sa tu zovšeobecnenia, ktoré sa pre žiakov stávajú novým poznaním a učivom. K zovšeobecneniam sa pridávajú ďalšie príklady a aplikácie v bežnom živote.

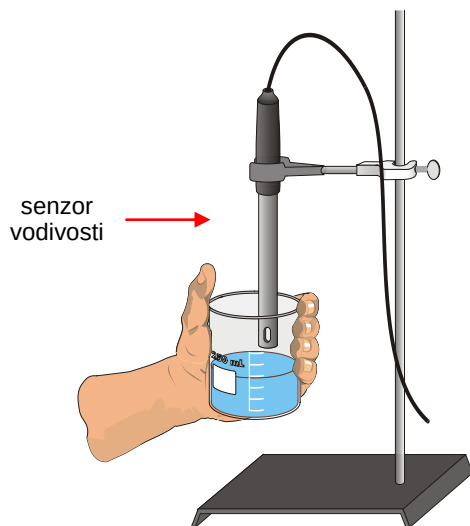
Model hodiny sme v priebehu školských rokov 2013/2014 a 2014/2015 a 2015/2016 realizovali počas vyučovania chémie na dvoch základných školách v Bratislave v 6. ročníku. Použitou vyučovacou pomôckou bol senzor vodivosti kvapalín pripojený k počítaču pomocou interfejsu (prevodníka) GoLink. Merané hodnoty sa v počítači zobrazovali v prostredí programu LoggerLite. Uvedený senzor, interfejs a program sú produktami firmy Vernier. Vyučovanie bolo realizované po tom, ako si žiaci osvojili učivo o chemických reakciách. Z každej vyučovacej hodiny bol vyhotovený videozáznam viacerými statickými kamerami. Videozáznam spolu s poznámkami z pozorovania sme ďalej podrobili kvalitatívnej analýze s využitím prvkov metódy zakotvenej teórie (Hendl, 2008).

Opis modelu vyučovacej hodiny a chemického experimentu

Vyučovacia hodina je zaradená do učiva o vode po tom, ako si žiaci osvojili učivo o tom, že bežná voda obsahuje rozpustené minerálne látky, minerálna voda ich obsahuje viac a učivo o destilovanej vode. Ide o demonštračný experiment, takže je vhodné aby bol počítač, ku ktorému je pripojený senzor vodivosti, napojený na dataprojektor.

1. Stimulujúca situácia

Učiteľ sa spýta žiakov, či je voda vodivá a pomocou senzora vodivosti s nastaveným vhodným rozsahom merania (napr. 0 – 2000 μS) demonštruje vodivosť vody z vodovodu (obr. 1). Nie je pritom potrebné bližšie vysvetľovať jednotku vodivosti. Stačí vysvetliť, že ide o prístroj, ktorý dokáže merať vodivosť kvapalín. Žiaci intuitívne chápu, že čím bude zobrazené číslo väčšie, tým bude aj vyššia vodivosť. Prístroj nameria nejakú hodnotu vodivosti vody (zvyčajne okolo 500 μS), čo je v súlade s bežnou predstavou o tom, že voda je vodivá. Učiteľ sa následne spýta, či to má vyskúšať aj s destilovanou vodou a následne demonštruje vodivosť destilovanej vody. Senzor zobrazí zvyčajne nulovú vodivosť, čo je pre žiakov prekvapujúce. Učiteľ nastaví rozsah merania na 0 – 200 μS v záujme citlivejšieho merania, o čom informuje aj žiakov. Vodivosť sa v tomto prípade zvyčajne pohybuje v jednociferných číslach, čo je sto-krát menej ako predtým nameraná vodivosť vody z vodovodu.



Obr. 1 Meranie vodivosti

2. Výskumná otázka a predpoklad

Učiteľ sa spýta žiakov: „Čím je to spôsobené, že destilovaná voda je takmer nevodivá, resp. asi stokrát menej vodivá ako bežná voda?“ Ak žiakom nenapadne možná príčina, usmerní ich otázkou: „Čím sa destilovaná voda líši od bežne používanej (pitnej) vody?“ Tu žiaci predpokladajú, že je to spôsobené minerálnymi látkami. Učiteľ vyzve žiakov, aby formulovali výskumnú otázku. Ak žiaci iba konštatujú, že vodivosť vody spôsobujú minerálne látky, môže žiakom pripomenúť, že destilovaná voda tiež obsahuje minerálne látky, ale približne stokrát menej ako bežne používaná voda a poukáže na to, že s vodivosťou je to podobné. Žiaci potom upresňujú, že čím je vo vode viac minerálov, tým je vodivejšia.

Žiaci môžu navrhovať aj iné príčiny, ktorými si vysvetľujú vodivosť vody, napr. si môžu myslieť, že je to spôsobené rozpusteným železom z vodovodných rúrok. Ak je predpoklad chybný, je potrebné na to poukázať vhodným argumentom, resp. kladením otázok, napr.: „Myslíš si, že voda v rieke nevedie elektrický prúd?“ alebo predpoklad overiť pokusom, napr. pridaním práškoveho železa do vody a sledovaním, či sa vodivosť zmenila.

3. Experiment, pozorovanie a diskusia

Učiteľ vyzve žiakov: „Akým pokusom by ste dokázali, že čím je vo vode rozpustených viac minerálnych látok, tým je vodivejšia?“ Žiaci zvyčajne navrhnú: „Dáme do vody nejaké minerály.“ Učiteľ sa spýta: „Ktorý bežný minerál poznáte?“ „Máte ho aj doma v kuchyni.“ Žiaci odpovedajú: „Kuchynská soľ.“ Žiaci môžu navrhnúť aj iný experiment, napr. porovnanie vodivosti destilovanej vody, vody z vodovodu a minerálnej vody. Ak je žiakmi navrhnutých viac vhodným experimentov, treba ich potom aj realizovať.

V záujme zachovania plynulosti myšlienkového toku od stimulujúcej situácie cez diskusiu o príčinách vodivosti až po návrh experimentu na overenie predpokladu je vhodné, keď si žiaci až v tomto momente začnú písať protokol, resp. vyplňať pracovný list.

Tu sa treba pozastaviť nad tým, či je nutné, aby žiaci napokon dokázali formulovať nejakú korektnú výskumnú otázku, resp. výskumnú otázku a predpoklad, ktoré si majú zaznamenať do protokolu. Výskumnou otázkou tu môže byť napr.: „Má množstvo rozpustených minerálnych látok vplyv na vodivosť vody?“ Predpokladom môže byť: „Čím je vo vode viac rozpustených minerálnych látok, tým je vodivejšia.“ Žiaci môžu formulovať výskumnú otázku, ktorá v sebe implicitne zahŕňa aj predpoklad, napr. „Znamená viac minerálov väčšiu vodivosť vody?“ Žiaci však často nie sú schopní takéto formulácie tvoriť ľahko a rýchlo. Ak ich napriek tomu učiteľ v záujme dodržania korektného výskumného postupu k tomu núti, žiaci sa môžu ľahko popliesť, unaviť, stratiť pozornosť a demotivovať. Učiteľ, podľa situácie a podľa toho akých má žiakov, musí často na mieste rozhodnúť, nakoľko presné formulácie bude od žiakov žiadať. Niekedy je vhodné v záujme hladkého a efektívneho priebehu situácie nesnažiť sa formulovať aj výskumnú otázku aj predpoklad (žiaci si napíšu buď iba jedno alebo druhé). Alternatívou môže byť tiež formulácia výskumnej úlohy, napr.: „Dokázať, že čím je vo vode rozpustených viac minerálov, tým je vodivejšia.“ Je možné uspokojiť sa aj s jednoduchými formuláciami ako napr. „Spôsobujú vodivosť vody minerály?“ Ďalšou alternatívou je, že to namiesto žiakov formuluje a nadiktuje učiteľ. V tomto prípade je však väčšia pravdepodobnosť, že žiaci budú vnútorne pasívni a tým aj že tomu neporozumejú.

Žiaci ďalej navrhnú a zaznamenajú si jednoduchý pracovný postup, napr.: „V destilovanej vode rozpúšťame kuchynskú soľ, pričom sledujeme zmenu vodivosti.“ Učiteľ následne demonštruje experiment. Do kadičky (50 ml) naleje destilovanú vodu, ponorí senzor vodivosti nastavený na rozsah merania 0 – 2000 μS , prisype za špachtličku kuchynskej soli a pomieša. Ak o to žiaci žiadajú, môže sa rozpustiť väčšie množstvo soli. Ak vodivosť dosiahne hodnotu 2000 μS , môže sa prepnúť na väčší rozsah merania.

Učiteľ vyzve žiakov, aby konfrontovali svoj predpoklad s pozorovaním, teda spýta žiakov, aký bol predpoklad a či sa potvrdil. Učiteľ sa ďalej pýta: „Vyskúšali sme ako vplýva na vodivosť kuchynská soľ. Môžeme teraz tvrdiť, že všetky minerálne látky takto ovplyvňujú vodivosť vody?“ Žiaci konštatujú, že je potrebné experiment zopakovať s ďalšími minerálmi. Učiteľ vysvetlí, že minerálne látky, ktoré sa vode rozpúšťajú tiež nazývame soli, a že

teda nie je iba kuchynská soľ, ale existuje veľké množstvo rôznych solí. Medzi soli patrí napr. aj modrá skalica, s ktorou už majú skúsenosti. Učiteľ zopakuje experiment s niekoľkými ďalšími soľami, s ktorými je možné sa v bežnom živote stretnúť, napr. jedlá sóda, sóda na pranie, modrá skalica, horká soľ, jodid draselný a pod. Žiaci si pozorovanie zaznamenávajú do protokolu, resp. pracovného listu. V tomto experimente nie sú podstatné konkrétne čísla. Relevantné je zaznamenať si, že počas rozpúšťania minerálnych látok vodivosť stúpa.

4. Záver

Učiteľ kladie žiakom nasledovné otázky: „Čím je spôsobená vodivosť vody? Čím je množstvo rozpustených minerálnych látok väčšie, tým je vodivosť ...? Keďže každá voda je viac alebo menej vodivá, je voda čistá látka? Ako voláme zmes, v ktorej sú látky rozpustené v nejakej kvapaline? Učiteľ tým vedie žiakov, aby formulovali všeobecný záver: „Vodivosť vody je spôsobená minerálnymi látkami (soľami). Čím je vo vode rozpustených viac minerálnych látok, tým je vodivejšia. Keďže každá voda obsahuje väčšie, či menšie množstvo minerálnych látok, hovoríme o vodnom roztoku.“

5. Praktické využitie

Učiteľ vyzve žiakov, aby popremýšľali nad tým, ako by sa dalo využiť poznanie o tom, že čím je vo vode viac rozpustených minerálnych látok, tým je vodivejšia. Meranie vodivosti sa dá využiť na zisťovanie množstva rozpustených minerálnych látok vo vode.

Výsledky

Videozáznamy vyhotovené na vyučovacích hodinách sme podrobili kvalitatívnej analýze. Z nej vyplýva, že najväčší problém, ktorému musí učiteľ počas realizácie takýchto modelov hodín čeliť, je vhodné riadenie diskusie a to najmä počas formulácie výskumnej otázky a predpokladov, ale i v ostatných častiach hodiny. Keď sa učiteľ oboznámil so všeobecnou štruktúrou vyučovacej hodiny vedenej výskumne ladenou koncepciou vyučovania, tak mal spočiatku tendenciu v snahe dodržať jej striktnú formu viesť diskusiu zbytočne zložitým, pre žiakov unavujúcim a málo zrozumiteľným spôsobom. Učiteľ až po viacerých skúsenostiach s takýmto vyučovaním získava postupne „cit“ pre efektívne riadenie diskusie a pre posúdenie stupňa náročnosti a zložitosti diskusie, ktorý si s danými žiakmi môže dovoliť.

Tiež sa vyskytuje tendencia učiteľa vnucovať žiakom vlastné myšlienky a formulácie. Výskumne ladená koncepcia vyučovania je pri tom postavená na práci žiakov so svojimi vlastnými úvahami, ktorým rozumujú. Hotové formulácie podávané z vonku im nie sú vlastné a nemusia im rozumieť a to ani vtedy, ak s nimi navonok súhlasia.

Ďalším problémom je aktívne zapájanie väčšiny žiakov do diskusie. Väčšinou sa do diskusie zapájali iba najaktívnejší žiaci. Učiteľ v snahe zapojiť ostatných žiakov niekedy tú istú otázku formuloval viackrát iným spôsobom. To však niekedy vedie k prílišnej zložitosti diskusie. Snaha zapojiť čo najviac žiakov je však opodstatnená. Ak sa do formulácie výskumnej otázky, predpokladov, záverov atď. zapoja iba niektorí žiaci, výsledné formulácie sú výsledkom myšlienkových aktivít iba niektorých žiakov a nie celej triedy a pre ostatných žiakov už nemusia byť zrozumiteľné.

Riešením vyššie spomenutých problémov môže byť zmena spôsobu vyučovania učiteľa. Učiteľ by mal bádateľské aktivity uplatňovať bežne. Pre učiteľa je to dôležité preto, aby sa učil ako správne moderovať diskusiu tak, aby bola pre väčšinu žiakov motivačná a zmysuplná. To si od učiteľa vyžaduje veľa rozhodnutí, trpezlivosti a sebareflexie. Výskumne ladená koncepcia vyučovania je na realizáciu oveľa náročnejšia ako tradičné výkladovo-ilustratívne vyučovanie a učiteľ sa nesmie dať odradiť hneď po prvých neúspechoch či problémoch. Z pohľadu žiakov je bežné uplatňovanie bádateľských aktivít dôležité preto, aby si na takýto spôsob vyučovania zvykli ako na niečo normálne. Naši žiaci sú totiž zvyknutí na hotový výklad, kde na diskusiu nie je veľa priestoru. Ak sa od nich očakáva, že budú premýšľať, svoje myšlienky vyjadrovať a formulovať učivo, ktoré sa majú naučiť, pripadá im to zvláštne, raritné. Potom majú tendenciu brať experimentovanie skôr ako príležitosť na voľnejšiu hodinu, než ako normálne vyučovanie, kde sa preberá nové učivo a plnia úlohy. To môže byť príčinou aj slabého zapájania do diskusie, jednoducho na to nie sú zvyknutí.

Z kvalitatívnej analýzy videonahrávok, môžeme formulovať niekoľko zásad, ktoré by mal učiteľ dodržať v záujme vytvorenia vhodných podmienok pre počítačom podporované experimentovanie výskumne ladenou koncepciou vzdelávania:

- V záujme ušetrenia času môže mať učiteľ tendenciu vynechať kontrolu priebežného pripravovania sa žiakov na hodinu. Neodporúčame vynechávať skúšanie žiakov (vrátane kontroly poznámok) na začiatku hodiny. V opačnom prípade žiaci nadobúdajú dojem, že na vyučovacej hodine, na ktorej sa experimentuje, sa nepreberá nové učivo a nemusia sa teda pripravovať. Tým by sa však strácal zmysel sprístupňovania nového učiva prostredníctvom bádateľskej metódy.
- Počas demonštračných experimentov musí mať učiteľ premyslené postavenie žiakov tak, aby

mali všetci žiaci dobrý výhľad na experiment a aby sa navzájom nevyrušovali.

- Aby žiaci boli schopní počas diskusie efektívne komunikovať s učiteľom i medzi sebou, je potrebné už na začiatku školského roka vysvetliť pravidlá diskusie a dohliadať na ich dodržiavanie počas celého školského roka.
- Počas diskusie uplatňovanej vo výskumne ladenej koncepcii vyučovania je potrebné uvažovať čo najjednoduchšie. V zložitých úvahách sa žiaci strácajú, diskusia sa komplikuje a žiaci sú čoskoro unavení a demotivovaní.
- Učiteľ by sa mal tiež vyhýbať dlhšiemu monológovi. Už počas monológu trvajúcim jednu minútu žiaci strácajú koncentráciu a začínajú presúvať pozornosť na činnosti nesúvisiace s vyučovacím procesom.
- Počas diskusie by mal učiteľ adekvátne reagovať na každú žiacku myšlienku a to aj v prípade, keď nedáva zmysel. Každú úvahu je potrebné vhodne vydiskutovať alebo naviesť žiaka na logickejšiu úvahu. V opačnom prípade žiak stráca záujem o diskusiu a motiváciu, o vnútorné zapájanie sa do vyučovacieho procesu. V žiadnom prípade by učiteľ nemal úvahu žiaka nejakým spôsobom dehonestovať a nesmie to dovoliť ani spolužiakom.
- Učiteľ by nemal žiakom vnucovať svoje myšlienky.

V snahe čo najväčšieho priblíženia sa princípom výskumne ladenej koncepcie vyučovania, sme pôvodne zamýšľali, že demonštračné experimenty budú za pomoci učiteľa demonštrovať žiaci, ktorí sa dobrovoľne prihlásia. Tento prístup sa však neosvedčil. Žiaci v tomto veku (6. až 7. ročník ZŠ) majú tendenciu predvádzať sa pred ostatnými spolužiakmi skôr než sústrediť sa na experiment. Odvádza to potom pozornosť celej triedy od podstaty samotného experimentu. Je preto vhodnejšie, keď experiment demonštruje učiteľ, pričom sa žiakov pýta, čo bude robiť (teda robí to, čo by robili aj žiaci). Ďalšia možnosť, ktorú sme však neskúšali, je, že žiaka na demonštrovanie experimentu vyberie učiteľ.

Lepšiu spoluprácu žiakov s učiteľom najmä počas diskusie možno dosiahnuť aj tým, že budeme hodnotiť ich aktivitu. Učiteľ na začiatku hodiny oznámi žiakom, že bude sledovať ich aktivitu, najmä to ako sa zapájajú do diskusie a či sa zamýšľajú nad tým, o čom sa bude diskutovať a čo sa bude robiť. Aj keď je výskumne ladená koncepcia vyučovania postavená predovšetkým na vnútornej motivácii, teda na vyvolaní zvedavosti a túžby niečo preskúmať, nemali by sme zanedbať fakt, že u niektorých žiakov je hybnou silou najmä vonkajšia moti-

vácia alebo ich prírodné vedy nepriťahujú. Kladné hodnotenie známku tak môže aktivizovať aj žiakov, ktorých by táto vyučovacia hodina inak nezaujala.

Záver

Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania nie je určená iba pre starších žiakov (stredoškólační a vysokoškólační). Je možné ju uplatňovať aj na základnej škole, a to dokonca aj na prvom stupni. Často je však potrebné vhodným spôsobom upravovať postup, teda nie je nutná snaha za každú cenu dodržiavať striktnú štruktúru výskumne ladenej koncepcie vyučovania. Bádateľské aktivity je teda možné realizovať aj s mladšími žiakmi aj keď spočiatku v jednoduchšej podobe. Učiteľ potom postupne vedie žiakov k zvládaniu plnohodnotnejšej podoby bádateľských aktivít. Od učiteľa si to však tiež vyžaduje postupné získavanie skúseností. Aj keď si učiteľ vopred premyslí vyučovaciu hodinu, často musí improvizovať aj priamo počas samotného vyučovania. Možno povedať, že úspešná realizácia počítačom podporovaných experimentov stojí a padá na úspešnom zvládnutí metódy výskumne ladenej koncepcie vyučovania a s ňou súvisiacou diskusiou medzi učiteľom a žiakmi. Zvládnutie takejto formy vyučovania si žiada od učiteľa veľa trpezlivosti, sebareflexie a skúsenosti. Nesmie sa pritom nechať odradiť prvými neúspechmi a náročnosťou tohto prístupu k vyučovaniu.

V 80. až 90. rokoch bola podobná snaha o implementáciu problémového vyučovania (ktoré v sebe zahŕňa aj výskumnú metódu, ktorá je výskumne ladenej koncepcii vyučovania veľmi podobná). Nepodarilo sa však tieto vyučovacie metódy presadiť aj do reálnej školskej praxe, kde nám stále dominuje výkladovo-ilustratívne vyučovanie. Myslíme si, že problematiku efektívnej komunikácie medzi učiteľom a žiakmi je potrebné ďalej skúmať. Tiež je potrebná dôslednejšia príprava budúcich učiteľov z hľadiska komunikácie so žiakmi a realizácie na žiaka orientovaných vyučovacích metód. Cieľom tejto snahy didaktikov prírodných vied by mala byť pomoc učiteľom o presadenie výskumne ladenej koncepcie vzdelávania v reálnej školskej praxi.

Príspevok vznikol s podporou projektov:

APVV-14-0070 Prírodovedné kurikulum pre ZŠ 2020
VEGA 1/0166/16 Identifikovanie žiackych miskoncepcií a možnosti ich odstraňovania v rámci didaktickej rekonštrukcie kľúčových okruhov chémie na základných a stredných školách

Literatúra

1. BANCHI, H., BELL, R. 2008. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.

2. BÍLEK, M., HRUBÝ, J. 2012. Počítačem podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied* : Zborník z medzinárodnej konferencie, Smolenice 15. – 17. október 2012. Trnava : Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2012. ISBN: 978-80-8082-541-6, s. 1-7.
3. HAMNE, P., BERNHARD, J. 2001. Educating pre-service teachers using hands-on and microcomputer based labs as tools for concept substitution. In *Physics Teacher Education Beyond 2000*. Paris : Elsevier, 2001, p. 663-666.
4. HELD, L. a kol. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
5. SKORŠEPA, M., ŠMEJKAL, P. 2012. Rozvoj kompetencií študentov a učiteľov prostredníctvom reálnych počítačom podporovaných experimentov vo vyučovaní prírodných vied. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied* :
- Zborník z medzinárodnej konferencie, Smolenice 15. – 17. október 2012. Trnava : Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2012. ISBN: 978-80-8082-541-6, s. 256-262.
6. SKORŠEPA, M., TORTOSA, M., WOLDRON-URBAN, H., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P. 2013. Implementácií aktivít do vyučovania v počítačom podporovanom laboratóriu na stredných školách. In *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie III* : Zborník z medzinárodnej konferencie, Donovaly 29. – 31. 5. 2013. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied UMB. ISBN: 978-80-5570-546-0, s. 78 – 83.
7. TRNA, J. (2011). Konstruktívny výskum (design-based research) v prírodovedných didaktikách. *Scientia in educatione*, 2(1), p. 3-14. ISSN 1804-7106. Dostupné online: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/11/12>

DIDAKTIKA PREDMETU

CHÉMIA

Realizácia bádateľských aktivít s využitím počítačom podporovaných experimentov z termochémie na ZŠ

Mgr. Vladimír Gašparík,

prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD.

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie
a pedagogiky,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Abstract

This article deals with design research of implementation of computer-based chemical experiments carried out with inquiry-based learning focused on thermochemical phenomena during chemical reactions in elementary school. The main aims are creation of lesson models and instructions according to qualitative analysis of experiences and videorecordings from realisation of these experiments.

Úvod

Počítačom podporované experimenty sú také, kde sa využívajú senzory na meranie rôznych veličín (napr. teplota, pH a pod.), pričom získané dáta sa zobrazujú na obrazovke počítača (obr. 1). Keďže pri týchto experimentoch získavame dáta meraných veličín, hovoríme

tiež o kvantitatívnych experimentoch. Kvantitatívne experimenty majú potenciál rozvíjať schopnosť žiakov vyhodnocovať namerané dáta, interpretovať grafické údaje, umožňujú hlbšie prenikanie do podstaty javov, rozvíjajú exaktnosť a medzipredmetové vzťahy (Tóthová, Prokša, 2002). Školské počítačové meracie systémy poskytujú možnosť pomerne rýchleho získavania experimentálnych dát, ich jednoduché a rýchle spracovanie, a tým umožňujú, aby zvyšný čas vo vyučovaní mohol byť venovaný interpretácii a zdôvodneniu získaných experimentálnych výsledkov. Okamžitá odozva v podobe tvoriaceho sa grafu je prínosná pre pochopenie podstaty prírodného javu alebo procesu (Brassel, 1987).

Obr. 1 Zapojenie senzora pri počítačom podporovaných experimentoch – senzor je k počítaču (počítačom nemusí byť iba notebook, ale i tablet, iPad, iPhone) pripojený cez tzv. interfejs. Existujú aj špeciálne pre tento účel vyrábané zariadenia, ktoré v sebe zahŕňajú aj interfejs aj počítač s obrazovkou.



Avšak iba jednoduché použitie novej technológie nemusí znamenať efektívnejšie učenie. Môžeme povedať, že efekt vyučovania sa rovná súčinu vyučovacej pomôcky (napr. počítačom podporované laboratórium) a vyučovacej metódy. Ak sa jeden z činiteľov (napr. vyučovacia metóda) rovná nule, tak i výsledok bude nula napriek tomu, že druhý činiteľ bude mať vysokú hodnotu (Demkanin a kol., 2012). Súčasným trendom v didaktike prírodovedných predmetov je presadzovanie konštruktivistických, na žiaka orientovaných prístupov k vyučovaniu. Jedným z takýchto prístupov je i výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (bádateľské aktivity, vyučovacia hodina s výskumným dizajnom) (Held, 2011). Pozitívne vyučovacie výsledky s využitím počítačom podporovaného laboratória sa dosiahli práve v kombinácii s bádateľskými aktivitami.

Avšak potenciál počítačom podporovaného laboratória nie je zatiaľ učiteľmi v praxi naplno využívaný. Jednou z prekážok je medzi inými i nedostatočné povedomie učiteľov o potenciále a vhodnom spôsobe využitia toho nástroja. Ďalej je to tiež nedostatok podporných materiálov (sady experimentov vhodne zapracovaných do kurikula, metodické materiály, pracovné listy a pod.). Okrem toho musia učitelia čeliť viacerým ťažkostiam vyplývajúcich zo samotnej realizácie počítačom podporovaných experimentov, ktoré súvisia napr. so zvládnutím výskumne ladenej koncepcie prírodovedného vzdelávania v praxi (Šorgo and Kocijančič, 2012; Bingimlas, 2009).

Ciele a metódy

V našej práci sme realizovali výskum nazývaný ako konštrukčný (Trna, 2011) implementácie počítačom podporovaných chemických experimentov realizovaných výskumne ladenou koncepciou prírodovedného vzdelávania na základnej škole. Cieľom bolo vypracovať model v rozsahu dvoch vyučovacích hodín na tému „Energetické zmeny pri chemických reakciách“ pre 7. ročník ZŠ. Následne overiť možnosti jeho implementácie v reálnej školskej praxi, pričom sme sa zamerali najmä na identifikáciu ťažkostí, ktoré sa môžu počas vyučovania vyskytnúť, a ktorým musí učiteľ počas realizácie takéhoto vyučovania čeliť. Napokon sme sa pokúsili navrhnúť zásady, ktoré je potrebné dodržať pre úspešnú implementáciu takýchto modelov vyučovacích hodín.

Model vyučovacích hodín sme vytvorili s ohľadom na všeobecnú schému výskumne ladenej koncepcie vyučovania (obr. 2).

Model vyučovacích hodín sme v priebehu školských rokov 2013/2014 a 2014/2015 a 2015/2016 realizovali vo vyučovaní chémie na dvoch základnej škole v Brati-

slave v 7. ročníku. Vyučovanie bolo realizované potom ako si žiaci osvojili učivo o chemických reakciách. Z každej vyučovacej hodiny bol vyhotovený videozáznam viacerými statickými kamerami. Videozáznam spolu s poznámkami z pozorovania sme ďalej podrobili kvalitatívnej analýze s využitím prvkov metódy zakotvenej teórie (Hendl, 2008).

Obr. 2 Všeobecná schéma výskumne ladenej koncepcie vzdelávania



Popis modelu vyučovacích hodín a chemického experimentu s výskumným dizajnom

Samotnej realizácii modelu vyučovacích hodín predchádza nácvik práce s meracími systémami, ako je teplotný senzor pripojený k počítaču. Žiaci si na predchádzajúcej hodine musia vyskúšať ako s týmto zariadením meria teplota, ako sa spúšťa záznam krivky v grafe závislosti teploty od času a ako sa spustí krivka ďalšieho merania. Podľa našich skúseností, stačí na to vyhradiť približne 20 minút. Na nasledovnej vyučovacej hodine sa môže realizovať samotný model hodín s výskumným dizajnom.

Pri využití výskumne ladenej koncepcie vyučovania je prvým krokom tzv. stimulujúca situácia (obr. 2). Je to situácia, ktorá má u žiaka vyvolať pozornosť, zvedavosť a motivovať ho k preskúmaniu určitého problému. V našom prípade sme za stimulujúcu situáciu zvolili jednoduchú otázku. Žiaci si totiž na predchádzajúcich hodinách osvojili učivo o chemických reakciách a vedia, že pri chemickej reakcii sa jedny látky spotrebúvajú a iné produkujú. Stimulujúca otázka preto znela: „Môže sa počas chemickej reakcie spotrebovať alebo produkovať aj niečo iné ako látky?“ To vedie najprv k diskusii o tom, či existuje aj niečo iné ako látky. Žiaci napokon za pomoci učiteľa prídu na to, že žiarenie ako je napr. svetlo

a teplo nepovažujeme za látku, a že sa môže počas chemickej reakcie produkovať, napr. pri horení. V niektorých triedach sa stane, že žiak uvedie aj príklad na chemickú reakciu, ktorá svetlo pohlcuje, a to fotosyntézu.

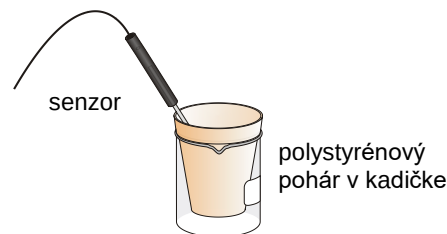
Ďalšími krokmi vyučovania sú formulácia výskumnej otázky a predpokladov (keďže žiaci na základnej škole ešte nie sú schopní tvoriť hypotézy v pravom zmysle slova, hypotézy sa tu nahrádzajú jednoduchými predpokladmi). Zo skúseností realizácie viacerých modelov hodín aj na iné témy sme zistili, že formulovať zvlášť výskumnú otázku a potom predpoklad(y) je pre žiakov ZŠ pomerne zložitá a máťúce. Tu preto pristupujeme k zjednodušeniu, kde sa formuluje iba výskumná otázka (ak je formulovaná v oznamovacom spôsobe hovoríme jej výskumná úloha), ktorá v sebe implicitne ukrýva aj predpoklad(y). Ak žiaci v predchádzajúcej úvahe uviedli iba príklad chemickej reakcie, ktorá žiarenie produkuje, môžu formulovať výskumnú úlohu: „Existujú aj chemické reakcie, ktoré žiarenie pohlcujú?“ Ak žiaci predtým viedli aj príklad chemickej reakcie, ktoré žiarenie pohlcuje, výskumná úloha môže znieť: „Je bežné, že chemické reakcie žiarenie produkujú alebo pohlcujú?“ Formulovať výskumnú otázku, ako i pracovný postup, pozorovanie a záver by mali žiaci. Učiteľ im pritom iba pomáha. Aj keď má učiteľ vopred scenár hodiny premyslený, môžu bežne nastať situácie, keď bude musieť improvizovať a nemal by napr. nasilu vnucovať vlastnú verziu výskumnej úlohy alebo záverov.

Po formulácii výskumnej úlohy učiteľ vyzve žiakov aby navrhli jednoduchý pracovný postup (stručnejší ako je dole uvedený postup). Počas toho informuje žiakov, že

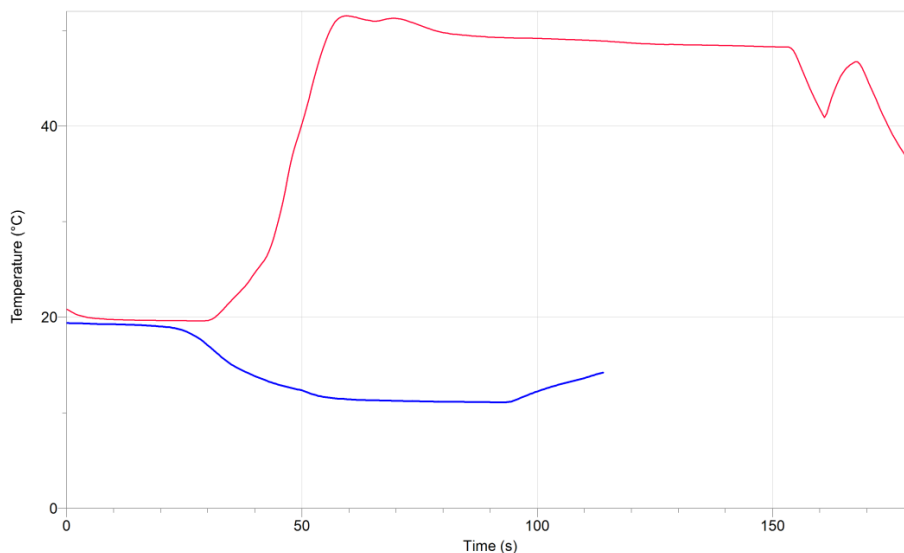
majú k dispozícii teplotný senzor a nasledovné chemikálie: práškový horčík a kyselinu chlorovodíkovú ($w = 0,05$) na prvú chemickú reakciu a jedlú sódu (sódu bikarbónu) a kyselinu citrónovú ($w = 0,30$) na druhú chemickú reakciu. Do 250 ml kadičky sa nasadí polystyrénový pohárík (obr. 3). Do pohára nalejeme 40 ml kyseliny chlorovodíkovej. Do navažovacej lodičky si pripravíme za malú kovovú lyžičku horčíka. Ponoríme teplomer do kyseliny, zapneme záznam grafu a pridáme horčík. Pri druhej chemickej reakcii nalejeme do pohára 40 ml kyseliny citrónovej, do navažovacej lodičky si pripravíme za laboratórnu plastovú lyžičku jedlej sódy a postupujeme ako v predchádzajúcom prípade. Žiakov upozorníme aby sa nepozerali do pohára zhora, nevdychovali výpary (najmä pri prvej chemickej reakcii) a nasadili si okuliare. Žiaci pracujú v skupinách najlepšie vo dvojiciach.

Po experimente nasleduje pozorovanie. Žiaci si načrtnú do grafov krivky zaznamenané počas prvej aj druhej chemickej reakcii a formulujú pozorovanie o tom, ako sa počas reakcií menila teplota. Príklad žiakmi zaznamenaných zmien teploty je na obr. 4.

Obr. 3 Aparatúra na meranie teploty počas chemickej reakcie



Obr. 4 Záznam zmeny teploty počas chemických reakcií jednej z pracovných skupín žiakov. Horná krivka zaznamenáva zmenu teploty počas chemickej reakcie kyseliny chlorovodíkovej s horčíkom a dolná krivka kyseliny citrónovej s jedlou sódou.



Počas diskusie učiteľ vyzve žiakov, aby konfrontovali svoje predpoklady, resp. výskumnú úlohu s pozorovaním. Žiaci tak prídu k názoru, resp. si potvrdia, že existujú chemické reakcie, ktoré žiarenie produkujú, aj reakcie, ktoré ho spotrebúvajú. Učiteľ teraz postaví žiakov pred problém, či možno na základe niekoľko málo overených príkladov tvrdiť, že je tomu tak vždy, že počas chemickej reakcie sa teplo (resp. žiarenie) buď produkuje alebo pohlcuje. To vedie k hľadaniu ďalších príkladov, pričom sa žiaci snažia prísť na to, či žiarenie spotrebúvajú alebo produkujú. Diskutovanými príkladmi sú horenie, dýchanie, fotosyntéza, varenie, výroba vápna a železa. Učiteľ tiež upozorní, že žiarenie ako sú teplo a svetlo sú formou energie, preto bude ďalej vhodné hovoriť o energii. Počas diskusie o vyššie uvedených príkladoch chemických reakcií učiteľ tiež vyzýva žiakov, aby premýšľali o tom, či sú na energiu bohatšie reaktanty alebo produkty.

Napokon žiaci formulujú záver o tom, že existujú dva typy chemických reakcií. Jedny energiu produkujú a ďalšie energiu spotrebúvajú. V prvom prípade vznikajú produkty s nižším obsahom energie, v druhom prípade produkty s vyšším obsahom energie ako produkty. Učiteľ poskytne pomenovanie exotermická a endotermická chemická reakcia. Tieto pojmy môže vysvetliť tak, že exo (podobné anglickému exit) znamená, že teplo uniká von z látok a endo (podobné anglickému into) znamená, že teplo sa ukladá do látok. Napokon si žiaci ku každej skupine napíšu príklady.

Príklad pracovného listu je uvedený v prílohe.

Výsledky

Nácvik práce s meracím zariadením na predchádzajúcej hodine, predtým ako budú žiaci prvýkrát s týmto zariadením pracovať samostatne počas experimentu, sa osvedčil. Napriek tomu, že žiakom zvyčajne nerobí problémy zvládnutie práce s týmito prístrojmi, novosť práce s tými pomôckami by u žiakov zbytočne odupätala pozornosť od podstatných vnútorných činností, ako je pozorovanie výsledkov v prípade, že s nimi pracujú prvýkrát už počas samotného experimentovania.

Skúsenosti z realizácie samotného modelu vyučovacích hodín ukazujú, že žiaci sú schopní splniť úlohy, ktoré sú im počas vyučovania kladené vrátane formulácie výskumnej úlohy a záverov ako kľúčových súčastí výskumne ladennej koncepcie vyučovania. Žiaci nemali problém správne interpretovať grafický záznam. Robili to intuitívne, bez potreby vysvetľovať jednotlivé časti a funkcie použitého grafu. Ťažkosti, ktoré sa vyskytli s vhodným moderovaním diskusie učiteľom a zapájaním sa do diskusie pripisujeme nedostatočnej skúsenosti učiteľa i žiakov s takýmto prístupom k vyučovaniu.

Z kvalitatívnej analýzy videonahrávok, môžeme formulovať niekoľko zásad, ktoré by mal učiteľ dodržať v záujme vytvorenia vhodných podmienok pre počítačom podporované experimentovanie výskumne ladenou koncepciou vzdelávania:

- Počas diskusie pred a po pokuse nemajú byť prítomné na pracovných stoloch laboratórne pomôcky a technika. Prítomnosť pomôcok na pracovnom stole odpútava pozornosť žiaka od predmetu diskusie, čo vedie k následnému neporozumeniu na hodine vykonávaných činností. Učiteľ organizuje vyučovanie tak, aby žiaci mali prístup k pomôckam a technike iba počas samotného experimentovania.
- Učiteľ nastaví počítače tak, aby sa počas zaklopenia monitora notebook nevypol, ani neuspal. Učiteľ rozdá už zapnuté počítače s vopred otvoreným súborom, ktorý už má nastavené všetky potrebné parametre (dĺžka záznamu a rozsah hodnôt meranej veličiny) tak, aby po vyklopení monitora bol už pripravený na meranie a záznam grafu. Ušetrí sa tým čas a vyhneme sa tým riešeniu technických problémov, ktoré žiakov rozptyľujú.
- Dodržiavanie primeranej frekvencie realizácie školských chemických experimentov na hodinách chémie. Učiteľ by mal na hodinách chémie realizovať experimenty pravidelne a nie iba zriedkavo. Ak sa experimenty uskutočňujú iba sporadicky, pre žiakov sa takáto situácia stáva raritou sprevádzanou silným emocionálnym zážitkom a žiaci potom nevnímajú experimentovanie ako pracovnú činnosť, na ktorej majú plniť určité úlohy a získavať nové poznatky.
- Dodržiavanie primeranej frekvencie využívania bádateľských aktivít na sprístupňovanie nového učiva. Túto metódu by mal učiteľ využívať bežne. Ak učiteľ vo vyučovaní chémie využíva väčšinou iba výkladovo-ilustratívnu metódu, žiaci nie sú zvyknutí na iný typ vyučovania. Následne počas prípadnej snahy učiteľa o využitie bádateľskej aktivity vyžadujúcej od žiakov aktívne vnútorné zapájanie sa a diskusiu, žiaci nie sú schopní sa adekvátne podieľať na vyučovacom procese.
- Neodporúčame organizovať viac ako dvojčlenné pracovné skupiny. Aj keď niektorí žiaci radi pracujú v trojčlenných skupinách, naše skúsenosti ukazujú, že tretí člen skupiny je pomerne pasívny a iba sa prizerá činnostiam realizovaných ostatnými spolužiakmi.
- Na ušetrenie času potrebného na experimentovanie a diskusiu, odporúčame využívať pracovné listy, v ktorých je značná časť textu predtlačená a žiaci ho iba dopĺňajú.

- Učiteľ by mal vyzývať do diskusie všetkých žiakov a nemal by sa uspokojiť iba so zapájaním sa niektorých najaktívnejších žiakov. Ak sa do diskusie zapájajú iba niektorí žiaci, formulované predpoklady i závery nie sú výsledkom uvažovania celej triedy a väčšina žiakov sa potom s nimi nemusí stotožniť, čo je v rozpore s konštruktivistickým prístupom k vyučovaniu.
- Učiteľ by mal žiadať od žiakov odôvodnené tvrdenia, žiaci by nemali hádať.
- Nesnažiť sa za každú cenu dokončiť diskusiu a formulovať záver do konca vyučovacej hodiny. Ak sú žiaci po experimente unavení a málo sústredení, je lepšie dokončiť diskusiu na ďalšej hodine.

Pre takéto interaktívne formy vyučovania, ako je výskumne ladená koncepcia vyučovania (bádateľské aktivity), je dôležité, aby mali žiaci osvojené určité pravidlá diskusie. Ich dôsledné dodržiavanie je jedným z predpokladov kvalitnej diskusie počas takéhoto spôsobu vedenia vyučovania.

- naraz hovorí iba jeden žiak, pričom ostatní žiaci ho počúvajú
- každý žiak môže vyjadriť svoju myšlienku
- diskusia nesmie byť rušená inými aktivitami alebo nevhodnými poznámkami a žiadna myšlienka nesmie byť zosmiešňovaná.

Záver

Napriek istým ťažkostiam pri komunikácii žiakov s učiteľom a žiakov navzájom sa počas realizácie predkladaného modelu vyučovacích hodín sa nevyskytli zásadné problémy, ktoré by bránili jeho uskutočneniu. Naopak, na žiakov pôsobil veľmi motivačne a žiaci dokázali s učiteľom spolupracovať do takej miery, aby splnili zadané úlohy. Na základe našich skúseností preto možno predkladaný model vyučovacej hodiny odporučiť pre sprístupňovanie exotermických a endotermických chemických reakcií na ZŠ.

Ťažkosť, ktorej musí učiteľ čeliť pri realizácii takýchto experimentov je najmä efektívna komunikácia medzi žiakmi a učiteľom, špeciálne pri formulácii predpokladov a záverov. Ďalej je to snaha o zapájanie všetkých žiakov do diskusie. Možno povedať, že úspešná realizácia počítačom podporovaných experimentov stojí a padá na úspešnom zvládnutí prvkov výskumne ladenej koncepcie vyučovania a s ňou súvisiacou diskusiou medzi učiteľom a žiakmi. Zvládnutie takejto formy vyučovania si žiada od učiteľa veľa trpezlivosti, sebareflexie a skúse-

nosti. Nesmie sa pritom nechať odradiť náročnosťou tejto vyučovacej metódy a prvými neúspechmi.

Myslíme si, že problematiku efektívnej komunikácie medzi učiteľom a žiakmi je potrebné ďalej skúmať. Tiež je potrebná dôslednejšia príprava budúcich učiteľov z hľadiska komunikácie so žiakmi a realizácie na žiaka orientovaných vyučovacích metód.

Príspevok vznikol s podporou projektov:

APVV-14-0070 Prírodovedné kurikulum pre ZŠ 2020

VEGA 1/0166/16 Identifikovanie žiackych miskoncepcií a možnosti ich odstraňovania v rámci didaktickej rekonštrukcie kľúčových okruhov chémie na základných a stredných školách

Literatúra

1. BINGIMLAS, K., A. (2009). Barriers to the Successful Integration of ICT in Teaching and Learning Environments: A Review of the Literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(3), 235-245.
2. BRASSEL, H. (1987). The effect of real-time graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research of Science Teaching*. 1987, vol. 24, no. 2, s. 385-395.
3. DEMKANIN, P., BARTOŠOVIČ, L. and VELANOVÁ, M. (2012). Simple multiplication as a form of presenting experience with introducing data loggers to physics teachers who do not have any experience with usage of such tools in education. *EDULEARN12 Proceedings, 4th International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona, Spain, July 2-4, 2993-3002.
4. HELD, L. a kol. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
5. HENDL, J. (2008) *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Praha: Portál.
6. ŠORGO, A., KOCIJANČIČ, S. (2012). False Reality or Hidden Messages: Reading Graphs Obtained in Computerized Biological Experiments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(2), 129-135.
7. TÓTHOVÁ, A., PROKŠA, M. (2002). Didaktické možnosti kvantitatívnych chemických experimentov. *Aktuální otázky výuky chemie XII*. ISBN 80-7041-437-5, Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, s. 239-242.
8. TRNA, J. (2011). Konstrukční výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách. *Scientia in educatione*, 2(1), p. 3-14. ISSN 1804-7106. Dostupné online: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/11/12>

Biologicky cenné látky v cesnaku kuchynskom (*Allium sativum* L.)

Ing. Marianna Lenková
prof. Ing. Ján Tomáš, CSc.
doc. Ing. Judita Bystrická, PhD.
Ing. Petra Kavalcová

Katedra chémie
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
mariannalenkova@gmail.com
jan.tomas@uniag.sk
judita.bystricka@centrum.sk
kavalcova.petra@gmail.com

Abstract

Garlic is flavorful specific, widely distributed plant used in all parts of the world. It plays an important role in the daily diet of human and has proven antioxidant and biological activity. Garlic is used as a flavoring in food and in traditional medicine or as a functional food to improve physical and mental health. The beneficial effects of garlic have been recorded under various human diseases (diabetes mellitus, cancer, atherosclerosis, immune deficiency, and others).

Cesnak je jednou z najstarších kultúrnych rastlín. Pochádza zo strednej Ázie, odkiaľ sa rozšíril do Stredomoria a celej Európy, na Ďaleký východ do Číny, Kórei, Japonska (Malý a Petříková, 2000). Bol pestovaný už pred naším letopočtom. Cesnak ľudstvo sprevádzal dlhými dejinami a chránil ho pred chorobami a epidémiami. Je členom rozsiahleho botanického rodu *Allium*, ktorý má medzi rastlinami zvláštne postavenie (Malý, 2003). Cesnak kuchynský (*Allium sativum* L.) je vytrvalá bylina z čeľade ľaliovitých (*Liliaceae*). Základné rozdelenie sortotypu cesnaku je na paličiaky a nepaličiaky. Rozoznávame paličiaky (modré zimné cesnaky), nepaličiaky širokolisté (biele zimné cesnaky) a nepaličiaky úzkolisté (biele jarné cesnaky) (Petříková, 2006; Malý, 2003). Celosvetovo sa zbiera 11,8 miliónov tón cesnaku, z toho Čína vyprodukuje 8,8 miliónov tón cesnaku. Cesnak patrí medzi pestovateľsky veľmi obľúbenú zeleninu, tradične využívanú ako v kuchyni tak aj v ľudovom liečiteľstve (Petříková, 2006). Má vysokú nutričnú hodnotu, vyznačuje sa vysokým obsahom aromatických látok, minerálnych látok a vitamínov. Cesnak vyniká vysokým obsahom sušiny a látok, z nich najdôležitejšie sú sírne zlúčeniny, ktoré tvoria základ charakteristických silíc (Konvička, 1998; Amagase et al., 2001). Sušina cesnaku obsahuje bielkoviny, tuky, sacharidy, vlákninu, vitamíny a prchavé silice. Cesnak obsahuje veľké množstvo látok, ktoré sú významné pre ľudský organizmus. Zaraďujeme sem minerálne látky (vápnik, železo, horčík, sodík, draslík, fosfor, zinok, jód, selén, mangán, meď), vitamíny (tiamín – B1, riboflavín – B2, niacín – B3, pyridoxín – B6, kyselina listová – B9, kyselina askorbová – C, retinol – vitamín A) a enzýmy. Jednou z

jeho najvýznamnejších zložiek je alliín (zlúčenina obsahujúca síru) premieňajúci sa na allicín, silné prírodné antibiotikum. Cesnak obsahuje najmenej štyrikrát viac síry ako cibuľa, brokolica a karfiol (Konvička, 1998; Slíva a Minárik, 2009).

Cesnak obsahuje antioxidantné fytochemikálie, ktoré zabraňujú oxidačnému poškodeniu. Medzi látky s touto schopnosťou patria predovšetkým flavonoidy a organosírne zlúčeniny rozpustné vo vode (S-allyl cysteín a S-allyl merkaptocysteín) a v tukoch (allicín a jeho rozkladné produkty), ďalej sem zaraďujeme vitamín C a selén (Borek, 2001). Antioxidanty sú zlúčeniny, ktoré regulujú oxidačné pochody v organizme, zabraňujú nežiaducim reakciám a poskytujú ochranu bunkovým štruktúram proti voľným radikálom (Kodíček, 2004). V potravinách hrajú dôležitú úlohu z hľadiska ochrany zdravia. Vedec-ké poznatky naznačujú, že antioxidanty znižujú riziko civilizačných ochorení. Medzi tieto ochorenia patria najmä diabetes mellitus, ateroskleróza, infarkt myokardu, cievna mozgová príhoda, celkové oslabenie imunitného systému, hypertenzia a iné (Young a Woodside, 2001).



Medzi najvýznamnejšie látky s antioxidačným účinkom (okrem kyseliny askorbovej – vitamínu C) zaradujeme polyfenolické zlúčeniny (polyfenoly). Tieto látky obsahujú vo svojej chemickej štruktúre jedno alebo viac benzénových jadier s naviazanými hydroxyskupinami (Sies, 2010). Polyfenoly patria medzi hojne sa vyskytujúce látky prevažne v rastlinách a potravinách z nich vyrobených, ktoré tvoria bežnú súčasť ľudskej stravy. Denný príjem polyfenolov v strave sa pohybuje okolo 1 g (Scalbert et al., 2005).

Antioxidačný účinok látok vyplýva z ich špecifickej štruktúry. U látok fenolového typu (flavonoidy), ktoré sú schopné prerušiť reťazovú radikálovú reakciu, závisí antioxidačná schopnosť od počtu a polohy hydroxylových skupín aj typu ďalších substituentov. Tieto štruktúrne faktory podmieňujú jednoduchosť odštiepovania vodíka z molekuly antioxidantu, čím sa inaktivujú radikály vzniknuté oxidáciou lipidov alebo metabolickými pochodmi.

Polyfenoly rozdeľujeme na flavonoidy, fenolické kyseliny, stilbény, tokoferoly a karotenoidy (Manach et al., 2004). Môžeme ich nájsť v najrôznejších komoditách rastlinného pôvodu. Cesnak kuchynský má vysoký obsah flavonoidov. Flavonoidy sú antioxidanty rozpustné vo vode. Chemicky sú flavonoidy polyfenoly, ktoré obsahujú 15 uhlíkových atómov. Flavonoidy majú uplatnenie v lekárstve alebo sa uplatňujú ako rastlinné farbivá (Klouda, 2005; Mindell, 2000). Flavonoidy patria do skupiny rastlinných pigmentov syntetizovaných z fenylationínu, ktoré sa vyskytujú vo všetkých častiach rastlín, najmä vo fotosyntetizujúcich rastlinných bunkách (Yao et al., 2004).

Flavonoidy sú schopné viazať prechodné kovy, inaktivovať a ovplyvňovať niektoré enzýmy (napr. proteinázu C), inhibovať lipooxygenázu a lipoperoxidázu. Prejavujú sa protizápalovými, protisklerotickými a protinádorovými

účinkami (Racek, 2003). Flavonoidy obsahujú v molekule 2 benzénové kruhy spojené trojuhlíkovým reťazcom. Podľa stupňa oxidácie C3 reťazca sa rozoznávajú šesť základné štruktúry flavonoidov (tab. 1).

Najbohatším zdrojom flavonoidov je cesnak (až 1,2 g.kg⁻¹ čerstvej hmotnosti), následne pór, brokolica a čučoriedky (Lachman et al., 2000). Najznámejšími aglykónmi sú kvercetin, kemferol a myricetin (obr. 2). Kvercetin je všadeprítomný v ovocí a zelenine a je kvantitatívne najviac zastúpený v rastlinnej strave (Scalbert a Williamson, 2000). Flavonoidy zvyšujú dvadsaťnásobne využiteľnosť vitamínu C, posilňujú obranyschopnosť, pôsobia ako antioxidanty a majú preukázané protinádorové účinky (Konvička, 1998; Manoušková, 2007).

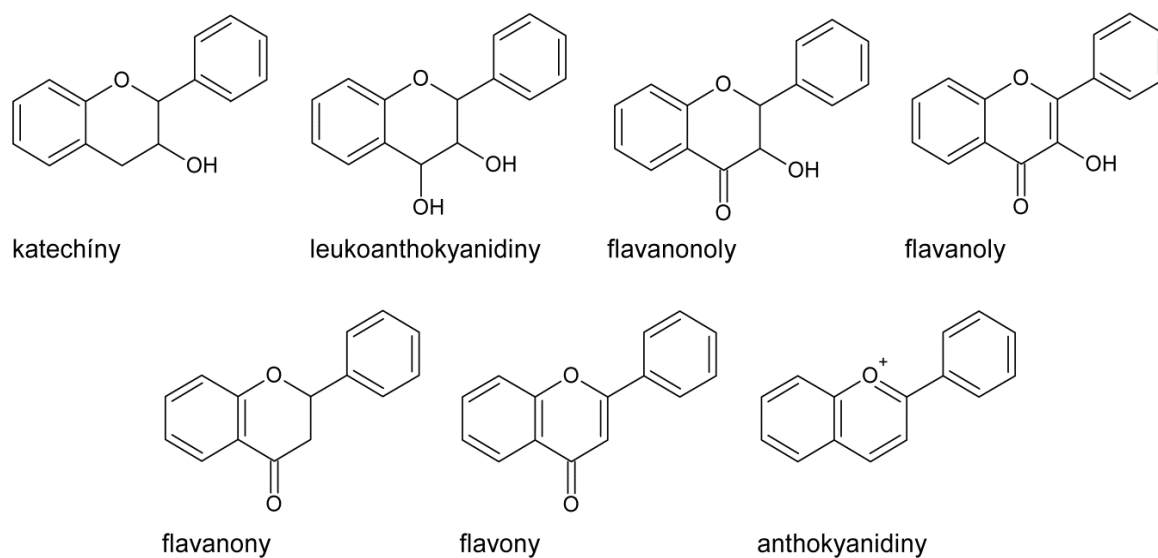
Zdraviu prospešné účinky cesnaku sú pripísané hlavne sírnym zlúčeninám. Sírne zlúčeniny sú veľmi dôležitou skupinou vonných a chuťových látok potravín určujúcich alebo významne ovplyvňujúcich žiaducu arómu celého radu potravín. Môžu však byť nositeľom rôznych nežiaducich príchutí (Velíšek, 2002). Oficiálne nie sú stanovené odporúčené denné dávky síry, ale denný príjem síry je 0,1 – 0,6 g (Velíšek a Hajšlová, 2009). Hlavnými zlúčeninami obsahujúce síru v cesnaku sú γ -glutamyl-S-allyl-L-cysteín a S-allyl-L-cysteín sulfoxidy (alliín) (Amagase, 2006).

Alliín (S-allylcysteínsulfoxid) je najdôležitejšou aminokyselínou cesnaku (Konvička, 1998; Velíšek, 2002). Alliín je tepelne stabilná zlúčenina, a preto pri sušení cesnaku je zachovaná jeho biologická aktivita. Jeho obsah v čerstvom cesnaku je 0,2 – 2 % (Kodovská, 2011). Alliín sa v cesnaku nenachádza, vzniká až pôsobením enzýmu allinázy z alliínu. Po spracovaní, ako je rezanie, drvenie, žuvanie alebo dehydratácia, pôsobením allinázy dochádza k premene alliínu na allicín (Amagase et al., 2001).

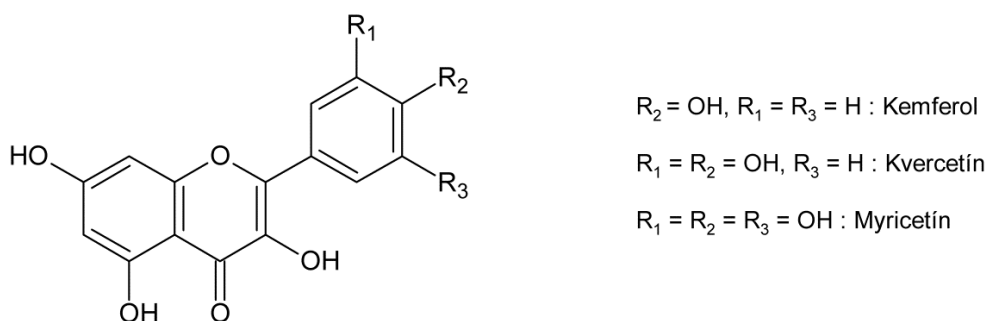
Tab. 1 Základné štruktúry flavonoidov (Velíšek, 2002)

Rozdelenie flavonoidov	katechíny (3-flavanoly)
	leukoantokyanidíny (3,4-flavandioly)
	flavanóny
	flavóny
	flavonoly
	antokyanidíny

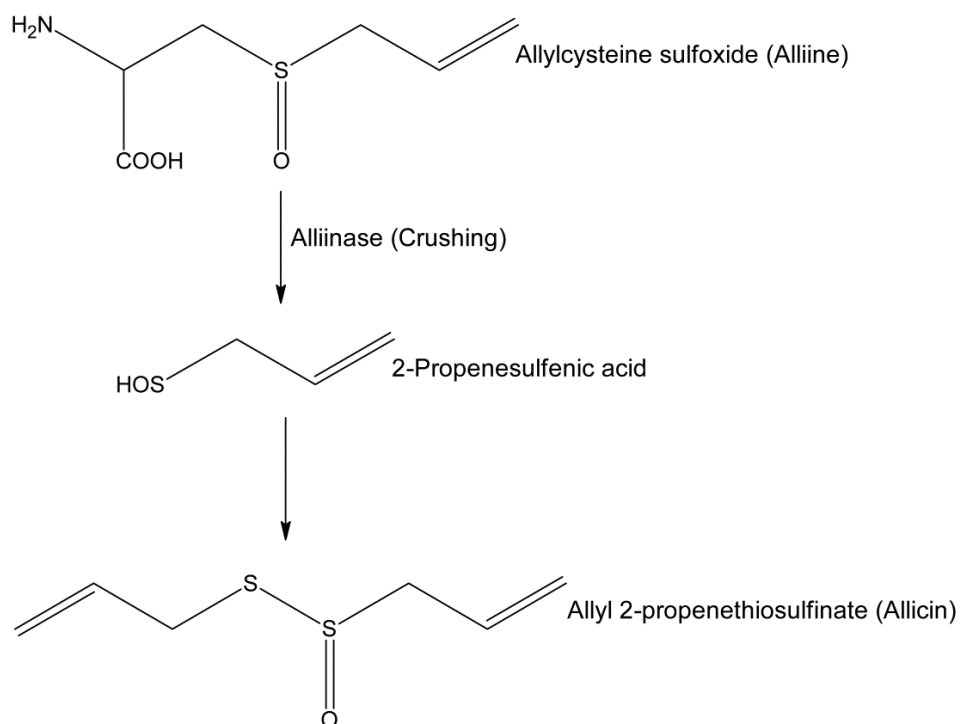
Obr. 1 **Rozdelenie flavonoidov** (Hohnová, 2010)



Obr. 2 **Chemická štruktúra kemferol, kvercetín, myricetín** (Manach et al., 2004)



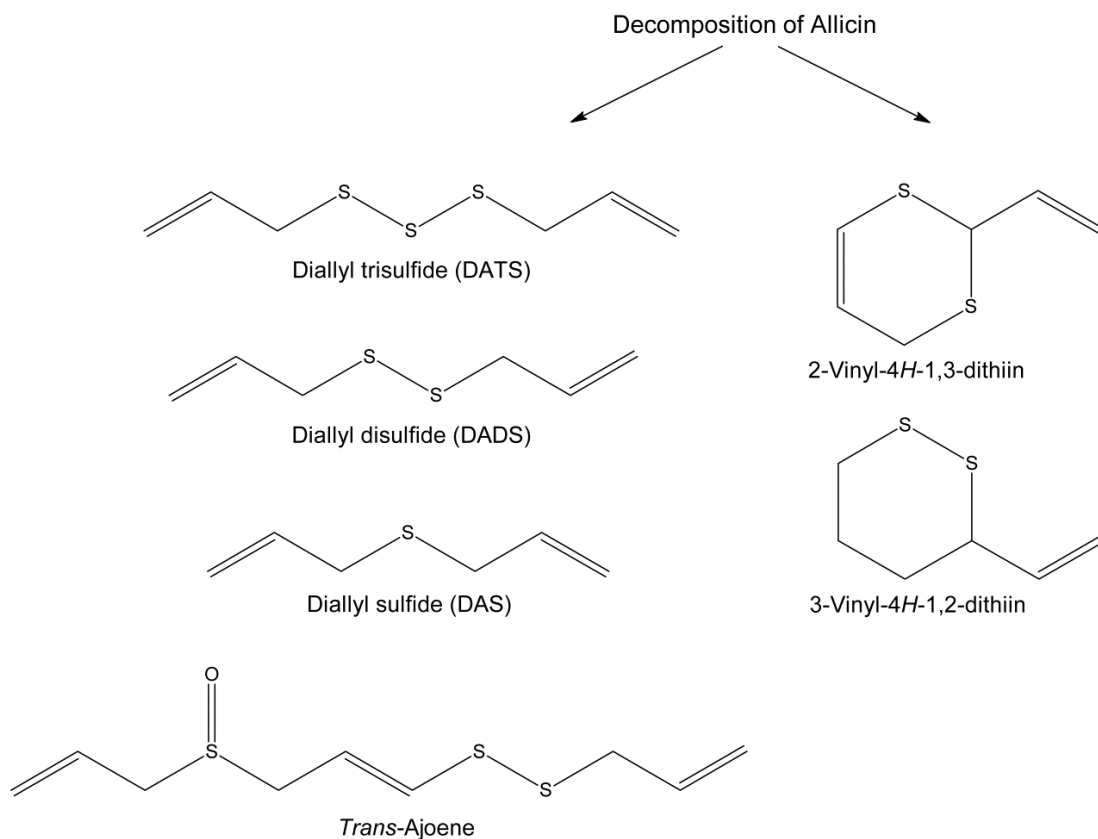
Obr. 3 **Biosyntéza allicínu** (Lawson, 2008)



Allicín sa vo vodnom (polárnom) prostredí disproportionuje za tvorby diallytiosilfonátu (pseudoallicínu) a diallyl-disulfidu, ktorý ďalej poskytuje diallylsulfid a diallyltrisulfid. V nepolárnom prostredí (napr. pri smažení v oleji) sa z allicínu tvoria tzv. ajoény a vinyldithiiny (Velíšek, 2002). Allicín je nestabilný, slabo nažltlá olejovitá tekuti-

na cesnakového zápachu a štiplavej chuti, opticky neaktívny, slabo rozpustná pri 10 °C. Varom sa rýchlo rozkladá a je nositeľom antibiotických a iných účinných vlastností cesnaku. Allicín má silné baktericídne, fungicídne, bakteriostatické a mykostatické vlastnosti (Velíšek, 2002; Bulková, 2011).

Obr. 4 **Rozklad allicínu** (Lawson, 2008)



Krátko po zjedení cesnaku, za niekoľko minút, allicín mizne a nie je možné ho vystopovať v krvi ani v moči, lebo sa metabolicky rýchlo mení na prchavý allylmerkaptan a ďalšie prchavé látky (allylmetylsulfid), objavujúce sa vo vzduchu vydychovaným ľuďmi konzumujúcich cesnak. Spojením dvoch molekúl allicínu vzniká látka s disulfidovou väzbou zvaná ajoén s potenciálnym antitrombotickým pôsobením. Medzi ďalšie zlúčeniny skúmané v cesnaku patria: diallylsulfid, polysulfidy (diallyldi-, tri- a tetrasulfid), vinyldithiin (prekursor ajoénu), methiin, γ -glutamyl-S-allylcysteín (Iciek et al., 2009). Cesnak kuchynský obsahuje aj iné významné antioxidanty, ako sú vitamín C a selén. Vitamín C (kyselina askorbová) pôsobí ako kofaktor mnohých enzýmov, je potrebný pre hydroxyláciu aminokyselín prolínu a lyzínu pri biosyntéze kolagénu, uplatňuje sa pri tvorbe glukosaminoglykánu, karnitínu, noradrenalínu a zúčastňuje sa metabolizmu cholesterolu. Významnú úlohu zohráva pri oxido-redukčných dejoch a ako antioxidant zastáva nezastupiteľné miesto (Ráček, 2003). Vitamín C stimu-

luje obranyschopnosť organizmu, okrem iného zvyšuje aktivitu fagocytov a chráni ich membrány pred oxidačným poškodením.

Najznámejším stopovým prvkom s antioxidačnou aktivitou je selén. Má priamy antioxidačný účinok, pretože je súčasťou glutatiónperoxidázy. Je obsiahnutý v červených krvinkách, v črevách, je súčasťou mnohých enzýmov v bunkách, ktoré majú protiradikálové pôsobenie, teda chráni organizmus pred radikálovým poškodením, ku ktorému môže dochádzať pri strese. Selén odďaľuje patologický proces starnutia, ďalšia jeho funkcia spočíva v zamedzení krvných zrazenín, zvyšuje účinnosť imunitného systému a odolnosť organizmu voči vírusovým a bakteriálnym infekciám. Podávanie selénu znižuje riziko nádoru pľúc, incidencií akútneho obličkového zlyhania a celkovo zlepšuje klinický stav pri sepe (Gartner et al., 1997; Štípek, 2000). Selén v prírode sprežda síru a jeho liečivé účinky majú neobyčajný význam pri liečbe rakoviny (Konvička, 1998).

Cesnak je jeden z mála účinných prirodzených prostriedkov proti chronickým a civilizačným ochoreniam, ako sú poruchy krvného systému, srdca, obezita a mnoho ďalších (Konvička, 1998). Odporúča sa konzumovať najmenej dva strúčiky surového cesnaku týždenne, pretože surový cesnak ma zrejme protirakovinový účinok (Šrot, 2005).

Literatúra

- AMAGASE, H., PETESCH, B. L., MATSUURA, H., KASUGA, S., ITAKURA, Y. Intake of Garlic and Its Bioactive Components. In: *The Journal of Nutrition*, roč. 131, 2001, pp. 955-962
- AMAGASE, H. Clarifying the Real Bioactive Constituents of Garlic. In: *The Journal of Nutrition*, roč. 136, č. 3, 2006, pp. 716-725
- BHAGYALAKSHMI, N., THIMMARAJU, R., VENKATACHALAM, L., MURTHY, K. N., SREEDHAR, R. V. Nutraceutical applications of garlic and the intervention of biotechnology. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, roč. 45, 2005, pp. 607-621
- BOREK, C. Antioxidant Health Effects of Aged Garlic Extract. In: *The Journal of Nutrition*, roč. 131, č. 3, 2001, pp. 1010-1015
- BULKOVÁ, V. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2001. ISBN 978-807-0135-327
- GARTNER, R., ANGSTWURM, M. V., SCHOTTDORF, J. Selenium administration in sepsis patient. In: *Medizinische Klinik*, roč. 92, 1997, pp. 12-14
- HOHNOVÁ, B. *Studium přírodních látek obsažených ve vybraných bylinách a méně obvyklých druzích drobného ovoce*: Dizertáčna práca. Brno: Vysoké učení technické v Brne, 2010. 70 s.
- ICIEK, M., KWIECIEŃ, I., WLODEK, L. Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. In: *Environmental of Molecular Mutagenesis*, roč. 50, 2009, pp. 247-265
- KLOUDA, P. *Základy biochemie*. Ostrava: Nakladatelství Pavel Klouda, 2005. ISBN 80-863-6911-0
- KODÍČEK, M. *Biochemické pojmy: výkladový slovník*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2004. ISBN 80-7080-551-X
- KODOVSKÁ, B. *Fytoncidy v česneku*: bakalárska práca. Zlín: UTB Zlín, 2011. 45 s.
- KONVIČKA, O. *Česnek (Allium sativum L.): základy biologie a pěstování, obsahové látky a léčivé účinky*. Olomouc: vl.nákl., 1998. ISBN 80-238-1928-3
- LACHMAN, J., ORSÁK, M., PIVEC, V. Antioxidační komplex bioflavonoidů a askorbové kyseliny v jablkách (*Mulus pumila* mill.). In: *Chemické Listy*, roč. 94, č. 9, 2000, s. 818-821
- LAWSON, L. D. Garlic and organosulfur compounds. In: *Micronutrient Information Center*, 2008
- MALÝ, I., PETŘÍKOVÁ, K. *Základy pěstování cibulové zeleniny*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 2000. ISBN 80-710-5205-1
- MALÝ, I. *Pěstujeme cibuli, česnek, hrách a další cibulové a luskové zeleniny*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0635-0
- MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, CH., REMESY, CH., JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, roč. 79, č. 5, 2004, pp. 727-747
- MANOUŠKOVÁ, L. *Kolorektální karcinom - prevence a léčba*: bakalárska práca. Brno: Masarykova univerzita, 2007
- MINDELL, E. *Vitaminová bible pro 21. století: [vše o vitamínech, které budete v tomto století potřebovat]*. Praha: Knižní klub, 2000. ISBN 80-242-0406-1
- PETŘÍKOVÁ, K. *Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-867-2620-7
- RACEK, J. *Oxidační stres a možnosti jeho ovlivnění*. Praha: Galén, 2003. ISBN 8072622315
- SCALBERT, A. – WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. In: *The Journal of Nutrition*, roč. 130, 2000, pp. 2073-2085
- SCALBERT, A., JOHNSON, I. T., SALTMARSH, M. Polyphenols: Antioxidants and beyond. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, roč. 81, 2005, pp. 215-217
- SIES, H. Polyphenols and health: update and perspectives. In: *Archives of Biochemistry. Biophysics*, roč. 501, 2010, pp. 2-5
- SLÍVA, J., MINÁRIK, J. *Doplňky stravy*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-807-3871-697
- ŠROT, R. *Rady pěstitelům*. Praha: Aventinum. 2005. ISBN 80-7151-249-4
- ŠTÍPEK, S. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a nemoci*. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN: 8071697044
- VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. Tábor : OSSIS, 2002, ISBN 80-902391-2-9
- VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. Tábor: OSSIS, 2002, ISBN 80-866-5903-8
- VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin 1 + 2*. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6
- YAO L, H., JIANG, Y. M., SHI, J., BARBERÁN, F. A. T., DATTA, N., SINGANUSONG, R., CHEN, S. S. Flavonoids on food and their healths benefits. In: *Plant. Foods for Human Nutrition*, roč. 59, 2004, pp. 113-122
- YOUNG, I. S., WOODSIDE, J. V. Antioxidants in health and disease. In: *Journal of Clinical Pathology*, roč. 54, 2001, pp. 176-186

Prvý slovenský ekológ František Jozef Turček (1905 – 1977)

prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.

Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
pavol.elias@uniag.sk

Abstract

František J. Turček is considered as an outstanding Slovak ecologist and zoologist with an international impact/ success. A pioneer of ecological research of animal populations, a founder of quantitative ecology and population ecology in former Czecho-Slovakia and neighbouring Central European countries. With help of a broad international cooperation with scientists of the world (from „West“ to „East“) he self-educated into accepted animal ecologist, particularly of birds and small mammals. He was able to apply the results of his research into the praxis to resolve several questions, especially in forest protection and hunting, by using the slogan „from praxis throughout science to praxis“, and he was, therefore, designated as a founder of several applied ecological and biological disciplines. He used and developed methods of quantitative ecological research of animal population studies and organized team biological-ecological research of a landscape. The unique personality of František J. Turček we have to evaluate in context of development of ecology as a science in Slovakia and other countries.

Úvod

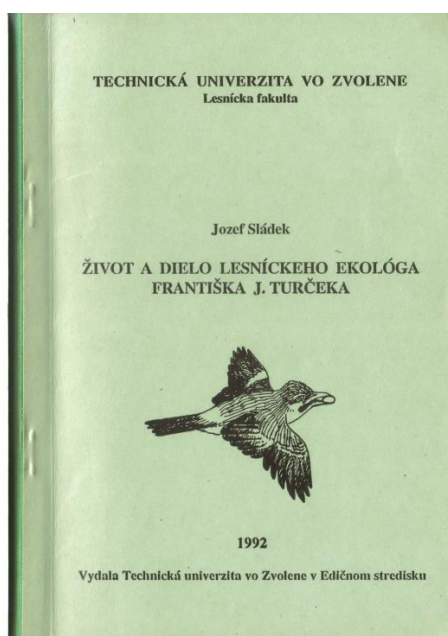
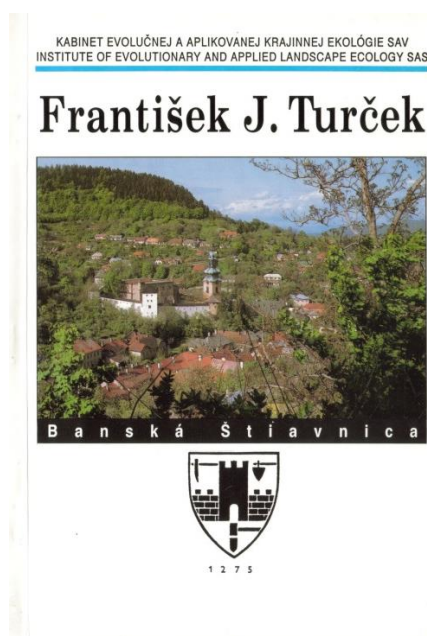
V tomto roku si pripomínáme sté výročie narodenia mimoriadnej osobnosti slovenskej vedy – Františka Jozefa Turčeka (1905-1977). Mimoriadny je predovšetkým jeho prínos pre rozvoj prírodovedy (biológie) a poznania živej prírody na Slovensku

Kto bol F. J. Turček? V Encyklopédii Slovenska (VI. zväzok, 1982, p. 139) je pod menom František Turček, CSc., označovaný ako zoológ. Slovenský biografický

slovník (VI. Zväzok, 1994, p. 141) Františka Jozefa Turčeka uvádza ako ekológa. O tomto slovenskom zoológovi a ekológovi vyšli dve knižné monografie (Sládek, 1992, Šteffek, 1993, Obr. 1), s bibliografiou prác, avšak ešte stále prevažne s jednostranným hodnotením jeho práce a prínosov ako lesníckeho zoológa a ekológa. V poslednom období sa skôr zdôrazňuje jeho ekologická orientácia (Sládek, 1992, Eliáš, 1996, 2007), dokonca sa označuje za prvého slovenského ekológa.

V tejto súvislosti si pripomeňme slovenského geobotanika, skalického rodáka **Pavla Sillingeru (1905-1938)**, nehonorovaného docenta na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Karlovej v Prahe (1934), ktorý pracoval v Ekologickom laboratóriu Botanického ústavu PrF UK. Pri výskume vegetácie Nízkych Tatier sledoval o.i. aj vplyv pH pôdy na rozšírenie rastlinných spoločenstiev (cf. Eliáš, 1998, 2007). Skúmal tiež mikrobiologickú aktivitu lesných pôd. Neskôr inicioval tímový ekologický dlhodobý výskum a zakladanie výskumných plôch (stationárov) v lesných porastoch na Slovensku. Predzvesť druhej svetovej vojny, jeho predčasný skon v r. 1938 mu zabránili v rozsiahlom výskume pokračovať (Eliáš, 2016).

Obr. 1 Obálky dvoch monografií o slovenskom ekológovi Františkovi Jozefovi Turčekovi



František J. Turček bol na jednej strane činným popularizátorom, písal popularizačné články a knihy pre verejnosť. Ale na druhej strane bol predovšetkým tvorivým výskumníkom a vedcom – samoukom. Publikoval pôvodné vedecké články vo vedeckých/odborných časopisoch. Tieto dve aktivity – popularizačnú a vedeckovýskumnú – by sme mali odlišovať pri hodnotení práce a prínosov tohto publikačne plodného autora.

Obr. 2 **František J. Turček na fotografii**



Život F. J. Turčeka

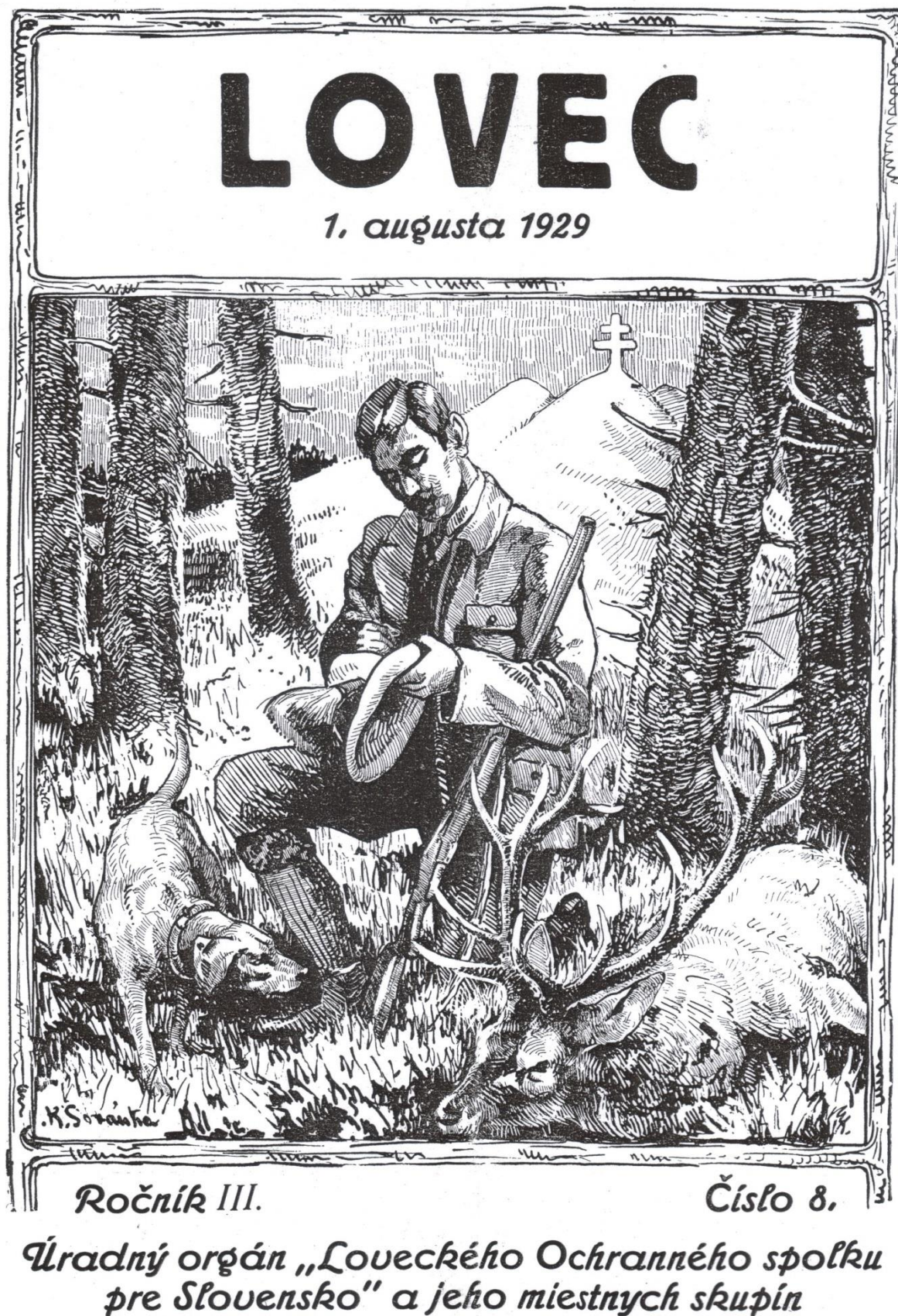
Narodil sa 3. decembra 1915 v obci Bádice pri Nitre (od roku 1960 súčasť obce Podhorany), v rodine učiteľa. Udalosti prvej svetovej vojny si nepamätal (vojna skončila v roku 1918), vyrastal už v podmienkach prvej Československej republiky. Gymnázium v Nitre nedokončil, ani Učiteľský ústav v Prešove. Svoju kariéru začína v roku 1934 ako lesný praktikant v Lesnej správe v Kamenici nad Hronom. Počas svojho života prešiel rôznymi pracovnými pozíciami, pracoval ako lesník (1934-1937, 1942-1946), lesnícky výskumník (1946-1964) a vedecký pracovník (1964-1977). V roku 1967 získal titul kandidáta biologických vied (CSc.) ako samostatný vedecký pracovník.

Lesník a poľovník

Do tridsiatky bol jeho život spojený priamo s lesníckou praxou. Začínajúc ako lesný praktikant na juhu Slovenska pôsobí ako lesný adjunkt na Kysuciach, v roku 1937 skladá lesnícke skúšky v Bratislave a od r. 1942, už po vojenskej prezenčnej službe (1937-1939), pôsobí najskôr ako revírnik, potom ako lesný správca v juhozápadnej časti pohoria Tribeč. Skúsenosti získal ako tajomník živnostenských spoločenstiev v Nitre (1939-1942). V marci 1941 bol František Turček zvolený za tajomníka Loveckého ochranného spolku (LOS) v Nitre. Medzi úlohami spolku sa o. i. uvádza, že „*spolok zakúpi zo svojich prostriedkov hodnotné časopisy a lovecké literárne diela...*“ (Lovec, 15, 1941, č. 10, s. 137). Na sneme poľovníkov v Nitre v roku 1941 predniesol prednášku „Poľovníctvo je hospodárenie“. V júni 1942 sa zúčastňuje valného zhromaždenia Zväzu loveckých ochranných spolkov na Slovensku (SLOS) na Slovensku v Ružomberku. Časopis Lovec uverejnil jeho spoločnú fotografiu účastníkov (roč. 16, s. 173). Súčasne vystupoval ako spravodajca LOS Nitra, na stránkach poľovníckeho časopisu Lovec informuje o činnosti spolku v Nitre pod skratkou F.T. Začína sa tak jeho rozsiahla publikačná a popularizačná činnosť v tomto časopise (už v roku 1941 tam uverejnil desať príspevkov) ako aj v iných periodikách. Články v tomto časopise sú začiatkom jeho samostatného rozvoja ako budúceho popularizátora, výskumníka a vedca. Slovenskej poľovníckej organizácii vďačí za svoj počiatkový odborný rast, prístup k odbornej zahraničnej literatúre. V roku 1948 sa stal osvetovým referentom Zväzu poľovních a ochranných spolkov (SPOS) v Bratislave a v tejto funkcii zotrval až do roku 1952. Publikoval v Poľovníckom obzore, ktorý bol nástupcom časopisu Lovec. Svojou publikačnou, organizačnou a výskumnou aktivitou „*sa podstatne zaslúžil o biologizáciu nášho poľovníctva*“ (Sládek, 1992, s. 27). Popularizačné články pre verejnosť uverejňoval aj v časopisoch Matičné čítanie, Príroda, Príroda a spoločnosť, Živa, Krásy Slovenska. V tomto období života lesníka, po skončení vojenskej prezenčnej služby, sa oženil (1940) a narodili sa mu najskôr dcéra (1941) a neskôr dvaja synovia (1943, 1945).

Obr. 3 Titulná strana odborného ilustrovaného poľovníckeho časopisu Lovec, ktorý vydával Lovecký ochranný spolk na Slovensku (LOS) dvojязыčne, v slovenčine a v maďarčine (pod názvom Vadászlap), v rokoch 1927-1945.

Novinové výplatné povolené riad. pošt a telegr. v Bratislave č. 4200-IIIa-27.



Lesnícky výskumník

Po roku 1945 sa život Františka Turčeka podstatne mení, z lesníka sa stáva profesionálnym výskumníkom. V októbri 1946 bol prijatý na lesnícke výskumné pracovisko – Štátne výskumné ústavy lesnícke v Banskej Štiavnici. Najskôr pracoval ako vedecká pomocná sila v Ústave pre pestovanie lesov a lesnú biológiu a od r. 1947 v Ústave ochrany lesov sa stáva prednostom Ústavu pre poľovníctvo a prechádza do oddelenia ochrany lesov. Jeho novým pôsobiskom až do konca života sa tak stáva historické banícke mesto Banská Štiavnica. V tomto období sa venuje aplikovanému lesníckemu výskumu, ochrane lesa (výskum mníšky veľkohlavej, *Limantria dispar*), a najmä však poľovníctvu.

Po druhej svetovej vojne na Slovensku je s menom F. Turčeka spojený, vo svojich začiatkoch, ekologický smer výskumu živočíchov. „Zaoberal sa najmä klasicky chápanou synekológiou vtákov a cicavcov hôr a vzťahom týchto živočíchov k rastlinám a ich plodinám“ (Ferienc, 1972). V roku 1951 rozbieha výskum biocenóz Poľany, sám sa zameriava na ekologický výskum populácií vtákov a cicavcov prirodzeného lesa. V r. 1952-1956 sa podieľa na agro-melioračnom výskume Žitného ostrova v súvislosti s plánovanou výstavbou vodného diela na Dunaji. Počas 6 rokov skúmal populácie vtákov v lužných lesoch pri Dunaji s osobitným zreteľom na ich ekonomický význam. Skúma štruktúrne a funkčné jednotky cenóz – konzorcium topoľa, topické a trofické vzťahy druhov.

V tomto období vrcholí publikačná aktivita tvorivého výskumníka a vedca – samouka. Publikuje pôvodné vedecké články vo vedeckých/odborných prírodovedných a biologických časopisoch Prírodovedný sborník, Biológia, Biologické práce, v lesníckych časopisoch Lesnícka práce, Poľana, Les, Lesnícky časopis.

Publikuje päť samostatných publikácií, ktoré „predstavujú začiatky poľovníckej knižnej kultúry na Slovensku“ (Sládek, 1992). Ide menovite o knihy „Pernatá zver úžitková“ (dva diely), ktorej základ položil v sérii článkov v časopise Lovec (štyri pokračovania), „Zajac a králik“ (1949), „State zo života zvierat“ (1949), „Muflón na Slovensku“ (1949) a „Stopy, znaky a zvyky našej zveri“ (1949). Publikuje aj knihu pre deti Zvieratká rozprávajú (1948). V roku 1950 začína publikovať vedecké príspevky v zahraničí (USA, Švédsko, Fínsko).

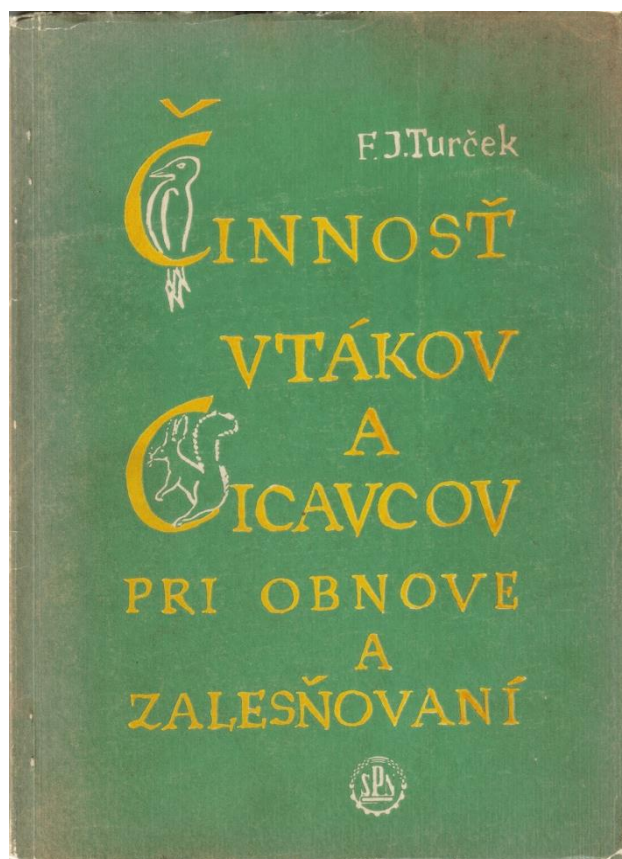
Kvantitatívny ekológ živočíchov

Už na začiatku svojej kariéry výskumníka sa sám profiloval v nových vedných odboroch ako produkčná biológia (1945, 1946), biocenotika (1946), zoosociológia

(1946, 1947), kvantitatívna ekológia (1946, 1947). Rozpracoval a používal (ekologické) metódy kvantitatívneho výskumu populácií živočíchov (najmä vtákov a cicavcov), skúmal produkciu biomasy vtákov a drobných zemných cicavcov. Jeho prístup bol jednoznačne ekologický: „Životné spoločenstvá sa vyznačujú osobitnými vnútornými vzťahmi medzi organizmami a prostredím, ale aj medzi organizmami navzájom“ (Turček, 1953, s. 130). Jeho ekosystémový pohľad je zrejmý z nasledujúceho: „Dnes les chápeme ako celok, skladajúci sa z integrálnych zložiek, ktorými sú rastlinstvo, živočíšstvo, mikroorganizmy, pôda, voda a klíma. Medzi týmito zložkami existujú vzájomné vzťahy.“ (Turček, l.c., s. 6). Vždy mal na zreteli „sociologické hľadisko“. Skúmal štruktúrne a funkčné jednotky cenóz – nidorevír (nideareál) a konzorcium, topické a trofické vzťahy druhov. Venoval sa produkčnej biológii – „správnejšie biológii produkcie“ – v sociológii organizmov, „zoosociológii in statu natandí“ (Příroda, 38, s. 158-159).

V roku 1953 publikuje knižku „Činnosť vtákov a cicavcov pri obnove a zalesňovaní“, ktorej problematiku ďalej rozvíjal a rozpracoval až do dvoch samostatných monografií neskôr publikovaných v nemčine vo vydavateľstve SAV v Bratislave (1961, 1976).

Obr. 4 Titulná strana knižnej publikácie F.J. Turčeka „Činnosť vtákov a cicavcov pri obnove zalesňovaní“, ktorú v roku 1953 vydalo Slovenské pôdohospodárske nakladateľstvo v Bratislave.



Pri kvantitatívnom ekologickom výskume uplatňuje exaktné terénne metódy: Vtáky a drobné zemné cicavce počíta, meria, váži, niektoré aj suší a spaľuje, aby stanovil a/alebo vypočítal veľkosť a štruktúru populácií, suchú biomasu („standing crop“), obsah energie jedincov a populácií, či celých biocenóz. Na vyhodnotenie získaných výsledkov (číselné údaje) používa matematicko-štatistické metódy známe v zahraničí. Venuje sa metodike kvantitatívneho výskumu živočíchov. V roku 1956 publikuje monografiu vo vydavateľstve SAV v Bratislave „*Úvod do kvantitatívneho výskumu populácií vtákov a cicavcov*“, neskôr vydanú skráteno v nemčine (1958). Na pracovisku vo Zvolene dokončil rukopis svojej najrozsiahlejšej knihy „*Ökologische Beziehungen der Vogel und Gehölze*“, ktorá vyšla v roku 1961 vo vydavateľstve SAV v Bratislave.

Z lesníka a poľovníka sa postupne stáva výskumník – ekolog, ktorý skúma vzájomné vzťahy druhov, ich populácií v biocenózach. Ako konštatuje Sládek (1992, p. 13) „*bez odborného vedenia sa vypracoval z amatéra-ornitológa až na vedca prinajmenšom európskeho významu*“. Pomáhala mu pritom mimoriadna pracovitosť, zanietenosť, intelekt a zdravé sebavedomie. Nebol však jediný, podobných prípadov bolo viac. Napr. v Trnave pôsobiaci František Matoušek, ktorý nemal vysokoškolské vzdelanie a „v ornitológii a zoológii bol samoukom“ (cf. Matoušek, 2005). Americká ornitologička Margaret M. Nice, priekopníčka výskumu populácií vtákov, bola tiež amatérka (Pinowski, 2005).

F. J. Turček sa venoval aj ochrane prírody. V r. 1949 bol spravodajcom ochrany prírody a kraja, „konzervátor pre lesy a poľovníctvo“ (Štollman, 1992). Zameriaval sa na ochranu fauny, ochranu živočíchov v lesoch, uplatňujúc komplexný biocenologický-biocenotický prístup. Neskôr sa stal členom Vedeckej rady Slovenského ústavu pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody (VR SUPSOP, 1971).

Vedecký pracovník

Posledné obdobie života F. J. Turčeka je zamerané na základný výskum. V októbri 1964 nastupuje do Slovenskej akadémie vied (SAV), najskôr na oddelenie biológie a tvorby krajiny Biologického ústavu SAV, ako vedúci výskumnej stanice v Banskej Štiavnici. Od roku 1965 bol začlenený do novovytvoreného Ústavu biológie krajiny SAV, oddelenie dynamiky krajiny, ako jeho vedúci a od roku 1975 do Ústavu experimentálnej biológie a ekológie SAV v Bratislave. Na tomto pracovisku dokončil svoje druhé najvýznamnejšie syntetické dielo, monografiu „*Ökologische Beziehungen der Saugetiere und Ge-*

holze“ (vyšlo v roku 1976 vo vydavateľstve SAV v Bratislave). Hneď po príchode na ústav sa zapojil do biologicko-ekologického výskumu populácií živočíchov v krajine v modelovom území Liptovskej kotliny, do riešenia teoretických otázok „biologickej rovnováhy krajiny“. Zdôrazňoval energetické procesy v krajine, keďže „štruktúra krajiny tvoria energetické systémy, ktoré sa budujú na ekologickom základe“. Smeroval k výskumu bioenergetiky v krajine (cf. Šušlík, 1972). Na výskum fauny využil kľúčové plochy transektov, porovnával faunistické komplexy (plochy) navzájom, hodnotil ich funkciu a význam v krajine, osobitne sa venoval indikácii pomocou živočíchov, predovšetkým vtákov. V rámci skúmania dynamiky krajiny sa zamerával na sukcesiu terestrických ekosystémov a účasť živočíchov (osobitne vtákov a cicavcov). Zapojil sa do riešenia úloh Medzinárodného biologického programu (I.B.P.) a to výskumom lúčnych ekosystémov (čiastková úloha ŠPZV) a produkcie biomasy vrabcov (ústavná úloha). Pracoval v pracovnej skupine IBP Working Group on Granivorous Birds *Passer domesticus*, kde sa využívali jeho metodické skúsenosti z výskumu produkcie biomasy vtákov. V rámci IBP-PT Grasslands viedol ekologický výskum lúčnych spoločenstiev (nardet) v okolí Banskej Štiavnice. Skúmali horizontálnu štruktúru, primárnu a sekundárnu produkciu biomasy, rozklad biomasy, potravné vzťahy (reťazce), populácie hmyzu (a iných živočíchov) a rastlín psicových porastov a opusteného poľa modernými kvantitatívnymi ekologickými metódami. F. J. Turček zomrel v r. 1977 a nemohol tak dokončiť projekt syntézou. Viaceré výsledky zostali len v záverečných správach, niektoré publikovali jeho spoluriešitelia. Čiastočná syntéza, resp. prehľad výskumu vyšiel po jeho smrti v r. 1980 v Acta ecologica.

V tomto období na pracoviskách Slovenskej akadémie vied v Banskej Štiavnici mohol organizovať tímový terénny výskum, nielen pri výskume ekosystémov lúk a pasienkov (v rámci I.B.P.), ale aj výskum synúzií živočíchov v krajine (modelové územie Liptovská kotlina). V Oddelení dynamiky krajiny UBK v Banskej Štiavnici bolo 8 pracovníkov, ktorí spočiatku pracovali na prízemí v Turčekovej vile so záhradou. Keďže to boli mladí pracovníci (Šušlík, Kapusta, Hilbert, Múdry, Šteffek), musel sa venovať i výchove mladých vedeckých pracovníkov pri riešení ekologických výskumných úloh (I.B.P.). Pozornosť venovali nielen produkcii biomasy, ale aj bioenergetike. Výsledky postupne publikoval vo vedeckých časopisoch a zborníkoch Biológia, Problémy biológie krajiny, Acta geobiologica, Acta ecologica.

Zdroj informácií

F. J. Turček zdôrazňoval význam znalosti cudzích jazykov (sám ovládal päť jazykov: maďarský, ruský, nemecký, anglický, poľský), ktoré mu umožnili čítať zahraničnú literatúru a komunikovať (dopisovať a vymieňať si publikácie) s vedcami z celého sveta (od Ameriky až po Japonsko), ale aj publikovať v zahraničí a v medzinárodných časopisoch. Neprerušované sledovanie (čítanie) najnovšej zahraničnej literatúry (knihy, časopisy) považoval za samozrejmu nevyhnutnosť vedeckého pracovníka. „Sledoval a dobre poznal americkú ekologickú literatúru a tieto poznatky, predstavy, prístupy a metodiky prenášal na Slovensko. Dlhú dobu nemal nasledovníkov, až na pôde Slovenskej akadémie vied mohol odovzdať svoje bohaté a dlhoročné vedomosti a skúsenosti mladším“ (Eliáš, 1995).

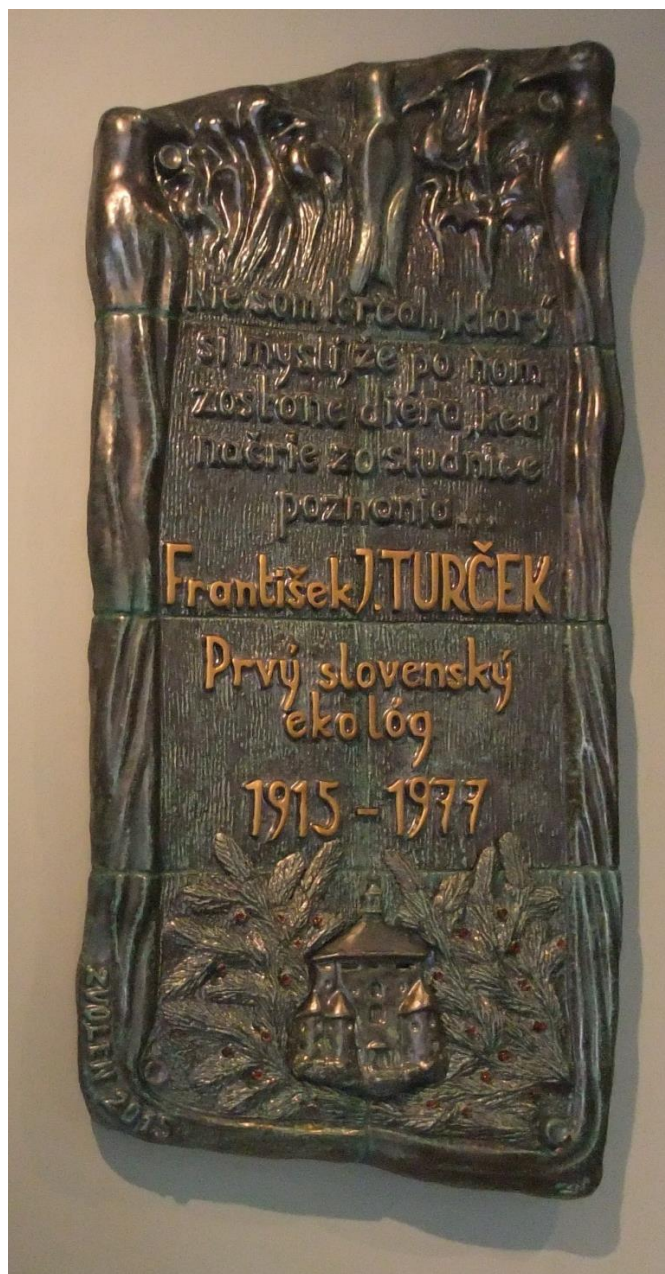
Výmena publikácií mu umožnila venovať sa recenzii zahraničných prác. Pritom bol „Recenzent, usilujúci sa o výmenu vedeckých informácií“, keď „recenzoval práce socialistických autorov v západných časopisoch a práce zo západu vo východných publikáciách: preto mu autori ochotne posielali na recenzovanie prvé výtlačky“ (Sládek, 1965, Pinowski, 1977). Takto sa stal vo vedeckom svete známy. Mal rozsiahle medzinárodné kontakty a veľmi dobrý prehľad vo svetovej ekologickej literatúre. Poznatky západnej, najmä americkej ekológie ale aj ruskej ekológie prenášal na slovenské pomery. Bol ovplyvnený americkým ekologom Charlesom Eltonom, najmä jeho prácou o problémoch populačnej dynamiky z roku 1942. V roku 1953 napísal „...ekológii živočíchov a najmä otázkam ich stavov nevenuje sa u nás dostatočná pozornosť. Na vysokých školách i vo výskume bude treba ekológiu živočíchov uprednostniť. Aj tu nám musí byť vzorom Sovietsky sväz, kde sa v posledných 20 rokoch vykonalo na tomto poli veľmi mnoho a kde je viac ekologických ústavov a staníc než na celom svete dohromady (Elton, 1942)“ (Turček, 1953, s. 88).

Záver

František Jozef Turček je významný slovenský ekolog a zoológ s medzinárodným ohlasom, priekopník ekologických smerov výskumu, zakladateľ kvantitatívnej a populačnej ekológie (živočíchov) v bývalom Česko-Slovensku a v širšom regióne. Medzinárodnou spolupracou s ekológmi celého sveta („západu“ i „východu“) sa vypracoval na uznávaného ekológa živočíchov, osobitne drobných zemných cicavcov a vtákov. Výsledky svojej práce dokázal aplikovať na riešenie praktických otázok v zmysle hesla „od praxe cez vedu do praxe“, preto sa právom označuje za zakladateľa viacerých

aplikovaných ekologických / biologických odborov. Uplatňoval a rozvíjal metódy kvantitatívneho ekologického výskumu populácií živočíchov (i rastlín). Pre riešenie ekologických otázok na úrovni ekosystémov organizoval tímový výskum krajiny. Publikoval originálne práce v domácich a zahraničných časopisoch, ktoré sa citujú aj v súčasnosti. Výnimočná osobnosť Františka J. Turčeka si vyžaduje odborné zhodnotenie jeho práce v kontexte vývoja ekológie na Slovensku a v okolitých krajinách.

Obr. 5: Pamätná tabuľa „prvému slovenskému ekologovi“ F.J. Turčekovi odhalená pri príležitosti storočnice v decembri 2015 na Ústave ekológie lesa SAV vo Zvolene (Foto: P. Eliáš)



Doplnok k bibliografii

Františka Turčeka

- TURČEK, F. Z LOS Nitra. In: *Lovec*, 15, 10, 1941, p. 137. (pod skratkou F.T.)
- TURČEK, F. Z LOS v Nitre. In: *Lovec*, 15, 20, 1941, p. 364. (pod skratkou F.T.)
- TURČEK, F. Snemovanie poľovníkov v Nitre. In: *Lovec*, 15, 22, 1941, p. 277-286 (pod skratkou F.T.)
- TURČEK, F. Nepísané zákony. In: *Lovec*, 16, 22, 1942, p. 266-267.
- TURČEK, F. K článku „Máme málo zajacov?“ In: *Lovec*, 16, 23, 1942, p. 284.
- TURČEK, F. Smelý návrh. In: *Lovec*, 17, 12, 1943, p. 41-42.
- TURČEK, F. Skúšanie vajčiek. In: *Lovec*, 18, 5, 1944, p. 3 obálky.
- TURČEK, F. Prirodzený výber ako činiteľ zachovania rodu. In: *Lovec*, 18, 16-17, 1944, p. 3 obálky.

PodĎakovanie

Príprava a prezentácia príspevku bola financovaná z projektu VEGA č. 1/0813/14 „Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“, ktorý sa rieši na Katedre ekológie FEŠRR SPU v Nitre.

Literatúra

- ELIÁŠ, P. Nedožitý jubileum slovenského ekológa F. J. Turčeka (1915-1977). In: *Ekológia (Bratislava)*, 15, 1996, p. 252-254.
- ELIÁŠ, P. Ekologické prístupy v práci Pavla Sillingeru. In: *Bull. Slov. Bot. Spoločn., Supl.* 2, 1996, p. 25-28.
- ELIÁŠ, P. Poznámky k dejinám ekológie na Slovensku. In: *SEKOS Bulletin*, 15, 1, 2007, p. 38-44.
- ELIÁŠ, P. Dvaja spolužiaci (k 110. výročiu narodenia Pavla Sillingeru a Martina Červenku). In: *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, 38, 1, 2016, p. 124-128.
- FERIANEC, O. Vývoj zoológie na Slovensku. In: Lukniš, M., ed., *Slovensko 2. Príroda*. Bratislava, Obzor, 1972, p. 629-631.
- MATOUŠEK, B. Spomienky na môjho otca Františka Matouška. In: *Tichodroma*, 17, 2005, p. 130-133.
- PINOWSKI, J. Dr. František J. Turček w moim zyciu naukowym i Jego związki z Polska. In: *Tichodroma*, 17, 2005, p. 134-137.
- SLÁDEK, J. František J. Turček päťdesiatročný. In: *Biológia*, 20, 12, 1965, p. 921-931.
- SLÁDEK, J. *Život a dielo lesníckeho ekológa Františka J. Turčeka*. Zvolen, Technická univerzita, 1992, 73 p.
- ŠTEFFEK, J., ed. *František J. Turček: život, dielo, odkaz*. Banská Štiavnica, Kabinet evolučnej a aplikovanej krajinnnej ekológie SAV, 1993, 121 p.
- ŠUŠLÍK, V. Biokolorimetria a možnosti jej využitia pri ekologickom výskume. In: *Acta geobiologica*, 2, 1972, p. 97-103.
- ŠUŠLÍK, V. Ekológia niektorých druhov rovnokrídlavcov (*Orthoptera*) v západnej časti Liptova. In: *Biologické práce*, 3, 1986, 142 p.
- TURČEK, F.J. *Činnosť vtákov a cicavcov pri obnove a zalesňovaní*. SPN, Bratislava, SPN, 1953, 140 p.

ISSN 1338-1024