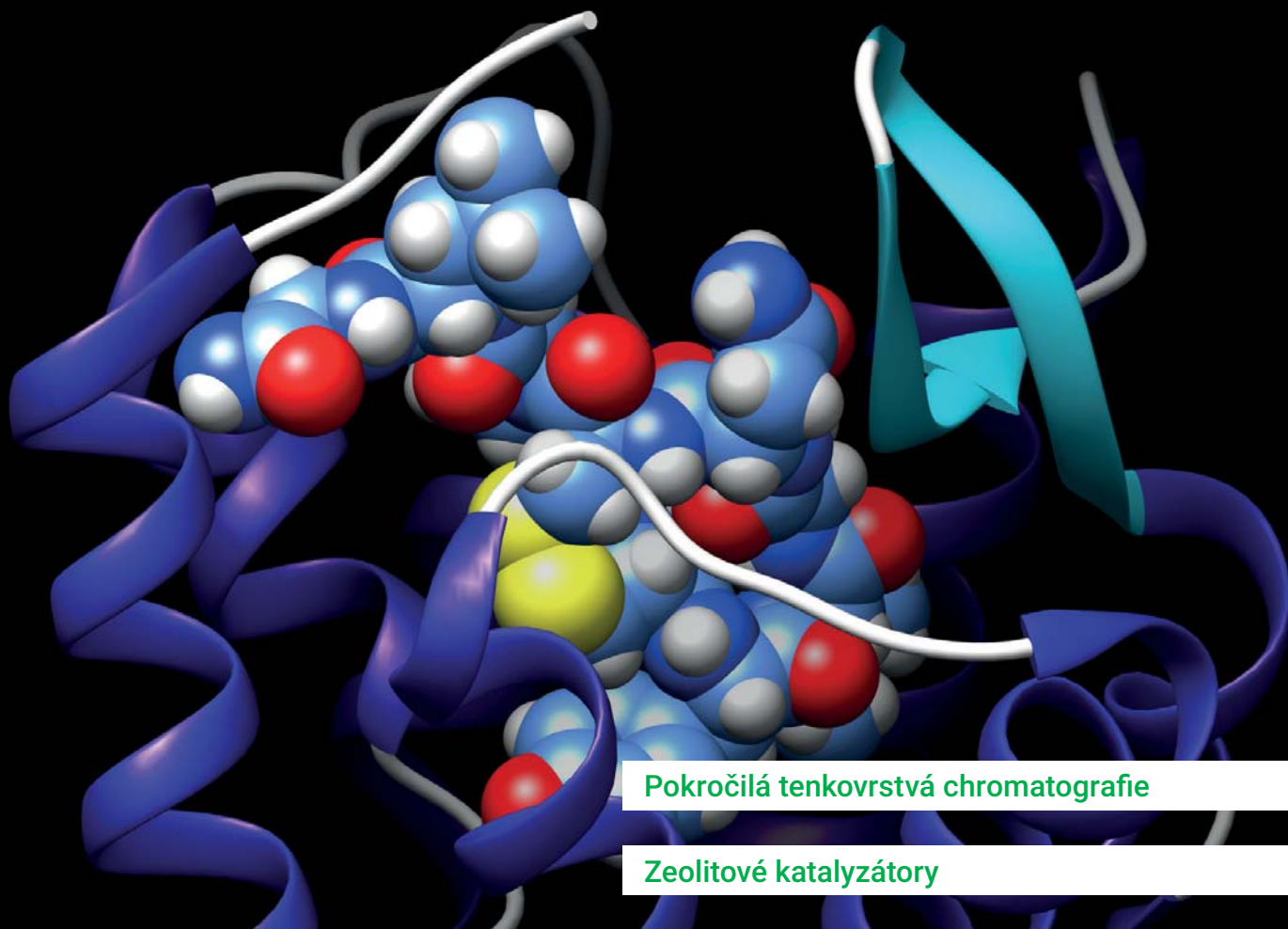


Chemické Listy

7
ročník • 117



Pokročilá tenkovrstvá chromatografie

Zeolitové katalyzátory

Potenciometrická detekce zánětu

Sestavování testů z chemie

Bulletin



Nabízíme uplatnění ve farmaceutické a v chemické výrobě, v R&D, laboratořích, kvalitě a dalších oborech

**Jsme Teva, Vaše jistota,
Vaše místo k růstu.**

- Část školení probíhá ve virtuální realitě
- Roční bonus a každoroční navýšení mzdy
- Šance rychlého růstu - kariéerní postup s jasně danými pravidly
- Moderní technologie
- Spousta benefitů + cafeterie 17 000 Kč ročně
- Zdarma i psychologická, právní, sociální a finanční asistence
- Skvělá dostupnost - vlak, autobus



Ph.D. studium na Agronomické fakultě MENDELU

Vyberte si z nabídky doktorského studia a nastartujte vědeckou kariéru na Mendelově univerzitě v Brně!

Jako doktorandi se zapojíte do výzkumných projektů a pro svou práci získáte špičkové vybavení v **moderních laboratořích**. Na Agronomické fakultě vás vždy podpoříme. Své znalosti a dovednosti můžete nad rámec studia rozvíjet na tematických seminářích, workshopech nebo mezinárodních **letních školách**. Poznejte kapacity v oboru a vyjeďte do zahraničí, nabízíme desítky destinací po celém světě. Pro studenty doktorského studia pořádáme **mezinárodní konferenci** MendelNet a výzkumné projekty podporujeme v rámci Interní grantové agentury. Studujte **#doktorát_na_afmendelu** a pomozte svět udělat lepším.

Co u nás můžete studovat?

- Aplikovaná a krajinná ekologie
- Aplikovaná bioklimatologie
- Aplikovaná zoologie
- Biologická chemie
- Molekulární biologie, genetika a fyziologie živočichů
- Molekulární fyziologie, genetika a biotechnologie rostlin
- Obecná produkce rostlinná
- Obecná a speciální zootechnika
- Provoz strojů a zemědělských technických systémů
- Rybářství a hydrobiologie
- Speciální produkce rostlinná
- Výživa a krmení zvířat

4 roky studia - v prezenční i kombinované formě

Zjistěte víc

af.mendelu.cz

 [af.mendelu](https://www.facebook.com/af.mendelu)

 [af.mendelu](https://www.instagram.com/af.mendelu)

 **MENDELU**
 **Agronomická**
 **fakulta**




Let's focus
on biopolymers!

About:
(ESBP)
European Symposium on Biopolymer

is a traditional and successful series of symposia dedicated to all the aspects of biopolymers – an outstanding category of materials that includes polyesters, polysaccharides, polyamides, polyphosphates but also other polymeric materials of natural origin. The ambition of the series is to gather experts from very versatile fields such as molecular biology or biotechnology but also from material science and processing to share their knowledge, experience, and also opinions on all the aspects related to biopolymers and drive the field of biopolymer science further. In addition, the ambition of the conference is also to provide a platform to bring closer academy and industry.

When: 13 – 15 September **2023**
Where: Brno, Czech Republic
Venue: Brno Observatory and Planetarium
Organizer: Faculty of Chemistry, Brno University of Technology



Plenary
Speakers:

Kumar Sudesh

Professor of Applied Microbiology and Head of Ecobiomaterial Research Laboratory, Universiti Sains Malaysia, **biotechnological production of PHA**



Bernd Rehm

Professor and the Director, Center for cell Factories and Biopolymers, Griffith Institute for Drug Discovery, Griffith University, **use of PHA in high-end applications**



Bjørn E. Christensen

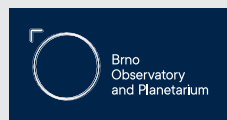
Professor at Department of Biotechnology and Food Science, **research and use of polysaccharides**

The main topics:

1. Production, isolation, and purification of biopolymers
2. Processing and characterization of biopolymers
3. Biopolymers for medicine and tissue engineering
4. Biopolymers in high-value and technical applications
5. Synthetic biology for biopolymer engineering and production
6. Biodegradation, ecology, biology, and environmental impact of biopolymers



Faculty of Chemistry
Brno University of Technology
Purkynova 118, 612 00 Brno,
Czech Republic
www.fch.vut.cz



Brno Observatory and Planetarium
Kravi hora 2, 616 00 Brno, Czech Rep.
E-mail@hvezdarna.cz
www.hvezdarna.cz/en/about-us/



Conference Venue



Contacts:
esbp2023@vut.cz
obruca@fch.vut.cz



Národní institut virologie a bakteriologie – reakce na hrozby dalších pandemií

Nedávná pandemie Covid-19 ukázala, jak důležité je, aby bylo lidstvo připraveno na nové epidemie. Je jisté, že přijdou další patogeny, které, díky vysoké mobilitě lidí spojené s globalizací, mohou velmi rychle způsobit pandemie. Dlouhodobě narůstající hrozbou je také bakteriální rezistence k antibiotikům nebo očekávané rozšíření tropických virů do oblastí mírného pásma v souvislosti s globálním oteplováním. Reakcí na tato rizika bylo vytvoření Národního institutu virologie a bakteriologie (NIVB) v České republice. V rámci tohoto institutu jsou sdruženy špičkové vědecké týmy, zaměřené na viry, bakterie a hledání nových léků. Tyto týmy do té doby fungovaly bez společné odborné a výzkumné základny. Ta byla naposledy v bývalém Virologickém ústavu ČSAV, který byl založen 1. ledna 1953 v Bratislavě, jako Ústav pro výzkum virů. Ústav vypracoval důležitou koncepci přírodních ohniskových onemocnění a ekologických problémů virů a virových onemocnění a podílel se na zjištění mechanismu přenosu viru klišťové encefalitidy kozím mlékem, zabýval se strukturou, antigenními charakteristikami, imunologií a přenosem tohoto viru při cévní mozkové příhodě. Po rozdělení Československa k 1. lednu 1993, zůstal Ústav ve svých prostorách v Bratislavě a Česká republika zůstala bez koordinovaného virologického výzkumu. Vědecké týmy zde působily izolovaně, případně v rámci bilaterálních projektů. Nově založený Národní institut virologie a bakteriologie (NIVB) vědecké působící v této oblasti účinně propojuje, zajišťuje střednědobé financování jejich výzkumu, zprostředkuje sdílení unikátního know-how a přístrojové infrastruktury a může koordinovat jejich kapacity při zvládnutí nových epidemií. Rolí NIVB je také školit nové výzkumníky a poskytovat odborná stanoviska a konzultace vedoucím představitelům země tak, aby mohli účinně reagovat na nové epidemiologické hrozby. NIVB si rovněž vytkl za cíl obohatit českou virologickou scénu o několik nových výzkumných týmů pracujících ve směrech v České republice dosud nezastoupených a vysoce potřebných. Cestou ke splnění tohoto cíle je získání úspěšných juniorních kolegů ze zahraničí a pomoc při jejich etablování v ČR.

Výzkumná platforma NIVB sdružuje špičková vědecká pracoviště z celé České republiky, zaměřená na problematiku interakce patogen-hostitel, imunity proti virům a bakteriím a léčby infekčních onemocnění. NIVB je podpořen Programem podpory excelentního výzkumu v prioritních oblastech veřejného zájmu ve zdravotnictví – EXCELES financovaným z prostředků EU prostřednictvím nástroje pro oživení a odolnost, NextGenerationEU. Hlavní směr NIVB je základní a aplikovaný výzkum patogenů, zejména těch s výrazným socio-ekonomickým dopadem. Výzkum mechanismů interakce patogenů s hostitelem a mechanismů imunitních reakcí přispívá k vývoji inhibitorů (léčiv)

a vakcín použitelných proti virovým a bakteriálním nemocem, které vyžadují náročnou léčbu a ekonomicky závažná opatření (karantény). NIVB tak přispívá k hledání cest k zmírnění negativních dopadů infekčních chorob na společnost. Výsledky projektu vědecky přispějí k posílení interinstitucionální, mezioborové, meziregionální a mezinárodní spolupráce a umožní účinnou reakci na výskyt infekčních onemocnění.

Platforma NIVB sdružuje týmy ze čtyř českých univerzit a čtyř ústavů AV ČR. Do konsorcia je zapojeno celkem 28 vědeckých týmů z Univerzity Karlovy, Masarykovy univerzity, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Univerzity Palackého v Olomouci, Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, Ústavu molekulární genetiky AV ČR, Mikrobiologického ústavu AV ČR a Biologického centra AV ČR. Hlavním koordinátorem centra je ÚOCHB a hlavním řešitelem projektu je Zdeněk Hostomský z téhož ústavu. Vědeckým koordinátorem projektu je Pavel Plevka z CEITEC a Masarykovy univerzity.

Výzkum NIVB si vytyčil tři hlavní vědecké priority.

Výzkumný program 1: Interakce mezi patogeny a hostiteli (Odborný garant Michaela Rumlová, VŠCHT Praha):

Program je zaměřen na výzkum interakcí mezi patogeny a jejich hostiteli. Během dlouhodobé koevoluce si patogeny vyvinuly elegantní a rozmanité přístupy, jak se vyhnout imunitní odpovědi hostitele, zatímco hostitelské buňky zase využívají své molekulární mechanismy a systémy pro detekci a eliminaci patogenů. Složitost vzájemných interakcí mezi patogenem a hostitelem komplikuje jejich pochopení, nicméně pro vývoj nových preventivních a terapeutických přístupů je nezbytné. Další výzvou je výskyt nových infekčních agens (například SARS-CoV-2 nebo bakterií odolných vůči antibiotikům). Specifickou hrozbou jsou onkogenní viry, které jsou příčinou 10 % diagnostikovaných nádorových onemocnění. V neposlední řadě musíme být, kvůli globálnímu oteplování, připraveni na infekční nemoci, se kterými jsme se dosud setkávali jen při cestách do exotických zemí. Navzdory významu výzkumu virů a patogenních bakterií, vyplývajícímu z rozsahu negativních zdravotních a ekonomických dopadů infekčních onemocnění, zůstáváme v řadě případů v boji s patogeny pozadu. Zbývá k vyřešení řada otázek týkajících se mechanismů, jak se viry a bakterie v infikovaných organismech množí, jak způsobují příznaky onemocnění a jak unikají současné léčbě. Na některé z nich má tento výzkumný program hledat odpovědi.

Výzkumný program 2: Imunita proti virům a bakteriím (Odborný garant Jiří Hejnar, ÚMG AV ČR):

Pandemie SARS-CoV-2 poukázala na význam imunity v obraně proti virům a mikroorganismům. Důležitým nástrojem ochrany jsou profylaktické vakcíny vyvinuté proti virovým proteinům. Část projektu je zaměřena na imunitní

paměť a principy fungování klíčových buněk imunitního systému, paměťových T buněk, a na rozdíl v těchto buňkách, vyvolané různými typy patogenů nebo vakcinací. Dále jsou zkoumány faktory vrozené imunity a mechanismy modulace interferonové odpovědi na virové infekce. Na zvířecích modelech budou optimalizovány imunoterapeutické postupy pro léčbu bakteriálních i virových infekcí včetně imunoterapie nádorů vyvolaných lidskými papilomaviry. Znalost interakcí mezi patogenem a hostitelem a pochopení detailů imunitní odpovědi, které zkoumá tento výzkumný program, jsou nezbytným předpokladem pro vývoj účinných vakcín a léčiv proti infekčním onemocněním.

Výzkumný program 3: Léčba virových a bakteriálních infekcí (Odborný garant Radim Nencka, ÚOCHB AV ČR):

V mnoha aspektech vývoje diagnostických i terapeutických metodik není naše společnost v současné době schopna dostatečně rychle reagovat na výzvy, které virové a bakteriální patogeny představují. Cílem tohoto výzkumného programu je hledání látek, které by účinně potlačovaly replikaci vybraných patogenních virů a inhibovaly bakteriální kmeny rezistentní k současným antibiotikům. Týmy zapojené do tohoto programu vyvíjejí a testují účin-

nost látek cílících na enzymy patogenů, které jsou klíčové pro jejich životní cyklus a zejména replikaci jejich genetické informace nebo proteiny hostitelských buněk, které tyto patogeny zneužívají nebo potlačují jejich efekt na imunitní systém. V rámci tohoto výzkumného programu jsou také navrhovány a vyvíjeny nové typy antibiotik a protilátek.

Na kvalitu odborných projektových činností Národního institutu virologie a bakteriologie dohlíží mezinárodní poradní panel, který je složen z předních zahraničních odborníků z relevantních oborů a ekonomického a právního experta. Rolí mezinárodního poradního panelu je dohlížet, hodnotit, a provádět odborná doporučení ve všech výzkumných oblastech zahrnutých do projektu tak, aby došlo ke zvýšení kvality výzkumu a publikování výsledků ve zvolené prioritní oblasti VaVaI. K prvnímu zasedání tohoto panelu došlo na prvním setkání členů NIVB v Kutné Hoře v listopadu 2022, o kterém jsme čtenáře Chemických listů informovali (NIVB Meeting 2022. Praha: Česká společnost chemická, 2022. 78 s. Czech Chemical Society Symposium Series, 6. ISSN 2336-7202. E-ISSN 2336-7229.).

Michaela Rumlová a Tomáš Ruml

ZANEDBÁVANÉ APLIKACE MONOLITICKÝCH STRUKTUR: POKROČILÉ STUDIE TENKOVRSŤVÉ CHROMATOGRAFIE-HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE

FRANTIŠEK ŠVEC

Katedra analytické chemie, Farmaceutická fakulta, Univerzita Karlova, Akademiya Heyrovského 1203, 500 05 Hradec Králové, Česká republika
svecfr@faf.cuni.cz

Došlo 10.5.23, přijato 29.5.23.

Tenkovrstvá nebo též planární chromatografie (TLC) se neustále rozvíjí, i když pomalejším tempem než její mocnější příbuzní – kapalinová a plynová chromatografie. Představuje totiž neustále velice jednoduchou alternativu k těmto metodám bez nároku na složitou přístrojovou základnu. To ovšem neznamená, že TLC nelze spojit se sofistikovanými detekčními metodami jako je MS, či provádět ji v několika dimenzích. K tomu, aby TLC byla použitelná v širším měřítku, je neustále zdokonalován její separační potenciál. Proto jsou vyvíjeny vrstvy s novým chemickým složením a inovativní postupy vedoucí k vrstvám umožňujícím dosud nepopsané aplikace. Tento referát se věnuje použití monolitických vrstev z porézních organických polymerů vyvinutých ke spojení s hmotnostní spektrometrií s laserovou desorpčí a ionizací bez účasti nízkomolekulární matrice či přípravě vrstev s netradičními formáty pro separace ve dvou dimenzích. Pozornost je také cílena na dosud neobvyklé přístupy, v nichž je TLC realizována v mikrofluidním prostředí.

Klíčová slova: tenkovrstvá chromatografie, planární chromatografie, monolitické vrstvy, separace, hmotnostní spektrometrie

Obsah

1. Úvod
2. Přímá MALDI detekce z monolitické tenké vrstvy
3. MALDI detekce z tenké vrstvy se zabudovanou maticí
4. Vrstvy pro separace ve dvou dimenzích
5. Nové trendy v monolitické TLC
 - 5.1. Monolitické mikropásky
 - 5.2. Třidimensionální mikrotisk
6. Závěry

1. Úvod

Předchozí pojednání, uvedené v tomto časopise a týkající se počátků monolitické tenkovrstvé chromatografie (thin layer chromatography, TLC) v kombinaci s hmotnostní spektrometrií (mass spectrometry, MS), naznačilo, že monolitické vrstvy vnesly na počátku tohoto století do této oblasti novou kvalitu¹. Bylo ukázáno, že typické vrstvy o tloušťce 100–250 μm nejsou příliš vhodné pro kombinaci TLC s MS detekcí. První vlašťovkou k nápravě byly komerční ultratenké 10 μm silné monolitické vrstvy z porézního oxidu křemičitého – siliky^{2–7}. Ty se však příliš neujaly a jejich výroba byla záhy ukončena. Alternativním produktem byly vrstvy vytvořené z nanovláken připravených elektrostatickým zvláknováním^{8–14}. Jiným přístupem, jenž se objevil ve stejné době, byly tenké vrstvy vytvořené z porézních monolitických

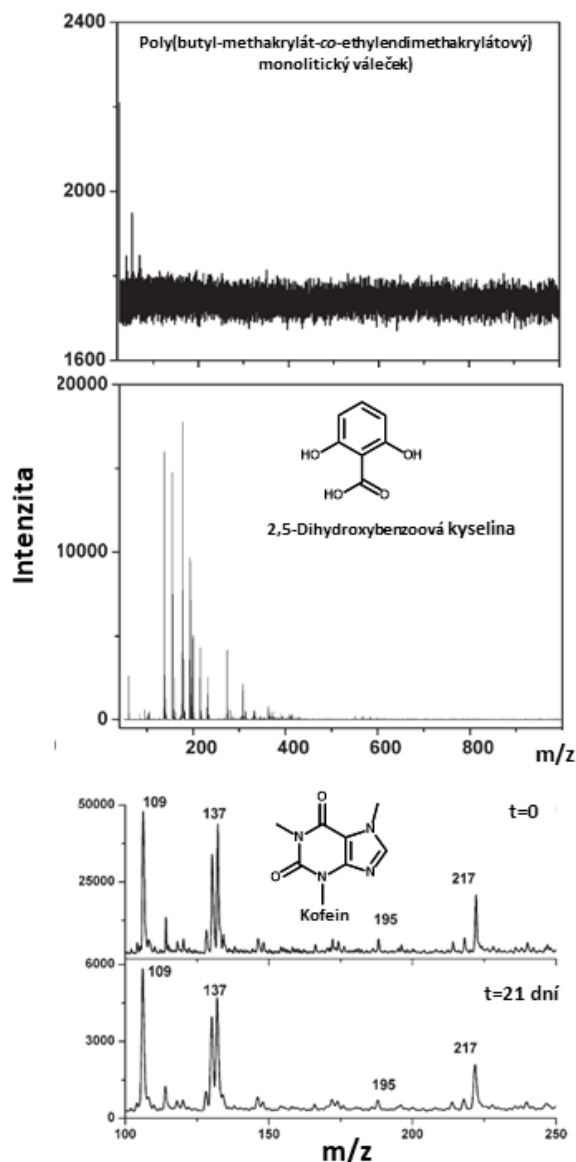
polymerů získané *in situ* polymerizací v jednoduché formě sestávající ze dvou skleněných destiček oddělených od sebe teflonovými pásky, které definovaly tloušťku vrstvy¹⁵. Poté byla demonstrována řada separací jak malých, tak i velkých molekul s pomocí těchto vrstev, ukázaných v předchozím referátu¹, i jinde¹⁶. Použití MS detekce pak umožnilo charakterizaci molární hmotnosti látek v separovaných skvrnách. Přestože se příprava tenkých monolitických vrstev původně jevila jako banální záležitost, bylo nutné vyřešit některé neočekávané problémy a teprve poté byly získány tenké vrstvy vhodné pro požadované separace. Tato práce popisuje pokročilé porézní polymerní tenké vrstvy a jejich použití v sofistikovaných aplikacích, jakož i nové přístupy k těmto vrstvám.

2. Přímá MALDI detekce z monolitické vrstvy

Jak bylo uvedeno v minulém článku, pro detekci s použitím hmotnostní spektrometrie s laserovou desorpčí a ionizací za účasti matrice (matrix-assisted laser desorption/ionization, MALDI) byly jako první použity nízké monolitické terče z poly(butyl-methakrylátu-*co*-ethylen-dimethakrylátu). Hydrofobní porézní povrch těchto monolitů umožnil přenos dostatečného množství energie na zkoumané látky tak, aby se vyvolala desorpce a ionizace před MS (cit.¹⁷).

Desorpční/ionizační schopnost samotných monolitických materiálů závisí na několika faktorech. Důležitou

proměnnou je například použitý výkon laseru. Horní panel na obr. 1 zobrazuje hmotnostní spektrum získané ozářením monolitu na bázi methakrylátů při výkonu laseru o něco vyšším, než se obvykle používá pro ionizaci s tradičními maticemi. Jakýkoliv ještě vyšší výkon laseru ovšem vedl k degradaci samotného monolitu a byly pozorovány píky typické pro produkty rozkladu methakrylátového polymé-



Obr. 1. Hmotnostní spektra laserové desorpce/ionizace prázdného místa porézního poly(butyl-methakrylát-co-ethylendimethakrylátového) monolitu (horní panel), 2,5-dihydroxybenzoové kyseliny aplikované přímo na MALDI podložku (prostřední panel) a spektrum kofeinu desorbovaného/ionizovaného z povrchu porézního monolitu na bázi butyl-methakrylátu získané bezprostředně po aplikaci vzorku a spektrum téhož monolitu zaznamenané po třech týdnech¹⁷ (dolní panel). Hodnoty m/z jsou stejné pro oba horní obrázky

ru. Pro srovnání je na prostředním panelu ukázáno nízkoenergetické hmotnostní spektrum 2,5-dihydroxybenzoové kyseliny (DHB), která je běžnou MALDI maticí, získané při typickém výkonu laseru za použití standardní podložky z nerezové oceli. Tato matrice vytváří velké množství píků, zejména v oblasti odpovídající hodnotám m/z nižším než 600. U matrice DHB počet i intenzita nežádoucích píků převyšovaly hodnoty pozorované u relativně bezpříznakových spekter naměřených z monolitické matrice. Kupodivu, i přes tento známý problém, se DHB matrice stále běžně používá pro detekci malých molekul. Není třeba dodávat, že měřítka os intenzit píků na obou panelech se liší o dva řády, což znamená, že při běžném použití monolitické porézní polymerní matrice nelze pozorovat žádné významné interference¹⁷.

Při desorpci a ionizaci hraje roli také velikost pórů monolitické vrstvy. Naštěstí, další výhodou těchto vrstev je snadná kontrola porézních vlastností prostřednictvím změny složení polymerizační směsi, která umožňuje snadnou optimalizaci velikosti pórů pro požadovanou aplikaci. Byl také pozorován vliv rozpouštědla použitého pro přípravu vzorku, pravděpodobně kvůli rozdílům ve smáčení povrchu monolitu.

Na rozdíl od mnoha nízkomolekulárních MALDI matic nepředstavuje vystavení porézního polymerního monolitu působení vzduchu problém, protože neobsahuje na povrchu žádné funkční prvky citlivé na kyslík, které by způsobily ztrátu jeho ionizační účinnosti. Dolní část obr. 1 porovnává hmotnostní spektrum kofeinu zaznamenané bezprostředně po nanesení vzorku na monolitickou vrstvu s hmotnostním spektrem získaným při použití téhož vzorku na monolitu, poté co byl ponechán bez ochrany ve standardní chemické laboratoři po dobu tří týdnů. Spektra jsou prakticky identická. To dokazuje, že jak monolitická matrice, tak vzorek obsažený ve vrstvě se ani po dlouhé době nezměnily. Není proto třeba uplatňovat žádná zvláštní opatření, aby se zabránilo kontaktu s okolním prostředím. Toto zjištění rovněž naznačuje, že monolitické vrstvy lze použít pro skladování a archivaci přinejmenším netěkavých vzorků.

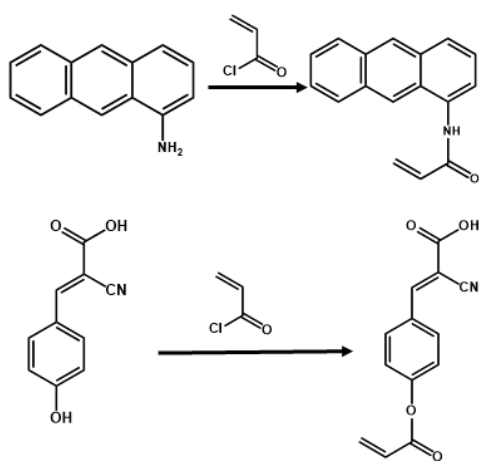
Jedna z dalších výhod monolitů spočívá v jejich neutrálním chemickém složení. Je dobře známo, že mnoho běžných nízkomolekulárních matic používaných v MALDI má kyselé charakter. To ztěžuje použití této ionizační metody pro analýzu látek nestabilních v kyselém prostředí, protože se mohou rozkládat již před desorpcí a ionizací. Například komplexní, na kyseliny citlivý, *N,N'*-bis(trifluoroacetyl-di-(2-aminoethoxy))-[4-(1,4,7,10-tetraoxaundecyl)fenyl] methan s molekulovou hmotností 564 neposkytl po aplikaci žádné běžné nízkomolekulární matrice použitelné MALDI spektrum při použití MS s detektorem doby letu. Naproti tomu ionizace z monolitické vrstvy vedla k dobrému spektru, které zahrnovalo píky pro molekulový ion, jakož i sodíkové a draslíkové adukty¹⁷. Tento výsledek jasně ukázal, že monolitické vrstvy mohou usnadnit ionizaci sloučenin, které by bylo velmi obtížné či nemožné analyzovat pomocí konvenčních technik s typickou MALDI maticí.

3. MALDI detekce z tenké vrstvy se zabudovanou maticí

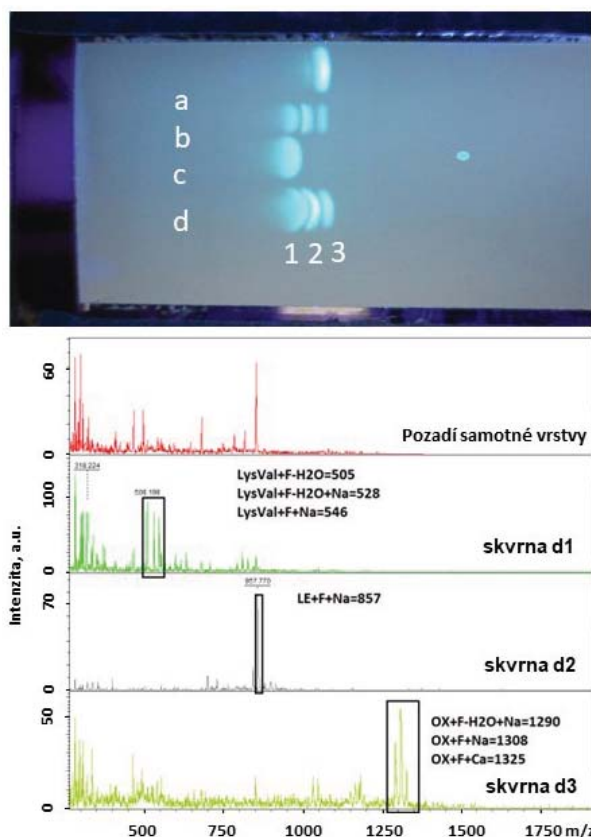
Jakkoliv samotné monolitické polymerní vrstvy umožňují ionizaci a desorpci analytů po jejich TLC separaci, toto pravidlo neplatí obecně a některé látky nebylo možné v módu MALDI detegovat. Jednalo se především o molekuly s vyšší molární hmotností, např. peptidy a bílkoviny. Jak bylo uvedeno dříve, tento problém byl úspěšně vyřešen rozprášením nízkomolekulární matrice na povrch vrstvy¹. Nicméně, tento přístup vyžadoval pro uživatele o jeden krok navíc v TLC analýzách. Přímocharost jednoduché přípravy tenkých vrstev prostou polymerizací ve formě ovšem poskytuje další možnost, která do dnešních dnů ještě nebyla použita, a to modifikaci polymerizovatelnou maticí. Syntéza podobné matrice může být velmi jednoduchá. Jak na příkladech ukazuje obr. 2, aminoskupinu 1-aminoanthracenu lze esterifikovat chloridem akrylové kyseliny a získat 1-anthrylakrylamid. Alternativně je možné hydroxylovou skupinu α -kyano-4-hydroxyskořicové kyseliny převést obdobnou reakcí snadno na α -kyano-4-methakryloylskořicovou kyselinu (CMCA). Podobně je možné modifikovat i další matrice např. sinapovou nebo 2,5-dihydroxybenzoovou kyselinu.

Vlastní kopolymerizací CMCA komonomeru s butylmethakrylátem a ethylen-dimethakrylátem lze uskutečnit jak s použitím termální iniciace, tak i po iniciaci UV světlem. Vzhledem k aromatické povaze CMCA a její absorpci UV záření je však první metoda upřednostněna, i když samotná polymerizace trvá déle.

Obr. 3 ukazuje relativně rychlé, 7 min trvající, dělení směsi fluorescentně značených peptidů ve vrstvě obsahující 30 hm.% CMCA a jejich detekci pomocí MALDI MS. Tak vysoký obsah je nutný, aby této sloučenině byl dostatek na povrchu vrstvy, kde se odbývá požadovaná desorpce a ionizace. Je zřejmé, že tak velké množství dalšího



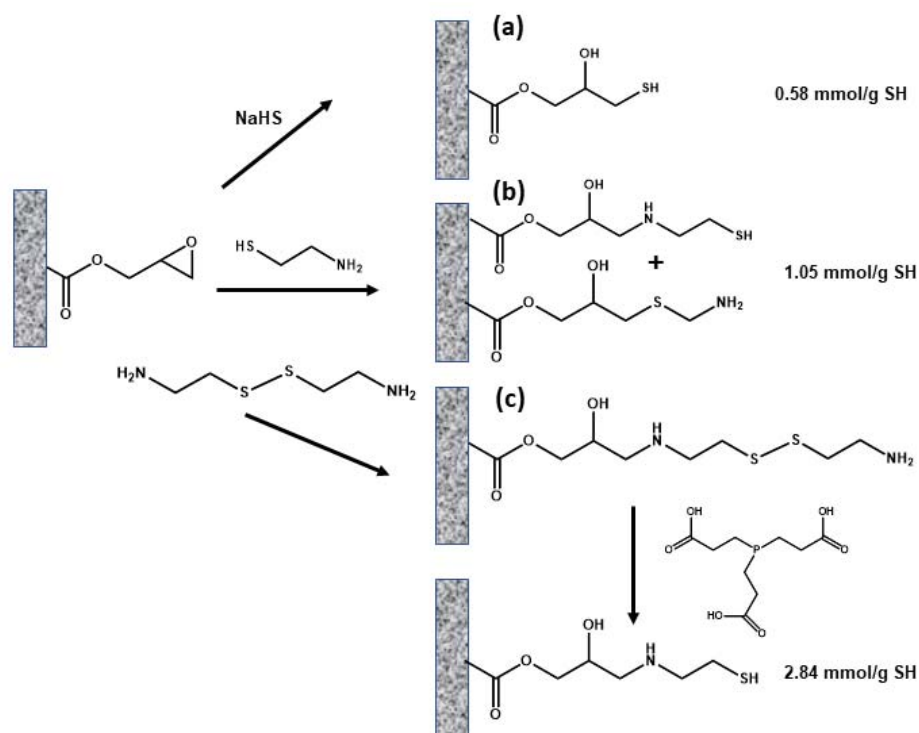
Obr. 2. Reakční schémata syntéz 1-anthrylakrylamidu a α -kyano-4-methakryloyl-skořicové kyseliny



Obr. 3. Separace peptidů na vrstvě připravené kopolymerizací butylmethakrylátu, α -kyano-4-methakryloylskořicové kyseliny a ethylen-dimethakrylátu s použitím směsi acetonitrilu a 10 mM triethylammonium fosfátového pufru (60:40 obj.%) jako mobilní fáze. Skvrny: pás (a) oxytocin (OX), (b) dipeptid lys-*val*, oxytocin, leu-enkephalin (LE), (c) dipeptid lys-*val*, (d) viz (b), ale s dvojnásobnou koncentrací v aplikovaném vzorku. V MALDI spektrech jsou obsaženy píky peptidů, jejich fluorescenčně značených derivátů a aduktů (nepublikované výsledky)

monomeru, v jinak tradiční směsi, mění její vlastnosti a nalezení optimálního složení porogenních rozpouštědel vyžadovalo jistou pozornost. Vrstvu s požadovanými vlastnostmi, např. s větším měrným povrchem až $43 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, se podařilo vytvořit teprve při použití směsi dimethylformamidu a 1-dodekanolu. Velký obsah CMCA také mění chemické vlastnosti povrchu díky přítomnosti hydrofilních karboxylových skupin, které nejsou žádoucí v materiálu určeném pro separaci v obrácené fázi. A konečně, velký obsah je též plýtváním potenciálně vzácným monomerem. K překonání výše uvedených kvantitativních problémů byly použity dva přístupy, které umožnily funkcionalizaci pouze povrchu pórů, „click“ reakce a roubování.

Monovalentní soli mědi katalyzovaná azid-alkynová cykloadice byla poprvé popsána již v roce 1967 (cit.¹⁸). Ačkoliv nejprve přehlédnutá, stala se posléze východis-



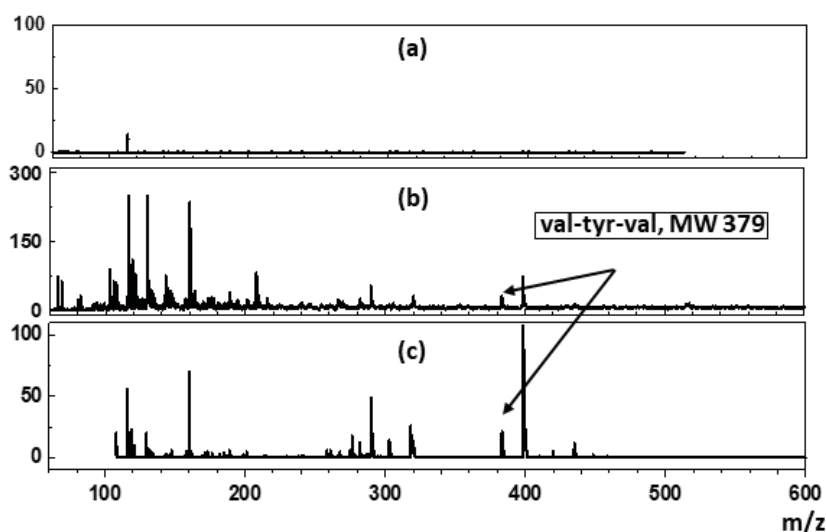
Obr. 4. Reakční schémata přípravy vrstvy s thiolovými skupinami reakcí poly(glycidyl-methakrylát-*co*-ethylendimethakrylátového) monolitu

kem k současné „click“ chemii široce rozvinuté Barry Sharplessem¹⁹, který za její výzkum získal v roce 2021 Nobelovu cenu. Jím prokázaná užitečnost této reakce podpořila zájem o další reakce, které rovněž vykazují rysy původního „click“ procesu. K nim patří i reakce thiol-alken. Na rozdíl od četných příkladů použití azid-alkynové cykloadice při přípravě a funkcionalizaci separačních médií pro chromatografii²⁰, bylo použití „click“ reakcí zahrnujících thioly výrazně méně časté a produkty byly většinou použity v kapilární elektrochromatografii^{21–23}. Na příklad skupina Wolfganga Lindnera ve Vídni připravila monolity s thiolovými skupinami reakcí poly(glycidyl-methakrylát-*co*-ethylendimethakrylátového) monolitu s hydrogensulfidem sodným. Reakce je znázorněna na obr. 4a. Jak jsme však sami zjistili, obsah thiolových skupin v monolitu (pouhých 0,58 mmol g⁻¹) byl nevalný²⁴. Většího množství thiolových skupin (1,05 mmol g⁻¹) bylo dosaženo při použití cysteaminu jako činidla²⁴. Přítomnost dvou nukleofilních skupin thiolové a primární aminové v cysteaminu však vedla k reakci obou z nich s epoxidovým cyklem a snížil se obsah volných thiolů (obr. 4b). Proto jsme nakonec zvolili reakci epoxidových skupin s cystaminem, tedy dimeru spojujícího dvě molekuly cysteaminu prostřednictvím disulfidového můstku, zobrazenou na obr. 4c, která poskytla až 2,84 mmol g⁻¹ thiolových skupin²⁵. Na rozdíl od předešlých dvou jednostupňových reakcí, je tento výsledek dosažen dvěma reakcemi, reakcí s cystaminem následovanou rozštěpením

disulfidového můstku prostřednictvím tris(2-karboxyethyl)fosfinu²⁶. Nebylo žádným překvapením, že vrstva obsahující pouze thiolové skupiny neumožnila ionizaci žádných látek, jak dokazuje obr. 5a.

Leč zpět k přípravě TLC vrstev obsahujících zabudovanou MALDI matici. Jelikož CMCA obsahuje vinylové skupiny, je vcelku snadné navázat tuto matici na thiol obsahující monolit prostřednictvím thiol-alken „click“ reakce. Vrstva byla proto napuštěna methanolkým roztokem monomeru a fotoiniciátoru 2,2-dimethoxy-2-fenylacetofenonu a „click“ reakce proběhla při pokojové teplotě a působení UV záření o vlnové délce 360 nm po dobu 30 min. Ačkoliv reakci lze kontrolovat časem a koncentracemi monomeru a iniciátoru, množství navázaných molekul CMCA nemůže překročit počet thiolových skupin v monolitu. Jejich funkce je však patrná z tripeptidu valtyr-val ve spektru generovaném z této vrstvy (obr. 5b). Jakkoliv tento postup vedl k požadovanému cíli, svojí složitostí se díky několika reakčním stupňům ukazuje jako méně efektivní. Kromě toho, takto modifikovaná vrstva nesplňovala ani požadavek dostatečné hydrofobicity tolik potřebné pro separace v obrácené fázi.

Východiskem se ukázalo prosté fotoroubování poly(butyl-methakrylát-*co*-ethylendimethakrylátové) vrstvy. Tento postup byl před lety vyvinut Thomasem Rohrem jako prostředek pro kontrolu chemie povrchu pórů v monolitických strukturách²⁷. Je vskutku jednoduchý. Póry vrstvy se naplní roztokem CMCA a benzofenonu



Obr. 5. MALDI spektra tripeptidu val-tyr-val získaná z vrstvy s pouhými thiolovými skupinami (a), z vrstvy připravené thiol-alken „click“ reakcí (b) a z vrstvy připravené UV iniciovaným roubováním polymerizovatelné matrice v přítomnosti benzofenonu (c) (nepublikované výsledky)

v dimethylformamidu a vrstva se ozařuje UV světlem. Již po 15 min bylo pokrytí pórů tvořené kovalentně navázanými řetězci polyCMCA dostatečné, aby umožnilo desorpci a ionizaci peptidů, jak dokládá obr. 5c.

Za zmínku stojí, že v obou předchozích případech je významně potlačen rozpad samotné matrice. To samo o sobě je povzbuzujícím faktorem. I kdyby se použití monolitických vrstev se zabudovanou maticí neshledalo vhodným pro účely TLC separace, i samotné vrstvy mohou nalézt použití při MALDI analýze malých molekul, neboť fragmenty této polymerní matrice interferují daleko méně s píky malých molekul či krátkých peptidů.

4. Vrstvy pro separace ve dvou dimenzích (2-D)

Díky svému planárnímu charakteru je TLC snadno použitelná pro dvourozměrné separace, což výrazně zvyšuje kapacitu zón. Nejjednodušší dvourozměrné provedení zahrnuje nanášení vzorku v blízkosti jednoho rohu vrstvy, vyvolání separace v jednom směru pomocí první mobilní fáze, vysušení vrstvy a vyvolání druhé mobilní fáze po otočení o 90°. Poole popsal několik technik pro vytvoření ortogonalit v 2-D TLC (cit.²⁸). Snadný přístup používá dvě různá rozpouštědla s komplementární selektivitou. Nalezení systému dvou skutečně ortogonálních rozpouštědel však může být náročný úkol.

Důležitá je také detekce nutná pro vizualizaci výsledků separace v 2-D TLC. Zatímco „klasické“ metody detekce, jako je stínování vrstvy nebo UV značení látek, poskytují informace týkající se polohy skvrny a retardačního faktoru R_f , MS přidává separaci další rozměr tím, že

identifikuje izotopickou hmotnost separovaných sloučenin a poskytuje řadu informací o jejich struktuře. Žádoucího zvýšení citlivosti bylo dosaženo zavedením desorpčního elektrosprejového ionizačního rozhraní (desorption electrospray ionization, DESI)²⁹, které bylo také použito pro přímou detekci sloučenin z komerčních TLC vrstev vyrobených z částic^{30,31}.

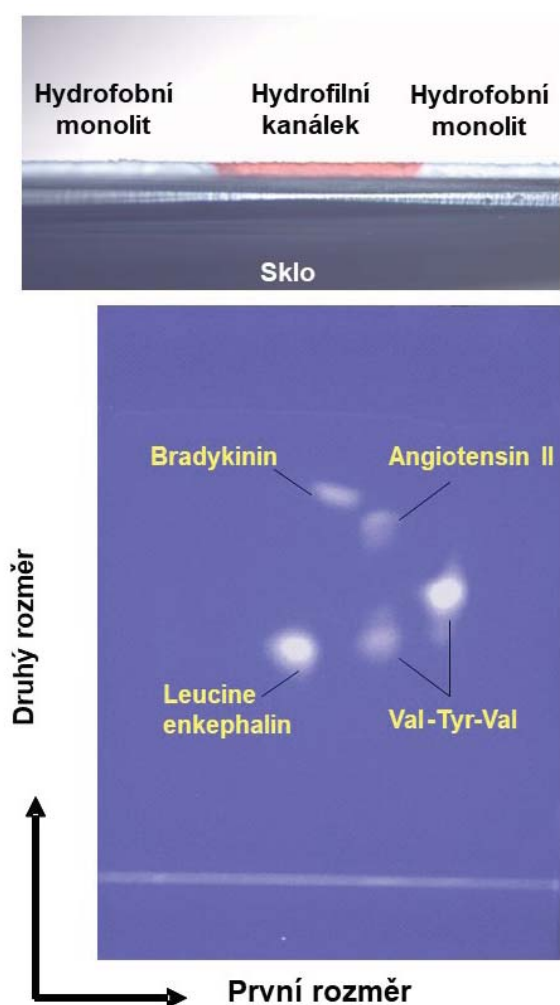
Při přípravě vrstev pro 2-D TLC je třeba zvážit několik faktorů. Mezi ně patří hydrofobnost, porézní vlastnosti, separační schopnost a mechanická pevnost optimalizované tak, aby odpovídaly požadavkům zamýšlené aplikace. Například hydrofobicita, která je vyžadována pro separaci peptidů v režimu obrácené fáze, byla definována výběrem chemie poly(butyl-methakrylát-co-ethylendimethakrylátové) monolitické vrstvy a nastavením jejich porézních vlastností kontrolou podílu porogenních rozpouštědel v polymerizační směsi³².

Pro vývoj formátu 2-D TLC vrstvy, umožňující separaci pomocí dvou různých mechanismů, byla s výhodou využita superhydrofobicita tenké vrstvy reprezentovaná kontaktním úhlem pro vodu vyšším než 150° (cit.^{32,33}). Při jedné hraně takovéto superhydrofobní polymerní tenké vrstvy na skleněné podložce byl vytvořen virtuální hydrofilní kanálek s iontově výměnnými skupinami. Separace v prvním rozměru pak probíhala v mechanismu iontové výměny v hydrofilním kanálku, zatímco hydrofobní zbytek desky byl poté použit ve druhém rozměru pro separaci v obrácené fázi.

Pro vytvoření iontoměničového kanálu bylo použito fotoiniciované roubování. Za tímto účelem byly póry celé superhydrofobní vrstvy vyplněny směsí 2-akrylamido-2-methyl-1-propansulfonové kyseliny, 2-hydroxyethyl-

methakrylátu a benzofenonu rozpuštěného ve směsi 2-methylpropanolu a vody. Poté byla UV zářením, přes jednoduchou laboratorně vyrobenou masku, iniciována polymerizace, aby se v celé tloušťce vrstvy vytvořil trojrozměrný kanálek o šířce 0,6 mm. Jak demonstruje obr. 6, byla v něm pak vodná fáze zadržována povrchovým napětím na rozhraních se superhydrofobní částí, které jí bránilo proniknout do přilehlých oblastí monolitické vrstvy.

Připravené 2-D vrstvy byly následně použity pro separaci fluorescenčně značených peptidů leucin enkefalinu, bradykininu, angiotenzinu II a val-tyr-val. Vodný roztok směsi peptidů opatřených UV značkou byl nanesen v blízkosti začátku roubovaného hydrofilního kanálku. Separace v první dimenzi pak byla docílena s použitím mobilní fáze

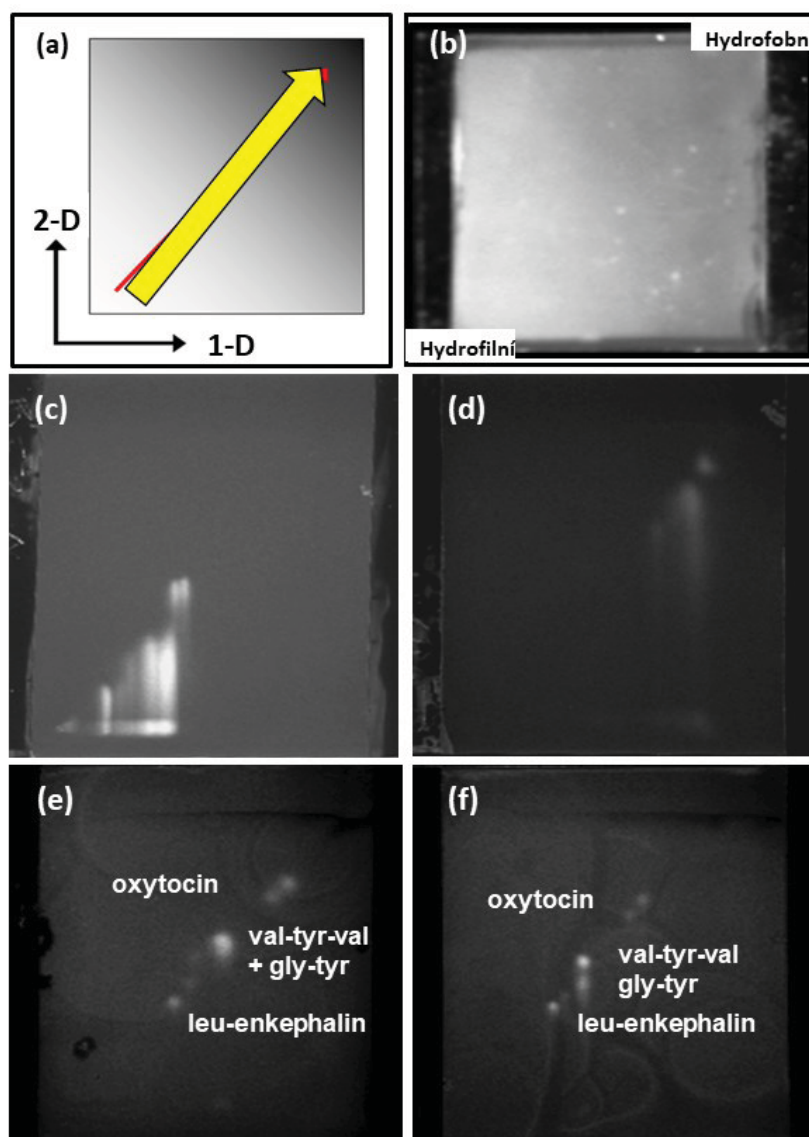


Obr. 6. Optický mikroskopický snímek řezu superhydrofobní monolitickou vrstvou se zabudovaným hydrofilním kanálkem s iontovýměnnými skupinami naplněným vodním roztokem červeného barviva (horní část) a separace fluorescencí UV značených peptidů ve dvoudimenzionálním provedení kombinujícím iontově výměnnou separaci v první dimenzi a separaci s obrácenou fází ve druhé (dolní část)³²

nasávané kapilární silou z přiloženého filtračního papíru nasyceného roztokem acetonitrilu ve vodném roztoku octanu amonného, který měl pH 7. Pro separaci ve druhém rozměru ortogonálně k té v prvním rozměru byla pak použita mobilní fáze obsahující 0,1 % trifluoroctové kyseliny (TFA) ve vodném acetonitrilu. Po dokončení dvourozměrné separace byla destička vysušena na vzduchu a rozdělené peptidy byly detegovány v UV světle. Zajímavé bylo, že val-tyr-val se oddělil ve dvou skvrnách. MS analýza tohoto komerčního tripeptidu ukázala, že obsahuje molekuly s očekávanou molekulovou hmotností 380 a dimer s hmotností 760, čímž se vysvětlil původ dvou skvrn.

Pro MS detekci stejných leč neoznačených peptidů bylo použito jednosměrné DESI skenování v pruzích popsané v literatuře již dříve³⁰. Skleněná destička s porézní vrstvou byla umístěna na x/y pohyblivém stolku. První pruh byl skenován pohybem stolku ve směru rovnoběžném s osou x, což představuje směr 1-D, t.j. od nízkého k vyššímu R_f . Na konci skenu prvního pruhu byla vrstva posunuta zpět na začátek osy x a rovněž o trochu ve směru osy y a byl skenován další pruh. Osa y představuje směr separace ve 2-D. Tento postup se opakoval, dokud nebyla naskenována celá vrstva. Hmotnostní spektra odpovídající jednotlivým peptidům jsou výrazně čistší, což potvrzuje zlepšení rozlišení po separaci ve druhém rozměru. Také vzdálenost detegovaných peptidů od startu se změnila a byla odlišná od pořadí pozorovaného v první dimenzi. Obrázek demonstrující tuto separaci byl prezentován v jedné z předešlých prací v tomto časopise³⁴.

Zatímco výše bylo roubování použito k vytvoření virtuálního kanálku, Iva Urbanová tuto techniku použila i pro přípravu vrstev s gradientem hydrofobicity rovněž určených pro 2-D separaci³⁵. Východí monolitická porézní vrstva nanosená na skleněné podložce byla připravena z glycidyl-methakrylátu a ethylendimethakrylátu a poté hydrolyzována pomocí zředěné kyseliny sírové za vzniku tenké vrstvy poly(glycerol-methakrylát-co-ethylendimethakrylátu). Ačkoli tato reakce zvýšila hydrofilitu vrstvy, ta nebyla dostatečná k tomu, aby zcela zabránila adsorpci některých hydrofobnějších látek. Proto byl povrch pórů nejprve roubováním pokryt poly(ethylenglykol)-methakrylátem, čímž vznikl povrch, který vykazoval kontaktní úhel pro vodu blízký 0° , což znamená, že celá vrstva se stala superhydrofilní. Tato hydrofilizovaná monolitická vrstva byla pak pokryta roztokem benzofenonu ve směsi lauryl-methakrylátu a ethanolu a zakryta tenkou křemennou deskou. Na horní povrch této desky byla přiložena maska neprůhledná pro UV světlo. Vytvoření diagonálního gradientu bylo velmi jednoduché. Masky byla posouvána konstantní rychlostí diagonálně přes formu v průběhu 5 min. Přítomnost gradientu byla potvrzena měřením kontaktního úhlu vody v různých místech povrchu. Levý dolní roh byl nejhydrofilnější částí s kontaktním úhlem 0° , zatímco nejhydrofobnější část v pravém horním rohu vykazovala kontaktní úhel 135° (obr. 7a). Profil gradientu byl také vizualizován v UV světle po označení vrstvy roztokem 1-anilinaftalen-8-sulfonové

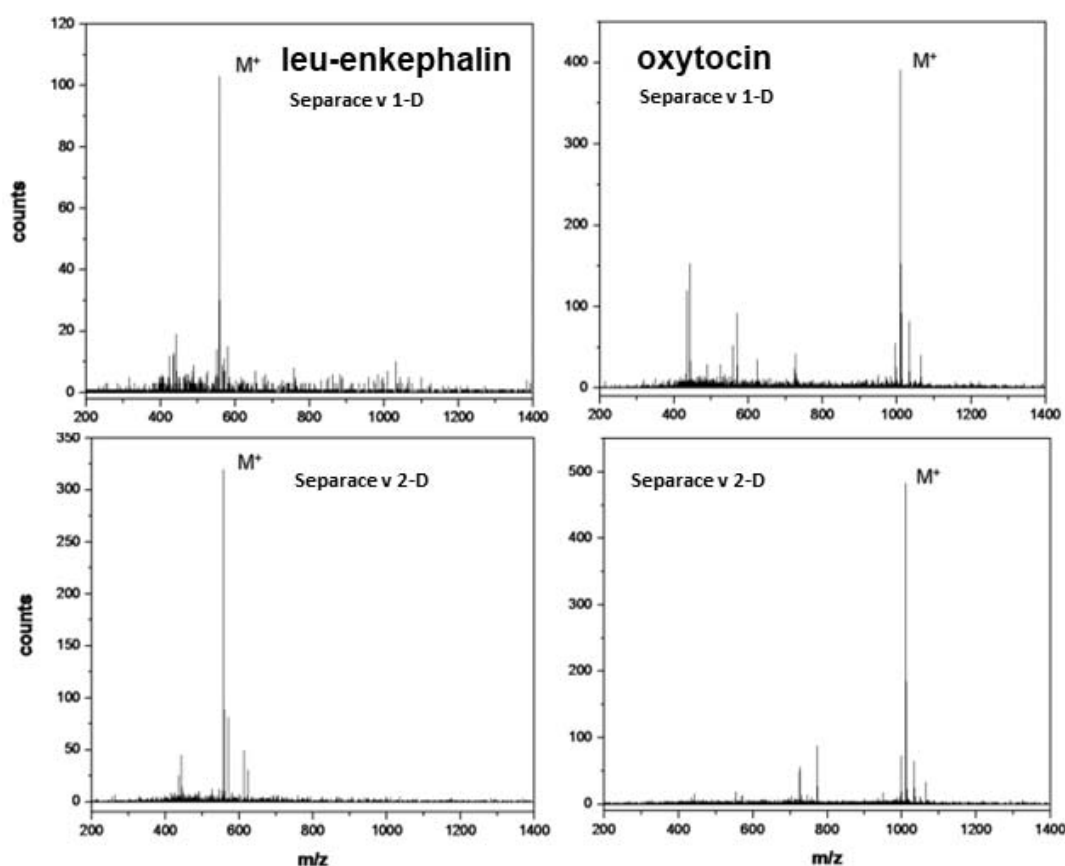


Obr. 7. Schematické ztvárnění gradientu hydrofobnosti na monolitické TLC vrstvě rostoucí ve směru šipky spolu s navrženými směry separací v prvním (1-D) a druhém rozměru (2-D) (a), vizualizace gradientu hydrofobnosti použitím fluorescenčního značení 1-anilinaftalen-8-sulfonovou kyselinou (b). Světlá oblast v levém dolním rohu představuje nejvíce hydrofilní část a tmavá vpravo nahoře nejhydrofobnější část. Separace leucin enkefalinu, gly-tyr, val-tyr-val a oxytocinu na monolitických vrstvách: poly(glycidyl-methakrylát-co-ethylendimethakrylát) (c), též monolit ale s hydrolyzovanými epoxidovými skupinami (d), vrstva celoplošně homogenně fotoroubovaná poly(ethylenglykol)-methakrylátem (e) a předchozí vrstva s hydrofilizovaným povrchem fotoroubovaná diagonálním gradientem poly(lauryl-methakrylátu) (d). Separace za použití mobilní fáze obsahující 0,1 % trifluoroctové kyseliny v 30% acetonitrilu ve vodě v prvním rozměru a 0,1 % trifluoroctové kyseliny v 50% vodném methanolu ve druhém rozměru⁴⁴

kyseliny (obr. 7b). Pozitivní účinek TLC s gradientem poly(lauryl-methakrylátu) ve srovnání s vrstvami v předchozích reakčních stupních byl dokumentován separacemi peptidů gly-tyr, val-tyr-val, leucin enkefalinu a oxytocinu (obr. 7d–f). První dva peptidy nebyly v první dimenzi rozděleny vůbec při použití roztoku TFA ve vodném acetonitrilu. Po otočení destičky o 90° a jejím vyvolání ve

druhé dimenzi roztokem TFA ve vodném methanolu však byly od sebe jasně odděleny, přičemž val-tyr-val měl větší hodnotu R_F .

Proveditelnost MS detekce byla poté demonstrována s leucin enkefalinem a oxytocinem, jak ukazuje obr. 8. Tyto dva nezačleně větší peptidy byly smíchány v ekvivalentních množstvích a jejich separace provedena za pod-

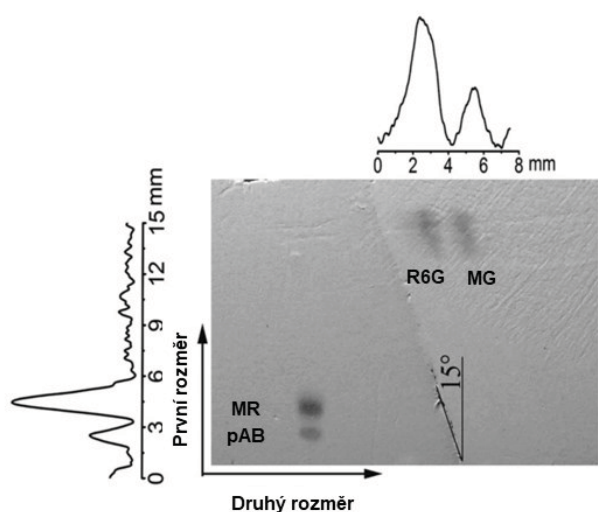


Obr. 8. MALDI-MS spektra získaná ze skvrn leucin enkefalinu a oxytocinu získané po ionizaci s použitím hydroxyskořicové kyseliny jako matrice z vrstvy, na níž byly rozděleny v první (levé panely) a druhé dimenzi (pravé panely)⁴⁴

míněk aplikovaných se značenými peptidy v předchozím experimentu. Po dokončení separace v obou rozměrech byl monolit postříkán roztokem matrice, vysušen a skvrny detegovány pomocí MALDI MS.

Důvodem lepší separace na diagonálně roubované vrstvě byly následující skutečnosti. Na desce roubované „lineárním“ způsobem přicházejí peptidy do kontaktu se stejnou hydrofobností v prvním i druhém rozměru. Proto jsou všechny skvrny seřazeny podél diagonály (viz obr. 3). Naproti tomu vrstva roubovaná diagonálně poskytuje během separace gradient hydrofobicity v obou rozměrech a umožňuje jemné vyladění separace. Oxytocin se tak oddělil do dvou dalších skvrn. MS analýza komerčního nonapeptidu ukázala, že obsahuje molekuly s očekávanou molekulovou hmotností, jakož i molekuly jeho dimeru, čímž se opět objasnil původ dvou skvrn. Za zmínku stojí, že separace ve druhém rozměru byla dokončena za méně než 3 min. Poměr signál/šum byl dobrý již po separaci v první dimenzi, přičemž v separovaných skvrnách nebyl pozorován žádný signál druhého peptidu. Nicméně, spektra obou peptidů získaná po dvourozměrné separaci byla čistší, protože hlavní skvrna byla oddělena od nečistot obvykle obsažených v umělé vyrobených peptidech.

Zheng a spol. použili pro přípravu vrstev pro 2-D TLC odlišný přístup. Namísto polymer-analogických reakcí vedoucích k chemicky modifikovaným vrstvám uvedeným výše, které se jim zdály příliš složité, zvolili dvě oddělené polymerizace v jedné formě³⁶. Nejprve připravili 200 μm silnou porézní monolitickou poly(glycidyl-methakrylát-*co*-ethylendimethakrylátovou) vrstvu postupem jako v předešlém případě. Po rozebrání skleněné formy byla část monolitu zhruba do poloviny odškrábána tak, aby jeho čelo mělo 15° sklon vůči delší straně sklíčka. Poté formu znovu sestavili, naplnili polymerizační směsí obsahující hydrofobní butyl-methakrylát a ethylendimethakrylát a fotopolymerizovali ji přes masku, která bránila tvorbě polymeru v předchozí vrstvě. Konečná fáze přípravy vrstvy spočívala v hydrolyze epoxidových skupin glycidyl-methakrylátových jednotek na hydrofilní diolové skupiny. Na rozdíl od autorů se mi tento vícestupňový postup zdá být složitější než předešlé dva, neboť vyžaduje manuální zručnost a velmi přesné postupy zaručující, že se při druhé polymerizaci nezaplňují póry vrstvy první a také mezi vrstvami nevznikne mezera, což by ovlivnilo opakovatelnost procesu.



Obr. 9. 2-D TLC separace polárního 4-aminozobenzenu (pAB) a methyl červeně (MR), jakož i hydrofobní malachitové zeleně (MG) a rhodaminu R6G (R6G) s použitím monolitické vrstvy složené z tandemem dvou typů polymerů, poly(butyl-methakrylát-co-ethylendimethakrylátu) a poly(glycerol-methakrylát-co-ethylendimethakrylátu) (upraveno z cit.³⁶). Mobilní fázi v první hydrofobní dimenzi byl ethyl-acetát/ethanol/voda (4:5:9), ve druhé 10 mM NaCl v methanolu. Chromatografický záznam byl vytvořen z denzitogramu pořízeného TLC skenerem

Vhodnost této vrstvy pro 2-D separace byla demonstrována rozdělením směsi čtyř malých molekul barviv významně se lišících polaritou. Aplikace směsi byla provedena na hydrofobní vrstvu, v níž byly nepolární molekuly v mobilní fázi sestávající z ethylacetátu, ethanolu a vody sice v mechanismu obrácené fáze rozděleny, ale jejich pohyb ve vrstvě byl díky retenci omezený. Naproti tomu nezadržené hydrofilní molekuly se během 3 min posunuly jako jedna skvrna do horní části vrstvy. Po vysušení byly tyto složky směsi rozděleny ve druhé dimenzi v módu HILIC s použitím roztoku NaCl ve vodném methanolu. Obr. 9 ukazuje konečný výsledek.

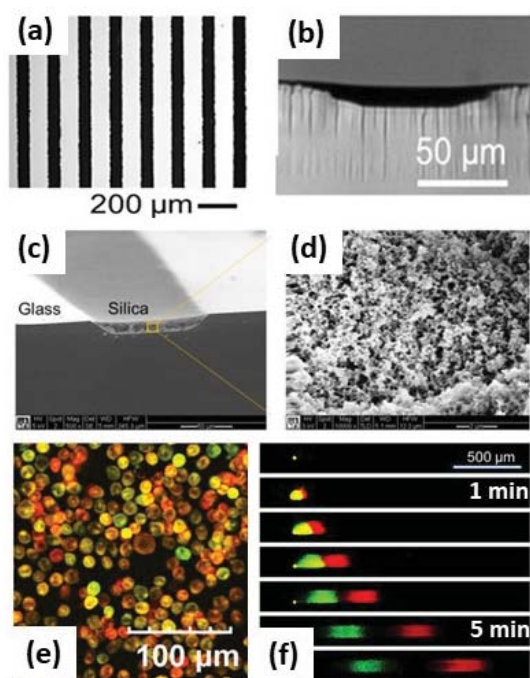
5. Nové trendy v monolitické TLC

Předcházející texty se soustředily na popis TLC vrstev, které, ač nové, byly formátem podobné jejich klasickým předchůdcům. Tedy relativně velká plocha porézního materiálu, z níž je pro účely separace použita jenom menší část, neboť jednotlivé dráhy jsou od sebe odděleny oblastmi nepoužitými. Jakkoliv se tento přístup osvědčuje již po dobu téměř 100 let, nelze se divit, že se, pravda ještě zřídka, objevují nové, odlišné formáty a výrobní postupy. Mezi ně např. patří miniaturizace a použití nevšedních prostředků k přípravě TLC vrstev³⁷.

5.1. Monolitické mikropásy

Známým problémem „klasické“ TLC je potřeba aplikovat relativně velké množství vzorku nutné k ať již optické, či hmotově spektrometrické detekci skvrn. Rovněž laterální difuze představuje obtíž. Zavedení ultratenkovrstvé chromatografie UTLC (cit.³) blíže popsané v předchozím referátu¹ sice snížilo vzorkovou náročnost typické TLC, nicméně ani tato metoda neumožňovala analýzu extrémně miniaturních vzorků, jako je např. obsah jedné buňky, která má objem zhruba 1 pl. Bylo proto nutné vyvinout novou platformu. Tohoto úkolu se nedávno ujala Nancy Allbritton se svou skupinou pracující na univerzitě v Seattlu³⁸ a vyrobili mikročip pro pikolitrovou tenkovrstvou chromatografii (pTLC), který se skládá ze soustavy mikrokanálek vyleptaných běžnou metodou ve skleněné podložce a zaplněných porézním monolitickým pásem oxidu křemičitého (siliky) navrženým tak, aby mohl fungovat s nepatrnými objemy vzorků. Výhodou mikrokanálového uspořádání je i omezení nežádoucí laterální difuze.

Jak ukazuje obr. 10, samotné kanálky měly šířku 60 až 80 μm a hloubku 13 μm řádově srovnatelnou s velikostí



Obr. 10. Mikroskopické snímky čipu pro pTLC při pohledu shora při malém (a) a velkém (b) zvětšení, boční pohled (c), SEM snímek porézní struktury silikového monolitu (d), fotografie U-937 buněk obsahujících lipidy značené červeně 3,3-dioktadecyloxa-karbokyaninem a zeleně 1,1'-dioktadecyl-3,3,3',3'-tetramethylindodikarbokyaninem (e) a časový průběh jejich separace při použití 1-pentanolu jako mobilní fáze (f) (upraveno z cit.³⁸)

jednotlivých buněk. Před přípravou monolitického separačního média byl celý čip uzavřen poly(dimethylsiloxanovým) (PDMS) krytem. Silikové monolity v kanálcích byly připraveny běžnou sol-gel technologií z prekurzorové směsi sestávající z tetramethyl-orthosilikátu, poly(ethylenglykolu), močoviny a vodného roztoku octové kyseliny, který byl vakuově nasát do kanálek. Po vzniku a zrání gelu byl PDMS kryt odstraněn a monolity kalcinovány při vysoké teplotě na hotovou pTLC fázi.

Vzhledem k malým objemům vzorků, se kterými bylo manipulováno, bylo jejich dávkování prováděno komerčním piezoelektrickým tiskovým vstřikovačem s průměrem trysky pouhých několik desítek mikrometrů. Čip byl umístěn na desce obráceného mikroskopu, aby bylo možné odspoda pozorovat dělení fluorescenčně značených látek ukázané na obr. 10f. Na počátek monolitické fáze byly naneseny velmi malé objemy desítek pikolitřů roztoků modelových sloučenin, ty byly poté separovány a detegovány fluorescencí pomocí standardních mikroskopických metod v atomolárním množství. Separační charakteristiky a migrace analytu závisely na velikosti makropórů, která byla nastavitelná změnou obsahu porogenu poly(ethylenglykolu) použitého ve směsi během sol-gel procesu³⁹. Monolit s menšími póry o velikosti 0,3 μm umožňoval rychlejší a účinnější separace ve srovnání se svým protějškem s 2 μm velkými póry.

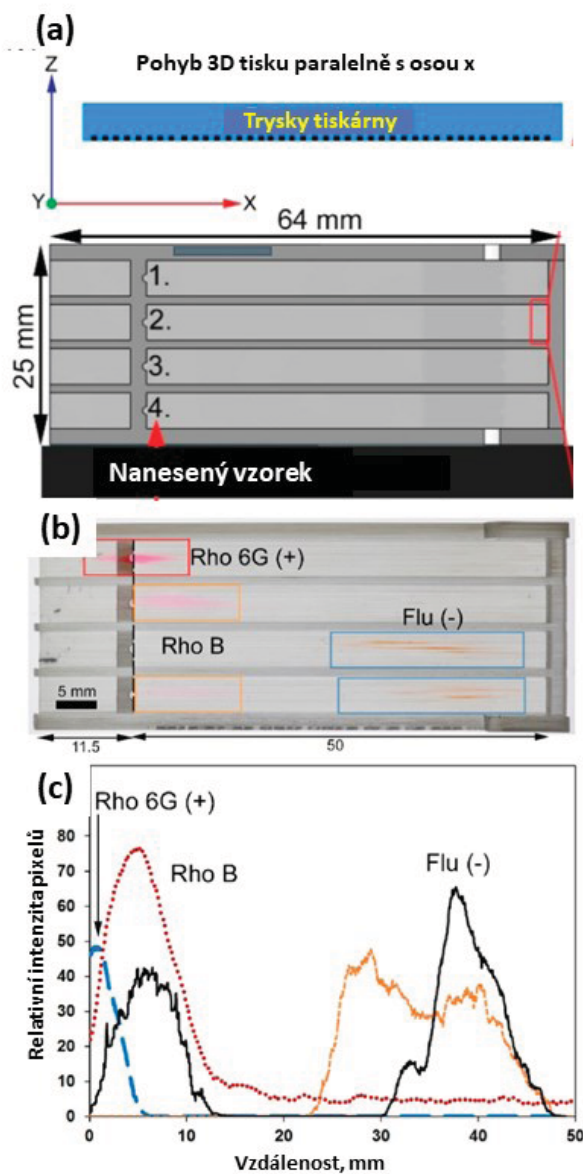
Obr. 10 také ukazuje buňky, v nichž byly lipidy označeny dvěma různými barvami. Heterogenita zbarvení byla způsobena rozdílnou rychlostí difuze barviv do jednotlivých buněk, kde reagovaly. Na každý monolitický mikropás byla vstříknuta jedna buňka obsahující lipidy obou barev. Značené lipidy z nich pak byly extrahovány a separovány v 1-pentanolu v módu normální fáze. Migrace červeně značených lipidů byla rychlejší díky vyšší polaritě značky. Po pouhých 6 minutách separace bylo dosaženo perfektního rozlišení při migrační vzdálenosti méně než 10 mm s pozoruhodnou účinností 13 000 teoretických pater/m.

Uvedené výsledky ukázaly potenciál pTLC pro aplikace v mnoha oblastech, kde jsou k dispozici pouze nepatrné vzorky a potřeba vysoce účinné paralelní analýzy. Ve srovnání s jinými analytickými technikami používanými pro jednotlivé buňky, jako jsou kapilární a mikrofluidní elektroforéza, je předností pTLC techniky její jednoduchá obsluha a snadnost paralelizace, což jí činí vhodnou pro analýzu velkého počtu jednotlivých buněk na stejném čipu. Jednoduchým odpařením rozpouštědla se separace ukončí a jednotlivé skvrny se mohou kdykoliv detegovat. Autoři zdůraznili i možnost použití jejich metody v oblastech, jako je diagnostika nemocí, analýza heterogenity buněk, monitorování reakcí v kapkách a detekce miniaturních vzorků ze životního prostředí, potravin, jakož i vzorků forenzních a farmaceutických.

5.2. Třídídimenzionální mikrotisk

Třídídimenzionální (3-D) tisk, neboli aditivní výroba, se pozvolna prosazuje i v separačních metodách, jak doka-

zuji zajímavé práce, jejichž počátek se datuje do roku 2014 (cit.⁴⁰). Bližší informace lze nalézt v nedávno publikovaných referátech^{41–43}. Není proto divu, že 3-D tisk pronikl i do oblasti TLC. Brett Paull se svou skupinou v Tasmánii prokázal, že 3-D tisk nabízí možnost přímé přípravy planárního substrátu v relativně krátkém čase a při nízkých nákladech, který byl vhodný pro separace



Obr. 11. Návrh 3D tištěného TLC čipu se čtyřmi 64 mm dlouhými porézními separačními vrstvami a místy určenými pro aplikaci vzorků. Vrstvy byly vytvořeny řízením flouštky destiček (a). Fotografie zobrazující čip se separovanými fluorescenčními barvami rhodamin 6G (Rho 6G), rhodamin B (Rho B) a fluoresceín (Flu) (b). Chromatogram vygenerovaný ze snímku v přechodí části (c) (upraveno z cit.⁴⁴). Separační podmínky: vzorek 0,5 μl , mobilní fáze 0,2 M NaOH

bez nutnosti dalších úprav. Proces lze snadno přizpůsobit k výrobě vrstev různých tloušťek, délek i šířek⁴⁴.

Pro tisk použili komerční směs Veroclear, která podle výrobce Materialise obsahuje řadu patentovaných složek, jako jsou akrylový monomer, akrylový oligomer, fotoiniciátor, ester akrylové kyseliny a další. Aby získali lepší přehled o složení této směsi, analyzovali ji pomocí plynové chromatografie, jakož i infračervené a Ramanovy spektroskopie. Jednotlivé komponenty charakterizovali jako fotoiniciátor Irgacure 184, monomery isobornyl-akrylát a 4-akryloylmorfolin, síťovadla glycerolpropoxylát-triakrylát a tricyklohexan-dimethanoldiakrylát, a cyklický keton cyklohexanon. Samotný polymer vzniklý UV iniciovanou fotopolymerizací byl mírně hydrofilní s kontaktním úhlem pro vodu 62,1°.

Jak ukazuje obr. 11, tisk byl prováděn nanášením polymerizační směsi lineárně uspořádanými tryskami ve vrstvičkách tenkých pouhých 16 µm, které byly průběžně fotopolymerizovány. Celková tloušťka hotové transparentní polymerní sestavy byla pak 200 µm. Mezi vrstvičkami zůstávaly mezery tvořící separační kanály. Vedlejším, leč žádoucím produktem tisku, byla tvorba mřížek vytvářejících propojenou síť napříč v meziprostorech mezi jednotlivými tištěnými vrstvičkami, která vedla ke vzniku průtočných pórů, ne nepodobných porézním monolitickým stacionárním fázím. Ty pak poskytly větší povrch s potenciálem pro interakci separovaných látek.

K důkazu aplikovatelnosti vytištěného zařízení autoři použili nejprve separaci tří fluorescenčních barviv rhodaminu 6G, rhodaminu B a fluoresceinu lišících se v alkalické mobilní fázi nábojem od pozitivního přes neutrální až k negativnímu (obr. 11). Zatímco první z těchto látek zůstala při vyvolávání v místě aplikace směsného vzorku, druhá vykázala R_f 0,07 a třetí 0,59. Separace větších molekul pak byla demonstrována rozdělením fluorescenčně značených bílkovin lysozymu a myoglobinu v 10 mM NaOH k němuž došlo na základě jejich pI (6,8 a 11,35). První z nich se za těchto podmínek sotva pohnula od startu s R_f 0,03, zatímco myoglobin byl zadržen mnohem méně, což se projevilo na R_f 0,71. Za povšimnutí stojí reprodukovatelnost separací v jednotlivých dráhách charakterizovaná relativní standardní odchylkou (RSD) pro použité proteiny s hodnotami 15 a 9,1 %.

Je jasné, že zbývá ještě dostatek prostoru pro další zlepšení. Nicméně, již první výsledky dosažené v tomto výzkumu jsou pozitivním příslibem na nedávno vzniklém poli 3D tisku separačních médií.

6. Závěry

Předešlé řádky shrnul přípravu a použití monolitických vrstev v pokročilých planárních separačních technologiích. Jakkoliv TLC zůstává do značné míry na okraji zájmu o analytické separační metody, její, byť i pomalý, vývoj pokračuje i nadále. Nelze totiž přehlédnout, že separací v TLC se často docílí při aplikaci velice jednoduchých a snadno dostupných prostředků, aniž by bylo vyžadováno

použití nákladných sofistikovaných přístrojů. Monolitické vrstvy pro TLC s neobvyklými vlastnostmi zahrnujícími např. vrstvy s vlastnostmi umožňujícími přímou desorpci a ionizaci či se zabudovanou MALDI maticí představují novou kvalitu. Podobně, specificky chemicky upravené vrstvy připravované s využitím metod polymerní chemie zjednodušují separace ve dvou dimenzích. V poslední době se však objevily zcela nové přístupy k separačním vrstvám, a to jak jejich formováním v mikrofluidních čípech nebo výrobou s použitím 3-D tisku. I když tento referát popsal řadu zajímavých přístupů a aplikací monolitických vrstev, další, jako je planární elektrochromatografie^{45,46} či vrstvy modifikované nanočásticemi⁴⁷, se do něj nevešly a bude o nich muset být pojednáno jinde.

Tento referát vznikl za podpory projektu STARSS (Reg. No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/ 0000465) co-financovaného ERDF.

LITERATURA

1. Švec F.: Chem. Listy 117, 308 (2023).
2. Hauck H. E., Schulz M.: Chromatographia 57, S/313 (2003).
3. Hauck H. E., Bund O., Fischer W., Schulz M.: J. Planar Chromatogr. Mod. TLC 14, 234 (2001).
4. Bezuidenhout L. W., Brett M. J.: J. Chromatogr. A 1183, 179 (2008).
5. Orinak A., Arlinghaus H. F., Vering G., Orinakova R., Hellweg S.: J. Chromatogr. A 1084, 113 (2005).
6. Salo P. K., Vilmunen S., Salomies H., Ketola R. A., Kostianen R.: Anal. Chem. 79, 2101 (2007).
7. Salo P. K., Salomies H., Harju K., Ketola R. A., Koti-aho T., Yli-Kauhaluoma J., Kostianen R.: J. Amer. Soc. Mass Spectrom. 16, 906 (2005).
8. Wang Y., Olesik S. V.: Anal. Chim. Acta 970, 82 (2017).
9. Fang X., Olesik S. V.: Anal. Chim. Acta 830, 1 (2014).
10. Lu T., Olesik S. V.: J. Chromatogr. B 912, 98 (2013).
11. Beilke M. C., Zewe J. W., Clark J. E., Olesik S. V.: Anal. Chim. Acta 761, 201 (2013).
12. Lu T., Olesik S. V.: Anal. Chem. 85, 4384 (2013).
13. Clark J. E., Olesik S. V.: J. Chromatogr. A 1217, 4655 (2010).
14. Clark J. E., Olesik S. V.: Anal. Chem. 81, 4121 (2009).
15. Bakry R., Stoggl W. M., Hochleitner E. O., Stecher G., Huck C. W., Bonn G. K.: J. Chromatogr. A 1132, 183 (2006).
16. Korzhikova-Vlakh E. G., Antipchik M., Tennikova T.: Polymers 13, 1059 (2021).
17. Peterson D. S., Hilder E. F., Luo Q., Švec F., Fréchet J. M. J.: Rapid Commun. Mass Spectrom. 18, 1504 (2004).
18. Huisgen R., Szeimies G., Munchen L.: Chem. Ber. 100, 2494 (1967).
19. Kolb H. C., Finn M. G., Sharpless K. B.: Angew.

- Chem., Int. Ed. 40, 2004 (2001).
20. Chu C., Liu R.: Chem. Soc. Rev. 40, 2177 (2011).
 21. Veigl E., Boehs B., Mandl A., Krametter D., Lindner W.: J. Chromatogr. A 694, 151 (1995).
 22. Krawinkler K. H., Maier N. M., Ungaro R., Sansone F., Casnati A., Lindner W.: Chirality 15, S17 (2003).
 23. Shen A., Guo Z., Yu L., Cao L., Liang X.: Chem. Commun. 47, 4550 (2011).
 24. Xu Y., Cao Q., Švec F., Fréchet J. M. J.: Anal. Chem. 82, 3352 (2010).
 25. Lv Y., Maya A., Fréchet J. M. J., Švec F.: J. Chromatogr. A 1261, 121 (2012).
 26. Lv Y., Lin Z., Švec F.: Analyst 137, 4114 (2012).
 27. Rohr T., Hilder E. F., Donovan J. J., Švec F., Fréchet J. M. J.: Macromolecules 36, 1677 (2003).
 28. Poole C. F., Poole S. K.: J. Chromatogr. A 1218, 2648 (1995).
 29. Takats Z., Wiseman J. M., Cooks R. G.: J. Mass Spectrom. 40, 1261 (2005).
 30. Kertesz V., Van Berkel G. J.: Anal. Chem. 80, 1027 (2008).
 31. Van Berkel G. J., Ford M. J., Deibel M. A.: Anal. Chem. 77, 1207 (2005).
 32. Han Y., Levkin P. A., Abarientos I., Liu H., Švec F., Fréchet J. M. J.: Anal. Chem. 82, 2520 (2010).
 33. Levkin P. A., Švec F., Fréchet J. M. J.: Adv. Funct. Mater. 19, 1993 (2009).
 34. Švec F.: Chem. Listy. 114, 718 (2020).
 35. Urbanová I., Švec F.: J. Sep. Sci. 34, 2345 (2011).
 36. Zheng B., Liu Y., Li D., Chai Y., Lu F., Xu J.: J. Sep. Sci. 38, 2737 (2015).
 37. Morlock G. E.: J. Chromatogr. A 1382, 87 (2015).
 38. Wang Y., Yao M., Sims C. E., Allbritton N. L.: Anal. Chem. 94, 13489 (2022).
 39. Hara T., Desmet G., Baron G. V., Minakuchi H., Eel-tink S.: J. Chromatogr. A 1442, 42 (2016).
 40. Fee C., Nawada S., Dimartino S.: J. Chromatogr. A 1333, 18 (2014).
 41. Kalsoom U., Nesterenko P. N., Paull B.: TrAC, Trends Anal. Chem. 105, 492 (2018).
 42. Belka M., Bączek T.: TrAC, Trends Anal. Chem. 142, 116322 (2021).
 43. Wang L., Pumera M.: TrAC, Trends Anal. Chem. 135, 116151 (2021).
 44. Macdonald N. P., Curri van S. A., Tedone L., Paull B.: Anal. Chem. 89, 2457 (2017).
 45. Wang P., Tao D., Zhang L., Liang Z., Zhang Y.: J. Sep. Sci. 32, 2629 (2009).
 46. Woodward S. D., Urbanová I., Nurok D., Švec F.: Anal. Chem. 82, 3445 (2010).
 47. Cao Y., Lv M., Xu H., Švec F., Tan T., Lv Y.: Anal. Chim. Acta 896, 111 (2015).
- F. Švec** (*Department of Analytical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Charles University, Hradec Králové, Czech Republic*): **Neglected Applications of Monolithic Structures: Advanced Thin Layer Chromatography-Mass Spectrometry Approaches**
- Thin-layer or planar chromatography (TLC) continues to evolve, albeit at a slower pace than its more powerful counterparts, liquid and gas chromatography. This is easy to understand as TLC has always been a very simple alternative to these methods without the need for complex instrumentation. This does not mean, however, that TLC cannot be combined with sophisticated detection methods such as mass spectrometry or performed in multiple dimensions. To make TLC more widely applicable, its separation potential is constantly being improved. Therefore, layers with new chemical compositions and innovative processes are being developed leading to layers that enable applications not yet described. This review describes the use of monolithic layers formed from porous organic polymers developed for use in mass spectrometry with laser desorption and ionization without the participation of a low molecular weight matrix or for the preparation of layers with unconventional formats for separations in two dimensions. Attention is also given to so far unusual approaches where TLC is realized in microfluidic environments.
- Keywords: thin layer chromatography, planar chromatography, monolithic layers, separation, mass spectrometry
- Acknowledgement*
The author gratefully acknowledges the financial support of the STARSS project (Reg. No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000465) co-funded by ERDF.

SOUČASNÉ ÚSPĚCHY V NÁVRHU ZEOLITOVÝCH KATALYZÁTORŮ

MARIYA SHAMZHY

Katedra fyzikální a makromolekulární chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8, 128 43 Praha 2, Česká republika
mariya.shamzhy@natur.cuni.cz

Došlo 27.2.23, přijato 12.6.23.

Zeolity jsou porézní krystalické kyselé katalyzátory, které se běžně využívají v různých procesech petrochemického průmyslu a mají vysoký potenciál pro nové katalytické aplikace. Tento článek přehledně popisuje nedávný pokrok v syntéze zeolitových katalyzátorů prostřednictvím chemické a strukturní modifikace germanokřemičitanů v kombinaci s IČ spektroskopickými studiemi, které se zabývají vztahem mezi syntézou, strukturou a vlastnostmi nových katalytických materiálů.

Klíčová slova: zeolitové katalyzátory, kyselá centra, germanokřemičitan, syntéza, struktura, *in situ* IČ spektroskopie

Obsah

1. Úvod
2. Návrh přípravy nových zeolitových katalyzátorů modifikací germanokřemičitanů
 - 2.1. Úprava chemického složení při zachování struktury zeolitu
 - 2.2. Úprava chemického složení a struktury zeolitu
 - 2.3. Recyklace germania
3. IČ spektroskopické *in situ* studie zeolitových katalyzátorů
4. Závěr a výhled do budoucna

1. Úvod

Katalýza je jev, při kterém dochází ke zvýšení rychlosti chemické reakce v přítomnosti látky zvané katalyzátor. Důležitým rozdílem mezi katalyzátorem a reaktantem je, že katalyzátor se při chemické reakci nespotebovává a nemění. Zvláště důležitou skupinou průmyslově významných katalyzátorů jsou zeolity. Jsou to krystalické mikro-porézní materiály, které se mohou chovat jako kyseliny. Z chemického hlediska jsou zeolity elementokřemičitan, jejichž krystalické mřížky jsou tvořeny tetraedry TO_4 ($T = \text{Si}, \text{Al}, \text{Ti}$), které spolu navzájem sdílejí atom kyslíku (obr. 1, vlevo)¹. Prvky s oxidačním stavem +3, například Al, svou přítomností v zeolitové mřížce způsobují negativní náboj mřížky. Pokud je tento negativní náboj kompenzován navázáním protonu, vzniká Brønstedovo kyselé centrum (obr. 1, vpravo).

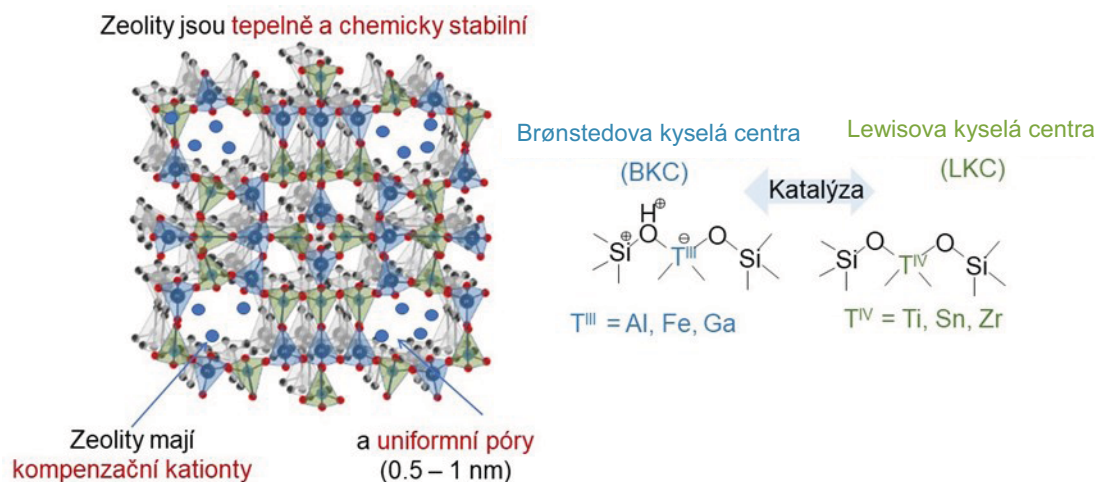
Přítomnost Brønstedových kyselých center (BKC) umožňuje zeolitům substituovaným hliníkem katalyzovat různé chemické reakce, jako je např. krakování, izomeriza-

ce, alkylace nebo acylace, které se používají v petrochemickém průmyslu. Na druhou stranu, přítomnost koordinačně nenasycených atomů čtyřmocných prvků, jako je například Ti nebo Sn, vede k tvorbě Lewisových kyselých center (LKC), které jsou aktivní v různých reakcích pro katalytické přeměny surovin pocházejících z biomasy (např. izomerizace glukosy na fruktosu, Baeyerova-Villigerova oxidace ketonů na estery, nebo Meerweinova-Ponndorfova-Verleyova (MPV) redukce karbonylových sloučenin na příslušné alkoholy)³.

Zeolity jsou velmi stabilní krystalické látky, a proto odolávají reakčním podmínkám, jež jsou problematické pro mnoho jiných materiálů⁴. Zejména hlinitokřemičitanové zeolity jsou stabilní při teplotách až 600–800 °C, nerozpouštějí se ve vodě ani v organických rozpouštědlech, a na vzduchu nedochází k jejich oxidaci. Nejzajímavější a unikátní vlastností zeolitových katalyzátorů je jejich



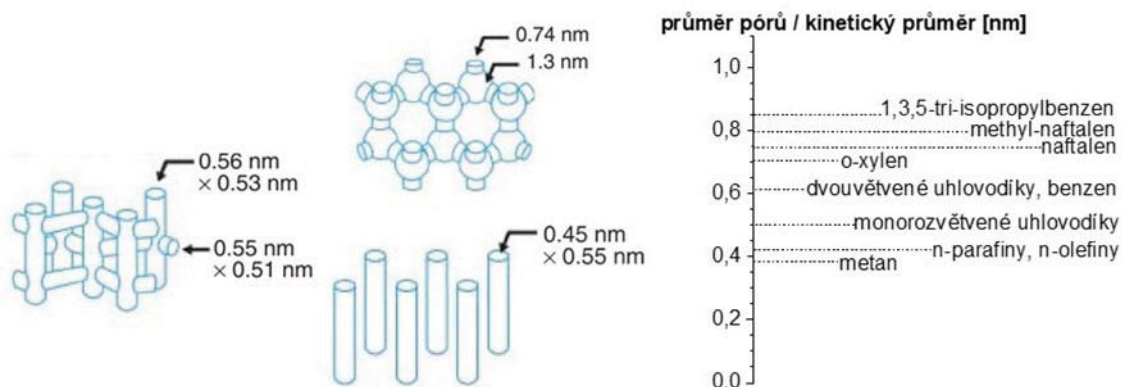
Mariya Shamzhy vystudovala Lomonosovovu univerzitu a doktorský titul získala na Ukrajinské akademii věd. Jeden rok strávila jako postdoktorandka v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského pod vedením profesora J. Čejky. Dnes Dr. Shamzhy pracuje jako docentka na Přírodovědecké fakultě UK, kde vede výzkumný tým zaměřený na design nového typu zeolitových katalyzátorů s jedním typem aktivního centra. Za svůj výzkum porézních materiálů získala Mariya Shamzhy „Cenu Neuron 2022 pro nadějně vědce v oblasti chemie“.



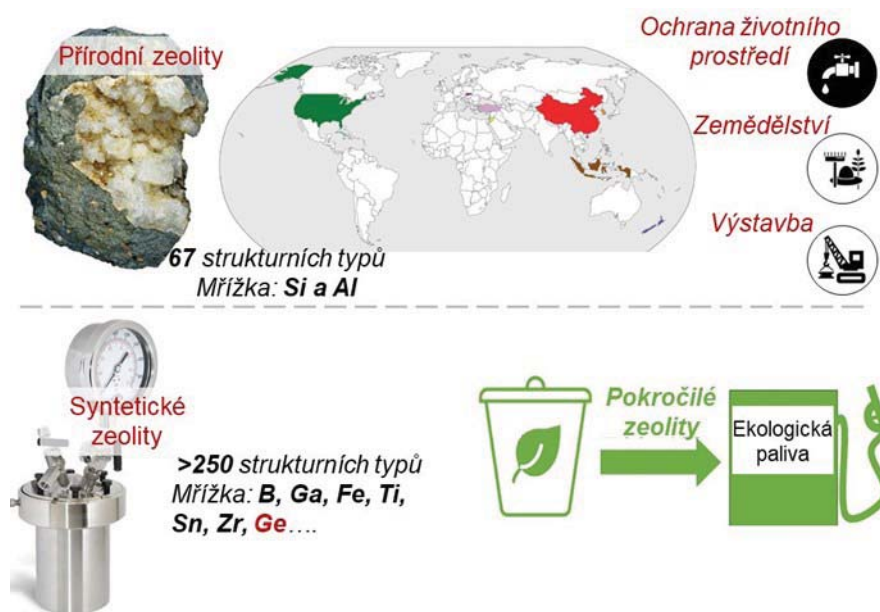
Obr. 1. Mřížka zeolitu (vlevo), Brønstedova a Lewisova kyselá centra v zeolitech (vpravo). Upraveno podle cit.²

mikroporézní struktura. Každý pór zeolitu je schopen pojmut molekuly, které se v něm mohou přeměnit. Nesčetné množství takových mikropórů funguje jako miliony nanoreaktorů, v nichž probíhají chemické reakce na kyselých centrech. Protože póry zeolitů mají přesně definované rozměry, které se pohybují v měřítku kinetických průměrů malých organických molekul (obr. 2), může optimalizovaný katalyzátor selektivně interagovat pouze s molekulami vhodných rozměrů, a proto také selektivně vytvářet pouze požadovaný produkt⁵. Definujeme tři typy tzv. tvarové selektivity zeolitů. *Tvarová selektivita reaktantů* vylučuje z katalytického cyklu molekuly reaktantů, které jsou větší než póry zeolitu. *Selektivita vzhledem k produktům* zpomaluje difuzi objemných produktů, které vznikly v porézním zeolitovém systému. *Tvarová selektivita přechodných stavů* omezuje tvorbu meziproduktů, které jsou větší než rozměry pórů ve struktuře zeolitu.

Zeolity lze rozdělit na tři typy: (a) přírodní zeolity, (b) syntetické analogy přírodních zeolitů a (c) syntetické zeolity bez přírodních analogů. V současné době známe více než 250 typů zeolitových struktur⁷. Každý z těchto strukturálních typů je pojmenován třípísmenkovým kódem přiděleným Strukturální komisí Mezinárodní zeolitové asociace (SC-IZA)⁷. *Přírodní zeolity* se těží v různých částech světa a používají se k ochraně životního prostředí, zemědělství a stavebnictví (obr. 3, nahoře). Největší ložiska se nacházejí v Číně, Jižní Koreji, Novém Zélandu, ve Spojených státech a na Slovensku⁸. V přírodě se zeolity krystalizovaly za hydrotermálních podmínek převážně jako hliníkoželeznitany v důsledku ukládání sopečného popela v dávných alkalických jezerech. *Syntetické zeolity* se používají pro průmyslové aplikace v adsorpci a katalýze a vyrábějí se napodobením podmínek, za kterých zeolity vznikají v přírodě. Hydrotermální krystalizace zeolitu



Obr. 2. Kinetické průměry vybraných organických molekul v porovnání s velikostí pórů zeolitů. Upraveno podle cit.⁶



Obr. 3. Chemická a strukturní variabilita přírodních a syntetických zeolitů. Upraveno podle cit.¹¹

v chemické laboratoři vyžaduje několik dní, nikoli miliony let, jako v přírodních podmínkách. Pro úspěšnou hydrotermální krystalizaci syntetického zeolitu se používají vhodné zdroje stavebních prvků zeolitu (např. oxid křemičitý, dusičnan hlinitý, chlorid titaničitý, atd.), hydroxidy alkalických kovů nebo organické zásady (např. hydroxidy tetraalkylamonné) ve vodě a tato směs se nechá reagovat při teplotě 100–200 °C a autogenních tlacích⁹. Tímto způsobem mohou chemici syntetizovat nové zeolity se strukturními a kompozičními vlastnostmi mnohem rozmanitějšími, než jsou vlastnosti přírodních minerálů (obr. 3, dole)^{3,10}. V současné době je velmi perspektivní úprava chemického složení zeolitu s cílem aplikovat tyto účinné katalyzátory na suroviny pocházející z biomasy.

Cílem této práce je seznámit čtenáře s nejnovějším vývojem v oblasti návrhu nových zeolitových katalyzátorů se zaměřením na zeolity syntetizované v České republice. Kapitola 2 se věnuje syntetickým postupům pro úpravu aktivních kyselých center v syntetických zeolitech obsahujících atomy germania. Použití infračervené spektroskopie (IČ spektroskopie) *in situ* pro objasnění vztahu mezi parametry syntézy, fyzikálně-chemickými vlastnostmi a katalytickým výkonem nových zeolitových katalyzátorů je diskutováno v kapitole 3. Na závěr jsou uvedeny možné perspektivní oblasti výzkumu zeolitových katalyzátorů.

2. Návrh přípravy nových zeolitových katalyzátorů modifikací germanokřemičitanů

Al a Si jsou nejvíce se vyskytující prvky vytvářející mřížku přírodních zeolitů. Tato mřížka má negativní náboj a tento náboj je kompenzován kationty alkalických kovů a kovů alkalických zemin. V porovnání s přírodními zeolity mají syntetické materiály mnohem rozmanitější chemické složení, protože do mřížky zeolitu lze zabudovat různé kovy pomocí nejrůznějších komerčně dostupných anorganických sloučenin, zatímco mřížkový náboj lze kompenzovat organickými kationty¹². Zvláště zajímavou skupinou syntetických zeolitů jsou germanokřemičitanů. Z hlediska chemických vlastností (např. elektronegativita, koordinační číslo), je germanium prvek nejbližší křemíku, a proto je možné germanium izomorfně substituovat do různých zeolitových struktur, dříve známých jako křemičitanů nebo hliníkokřemičitanů^{13,14}. Na druhou stranu se germanium v některých vlastnostech výrazně liší od křemíku. Například délka vazby Si–O pro čtyřvazný křemík je obvykle v rozmezí 0,160–0,163 nm, zatímco délka vazby Ge–O je v rozmezí od 0,170 do 0,180 nm (cit.¹⁵). Úhly T–O–T v germanátech jsou mnohem menší (117–145°) než v křemičitanech (135–180°)¹⁵. Díky zmíněným vlastnostem germanium usnadňuje tvorbu dříve neznámých zeolitových struktur, které obsahují malé strukturní jednotky, jako např. krychle (D4R) nebo trojboký hranol (D3R)^{16–20}. Některé z těchto struktur mají mimořádně velké póry (0,85–1,2 nm), které jsou nezbytné pro tvarově selektivní

chemické reakce objemných molekul²¹. Germanokřemičitanové zeolity však obsahují velmi slabá kyselá centra, která nekatalyzují většinu reakcí průmyslového významu, jako je např. Friedelova-Craftsova acylace aromatických uhlovodíků a MPV redukce ketonů na alkoholy. Kromě toho, přítomnost germania ve struktuře snižuje hydrolytickou stabilitu zeolitu kvůli snadné hydrolyzovatelnosti vazeb Ge-O-Si a Ge-O-Ge. K překonání zmíněných nedostatků germanosilikátových zeolitů a vytvoření různých katalyticky aktivních center v těchto strukturně zajímavých zeolitech byla navržena a optimalizována substituce germania jinými kovy. V této části uvedeme několik příkladů využití nízké hydrolytické stability vazeb Ge-O-Si k úpravě kyselých vlastností germanokřemičitanových zeolitů, kterou lze buď realizovat se zachováním původní struktury zeolitu (oddíl 2.1), nebo kombinovat se strukturální přeměnou původní struktury na nový zeolit (oddíl 2.2). V souvislosti s problémem hospodárné výroby nových katalytických materiálů je v oddíle 2.3 diskutována recyklace drahého germania.

2.1. Úprava chemického složení při zachování struktury zeolitu

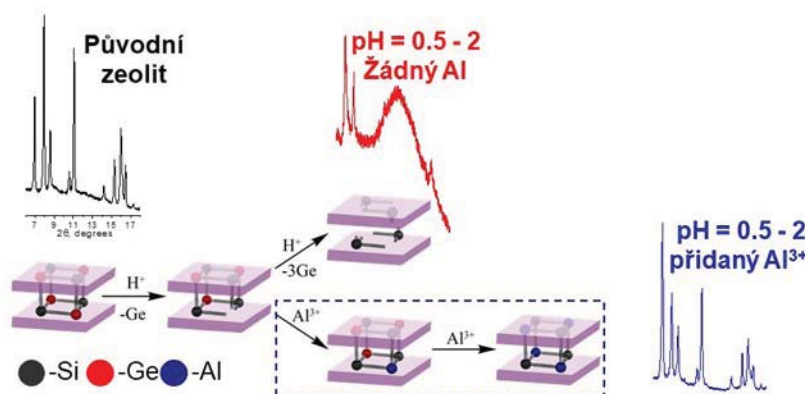
Germanokřemičitanové zeolity byly připraveny s různým molárním poměrem Si/Ge, s použitím oxidu germaničitého jako zdroje germania a s vhodným organickým činidlem pro stabilizaci specifické struktury zeolitu (tab. I). Na všechny uvedené struktury lze formálně nahlížet jako na vrstvy SiO₂ různé tloušťky (zobrazeny v tab. I černě), kovalentně vázané přes kubické jednotky D4R obohacené o germanium (zobrazeny v tab. I červeně). Molárním poměrem strukturálních atomů (Si/Ge) v zeolitu je určen počet vazeb Ge-O-Si a Ge-O-Ge, a tím je ovlivněna hydrolytická stabilita germanokřemičitanů. Zeolity s jednou až dvěma hydrolyticky nestabilními mezivrstevnými vazbami na D4R (např. zeolit pojmenovaný SC-IZA jako CTH s Si/Ge > 15) zachovávají strukturu ve vodném

prostředí. Na druhé straně, zeolity se čtyřmi hydrolyticky nestabilními mezivrstevnými vazbami na D4R (např. CTH s Si/Ge < 7) se ve vodném médiu rozkládají (tab. I).

Z výsledků rentgenové difrakce (XRD) bylo zjištěno, že v kyselém vodném roztoku (pH 0,5–2,0) může dojít k rozpadu struktury (obr. 4) germanokřemičitanů s vysokým obsahem germania (typické poměry Si/Ge se pohybují v rozmezí 1,0–6,4 v závislosti na struktuře zeolitu), nebo může dojít k rekonstrukci původního zeolitu způsobenou odstraněním atomů germania, čímž vzniknou vysoce uspořádané materiály složené z krystalických a relativně nezávislých vrstevnatých struktur^{22–30}.

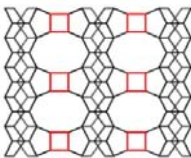
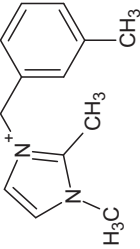
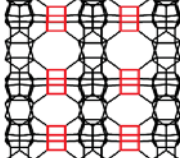
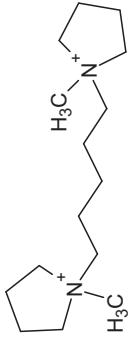
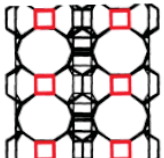
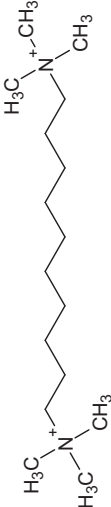
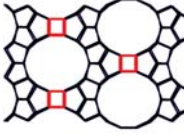
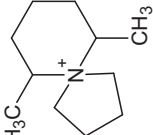
U těchto vrstev lze cíleně manipulovat s uspořádáním mezivrstevních jednotek a syntetizovat zeolity s novou strukturou (*vide infra*). Pokud ale provádíme takovou manipulaci za podobných podmínek v přítomnosti kationtů Al³⁺, zeolit si zachová stejné strukturální charakteristiky, které měl původní zeolit (obr. 4)^{31–33}. Toto pozorování bylo formálně vysvětleno (viz obr. 5) rychlým „hojením“ defektů (viz systém A na obr. 5), vzniklých při hydrolyze vazeb Ge-O-Si v původním germanokřemičitanu (viz systém B na obr. 5) v přítomnosti hliníku s tvorbou vazeb Al-O-Si uvedených v systému C na obr. 5.

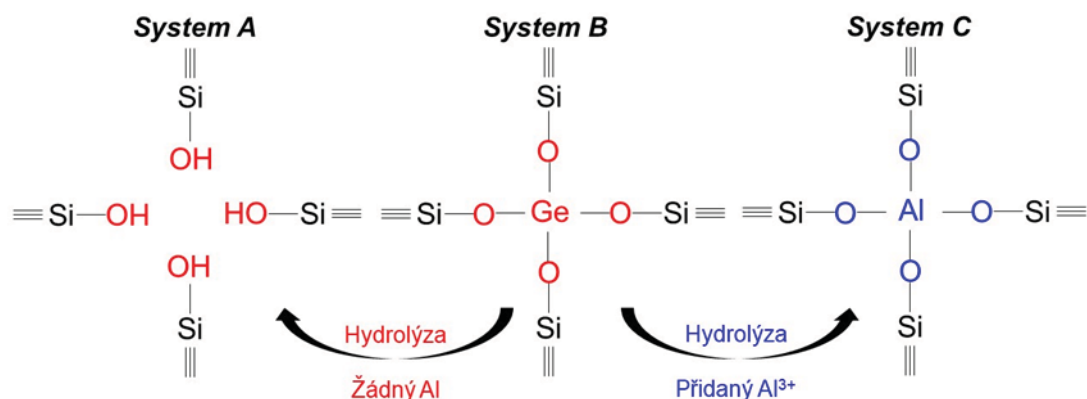
Pro podrobnější pochopení pozorovaného jevu byla provedena časově rozlišená *ex situ* charakterizace meziproduktů vzniklých hydrolyzou původního germanokřemičitanu. Za tímto účelem byla sledována přeměna zeolitu UOV s Si/Ge = 3,1 v závislosti na době hydrolyzy³³. Dle výsledků chemické analýzy byla většina atomů germania odstraněna ze struktury po 5 minutách, zatímco koncentrace hliníku dosáhla maxima po několika dnech. Analýza XRD ukázala, že odstranění germania vedlo k částečné rekonstrukci mřížky, která se projevila snížením mezivrstevní vzdálenosti. Naopak substituce hliníku zcela obnovila mřížku zeolitu, neboť mezivrstevní difrakční linie (100) se vrátila do původní polohy. Tyto výsledky ukazují, že proces nahrazení germania hliníkem v mřížce germanokřemičitanu začíná rychlým odstraněním germania ze



Obr. 4. XRD analýza chování germanokřemičitanů v kyselém prostředí obsahujícím Al a ve stejném prostředí bez Al

Tabulka I
Studované germanokřemičitanové zeolity

Třípísmenkový kód zeolitu přidělený SC-IZA	Mřížka	Organické činidlo pro syntézu	Molární poměr Si/Ge		
			V syntetizovaných materiálech	V hydrolyticky nestabilních zeolitech	V hydrolyticky stabilních zeolitech
CTH			3,8 – 6,4	<7	>15
IWW			1,0 – 5,0	<6	>13
UOV			1,3 – 3,3	<6	>13
UTL			3,7 – 6,0	<8	>18



Obr. 5. Lokální struktura systémů vzniklých při cílené manipulaci s uspořádáním mezivrstevních jednotek v germanokřemičitanových zeolitech při syntéze zeolitů s novou strukturou A – systém silanolových skupin vzniklý hydrolyzou vazeb Ge-O-Si; B – systém vazeb Ge-O-Si v původním germanokřemičitanu; C – systém vazeb Al-O-Si vzniklý hydrolyzou vazeb Ge-O-Si v přítomnosti hliníku

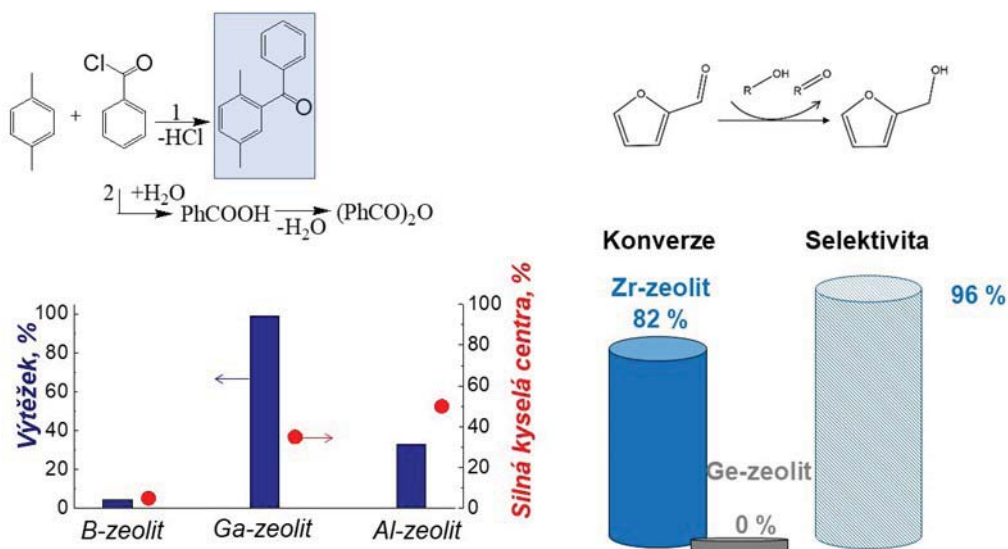
struktury zeolitu a pokračuje pomalou inkorporací hliníku.

Substituce atomů Al do struktury germanokřemičitanových zeolitů při diskutovaných úpravách po syntéze byla potvrzena pomocí ²⁷Al MAS NMR pevné fáze, zatímco vznik silných kyselých center byl ověřen pomocí *in situ* IČ spektroskopie adsorbovaného pyridinu, který se používá jako „testovací molekula“ (*vide infra*).

Kromě hliníku byly do germanokřemičitanových zeolitů substituovány i jiné trojmocné prvky, například B nebo Ga^{34–37}. Připravené katalytické materiály byly aktivní ve Friedelově-Craftsově acylaci *p*-xylynu (obr. 6, vlevo),

při níž vzniká vysoce selektivně 2,5-dimethylbenzofenon, který se používá jako stabilizátor UV záření v plastech, kosmetice a filmech^{38,39}.

Na základě výsledků měření IČ spektroskopie adsorbovaného pyridinu obsahovaly zeolity podobnou koncentrací kyselých center, ale rozdílný podíl silně kyselých center, který se zvyšoval v pořadí B < Ga < Al. Slabě kyselá centra původního germanokřemičitanového zeolitu a zeolitů s borem měla ve studované reakci nízkou aktivitu. Kyselá centra zeolitu s hliníkem byla sice aktivní, ale byla rychle deaktivována v důsledku silné adsorpce 2,5-di-



Obr. 6. Katalytický výkon zeolitu substituovaného trojmocnými prvky při benzoylaci *p*-xylynu (vlevo) a zeolitu substituovaného zirkonem při MPV redukcí furfuralu (vpravo). Červené body ukazují poměr silných kyselých center stanovený teplotní desorpce pyridinu sledovanou IČ spektroskopii

methylbenzofenonu⁴⁰. Nejvyšší výtěžek byl dosažen při použití zeolitu s galiem se středně silnými kyselými centry. Právě tato aktivní centra umožňovala dostatečnou míru aktivace reaktantů a současně snadnou desorpci produktu.

Substitucí Ge za Zr vznikl katalyzátor, aktivní při MPV redukci ketonů na alkoholy (obr. 6, vpravo). Stejně jako při Friedelově-Craftsově acylaci, výchozí germanokřemičitan byl v MPV redukci neaktivní, ale nahrazení germania zirkoniem ve struktuře zeolitu umožnilo dosažení vysoké konverze (82 %) a selektivity (96 %).

Změna chemického složení při zachování struktury původního zeolitu substitucí germania vhodným aktivním kovem dovoluje optimalizovat vlastnosti strukturně zajímavých germanokřemičitanových zeolitů pro kyselé katalyzované reakce, které vyžadují aktivní centra různých typů. Tato metoda umožnila syntetizovat zeolitové katalyzátory s takovými strukturami a chemickým složením, které bylo doposud obtížné nebo často nemožné syntetizovat pomocí standardních protokolů hydrotermální syntézy.

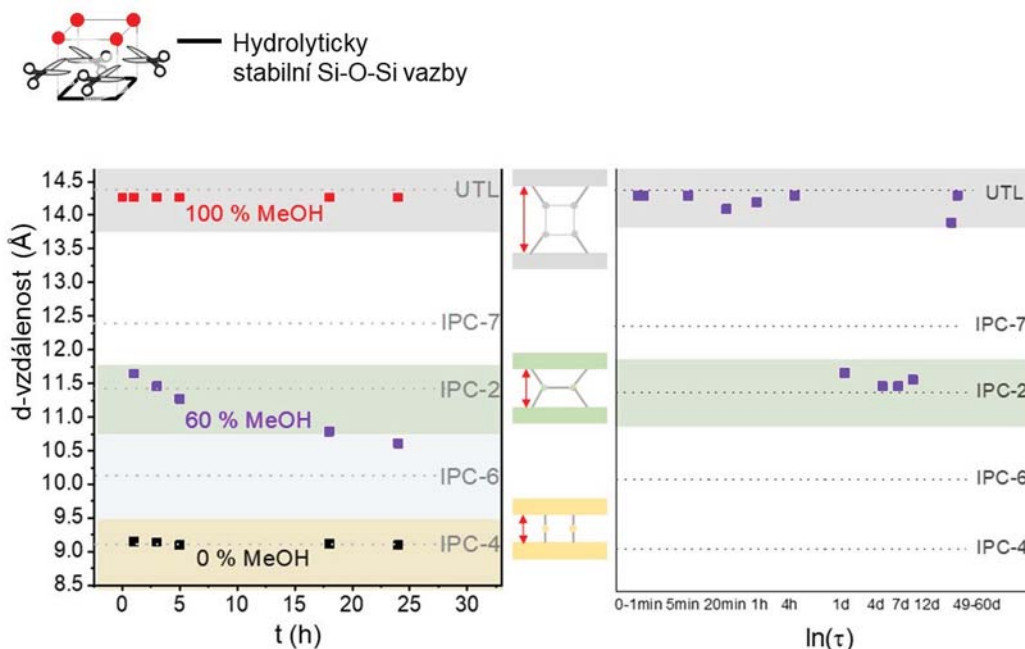
2.2. Úprava chemického složení a struktury zeolitu

Na rozdíl od hydrolyticky stabilních zeolitů s malým množstvím germania (s jednou až dvěma hydrolyticky nestabilními mezivrstevnými vazbami na D4R, tab. I) se struktura zeolitů bohatých na germanium (se čtyřmi a více hydrolyticky nestabilními mezivrstevnými vazbami na D4R, tab. I) může v čisté vodě rozpadnout na jednotlivé krystalické křemičitanové vrstvy. Hydrolyza v krátkém

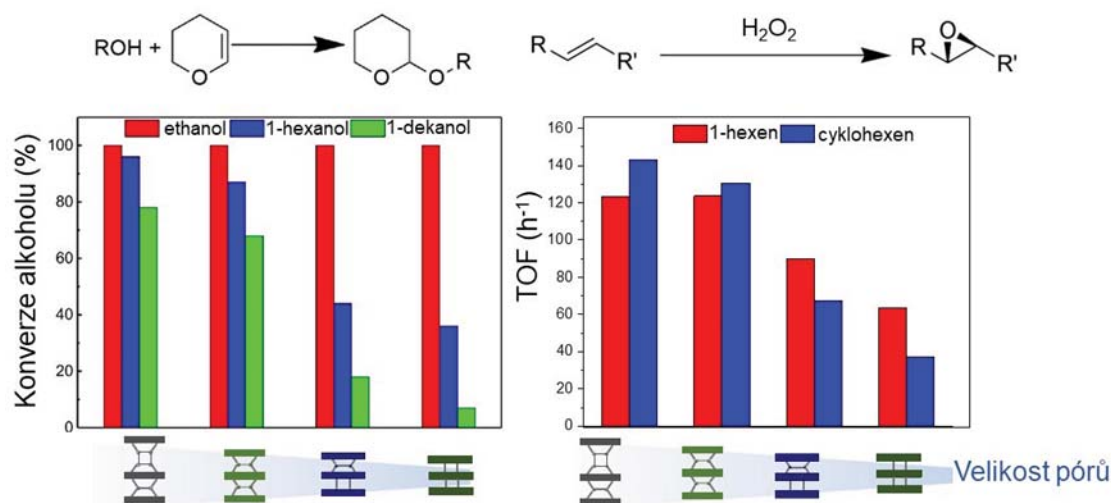
čase (~5 min) způsobí přerušeni všech původních vazeb mezi vrstvami. To se projeví zmenšením mezivrstevné vzdálenosti, které lze pozorovat XRD analýzou (obr. 7, vlevo). Protože se voda podílí na přerušeni těchto mezivrstevných vazeb⁴¹, předpokládali jsme, že snížení koncentrace vody tento proces zpomalí. Proto byl navrhnout experiment, kdy hydrolyticky nestabilní zeolit UTL s poměrem Si/Ge 4,5 byl hydrolyzován v roztoku vody a methanolu⁴². Na rozdíl od experimentu v čisté vodném prostředí, v 60% roztoku methanolu bylo pozorováno postupné zmenšování mezivrstevní vzdálenosti (obr. 7, vlevo).

Za stejných podmínek byl proveden experiment s nahrazením germania hliníkem a chování systému se změnilo (obr. 7, vpravo). Výsledky ukazují prodloužení doby života struktury mateřského zeolitu. Po určité době se jednotky D4R v UTL zeolitu zmenšily a vytvořily zeolit IPC-2 se čtvercovými (S4R) mezivrstevnými spoji. Při prodloužení experimentu na 60 dní došlo k obnově UTL mřížky, což bylo potvrzeno výsledky XRD (obr. 7, vpravo) a TEM analýzy. Obnovený zeolit UTL (Si/Ge = 9; Si/Al = 24) měl mnohem vyšší koncentraci Brønstedových a Lewisových kyselých center ([BKC] = 0,30 mmol g⁻¹, [LKC] = 0,20 mmol g⁻¹) ve srovnání s hydrotermálně syntetizovaným Al-UTL (0,05 a 0,04 mmol g⁻¹), což je výhodou navržené syntetické metody.

Změnou podmínek hydrolyzy UTL germanokřemičitanu (např. pH, čas) jsme připravili řadu Al-substituovaných⁴³ a Ti-substituovaných⁴⁴ zeolitů se stejnou strukturou vrstev, ale s různými mezivrstevnými propojeními (např. D4R, S4R, -O-) a různou velikostí mikropórů.



Obr. 7. d-Vzdálenost v UTL germanokřemičitanu v prostředí voda/methanol bez Al (vlevo) a s Al (vpravo)



Obr. 8. Konverze (vlevo) a aktivita (vpravo) Al- a Ti-substituovaných katalyzátorů odvozených z UTL zeolitů s různým propojením vrstev

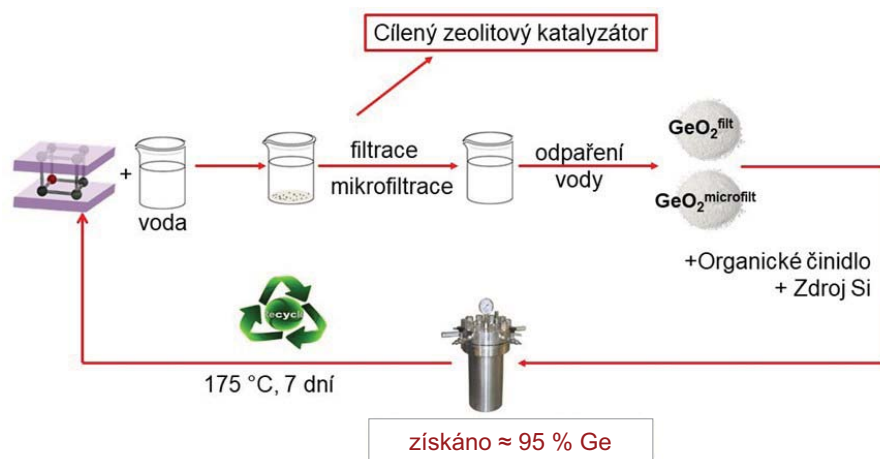
Katalytická aktivita je důležitou vlastností všech takto připravených zeolitů. Zeolity odvozené z UTL struktury se substituovaným Al byly testovány např. v modelové reakci tetrahydropyranylace alkoholu (obr. 8, vlevo)⁴³. Jako reaktanty byly použity alkoholy s různou délkou řetězce (ethanol, 1-hexanol a 1-dekanol). Katalytické experimenty s ethanolem ukazovaly podobné konverze pro všechny použité katalyzátory. Naopak konverze alkoholů s delšími uhlovodíkovými řetězci dramaticky klesaly u zeolitů s menšími mikropóry.

Obdobně při epoxidaci cyklohexenu na zeolitech substituovaných Ti bylo nejvyšší aktivity dosaženo na katalyzátoru s největšími póry (obr. 8, vpravo)⁴⁴. Jelikož výsledky experimentů odpovídají výsledkům očekávaným na základě prediktivní kinetické analýzy, zeolity, připrave-

né pomocí úpravy chemického složení a struktury germanokřemičitanu se strukturou UTL, byly navrženy jako modelové katalyzátory pro stanovení vztahu mezi aktivitou a velikostí pórů.

2.3. Recyklace germania

Z důvodu vysoké ceny germania, nezbytného pro syntézu nových zeolitových katalyzátorů, jsme se zabývali možností recyklace Ge pro další syntézy. Vyvinuli jsme metodu pro efektivnější využití připravených katalytických materiálů, která umožňuje získat více než 90 % germania po hydrolyze germanokřemičitanového zeolitu a znovu jej použít pro přípravu nových germanokřemičitanových materiálů (obr. 9)⁴⁵.



Obr. 9. Navržená metoda recyklace germania pro přípravu zeolitů

Tento postup je založen na hydrolyze germanokřemičitanu vodou. Zeolit je poté oddělen od vody filtrací pomocí filtračního papíru Fischer Scientific třídy 601 (velikost pórů se pohybuje od 5 do 13 μm), nebo mikrofiltrací pomocí membránového filtračního papíru MF-Millipore™ (velikost pórů 0,025 μm). Dalším krokem je odpaření vody použité k hydrolyze, kdy po odpaření získáme GeO_2 .

Je nutno poznamenat, že způsob separace GeO_2 určuje fáze selektivity tvorby zeolitu při recyklaci Ge. Při použití filtrace získaný GeO_2 obsahuje mikrokrystaly původního zeolitu o velikosti 0,5 μm . Tyto částice lze využít jako zrna, která při syntéze usnadňují tvorbu mateřského zeolitu nezávisle na podmínkách syntézy. Takový zdroj germania může být použit pro přípravu požadovaných germanokřemičitanů bez použití organických činidel. Naopak mikrofiltrace umožnila pečlivé odstranění zrn zeolitu a získání oxidu germaničitého, který lze použít pro syntézu různých zeolitových struktur.

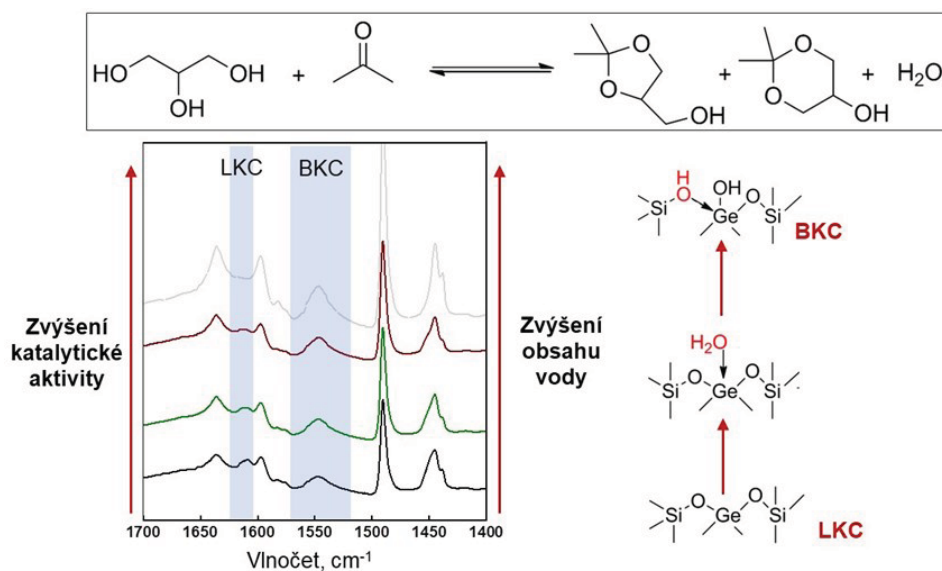
3. IČ spektroskopické *in situ* studie zeolitových katalyzátorů

Návrh katalyzátorů pro určité aplikace je důležitý, ale prakticky nemožný bez pochopení chemie povrchu připravovaných materiálů. IČ spektroskopie je velmi užitečná metoda, vhodná ke studiu povrchových vlastností různých katalyzátorů⁴⁶. *In situ* IČ spektroskopie umožňuje studovat povrch katalyzátoru za různých podmínek a v různých médiích. Například studiem zpracování zeolitu při různých

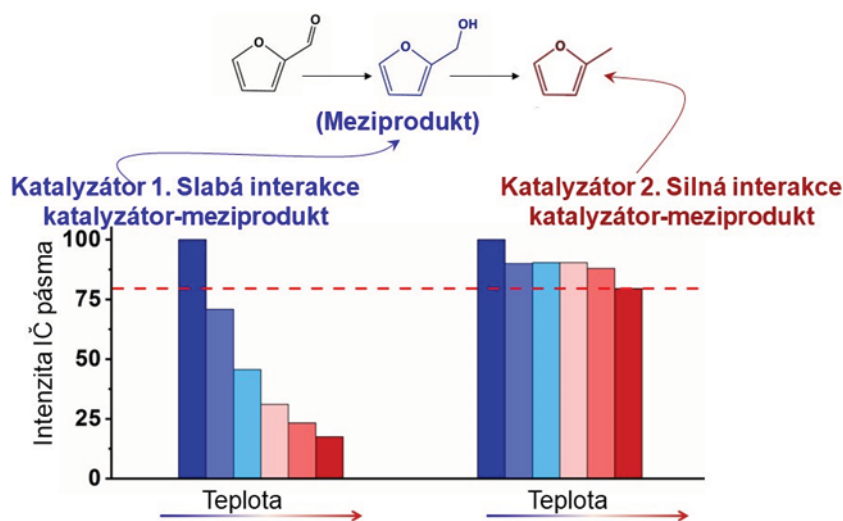
teplotách se určí optimální podmínky aktivace pro úplnou dehydrataci katalyzátoru. Podrobné studium síly, umístění, typu a koncentrace kyselých center v zeolitech se obvykle provádí pomocí adsorpce (případně desorpce) testovacích molekul sledované spektroskopicky. Pyridin je organickou zásadou, která se běžně používá jako testovací molekula pro tento účel^{47,48}. Specifické absorpční pásy vznikají při interakci pyridinu s kyselými centry různého typu v oblasti 1700–1400 cm^{-1} . V této oblasti lze snadno rozlišit Lewisova (1445 a 1611 cm^{-1}) a Brønstedova (1545 a 1638 cm^{-1} , obr. 10) kyselá centra, přičemž intenzita příslušných pásů přímo souvisí s koncentrací těchto kyselých center.

IČ spektroskopická *in situ* studie nám umožnila pochopit strukturu aktivních center zodpovědných za katalyzaci glycerolu na solketal na germanokřemičitanovém zeolitu IWW (obr. 10)⁴⁹. Zajímavým zjištěním byla rostoucí konverze glycerolu s klesající aktivací teplotou katalyzovaná germanokřemičitanem IWW. Pomocí termodesorpce pyridinu bylo zjištěno, že snižování aktivací teploty vede ke zvýšení koncentrace BKC na úkor LKC. Je nutno poznamenat, že adsorpce vody na aktivovaném zeolitu změnila podobným způsobem rozložení kyselých center v zeolitu IWW (obr. 10, vlevo). Získané výsledky indikují možnost vzniku slabých BKC při polarizaci molekul vody koordinovaných s LKC v zeolitech IWW (obr. 10, vpravo). Výsledky katalytických experimentů ukazují vyšší aktivitu takto vzniklých BKC v katalizační reakci při porovnání s Lewisovými kyselými centry.

IČ spektroskopická *in situ* studie je také informativní pro studium zeolitových katalyzátorů nepřibuzných ger-



Obr. 10. IČ spektroskopická *in situ* studie aktivních míst odpovědných za katalyzaci glycerolu na solketal (nahore) na germanokřemičitanovém zeolitu IWW. IČ spektra pyridinu adsorbovaného na zeolitu IWW aktivovaném při 450 °C, a následně po zatížení zeolitu vodou (vlevo). Navrhovaný mechanismus vodou indukované tvorby Brønstedových kyselých center (BKC) v germanokřemičitanu IWW (vpravo)



Obr. 11. Transformace furfuralu na Rh katalyzátoru na bázi sodné formy (katalyzátor 1) a protonové formy (katalyzátor 2) zeolitu BEA spolu s výsledky thermodesorpce meziproduktu sledované pomocí *in situ* IČ spektroskopie

manokřemičitanům. Následující příklad ukazuje, jak taková studie pomohla pochopit rozdíl v katalytickém chování dvou katalyzátorů při transformaci furfuralu získaného z biomasy⁵⁰. První katalyzátor produkoval výhradně furfurylalkohol (na obr. 11, modře) a druhý katalyzátor poskytoval methylfuran (na obr. 11, červeně).

Pro pochopení této selektivity byla IČ spektroskopická *in situ* studie zaměřena na interakci povrchu katalyzátoru s furfurylalkoholem považovaným za meziprodukt na cestě k methylfuranu. Po zahřátí se molekuly meziproduktu rychle desorbují z povrchu prvního katalyzátoru (Rh katalyzátor na bázi *sodné* formy zeolitu BEA), což znamená slabou interakci se zeolitem, která může být důvodem ukončení reakce, jakmile se vytvoří furfurylalkohol. Naopak speciální funkčnost druhého katalyzátoru (Rh katalyzátor na bázi *protonové* formy zeolitu BEA) zajišťuje silnou interakci s meziproduktem, což pravděpodobně vede k jeho následné přeměně na methylfuran. Obecně je pochopení vztahu mezi strukturou a funkcí pomocí *in situ* spektroskopických metod nezbytným krokem při navrhování účinných katalyzátorů pro praktické aplikace.

4. Závěr a výhled do budoucna

Uvedené příklady popisují nedávné úspěchy v oblasti návrhu zeolitových katalyzátorů dosažené kombinací:

- syntetických metod pro přípravu zeolitů s neobvyklou strukturou/složením prostřednictvím modifikace germanokřemičitanů a
- studia chemie povrchu katalyzátorů *in situ* IČ spektroskopii s cílem pochopení katalytické transformace na molekulární úrovni.

Navzdory těmto nedávným pokrokům se zdá, že naše tradiční syntetické metody a experimentální přístupy do-

sáhly svých hranic. Chceme-li například připravit optimální zeolitový katalyzátor pro určitou reakci, obvykle zvolíme dostupné zeolity, otestujeme je, pokusíme se najít vysvětlení jejich specifického chování a pak celý cyklus opakujeme. V současné době však dostupné syntetické zeolity obsahují řadu různých kyselých center umístěných v různých krystalografických polohách s různou geometrií a konektivitou k mřížce zeolitu. Tyto vlastnosti způsobují, že centra kyselosti nejsou navzájem ekvivalentní a mohou se při katalytické reakci chovat odlišně.

Vyvinutí obecné syntetické metody, která by umožňovala kontrolu nad charakteristikami aktivních míst v zeolitech na atomární úrovni, by usnadnilo vyhodnocení vlivu každé jednotlivé charakteristiky kyselých center v zeolitu na jeho katalytický výkon, což by přispělo k nahrazení současné výzkumné strategie „pokus-omyl“ pro racionální inženýrství cílených katalytických funkcí.

Na závěr autorka děkuje prof. J. Čejkovi za odborné vedení a podporu v různých fázích jejího vědeckého života a také za cenné diskuse a rady při přípravě české verze tohoto rukopisu.

Tato práce byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky prostřednictvím projektu ERC_CZ LL 2104.

Seznam zkratek

BKC	Brønstedova kyselá centra
D4R	dvojitý čtyřčlenný kruh
IČ spektroskopie	infračervená spektroskopie
LKC	Lewisova kyselá centra
MAS NMR	NMR spektroskopie s rotací pod magickým úhlem
MPV	Meerwein-Ponndorf-Verley

S4R	jednoduchý čtyřčlenný kruh
SC-IZA	Strukturní komise Mezinárodní zeolitové asociace
TEM	transmisní elektronová mikroskopie
TOF	počet chemických obrátů za jednotku času na jednom aktivním centru
XRD	rentgenová difrakce

LITERATURA

- Baerlocher C. a 20 spoluautorů, v knize: *Atlas of Zeolite Framework Types* (Baerlocher C., McCusker L. B., Olson D. H., ed.), str. 1. Elsevier Science B. V., Amsterdam 2007.
- <https://chembam.com/online-resources/gcse-resources/cages/>, staženo 25. 2. 2023.
- Shamzhy M., Opanasenko M., Concepción P., Martínez A.: *Chem. Soc. Rev.* 48, 1095 (2019).
- Clatworthy E. B., Konnov S. V., Dubray F., Nesterenko N., Gilson J. P., Mintova S.: *Angew. Chem., Int. Ed.* 59, 19414 (2020).
- Primo A., Garcia H.: *Chem. Soc. Rev.* 43, 7548 (2014).
- Hanefeld U., Lefferts L.: *Catalysis: An Integrated Textbook for Students*. Wiley, 2018.
- https://europe.iza-structure.org/IZA-SC/ftc_table.php, staženo 25. 2. 2023.
- Gottardi G., Galli E., v knize: *Natural Zeolites* (Gottardi G., Galli E., ed.), str. 1. Springer, Berlin 1985.
- Cundy C. S., Cox P. A.: *Microporous Mesoporous Mater.* 82, 1 (2005).
- Suib S. L., Přeč J., Szaniawska E., Čejka J.: *Chem. Rev. (Washington, DC, U. S.)* 123, 877 (2023).
- <https://www.earthmagazine.org/article/mineral-resource-month-zeolites/>, staženo 25. 2. 2023.
- Moliner M., Rey F., Corma A.: *Angew. Chem., Int. Ed.* 52, 13880 (2013).
- Li S., Tuan V. A., Falconer J. L., Noble R. D.: *Microporous Mesoporous Mater.* 58, 137 (2003).
- Wenten I. G., Dharmawijaya P. T., Aryanti P. T. P., Mukti R. R., Khoiruddin: *RSC Adv.* 7, 29520 (2017).
- O'Keeffe M., Yaghi O. M.: *Chem. Eur. J.* 5, 2796 (1999).
- Paillaud J. L., Harbuzaru B., Patarin J., Bats N.: *Science* 304, 990 (2004).
- Corma A., Diaz-Cabanas M. J., Rey F., Nicolououlas S., Boulahya K.: *Chem. Commun. (Cambridge, U. K.)* 1356 (2004).
- Corma A., Rey F., Valencia S., Jorda J. L., Rius J.: *Nat. Mater.* 2, 493 (2003).
- Lorgouilloux Y., Dodin M., Mugnaioli E., Marichal C., Caulet P., Bats N., Kolb U., Paillaud J. L.: *RSC Adv.* 4, 19440 (2014).
- Kang J. H., Xie D., Zones S. I., Smeets S., McCusker L. B., Davis M. E.: *Chem. Mater.* 28, 6250 (2016).
- Jiang J. X., Yu J. H., Corma A.: *Angew. Chem., Int. Ed.* 49, 3120 (2010).
- Roth W. J., Shvets O. V., Shamzhy M., Chlubná P., Kubů M., Nachtigall P., Čejka J.: *J. Am. Chem. Soc.* 133, 6130 (2011).
- Shamzhy M., Opanasenko M., Tian Y., Konysheva K., Shvets O., Morris R. E., Čejka J.: *Chem. Mater.* 26, 5789 (2014).
- Shamzhy M., Mazur M., Opanasenko M., Roth W. J., Čejka J.: *Dalton Trans.* 43, 10548 (2014).
- Eliášová P., Opanasenko M., Wheatley P. S., Shamzhy M., Mazur M., Nachtigall P., Roth W. J., Morris R. E., Čejka J.: *Chem. Soc. Rev.* 44, 7177 (2015).
- Kasneryk V., Shamzhy M., Zhou J., Yue Q., Mazur M., Mayoral A., Luo Z., Morris R. E., Čejka J., Opanasenko M.: *Nat. Commun.* 10, 5129 (2019).
- Firth D. S. a 11 spoluautorů: *Chem. Mater.* 29, 5605 (2017).
- Kasneryk V., Shamzhy M., Opanasenko M., Wheatley P. S., Morris S. A., Russell S. E., Mayoral A., Trachta M., Čejka J., Morris R. E.: *Angew. Chem., Int. Ed.* 56, 4324 (2017).
- Kasneryk V., Shamzhy M., Opanasenko M., Wheatley P. S., Morris R. E., Čejka J.: *Dalton Trans.* 47, 3084 (2018).
- Opanasenko M., Shamzhy M., Wang Y., Yan W., Nachtigall P., Čejka J.: *Angew. Chem., Int. Ed.* 59, 19380 (2020).
- Shamzhy M. V., Opanasenko M. V., Ramos F. S. d. O., Brabec L., Horáček M., Navarro-Rojas M., Morris R. E., Pastore H. d. O., Čejka J.: *Catal. Sci. Technol.* 5, 2973 (2015).
- Shamzhy M. V., Eliášová P., Vitvarová D., Opanasenko M. V., Firth D. S., Morris R. E.: *Chem. Eur. J.* 22, 17377 (2016).
- Kasneryk V., Opanasenko M., Shamzhy M., Musilová Z., Avadhut Y. S., Hartmann M., Čejka J.: *J. Mater. Chem. A* 5, 22576 (2017).
- Shvets O. V., Shamzhy M. V., Yaremov P. S., Musilová Z., Procházková D., Čejka J.: *Chem. Mater.* 23, 2573 (2011).
- Shamzhy M. V., Shvets O. V., Opanasenko M. V., Yaremov P. S., Sarkisyan L. G., Chlubná P., Zukal A., Marthala V. R., Hartmann M., Čejka J.: *J. Mater. Chem.* 22, 15793 (2012).
- Žilková N., Shamzhy M., Shvets O., Čejka J.: *Catal. Today* 204, 22 (2013).
- Shamzhy M. V., Ochoa-Hernández C., Kasneryk V. I., Opanasenko M. V., Mazur M.: *Catal. Today* 277, 37 (2016).
- Shamzhy M. V., Shvets O. V., Opanasenko M. V., Kurfirťová L., Kubička D., Čejka J.: *ChemCatChem* 5, 1891 (2013).
- Shamzhy M., Ramos F. S. d. O.: *Catal. Today* 243, 76 (2015).
- Sartori G., Maggi R.: *Chem. Rev. (Washington, DC, U. S.)* 106, 1077 (2006).
- Heard C. J., Grajciar L., Uhlík F., Shamzhy M.,

- Opanasenko M., Čejka J., Nachtigall P.: *Adv. Mater. (Weinheim, Ger.)* 32, 2003264 (2020).
42. Zhang J., Veselý O., Tošner Z., Mazur M., Opanasenko M., Čejka J., Shamzhy M.: *Chem. Mater.* 33, 1228 (2021).
 43. Zhou Y., Kadam S. A., Shamzhy M., Čejka J., Opanasenko M.: *ACS Catal.* 9, 5136 (2019).
 44. Abdi S., Kubů M., Li A., Kalíková K., Shamzhy M.: *Catal. Today* 390-391, 326 (2022).
 45. Zhang J., Yue Q., Mazur M., Opanasenko M., Shamzhy M. V., Čejka J.: *ACS Sust. Chem. Eng.* 8, 8235 (2020).
 46. Bordiga S., Lamberti C., Bonino F., Travert A., Thibault-Starzyk F.: *Chem. Soc. Rev.* 44, 7262 (2015).
 47. Shamzhy M., Přeč J., Zhang J., Ruaux V., El-Siblani H., Mintova S.: *Catal. Today* 345, 80 (2020).
 48. Shamzhy M., Gil B., Opanasenko M., Roth W. J., Čejka J.: *ACS Catal.* 11, 2366 (2021).
 49. Podolean I., Zhang J., Shamzhy M., Pârvulescu V. I., Čejka J.: *Catal. Sci. Technol.* 10, 8254 (2020).
 50. Zhang Y., Li A., Kubů M., Shamzhy M., Čejka J.: *Catal. Today* 390-391, 295 (2022).

M. Shamzhy (*Department of Physical and Macromolecular Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic*): **Recent Achievements in Designing Zeolite Catalysts**

Zeolites are porous crystalline solid acid catalysts that are widely used in the petrochemical industry and have high potential for new catalytic applications. This paper provides an overview on recent progress in the design of zeolite catalysts *via* chemical and structural modification of germanosilicates combined with IR spectroscopic studies to address the synthesis-structure-performance relationships in the new catalytic materials.

Full text English translation is available in the on-line version.

Keywords: Zeolite catalysts, acid sites, germanosilicates, synthesis-structure-function relationships, *in situ* IR spectroscopy

CHEMICKÁ VÝROČÍ ROKU 2023 SPOJENÁ S UNIVERZITOU KARLOVOU

RADEK CHALUPA^{a,b} a KAREL NESMĚRÁK^c^a Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8/2030, 128 43 Praha 2,^b RCC Europe, Václavské nám. 66, 110 00 Praha 1, ^c Katedra analytické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8/2030, 128 43 Praha 2, Česká republika
karel.nesmerak@natur.cuni.cz

Došlo 14.3.23, přijato 20.4.23.

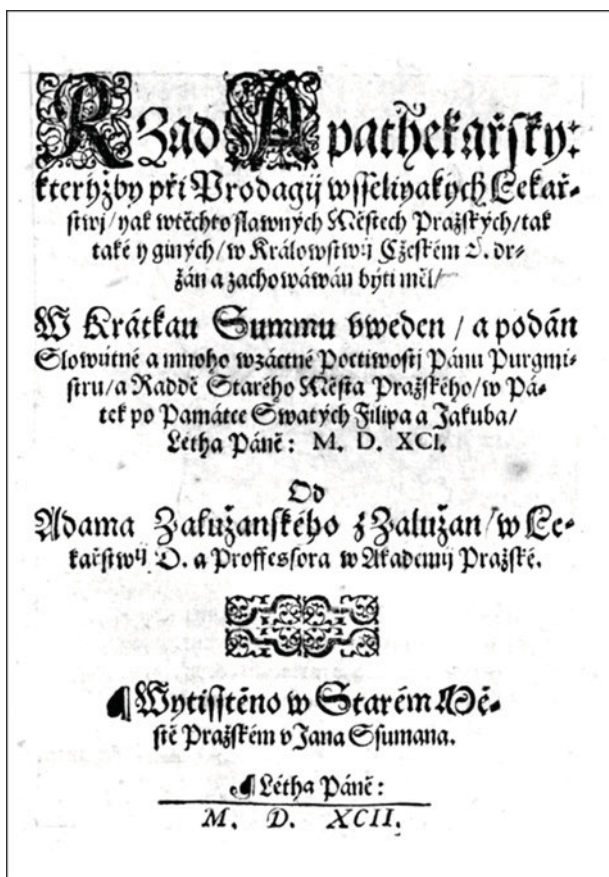
V článku jsou připomenuta významná výročí spojená s chemií a Univerzitou Karlovou. Mezi osobní výročí jedinců spojených s chemií a naší nejstarší univerzitou patří připomínky životních mezníků Jana Jakuba Václava Dobřenského z Černého mostu (400 let od narození), Johanna Jakoba Geelhausena (285 let od úmrtí), Jana Františka Löwa z Erlsfeldu (375 let od narození), Josefa Bohumila Mikana (280 let od narození), Jana Antonína Scrinchiho (250 let od úmrtí), Stanislava Škramovského (40 let od úmrtí), Jana Stanislava Štěrby-Böhma (85 let od úmrtí), Karla Štulíka (10 let od úmrtí), Oldřicha Tomíčka (70 let od úmrtí) a Adama Zalužanského ze Zalužan (410 let od úmrtí). Vedle nich stojí výročí 375 let od publikace spisu *Thaumantias, liber de arcu coelesti*, v němž Jan Marek Marci z Kronlandu poprvé popsal rozklad světla hranolem, dále 185 let od přechodu Adolfa Martina Pleischla z Prahy do Vídně a 180 let od zavedení přednášek z analytické chemie na Univerzitě Karlově.

Klíčová slova: historie chemie, Univerzita Karlova

Když Marcus Aurelius připomíná, že o svých učitelích máme hovořit uznale, platí to tím spíše o těch z nich, kteří nás učili chemii. Vždyť připomínání si našich chemických předchůdců, jejich vkladu do rozvoje vědy¹, či důležitých událostí s nimi spojených má zásadní význam jak pro uvědomění si odkud a kam směřujeme, tak pro pochopení toho, co z našich činů je skutečně podstatné, co přetrvává na dlouhou dobu a ku prospěchu všech. Kvality, které u svých učitelů obdivujeme a ke kterým se hlásíme výsledky své práce, tak zároveň nabývají podoby klíče k naší chemické identitě. Tím spíše to platí v současné době znejistění, které chemikům přináší všeprostupující chemofobie²⁻⁵, jíž se stále nepodařilo ani vymýtit, ani zkrotit. Proto si bezesporu zaslouží na tomto místě připomenout alespoň některá výročí, která jsou v roce 2023 spojena jak s chemií a jejími hrdiny⁶, tak s Univerzitou Karlovou.

Nejstarším výročím, které na tento rok připadá, je připomínka čtyři sta deseti let od úmrtí jednoho z významných **průkopníků našeho chemického myšlení, Adama Zalužanského ze Zalužan**, českého lékaře a profesora artistické (dnes filozofické) fakulty pražské univerzity^{7,8}. Narodil se kolem roku 1555 v Mnichově Hradišti do rytířské utrakvistické rodiny. Studoval na univerzitách ve Wittenbergu (1581 bakalář), v Praze (1584 mistr svobodných umění), a následně lékařství na univerzitě v německém Helmstedtu, kde byl roku 1587 promován doktorem medicíny. Téhož roku se vrátil do Prahy a stal se profesorem pražské univerzity, kde přednášel klasické jazyky, zejména

řečtinu – vyučovat medicínu nemohl, protože lékařská fakulta v té době v Praze neexistovala. Vedle toho se věnoval studiu přírodních věd a v roce 1592 vydává spis *Metodi herbariae libri tres*, ve kterém se jako první na světě věnuje sexualitě rostlin⁹. Spis vychází ze Zalužanského vlastních botanických experimentů prováděných ve sklenicích, které pro něj dal na zámku Kratochvíle vybudovat Petr Vok z Rožmberka. V roce 1593 přijal Zalužanský i úřad rektora univerzity. O rok později se ale oženil, a protože v té době ještě platil pro univerzitní profesory celibát, zanechal akademické dráhy, i když s univerzitou zůstal dál ve spojení a snažil se o její reformu včetně obnovy lékařské fakulty. Zalužanský se usadil se na Starém Městě pražském jako lékař a otevřel si i lékárnu, která byla umístěna přímo v křížové chodbě Karolina¹⁰. V roce 1613 postihla Prahu morová epidemie, v níž aktivně působil jako lékař, a svoji službu bližním zaplatil vlastním životem. Zesnul 8. prosince 1613 a byl pochován v Betlémské kapli. Z hlediska chemie je významný Zalužanského spis z roku 1592 *Řád apatekařský, kterýž by při prodaji všelijakých lékařství jak v těchto slavných městech Pražských, tak také i jiných v Království českém držán a zachován býti měl* (obr. 1), který sepsal na podnět městské rady Starého Města pražského. Spis uváděl povinnosti lékárníků při zabezpečení jakosti a dostupnosti léků a pro svoji užitečnost se dočkal řady dalších vydání^{10,11}. Uvádí i četná anorganická léčiva, upravuje uchovávání a vydávání jedů a popisuje chemické operace prováděné v tehdejších lékárnách.



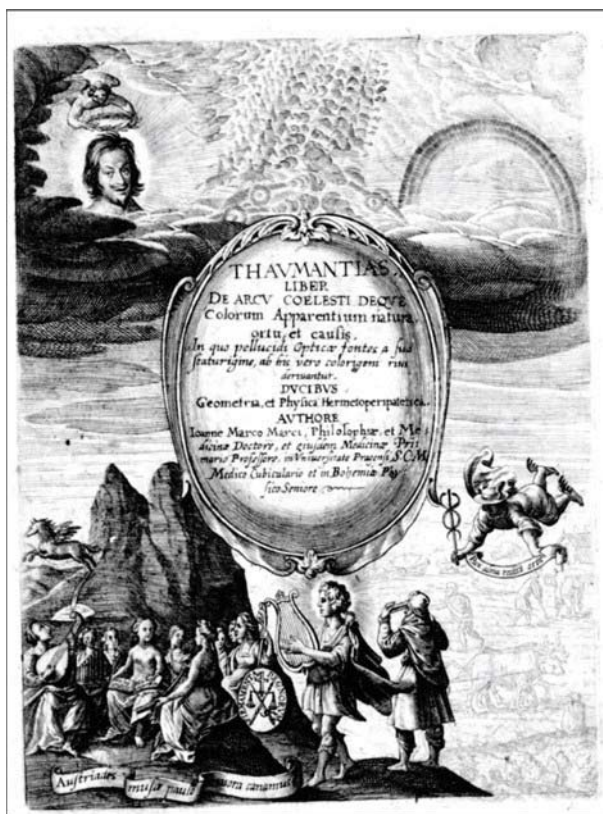
Obr. 1. Titulní list *Řádu apatekářského Adama Zalužanského ze Zalužan z roku 1592*

V roce 2023 si dále připomeneme čtyři sta let od narození významného chemického experimentátora, Jana Jakuba Václava Dobřenského z Černého Mostu, českého lékaře a profesora lékařské fakulty Karlo-Ferdinandovy univerzity^{12–14}. Pražský rodák, jehož přesné datum narození není známo, studoval na naší univerzitě filozofii a lékařství. Pobýval řadu let v Itálii, zejména ve Ferrare, kde se seznámil s knížetem Poli e Guadagnolo, v jehož paláci se věnoval přírodovědným experimentům, na jejichž základě vydal své první dílo věnované hydraulice (*Nova et amoenior de admirando fontium genio philosophia*, 1657). Teprve po návratu do Prahy byl 11. ledna 1663 promován doktorem medicíny. Následujícího roku byl jmenován profesorem lékařské fakulty, přičemž několikrát zastával funkci děkana této fakulty a podvkrát byl i rektorem univerzity. Vedle lékařství se velmi intenzivně zajímal o chemii, včetně provádění experimentů. Z těchto prací se zachovala řada rukopisů (*Annotationes chymicae*, osmisvazková *Miscellanea chymica tam conceptus quam varias experientias*), ve kterých v pestré směsici jazyků (latina, čeština, němčina, italština) kromě výpisků z alchymické literatury detailně popisuje i vlastní chemické pokusy. Zájem o přírodovědu se zrcadlil rovněž v jeho kalendářích

(*Nový, s pranostykou hvězdářskou, kalendář*) vydávaných v letech 1665–1685, což byly jedny z mála dostupných spisů z oboru přírodních věd pro laickou veřejnost té doby. Zesnul v Praze 3. března 1697.

Dalším významným výročím roku 2023 je 375 let od uveřejnění průkopnického díla *Thaumantias, liber de arcu coelesti deque colorum apparentium natura ortu et causis* (Zázrakyána, kniha o nebeském oblouku a podstatě, vzniku a příčinách jeho viditelných barev), kterou roku 1648 vydal český lékař a polyhistor Jan Marek Marci z Kronlandu (1595–1667), profesor lékařské fakulty Karlo-Ferdinandovy univerzity^{12,13} (obr. 2). V díle jako první na světě popsal rozklad světla na skleněném hranolu, který se v 19. století stal základem spektrální analýzy^{15,16} (tradičně je tento objev připisován Isaacu Newtonovi, který jej však popsal až roku 1666). V souvislosti s vytčeným tématem, totiž světlem, se ale Marci zabývá i dalšími jevy, jako je podstata a vlastnosti ohně, destilace, příprava a vlastnosti střelného prachu, třaskavé zlato¹⁷.

Ve stejném roce 1648, tedy opět před 375 lety, se narodil další z profesorů lékařské fakulty pražské univerzity, který svým zájmem o chemii pomohl zakořenit chemické vnímání světa na naší univerzitě: Jan František Löw z Erlsfeldu (obr. 3)^{12,13}. Narodil se 26. března 1648 v Plané. Lékařská studia absolvoval roku 1672 v Praze, následně ještě získal doktorát práv v Římě. Po několik let



Obr. 2. Titulní list spisu Jana Marka Marci z Kronlandu *Thaumantias, liber de arcu coelesti z roku 1648*



Obr. 3. Jan František Löw z Erlsfeldu ve věku 76 let

působil jako lékař ve šlechtických rodinách, až byl roku 1682 jmenován profesorem lékařské fakulty Karlo-Ferdinandovy univerzity. Byl několikanásobným děkanem této fakulty a šestkrát i rektorem. O Löwově zájmu o chemii svědčí především řada alchymických a chemických publikací dochovaných v jeho knihovně, která je dnes součástí Národní knihovny v Praze¹⁸. Představují tak významný doklad geneze chemického myšlení na nejstarší české univerzitě. Tím spíše, že se v této stále ještě přechodné době mezi alchymii a chemií objevují zmínky o chemii také v Löwových vlastních publikacích. Jednak v podobě narážek v populárním spise o minerální vodě v Úšovicích (dnešní mariánskolázeňský Mariin pramen) z roku 1721 *Hydriatria Nova, to jest krátké vypsání o v nově nalezené Hlubocké lázni, od starodávna Smradlavá voda nazvané*. A dále v některých jim navržených léčivých přípravcích, ve kterých využíval i sloučeniny antimonu a rtuť¹⁹. Zesnul 25. března 1725 v Praze.

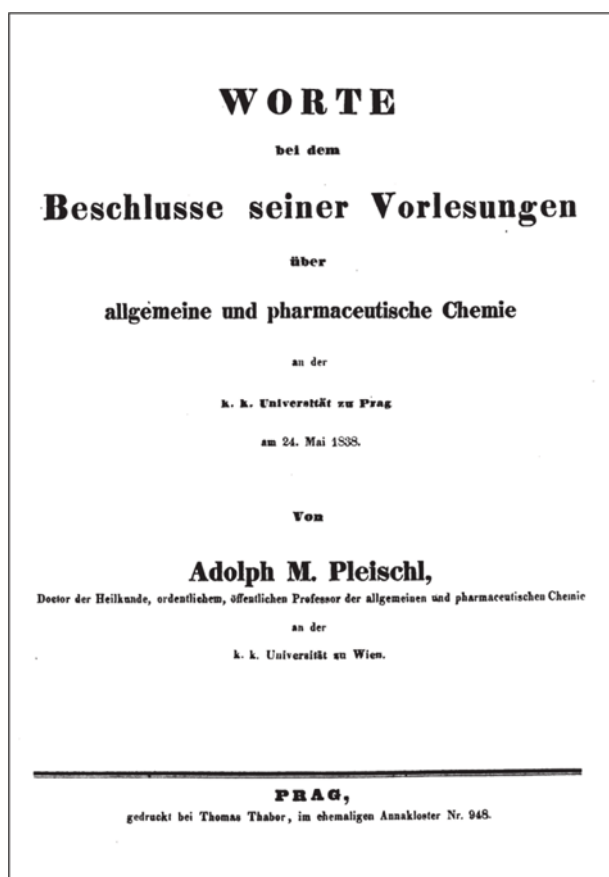
O chemii se rovněž velmi intenzivně zajímal mladší Löwův kolega na lékařské fakultě, profesor **Johann Jakob Geelhausen**, významný svědek přerodu alchymie v chemii, jehož 285. výročí úmrtí si v tomto roce připomínáme (podrobně jsme se jeho životu a dílu věnovali v předchozím sdělení²⁰). Narodil se 25. srpna 1692 ve městě Altenkirchen v Porýní-Falci, nicméně vzdělání získal na pražské univerzitě, přičemž část studia strávil

v zahraničí, mimo jiné na univerzitě v Leydenu u proslulého holandského lékaře a chemika Hermana Boerhaave, označovaného také jako *communis Europae praeceptor*, společný učitel Evropy²¹. Rodiči se českou chemií tak Geelhausen pomáhal svojí neutuchající pílí a zvědavostí propojit s tímto zřídlem aktuálního chemického dění. Právě za předsednictví Františka Löwa z Erlsfeldu pak byl roku 1719 promován doktorem medicíny. V následujícím roce se stal profesorem lékařské fakulty Karlo-Ferdinandovy univerzity, na níž zastával čtyřikrát úřad děkana. Roku 1736 byl dokonce jmenován rektorem univerzity, ale zesnul během vykonávání úřadu 16. února 1738. Geelhausenův chemický zájem měl široký záběr a projevoval se i v disertacích, které pod jeho vedením obhajovali studenti lékařství. Navíc byl jedním z prvních profesorů naší univerzity, kteří publikovali prostřednictvím tehdy nového média – časopisu – a pomáhali tak českou vědu zapojit do mezinárodního kontextu. Zajímavá je i jeho účast jako chemika při poslední pražské transmucaci roku 1728 (cit.²²) nebo přípravě prvního lékopisu platného na našem území²³.

Dalším profesorem lékařské fakulty, jehož 280. výročí narození si v roce 2023 připomeneme, je **Josef Bohumír Mikan**^{12,13}. Toho lze bezesporu považovat za **otce moderní chemie na Karlově univerzitě**. Narodil se 3. září 1743 v České Lípě, studoval v Praze a ve Vídni. V roce 1775 byl jmenován profesorem lékařské fakulty, kde měl na starost výuku botaniky a chemie (přičemž byl několikrát děkanem fakulty a jednou i rektorem univerzity). V roce 1785 vybudoval první chemickou laboratoř na pražské univerzitě v Karolinu (v místech dnešní šatny před schody do velké auly). Za jeho akademické dráhy došlo na univerzitě roku 1810 ke zřízení samostatné profesury chemie. Vědecky se Mikan věnoval především botanice, z oboru chemie publikoval roku 1784 rozbor minerální vody z pramene u vsi Zaječice u Bečova. Zesnul v Praze 7. srpna 1814.

V roce 2023 vzpomeneme i 250 let od úmrtí **Jana Antonína Scrinchiho**, prvního profesora, který na Karlo-Ferdinandově univerzitě přednášel fyziku a chemii^{12,13}. Narodil se v Praze 16. října 1697. Po absolvování lékařských studií byl roku 1738 jmenován profesorem lékařské fakulty a během své akademické dráhy byl několikrát děkanem této fakulty a potříkrát i rektorem celé univerzity. Od roku 1738 zahájil pravidelnou, dodnes nepřerušenu, výuku chemie na naší univerzitě (tehdy ještě ve spojení s fyzikou a botanikou, samostatná profesura chemie byla ustavena až roku 1810). Zesnul v Praze 28. dubna 1773 a byl pohřben v kostele sv. Michala archanděla na Starém Městě pražském²⁴. Osud jeho tělesných ostatků po prodeji kostela v devadesátých letech minulého století a jeho následném využívání k zábavním účelům, je nejasný. Scrinchiho vědeckému zaměření jsme se podrobně věnovali v našich předchozích pracích^{12,13}.

Dalším přesně nedatovatelným výročím je 185 let, které v roce 2023 uplynou od **přechodu profesora Adolfa Martina Pleischla** (1787–1867) z Karlo-Ferdinandovy univerzity do Vídně. Ten se v roce 1819 stal v pořadí čtv-



Obr. 4. Titulní list spisu Martina Adolpha Pleichla *Worte bei dem Beschlusse seiner Vorlesungen über allgemeine und pharmaceutische Chemie* z roku 1838

tým profesorem chemie na pražské univerzitě, kde výuku chemie významně povznesl (detailně k tomu^{12,13}). Právě proto byl, jak bylo v té době obvyklé, a ke škodě české chemie přeložen v roce 1838 z Prahy do Vídně. Profesor Pleischl byl mezi svými pražskými studenty nesmírně oblíben, a když se s nimi loučil, uspořádali mu ve velkém sále Karolina slavnostní koncert²⁵. Pleischl na to reagoval pamětní řečí, dochovanou i tiskem (obr. 4), ve které mimo jiné nabádá²⁶: „*Tak jsem si přál, abyste studovali chemii, a tak doufám, [že] jste tu nádhernou vědu doposud i studovali a budete ji v tomto duchu studovat i nadále.*“

O pět let později, v roce 1843, tedy před 180 lety, došlo k průlomovému, novátorskému počínu ve výuce chemie²⁷. Profesorem Josefem Redtenbacherem (1810–1870) byly na Karlo-Ferdinandově univerzitě **zavedeny přednášky a cvičení z analytické chemie**, poprvé v celém Rakouském císařství.

Další výročí, která uvedeme, nepřesahují jedno století a jsou spojena s Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy. Zahajuje je hned 1. ledna 2023 vzpomínka osmdesátí pět let od úmrtí prof. PhDr. PhMr. **Jana Stanislava Štěrby-Böhma**²⁸ (obr. 5). Pocházel ze Sezemic, kde se

narodil 9. listopadu 1874. Studoval na pražské univerzitě, kde byl roku 1894 promován magistrem farmacie. Další studia chemie, jejichž část absolvoval v Paříži u proslulého nositele Nobelovy ceny Henri Moissana (1852–1907), zakončil promoci doktorem filozofie roku 1903. Následně od roku 1908 vyučoval chemii na pražské univerzitě, přičemž byl i děkanem její Přírodovědecké fakulty. Byl jedním z redaktorů *Chemických listů*²⁹. Vědecky se věnoval sloučeninám skandia a ceru a patřil mezi tvůrce *Československého lékopisu*³⁰. Zesnul 1. ledna 1938 v Praze.

V říjnu 2023 si připomeneme 70 let od úmrtí prof. PhDr. PhMr. **Oldřicha Tomíčka**, profesora analytické chemie Přírodovědecké fakulty UK (detailně k němu²⁸). Narodil se 10. října 1891 v Praze. Na pražské univerzitě studoval nejprve farmacii (magistrem farmacie promován 1914) a s přestávkou vynucenou první světovou válkou posléze i chemii (doktor filozofie 1920). Nastoupil akademickou dráhu na pražské univerzitě, přičemž svoji vědeckou práci vedle farmaceutické analýzy prozíravě orientoval na tehdy se rodící elektroanalytické metody. Od roku 1925 až do své smrti vedl Ústav analytické chemie Přírodovědecké fakulty UK, přičemž byl i děkanem fakulty. Jako farmaceut se podílel na tvorbě prvního *Československého lékopisu*³⁰. V letech 1942–1952 byl předsedou České společnosti chemické³¹ a současně i České lékárnické společnosti. Profesor Tomíček zesnul v Praze 21. října 1953.

Dalším profesorem Přírodovědecké fakulty UK, jehož výročí úmrtí v tomto roce vzpomene, je prof. RNDr. PhMr. **Stanislav Škramovský**, DrSc. (detailně k němu²⁸). Narodil se 24. listopadu 1901 v Kolíně. V letech 1921–1929 studoval nejprve farmacii a následně i chemii na Přírodovědecké fakultě UK. Už od roku 1923 byl na fakultě asistentem, a posléze s ní spojil celou svoji odbornou dráhu. Zabýval se anorganickou chemií, přičemž patřil



Obr. 5. Jan Stanislav Štěrba-Böhm



Obr. 6. Karel Štulík

k zakladatelům termické analýzy u nás³². Po léta pracoval v Československé lékopisné komisi a aktivně se účastnil na třech vydáních *Československého lékopisu*. Zesnul před čtyřiceti lety, 18. srpna 1983 v Praze.

Dne 27. května vzpomeneme desáté výročí od úmrtí prof. Ing. Karla Štulíka, DrSc. (obr. 6), profesora Přírodovědecké fakulty UK a jednoho z předních českých analytických chemiků^{33,34}. Narodil se 13. února 1941 v Kolíně do učitelské rodiny. V roce 1963 absolvoval Fakultu technické a jaderné fyziky ČVUT, následovala vědecká aspirantura v oboru analytické chemie na Polarografickém ústavu ČSAV. Zajímavým formativním momentem byl jeho studijní pobyt ve Velké Británii v letech 1968–1969. Svoji blízkost k britskému prostředí zpečetil sňatkem s kolegyní Madeleine Hyman, která se posléze stala významnou překladatelkou odborné chemické literatury. Od roku 1967 působil na Katedře analytické chemie Přírodovědecké fakulty UK, přičemž byl jak vedoucím této katedry, tak v letech 1997–2003 zastával i funkci děkana fakulty. Vědecky se zabýval především elektroanalytickou chemií a separačními metodami, v těchto oborech publikoval přes 300 originálních prací a celou řadu monografií. Působil v řadě vědeckých i redakčních rad a zastupoval českou chemickou komunitu v mnoha mezinárodních organizacích. Zesnul v Praze 27. května 2013.

LITERATURA

1. Nesměrāk K., Chalupa R.: Chem. Listy 116, 719 (2022).
2. Chalupa R., Nesměrāk K.: Monatsh. Chem. 149, 1527 (2018).
3. Chalupa R., Nesměrāk K.: Monatsh. Chem. 150, 1585 (2019).

4. Chalupa R., Nesměrāk K.: Monatsh. Chem. 152, 1045 (2021).
5. Chalupa R., Nesměrāk K.: Monatsh. Chem. 153, 697 (2022).
6. Chalupa R., Nesměrāk K.: Monatsh. Chem. 151, 1193 (2020).
7. Svatoš M.: *Dějiny Univerzity Karlovy I. (1347/48–1622)*. Univerzita Karlova, Praha 1995.
8. Rybička A.: Živa 4, 252 (1856).
9. Funk H.: Arch. Nat. Hist. 40, 244 (2013).
10. Hladík J.: Cas. Česk. Lek. 4, 70 (1948).
11. Drábek P.: Ceska Slov. Farm. 57, 229 (2008).
12. Chalupa R., Nesměrāk K.: Chem. Listy 114, 17 (2020).
13. Chalupa R., Nesměrāk K.: Monatsh. Chem. 151, 1659 (2020).
14. Weitenweber W. R.: Sitzungsberichte der Philosophisch-Historischen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften 19, 120 (1856).
15. Garber M.: Early Sci. Med. 10, 478 (2005).
16. Aiton E.: Ann. Sci. 26, 153 (1970).
17. Wentrup C.: Angew. Chem., Int. Ed. Engl. 58, 14800 (2019).
18. Rozsivalová E.: Acta Universitatis Carolinae – Historia Universitatis Carolinae Pragensis 17, 47 (1977).
19. Drábek P.: DVT – Dějiny věd a techniky 46, 113 (2013).
20. Nesměrāk K., Chalupa R.: Chem. Listy 115, 195 (2021).
21. Powers J. C.: *Inventing Chemistry: Herman Boerhaave and the Reform of the Chemical Arts*. The University of Chicago Press, Chicago 2012.
22. Nesměrāk K., Chalupa R.: Chem. Listy 115, 347 (2021).
23. Hladík J.: Acta Fac. Pharm. Bohemoslov. 2, 213 (1959).
24. Archiv hl. m. Prahy, Sběrka matrik, sign. HV Z3, Matrika zemřelých u kostela sv. Havla 1771–1785, p. 37.
25. Anonym: Der Humorist 2, 852 (1838).
26. Pleischl A.: *Worte bei dem Beschlusse seiner Vorlesungen über allgemeine und pharmaceutische Chemie an der k.k. Universität zu Prag am 24. Mai 1838*. Thomas Tabor, Prag 1838.
27. Večerek B., Taizich J.: Chem. Listy 70, 980 (1976).
28. Chalupa R., Babica J., Nesměrāk K.: Chem. Listy 114, 635 (2020).
29. Košťtíř J. V.: Chem. Listy 70, 907 (1976).
30. Drábek P.: Ceska Slov. Farm. 61, 244 (2012).
31. Drašar P.: Chem. Listy 117, 43 (2023).
32. Nevřiva M., Rosický J., Proks I., Kancíř E.: Thermochim. Acta 110, 553 (1987).
33. Barek J.: Chem. Listy 107, 598 (2013).
34. Barek J., Wang J.: Electroanalysis 25, 1577 (2013).

R. Chalupa^{a,b} and K. Nesměřák^c (^a Charles University, Faculty of Science, Department of Chemical Education, Prague, ^b RCC Europe, Ltd, Prague, ^c Charles University, Faculty of Science, Department of Analytical Chemistry, Prague, Czech Republic): **Chemical Anniversaries of 2023 Associated with Charles University**

The article recalls important anniversaries associated with chemistry and Charles University. Personal anniversaries of individuals associated with chemistry and our oldest university include commemorations of the life milestones of Jan Jakub Václav Dobřenský of Černý Most (400 years since his birth), Johann Jakob Geelhausen (285 years since his death), Jan František Löw of Erlsfeld (375 years since his birth), Josef Bohumil Mikan (280 years since his birth), Jan Antonín Scrinici (250 years since his death), Stanislav Škramovský (40 years since his death), Jan Stanislav Štěřba-Böhm (85 years since his death), Karel Štulík (10 years since his death), Oldřich Tomíček (70 years since his death), and Adam Zalužanský of Zalužany (410 years since his death). Alongside these are the 375th anniversary of the publication of *Thaumantias, liber de arcu coelesti*, in which Jan Marek Marci of Kronland first described the decomposition of light by prisms, 185 years since Adolph Martin Pleischl moved from Prague to Vienna and 180 years since the start of lectures on analytical chemistry at the Charles University.

Full text English translation is available in the on-line version.

Keywords: history of chemistry, Charles University

VÝVOJ CHYTRÝCH POTENCIOMETRICKÝCH SENZORŮ POTAŽENÝCH VRSTVAMI ODOLNÝMI BIOPASIVACI PRO DETEKCI RANÉHO STÁDIA ZÁNĚTLIVÝCH PROCESŮ KOLEM KLOUBNÍCH NÁHRAD

IRYNA IVANKO, ELENA TOMŠÍK a MARTIN HRUBÝ

Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i., Heyrovského náměstí 2, 162 06 Praha 6, Česká republika
ivanko@imc.cas.cz, mhruby@centrum.cz

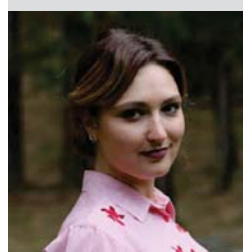
Došlo 8.3.23, přijato 20.3.23. *Nové pohledy na analytickou chemii**

Jedním z problémů při kloubních náhradách jsou komplikace spojené s pooperačními infekcemi. Infekce způsobené bakteriemi, které tvoří biofilmy na površích, se nazývají infekce související s biofilmem (biofilm related infections, BRI). V důsledku následné biologické odezvy organismu dochází k silným patofyziologickým změnám v mikroklimatu kolem takto postiženého povrchu (pokles pH, tvorba různých reaktivních forem kyslíku (ROS), vyčerpání iontů železa a zvýšení koncentrace vápenatých iontů). Vytvořili jsme robustní selektivní polymerní potenciometrický senzor ROS a pH senzor pro detekci změn způsobených sterilním zánětem a bakteriálními a plísníovými infekcemi. Senzor ROS se skládá z vodivé polymerní vrstvy na bázi polythiofenu se zabudovaným komplexem porfyrin-kov, který potenciometricky deteguje přítomnost ROS, jak bylo demonstrováno na peroxidu vodíku. Tento senzor je kovalentně potažen vrstvou odolnou biopasivací (non-biofouling layer, NBL) tvořenou poly(2-methyl-2-oxazolin)em, která funguje jako biokompatibilizátor. Bylo prokázáno, že potenciometrický senzor vykazuje rychlou odezvu na peroxid vodíku, nezaznamenává interferenci s hovězím sérovým albuminem jako modelovým sérovým proteinem a je schopen plně reverzibilně detegovat ROS s lineární odezvou v širokém rozsahu biologicky relevantních koncentrací (od 0,05 μM do 10 μM). Polymerní pH senzor na bázi polyanilinu a poly(2-methyl-2-oxazolinu) na nosiči z titanové slitiny byl vyvinut pro potenciometrickou detekci změn pH v okolí implantátu, aby bylo možné včas detegovat výše uvedené záněty. Vyvinuté elektrody měří změnu pH v rozsahu pH 5 až 8, tedy v rozmezí relevantním pro jednotlivé infekce bakteriemi a kvasinkami.

Klíčová slova: Potenciometrický senzor, vrstva odolná biopasivací, ortopedické implantáty, detekce zánětu a infekce

Úvod

Infekce způsobené bakteriemi, které tvoří biofilmy na površích, se označuje jako infekce související s biofilmem (biofilm-related infections, BRI). Biofilmy jsou tenké vrstvy mikroorganismů pojené jimi sekretovanou extracelulární maticí a skládají se převážně z funkčních amyloidů, proteoglykanů, glykosaminoglykanů a dalších polysacharidů, lipidů a extracelulární DNA (cit.¹). Běžné příklady infekcí souvisejících s biofilmem zahrnují infekce kolem implantátů, jako jsou kloubní náhrady, mechanické srdeční chlopně, prsní implantáty, zavedené katetry, ventrikulo-peritoneální sondy atd.² Infekci způsobenou zavedením umělých implantátů lze spolehlivě detegovat současným sledováním řady faktorů, jako jsou pokles pH, tvorba různých reaktivních forem kyslíku (ROS), vyčerpání iontů železa a zvýšení koncentrace vápenatých iontů³. Chronické BRI se vyznačují častými recidivami, rezistencí na antibiotika, složitou a dlouhodobou léčbou, špatnou prognózou, vysokými sociálními a ekonomickými náklady a obtížnou



Iryna Ivanko pracuje jako výzkumná pracovnice na Ústavu makromolekulární chemie AV ČR v.v.i. Titul MSc získala v oboru chemie v roce 2015 na Lvivské Univerzitě. V roce 2017 Iryna Ivanko absolvovala 10 měsíční postgraduální kurz UNESCO & IUPAC na Ústavu makro-molekulární chemie AV ČR v.v.i. a v roce 2022 získala titul Ph.D. na katedře fyzikální a makromolekulární chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. V rámci své Ph.D. práce, Iryna obdržela visegrádské stipendium. Dále měla možnost pracovat na Katedře analytické chemie Abo Univerzity ve Finsku v rámci stipendia EDUFI. Iryna publikovala 12 článků, které získaly 86 citací (HI 6). Její výzkumné zájmy pokrývají potenciometrické senzory a polovodivé polymery pro skladování elektrické energie. Iryna Ivanko získala Cenu Metrohm 2023 za nejlepší publikaci mladého chemika v oblasti elektroanalytické chemie.

diagnózou. Elektrochemické senzory přitahují v posledních letech velkou pozornost díky svým výhodám, jako je jednoduchost, detekce analytu v reálném čase v komplexním prostředí, vysoká citlivost a selektivita, rychlá odezva, možnost miniaturizace a snadné provozní postupy i pro detekci *in vivo*⁴. Kromě vynikajících parametrů pro stanovení důležitých analytů nyní spočívá výzva v převedení těchto senzorů do formátu *in situ* k přímému získávání informací v organismu. V posledních několika letech v tomto směru prokázaly potenciometrické senzory svůj obrovský potenciál⁵.

ROS, zejména peroxid vodíku, jsou v organismu stabilně uvolňovány jako vedlejší produkty řetězce přenosu elektronů nebo působením cytochromu P450. Jsou rovněž zapojeny do zánětlivých reakcí, fagocyty nebo endoteliální buňky jsou schopny zvyšovat koncentrace ROS prostřednictvím NADPH oxidas⁶. Studie ukázaly, že ROS způsobují oxidaci proteinů a lipidů v buněčné membráně patogenů a poškození DNA. Zánětlivé onemocnění tak může rychle postupovat⁷. Lokální změny pH jsou spojeny zejména s bakteriální infekcí, např. pH synoviální tekutiny klesá z 7,5 za aseptických podmínek na 6,7–7,0 u infekci^{2,8}. Zatímco intracelulární pH bakterií je blízké neutrálnímu a zůstává téměř konstantní, aby byla zachována metabolická kapacita a buněčná integrita, extracelulární pH se mění⁹. pH chronické rány se pohybuje od 7,15 do 8,9, zatímco pH při akutní infekci je výrazně nižší¹⁰.

Cílem této práce je příprava robustního selektivního potenciometrického senzoru ROS/pH pomocí tenkých vrstev nanosených na povrch chytrých implantátů, který umožňuje detekci a lokalizaci zánětu v časném stadiu *in situ*. Pro detekci ROS byla použita vodivá polymerní vrstva na bázi polythiofenu se zabudovaným komplexem porfyrin-kov. Citlivý polymerní film pro detekci změny pH byl navržen pomocí polyanilinové vrstvy na $\alpha+\beta$ titanové slitině (Ti-6Al-4V). Oba senzory (ROS/pH) byly chráněny NBL polymerní vrstvou poly(2-methyl-2-oxazolinu) pro biokompatibilizaci.

Experimentální část

Chemikálie

Hexahydrát síranu amonného (98%), mravenčí kyselina (98%), chloroform stabilizovaný amylenem (čistý), chlorid kobaltnatý hexahydrát (98%), chlorid měďnatý, chlorid manganatý monohydrát (> 97%) a 1-methylimidazol (97%), vše od Sigma-Aldrich s.r.o., Praha, ČR. Fosfátem pufrovaný fyziologický roztok (PBS, z tablet, Merck KGaA, Darmstadt, Německo), chlorid sodný, peroxodisíran amonný a anilin (vše Lachner, ČR, p.a.) byly použity bez dalšího čištění.

Přístroje

Polymerizace 5,10,15,20-tetra(thien-3-yl)porfyrinu (3TTP) a elektrochemická charakterizace polymerního

filmu byla provedena pomocí potenciostatu AUTOLAB PGSTAT302N, následně potenciometrické měření poly-3TTP a PANI pak na 6-kanálovém voltmetru s vysokou vstupní impedancí se vstupní impedancí 1010 Ω (Lawson Laboratories, Malvern, PA, USA).

Ramanova spektra filmů poly-3TTP a PANI byla změřena na mikroskopu Via Reflex Raman (Renishaw, UK) s vysoce účinným spektrografem s ohniskovou vzdáleností 250 mm vybaveném laserem Leica DM LM 514 nm. Skenovací elektronová mikroskopie byla realizována na mikroskopu JEOL 6400 (Japonsko).

Rentgenová fotoelektronová spektroskopie byla prováděna pomocí spektrometru K-Alpha+ XPS (ThermoFisher Scientific, UK) pracujícím při základním tlaku $1,0 \cdot 10^{-7}$ Pa. Sběr dat a zpracování bylo provedeno softwarem Thermo Advantage.

Pracovní postupy

Senzor ROS

Elektropolymerizace a charakterizace 3TTP

1,3 milimolu (12 mg) 5,10,15,20(thien-3yl) porfyrinu (3TTP) připraveného podle cit.¹² bylo rozpuštěno ve 4 ml koncentrované mravenčí kyseliny za vzniku zeleného roztoku. Po ultrasonikaci roztoku 3TTP po dobu 10 min byl přidán 0,25mM 1-methylimidazol v dichlormethanu (10 ml). Elektropolymerizace 3TTP byla provedena v tříelektrodovém článku (15 ml). Všechna měření byla provedena při laboratorní teplotě pomocí cyklické voltametrie (CV) s 50 cykly mezi -1 a $1,85$ V s rychlostí polarizace 50 mV s^{-1} . Skelný uhlík (glassy carbon, GC) byl materiálem elektrody, na který byla nanášena měřicí vrstva. Polymerizační roztok byl před každou elektropolymerizací 15 min probublán N_2 . Roztok byl během elektropolymerizace pod inertní atmosférou dusíku. GC elektroda byla testována jako pracovní elektroda (WE), zatímco Pt plech a Ag drát sloužily jako pomocná (CE) resp. referenční (RE) elektroda. Po elektropolymerizaci byly elektrody omyty chloroformem a uloženy v exsikátoru.

Příprava poly-3TTP s kovovým komplexem

Do porfyrinového jádra, které se nachází v tenké vrstvě poly-3TTP, byly zakomplexovány čtyři různé kationty kovů (Fe^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} nebo Mn^{2+}). Do 1 M vodných roztoků FeCl_2 , CoCl_2 , CuCl_2 nebo MnCl_2 byly ponořeny jednotlivé poly-3TTP elektrody na 24 h, aby došlo k chelataci konkrétního kovového kationtu do porfyrinového jádra, a poté omyty vodou a osušeny.

Příprava poly-3TTP-Fe/PMeOx

Na povrch poly-3TTP-Fe bylo naneseno 60 μl 1,75% roztoku poly(2-methyl-2-oxazolinu) s koncovými 3-thiofenylovými skupinami (PMeOx) v ultračisté vodě (Mili-Q). Elektroda pak byla vysušena při pokojové teplotě přes noc. PMeOx s koncovými 3-thiofenylovými skupinami o číselně střední molekulové hmotnosti $M_n = 2,4 \text{ kDa}$ a disperzitě $D = 1,24$ byl připraven podle postupu

v cit.¹². Kovalentní spojení mezi PMeOx a poly-3TTP-Fe filmem bylo zajištěno pomocí CV v potenciálovém rozmezí $-0,2$ V až 1 V vs. Ag|AgCl při scanovací rychlosti 50 mV s⁻¹, počet scanů 5 .

Potenciometrické testování různých snímacích vrstev v přítomnosti H₂O₂

Testovací elektroda byla ponořena do roztoku PBS a ponechána 60 min, aby dosáhla stabilního potenciálu. Poté byl přidán roztok peroxidu vodíku od nejnižší (50 nM) do nejvyšší (10 mM) koncentrace. Změna potenciálu byla zaznamenána po úplném dosažení rovnováhy, tj. po 15 min.

Testování poly-3TTP-Fe/PMeOx v přítomnosti katalasy

Katalasa z hovězích jater (Sigma-Aldrich, Česká republika) o koncentraci $110 \cdot 10^{-6}$ jednotek/l byla rozpuštěna v roztoku PBS a použita pro detekci H₂O₂ pomocí poly-3TTP-Fe/PMeOx snímací vrstvy.

pH senzor

Příprava PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V

Příprava filmu PANI byla provedena následovně: Nejprve bylo rozpuštěno $6,09$ g NaCl ve $20,3$ ml destilované vody; poté byla k roztoku přidána koncentrovaná mravenčí kyselina (HCOOH, $4,7$ ml). Připravený roztok byl probublán dusíkem 5 min, poté byl ke směsi přidán anilin ($0,1$ ml, $4,0 \cdot 10^{-2}$ M) a do roztoku byly umístěny tyčinky slitiny Ti-6Al-4V. Ke směsi byl nakonec přidán vodný roztok (2 ml) peroxydisíranu amonného (APS) ($0,228$ g, $4,0 \cdot 10^{-2}$ M) jako oxidant. Poměr monomeru k oxidantu byl $1:1$. Polymerizace byla prováděna 40 min při ~ 0 °C. Získané elektrody byly pečlivě omyty 5 M vodným roztokem mravenčí kyseliny a vysušeny při pokojové teplotě. Postup pro nanášení PANI byl opakován dvakrát, aby byl získán silný PANI film.

Roztok PMeOx ($1,75$ %) s molekulovou hmotností 2 kDa s koncovou thiofenovou skupinou byl nanesen na povrch polyanilinového filmu. K fixaci vrstvy PMeOx byla použita CV (50 mV s⁻¹, 5 skenů, v potenciálovém rozmezí $-0,2$ V až 1 V vs. Ag|AgCl) v acetonitrilu.

Potenciometrické testování PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V

Všechna měření pH byla prováděna v $0,1$ M NaCl. K úpravě pH byla použita $0,1$ M HCl nebo $0,1$ M NaOH. K určení reprodukovatelnosti výsledků bylo použito alespoň 5 elektrod PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V. V případě měření pH v přítomnosti proteinů bylo přidáno $0,1$ % w/w BSA. Referenční elektrodou byl drát Ag|AgCl (3 M KCl) (Monokrystaly, Česká republika).

Výsledky a diskuse

Senzor ROS

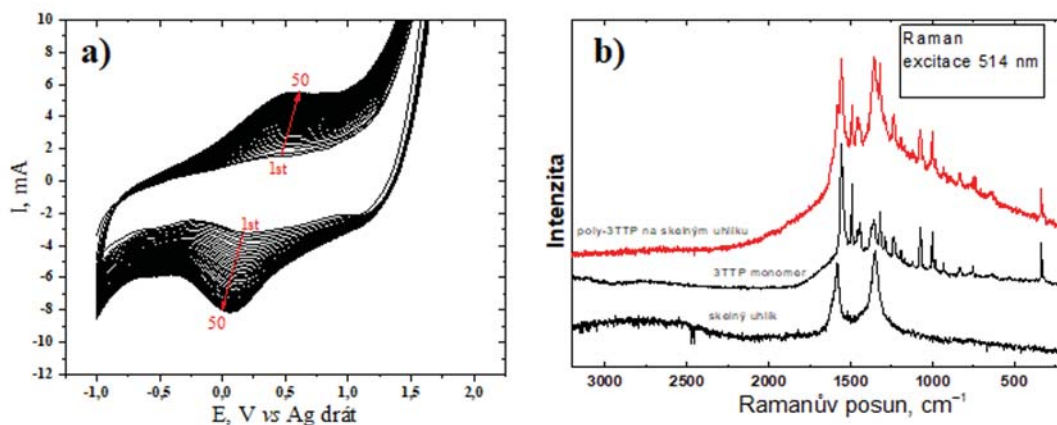
Snímací vrstvy pro detekci ROS byly připraveny elektrochemickou polymerizací 3TTP na GC nosiči. Tvorbu polymerního filmu na povrchu GC lze pozorovat ze čtyřnásobného nárůstu proudové hustoty způsobeného zvýšením počtu depozičních vrstev (obr. 1a). Jak je vidět na obr. 1a, CV křivka monomeru 3TTP má pouze jeden anodický pík ($E_{ox} = 0,52$ V vs. Ag|AgCl) a jeden katodický pík ($E_{ox} = 0,1$ V vs. Ag|AgCl). Pro potvrzení tvorby polymerního filmu byla změřena Ramanova spektra polymeru a monomeru (obr. 1b). Tvorba polymerního filmu byla prokázána rozšířením a zesílením Ramanovských signálů odpovídajících monomerům. Valenční vibrace pyrrolového kruhu na porfyrinovém makrocyklu je pozorována při 1320 cm⁻¹ a pro poly-3TTP je její intenzita zvýšena¹¹. Charakteristické Ramanovy signály pro thiofenový kruh se nacházejí na vlnových délkách podobných vlnovým délkám porfyriu, proto je obtížné je identifikovat.

Detekce ROS neenzymatickými senzory je výhodná pro praktické aplikace ve srovnání s enzymatickými senzory zejména pro větší robustnost a životnost takových senzorů^{4,13}. Pro detekci ROS byly do porfyrinových derivátů připravených v této studii zakomplexovány vhodné redoxně aktivní ionty přechodných kovů. Za tímto účelem byly poly-3TTP filmy elektrochemicky nanesené na GC ponořeny do odpovídajících roztoků solí kovů na 24 hodin. Porfyriny jsou vynikající chelátory vícevalentních kovů a poly-3TTP-Cu, poly-3-TTP-Fe, poly-3TTP-Co a poly-3TTP-Mn tak byly získány po interakci odpovídajících divalentních kovových iontů s porfyrinovým filmem. Přítomnost kovových iontů v porfyriu byla potvrzena měřením fotoelektronovou spektroskopií s vysokým rozlišením¹².

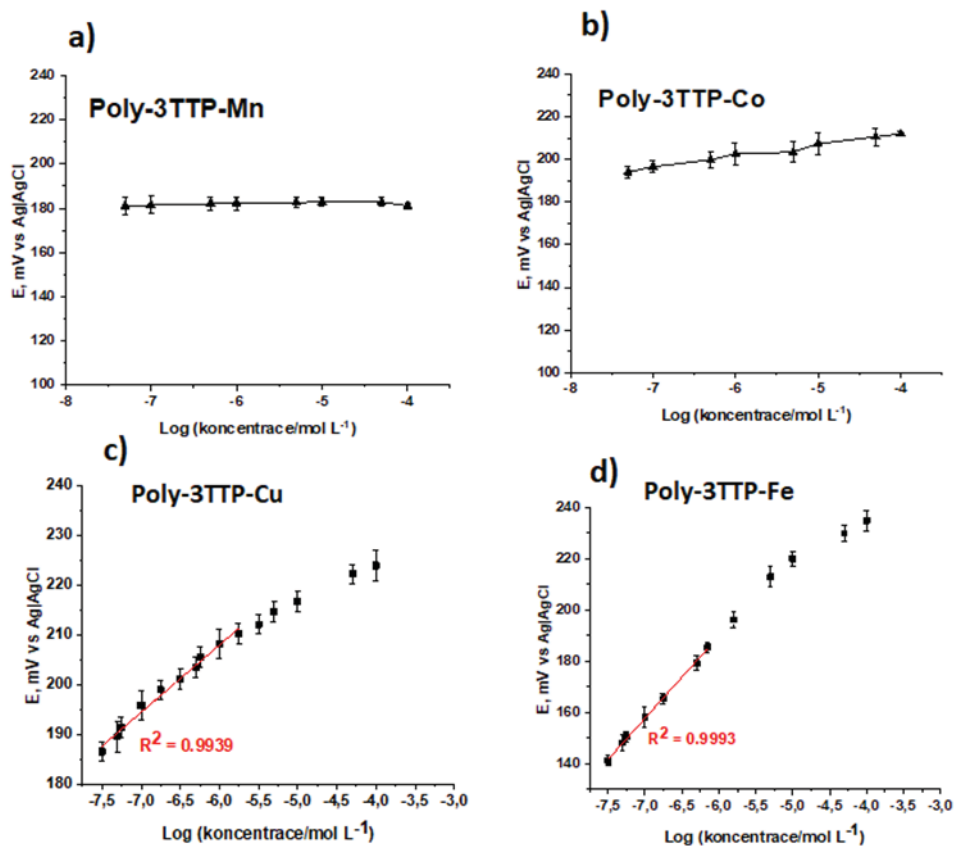
H₂O₂ je významným biomarkerem v patogenezi zánětů a nádorů. V biologických systémech je fyziologický rozsah koncentrací H₂O₂ od 1 do 700 nM, který je nezbytný pro přenos intracelulárního signálu, proliferaci buněk, syntézu proteinů a řízení životních aktivit buňky. V nádorových a zanícených tkáních jsou přítomny řádově vyšší koncentrace. Na základě těchto znalostí byly sestaveny snímací vrstvy poly-3TTP-Me testovány v rozmezí koncentrací H₂O₂ od 50 nM do 100 mM. Jak je vidět na obr. 2a,b, snímací vrstvy poly-3TTP-Mn a poly-3TTP-Co nebyly citlivé na H₂O₂. Lze to vysvětlit tak, že potenciometrie není pro tyto kovy vhodná metoda pro stanovení H₂O₂. V literatuře je nejpoužívanější metodou pro detekci H₂O₂ amperometrie, kdy se používají ionty kobaltu a/nebo manganu^{15,16}.

Jak je vidět na obr. 2c,d, pro ionty mědi a železa ve vrstvách poly-3TTP byla pozorována výborná potenciometrická citlivost těchto filmů k peroxidu vodíku.

Citlivost poly-3TTP-Cu a poly-3TTP-Fe se mění lineárně v rozmezí nízkých biologicky relevantních koncentrací, jak je znázorněno na obr. 2c a 2d. Je zřejmé, že při nízkých koncentracích peroxidu vodíku je citlivost



Obr. 1. (a) Elektropolymerizační křivky 5,10,15,20-tetra(thien-3yl) porfyriu (3TTP) na GC; (b) Ramanova spektra (excitační laser 514 nm) poly-3TTP elektrochemicky připraveného na GC (cit.¹²)



Obr. 2. (a) Potenciometrická odezva (potenciální vs. koncentrace) poly-3TTP-Mn snímací vrstvy; (b) snímací vrstva poly-3TTP-Co; (c) poly-3TTP-Cu snímací vrstva; (d) poly-3TTP-Fe snímací vrstva, vše v PBS (pH 7)¹²

filmů lepší, s lineárním rozsahem od 50 nM do 1 μ M a směrnici $13,54 \pm 0,5$ mV/dekáda ($R^2 = 0,9939$) pro poly-3TTP-Cu a s lineárním rozsahem od 50 nM do 10 μ M a směrnici $31,75 \pm 0,5$ mV/dekáda ($R^2 = 0,9995$) pro poly-3TTP-Fe. Snížení citlivosti při vyšší koncentraci peroxidu vodíku vysvětlujeme tím, že molekuly peroxidu vodíku, které reagují s ionty železa nebo mědi v poly-3TTP, musí difundovat do vnitřních vrstev poly-3TTP-Fe nebo poly-3TTP-Cu. Z hodnoty směrnice a lineárního koncentračního rozsahu bylo vyvozeno, že poly-3TTP-Fe má lepší parametry než poly-3TTP-Cu. Vynikající vlastnosti poly-3TTP-Fe jsou nepochybně také způsobeny strukturou filmu (drsnot povrchu), kterou potvrzují měření skenovací elektronovou mikroskopií a rentgenovou difrakcí¹². Proto byl jako snímací vrstva pro další testování zvolen poly-3TTP-Fe. NBL je zásadní pro zabránění interakci mezi objemnými proteiny a upraveným povrchem. V této práci je jako NBL použit tenký film poly(2-methyl-oxazolinu) (PMeOx) kovalentně elektrochemicky připolymerizovaný přes koncové thiofenové skupiny. Citlivost poly-3TTP-Fe/PMeOx v přítomnosti albuminu jako nejběžnějšího interferentu v biologickém prostředí se lineárně mění se širokým rozsahem koncentrace vodíku (od 50 nM do 100 μ M) (viz obr. 3a). Směrnice je $12,84 \pm 0,5$ mV/dekáda ($R^2 = 0,9920$).

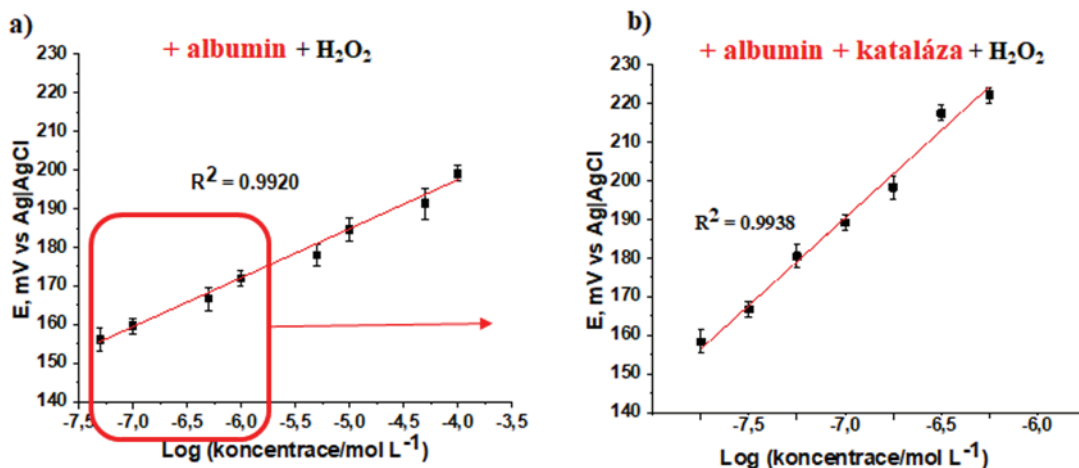
Měření koncentrace H_2O_2 v biologických kapalinách je značně komplikováno velmi krátkým poločasem jeho rozkladu v těchto systémech díky přítomnosti katalasy v krvi a těchto kapalinách obecně a patologicky i v některých případech způsobené produkcí bakteriální katalasy u infekcí. Proto jsme zkoumali účinnost detekce H_2O_2 pomocí poly-3TTP-Fe/PMeOx v přítomnosti katalasy (v biologicky relevantní koncentraci katalasy cca 110 Mu.i. na litr krve¹⁷), výsledky viz obr. 3b. Citlivost filmu poly-3TTP-Fe/PMeOx vůči H_2O_2 v koncentračním rozsahu od

50 nM do 10 μ M je dokonce zlepšena v přítomnosti katalasy, hodnota směrnice je $44,4 \pm 2,2$ mV/dekáda ($R^2 = 0,9938$, $n = 3$), ve srovnání s měřeními bez katalasy (viz obr. 3a a obr. 3b). Jedním z možných vysvětlení zlepšení citlivosti snímací vrstvy poly-3TTP-Fe/PMeOx přidáním katalasy do testovacího roztoku je skutečnost, že mezi katalasou a detekční vrstvou existuje redoxní komunikace, přímá nebo nepřímá přes reaktivnější meziproducty ROS s ultrakrátkým poločasem rozpadu. To mohou být například $\cdot OH$ radikály produkované do určité míry katalasou jako vedlejší produkt rozkladu H_2O_2 (katalasa má určitou menší peroxidasovou aktivitu a naopak). Námí vyvinutý senzorický film poly-3TTP-Fe/PMeOx má tedy slibné parametry pro přesné a citlivé online *in situ* monitorování H_2O_2 . Pro studium selektivity poly-3TTP-Fe/PMeOx vůči H_2O_2 jsme sledovali citlivost této vrstvy vůči chlornanu ClO^- , který je typicky produkován myeloperoxidasou při netóze neutrofilů při bakteriálních infekcích.

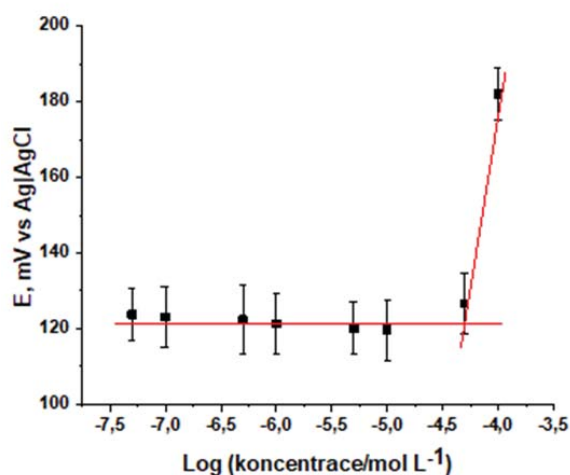
Jak je uvedeno na obr. 4, není žádná odezva poly-3TTP-Fe/PMeOx vůči ClO^- v koncentračním rozsahu od 50 nM do 10 μ M. Pouze pro poslední dvě koncentrace vykazuje poly-3TTP-Fe/PMeOx odezvu. Na druhou stranu, takto vysoké koncentrace nejsou ani patofyziologicky relevantní, protože v zanícených tkáních je koncentrace ClO^- v rozmezí od 50 nM do 5 μ M (cit.^{18,19}). Na základě tohoto výsledku lze dojít k závěru, že sestava naší poly-3TTP-Fe/PMeOx snímací vrstvy je vhodná pro detekci H_2O_2 a přítomnost ClO^- nezhorší její výkon.

pH senzor

Z organických materiálů citlivých na pH je nejslibnější a nejstudovanější polyanilin (PANI)^{20–24}. PANI má pKa přesně v relevantním rozsahu hodnot pH pro měření



Obr. 3. (a) Potenciometrická detekce H_2O_2 v PBS (pH 7) pro snímací vrstvu poly-3TTP-Fe/PMeOx v přítomnosti albuminu; (b) poly-3TTP-Fe/PMeOx v přítomnosti albuminu s katalasou¹²

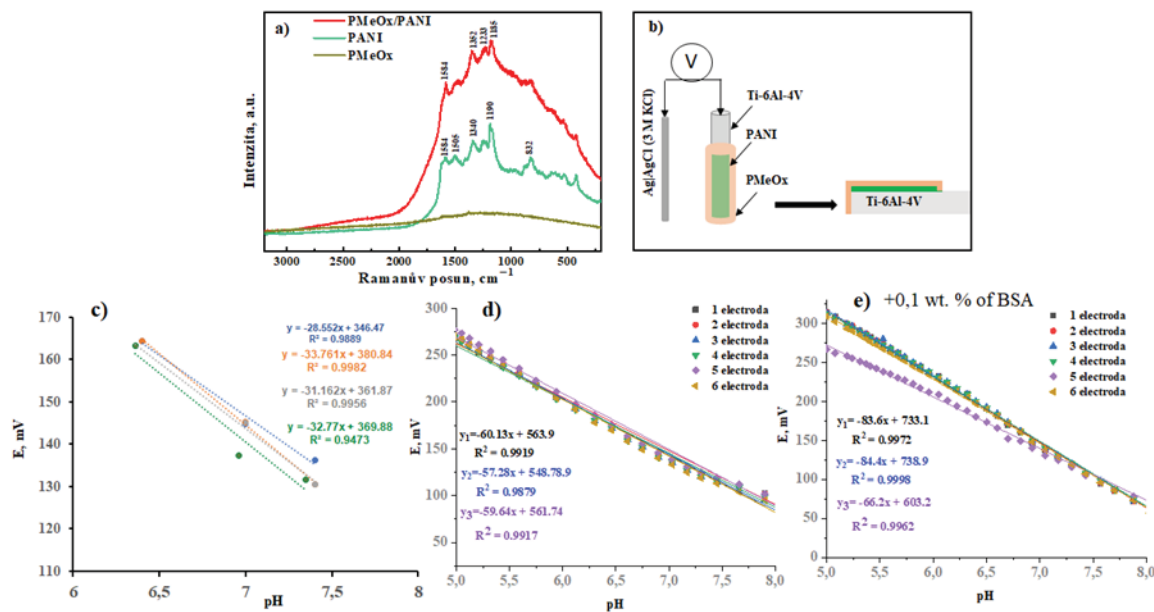


Obr. 4. Potenciometrická detekce ClO^- iontů pomocí poly-3TTP-Fe/PMeOx (cit.¹²)

v synoviální tekutině. Nevýhodou PANI je však to, že se obtížně zpracovává, je nebiokompatibilní a má omezenou rozpustnost^{25,26}. Proto je správný výběr syntetického postupu nutný k vytvoření polymerního filmu s reprodukovatelnými vlastnostmi. Depozice PANI byla provedena pomocí chemické oxidační polymerizace²⁷ na α - β titanovou slitinu (Ti-6Al-4V) jako substrát. Tato slitina je běžně používaným konstrukčním materiálem pro ortopedické

implantáty. Pro ochranu senzorského filmu PANI před adhezí interferujících biomakromolekul byla na PANI@Ti-6Al-4V nanesena NBL vrstva PMeOX, analogicky jako u ROS senzoru (jak je znázorněno na obr. 5b). Chemická struktura jednotlivého filmu PANI, vrstvy PMeOX a kompozitu PMeOX/PANI byla studována Ramanovou spektroskopií s vlnovou délkou excitačního laseru 514 nm a je znázorněna na obr. 5a. Ramanovo spektrum vrstvy PMeOx neobsahovalo žádné pásy spojené s vibračními stavy polymeru, byla zaznamenána pouze fluorescence polythiofenové kostry z koncových thiofenových skupin. Spektrum PANI obsahuje všechny pásy dříve uváděné v literatuře: 1190 cm^{-1} indikující deformační vibraci C-H, 1340 cm^{-1} spojené s valenční vibrací polaronické struktury C-N⁺, a 1584 cm^{-1} deformační vibraci C=C (cit.^{20,21}). Ramanovo spektrum PMeOX/PANI vykazuje oba rysy PANI a také fluorescenci, což je nepřímý důkaz přítomnosti PMeOx.

Nejprve byla změřena potenciometrická pH odezva čistého nosiče Ti-6Al-4V, viz obr. 5c. Bylo prokázáno, že nosič Ti-6Al-4V má citlivost vůči pH -28 mV/pH s linearitou v rozsahu od 6,5 do 7,5, pravděpodobně danou amfoterním charakterem oxidů titanu, hliníku a vanadu v povrchové pasivační vrstvě. Citlivost a lineární odezva vyvinutého PMeOX/PANI@Ti-6Al-4V filmu byla zjištěna pro mnohem širší rozsah pH od 5 do 8, výsledky pro 6 různých elektrod jsou uvedeny na obr. 5d. Všechny 6 stejných elektrod má Nernstovskou odezvu $-59,6\text{ mV/pH}$. Bylo zjištěno, že standardní potenciál PMeOX/PANI@Ti-6Al-4V (E^0) je $558,9\text{ mV}$ s dobrou reprodukovatelností



Obr. 5. (a) Ramanova spektra filmů PMeOx, PANI a PMeOx/PANI při vlnové délce excitačního laseru 514 nm, (b) schéma přípravy a struktura elektrody PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V pro měření pH, (c) odezva na pH čisté podpory Ti-6Al-4V, (d) odezva snímáči vrstvy PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V na pH a (e) odezva elektrody PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V na pH v přítomnosti BSA (cit.²⁷)

$\pm 8,3$ mV. Takto dobrá reprodukovatelnost standardního potenciálu je žádoucí pro vývoj bezúdržbových, kondicionálních a bezkalibračních senzorů. Rovněž je vysoce reprodukovatelná pH závislost potenciometrické odezvy senzorů. Stabilní a reprodukovatelný potenciál PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V je pravděpodobně způsoben synergickým efektem jak podložní matrice Ti-6Al-4V, tak PANI. Pro ověření vlivu NBL PMeOx na potenciometrickou odezvu vrstvy byla provedena měření pH v přítomnosti BSA jako běžného proteinu a výsledky jsou uvedeny na obr. 5e. Potenciálová odezva na změnu pH je lineární v rozmezí koncentrací pH od 5 do 8 se směrnici $-84,4/\text{pH}$ ($R^2 = 0,9998$).

Závěr

V práci jsme navrhli, vyvinuli a otestovali novou generaci implantabilních biosenzorů pro včasnou detekci BRI, která sleduje změny pH a tvorbu reaktivních forem kyslíku (ROS). Snímací vrstva pro detekci ROS sestávala z polyporfyrinu (3TTP) obsahujícího koordinované Fe^{2+} ionty, chráněného NBL tvořenou tenkým filmem poly(2-methyl-2-oxazolinu). Bylo prokázáno, že tento film má schopnost detegovat H_2O_2 potenciometrickou metodou v biologicky relevantním koncentračním rozsahu (od $0,05 \mu\text{M}$ do $10 \mu\text{M}$). Bylo prokázáno, že konkrétní potenciometrický senzor vykazuje rychlou odezvu na peroxid vodíku i v přítomnosti interferujícího hovězího sérového albuminu jako modelového sérového proteinu a v přítomnosti katalasy v biologicky relevantní koncentraci. Dále jsme vyvinuli pH elektrodu založenou na PANI, PMeOx a Ti-6Al-4V, která by mohla být implantovatelným senzorem pro měření pH synoviální tekutiny. Elektroda PMeOx/PANI@Ti-6Al-4V má lineární Nernstovskou odezvu $-59,6/\text{pH}$.

I.I. a E.T. děkují za finanční podporu Zdravotní agentury ČR (NU20–06–00424). M.H. děkuje za finanční podporu Grantové agentury ČR (grant 21–01090S) a programu Strategie AV21 (výzkumný program „Průlomové technologie budoucnosti – senzorka, digitalizace, umělá inteligence a kvantové technologie“, výzkumné téma „Nové korelativní techniky pro analýzu a zobrazování biologických a syntetických polymerních materiálů“).

LITERATURA

- Arciola C. R., Campoccia D., Montanaro L.: *Nat. Rev. Microbiol.* **16**, 397 (2018).
- McLean R. J. C., Lam J. S., Graham L. L.: *J. Bacteriol.* **194**, 6706 (2012).
- Lebeaux D., Ghigo J.-M., Beloin C.: *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* **78**, 510 (2014).
- Zhao S., Zang G., Zhang Y., Liu H., Wang N., Cai S., Wang G.: *Biosens. Bioelectron.* **179**, 113052 (2021).
- Cuartero M., Crespo G. A.: *Curr. Opin. Electrochem.* **10**, 98 (2018).
- Pendyala S., Natarajan V.: *Respir. Physiol. Neurobiol.* **174**, 265 (2010).
- Saran M., Bors W.: *Free Radical Res. Commun.* **7**, 213 (1989).
- Al-Ahmad A., Wiedmann-Al-Ahmad M., Faust J., Bachle M., Follo M., Wolkewitz M., Kohal R.: *J. Biomed. Mater. Res., Part B* **95**, 101 (2010).
- Movafagh S., Crook S., Vo K.: *J. Cell. Biochem.* **116**, 696 (2015).
- Iyer N. V., Kotch L. E., Agani F., Leung S. W., Laughner E., Wenger R. H., Semenza G. L.: *Genes Dev.* **12**, 149 (1998).
- Aydin M.: *Vib. Spectrosc.* **68**, 141 (2013).
- Urbánek T., Ivanko I., Svoboda J., Tomšík E., Hrubý M.: *Sens. Actuators, B* **363**, 131827 (2022).
- Daniels J. S., Pourmand N.: *Electroanalysis* **19**, 1239 (2007).
- Dai H., Lu W., Zuo X., Zhu Q., Pan C., Niu X., Liu J., Chen H.L., Chen X.: *Biosens. Bioelectron.* **95**, 131 (2017).
- Balasubramanian P., Annalakshmi M., Chen S.-M., Sathesh T., Peng T.-K., Balamurugan T. S. T.: *ACS Appl. Mater. Interfaces* **10**, 43543 (2018).
- Manavalan S., Ganesamurthi J., Chen S. M., Veerakumar P., Murugan K.: *Nanoscale* **12**, 5961 (2020).
- Vitai M., Góth L.: *Clin. Chim. Acta* **1**, 35 (1997).
- Li P., Jia Y., Zhao N., Zhang Y., Zhou P., Lou Z., Han K.: *Anal. Chem.* **92**, 12987 (2020).
- Tan H., Wu X., Weng Y., Lu Y., Huang Z.-Z.: *Anal. Chem.* **92**, 3447 (2020).
- Furukawa Y., Ueda F., Hyodo Y., Harada I., Nakajima T., Kawagoe T.: *Macromolecules* **21**, 1297 (1988).
- Tomšík E., Laishevkina S., Svoboda J., Gunar K., Hromádková J., Shevchenko N.: *Sensors* **22**, 2784 (2022).
- Furst A. L., Francis M. B.: *Chem. Rev.* **119**, 700 (2018).
- Settu K., Chen C. J., Liu J. T., Chen C. L., Tsai J. Z.: *Biosens. Bioelectron.* **66**, 244 (2015).
- Ismail R., Šeděnková I., Černochová Z., Romanenko I., Pop-Georgievski O., Hrubý M., Tomšík E.: *Biosensors* **12**, 446 (2022).
- Macdiarmid A. G., Chiang J. C., Huang W., Humphrey B. D., Somasiri N. L. D.: *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **125**, 309 (1985).
- Boeva Z. A., Sergeyev V. G.: *Polym. Sci., Ser. C* **56**, 144 (2014).
- Tomšík E., Gunár K., Krunclová T., Ivanko I., Trousil J., Fojt J., Hrubý M.: *Adv. Mater. Interfaces* **10**, 2201878 (2022).

I. Ivanko, E. Tomšík, and M. Hrubý (*Institute of Macromolecular Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic*): **Development of Smart Potentiometric Sensors Covered with Non-biofouling Layer for Detection of Early Stages of Inflammatory Processes Around Joint Replacements**

One of the problems occurring after the joint replacement is connected with the post-surgery infections which are caused by bacteria that form biofilms on surfaces and are referred to as biofilm-related infections (BRI). It is also worth noting that due to the bioresponse, strong pathophysiological changes in the microclimate of an affected surface occur (decrease in pH, formation of various reactive oxygen species (ROS), depletion of Fe ions, and increase in the concentration of Ca ions). In this work we have prepared a robust selective potentiometric sensor of ROS and pH sensor for the detection of pH changes caused by sterile inflammation and bacterial and fungal infections. The ROS sensor consists of a conductive polymer layer based on polythiophene with an incorporated porphyrin-metal complex that potentiometrically detects the presence of ROS (H_2O_2 and ClO^- ions). This sensor is connected by the covalent bonds with a non-biofouling layer of poly(2-methyl-2-oxazoline), which works as a bio-compatibilizer. It was shown that the potentiometric sensor shows a rapid response to hydrogen peroxide, does not

record any interference with bovine serum albumin as a model serum protein, and is able to fully reversibly detect ROS with a linear response within a wide range of biological relevant concentrations (from $0.05 \mu\text{M}$ to $10 \mu\text{M}$). The sensing electrode based on polyaniline and poly(2-methyl-2-oxazoline) on a titanium alloy support was developed for the potentiometric detection of peri-implant pH changes to enable early detection of the aforementioned pathologies. The developed electrodes show the changing of pH in the range between 5 and 8 for the individual pathogenic bacteria or pathogenic yeast, with a Nernstian slope of $-59.6/\text{pH}$.

Keywords: potentiometric sensor, nonbiofouling, orthopedic implants, detection of inflammation and infection

Acknowledgements

I.I. a E.T. report financial support was provided by Czech Health Research Council (NU20-06-00424), M.H. reports financial support was provided by Czech Science Foundation (21-01090S), and Strategy AV21 (research program "Breakthrough future technologies – sensors, data, AI and quantum technologies", research topic "New correlative techniques for analysis and imaging of biological and synthetic polymer materials").

ŠTÚDIUM VYBRANÝCH PARAMETROV ANALYTICKÝCH METÓD NA KONTROLU KONTAMINÁCIE PROPOLISOVEJ TINKTÚRY

JÁN HROUZEK, NATÁLIA GRIGOVÁ, TAMARA PÓCISOVÁ, AGNEŠA SZARKA
a SVETLANA HROUZKOVÁ

Ústav analytickej chémie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37, Bratislava, Slovenská republika
jhrouzek@stuba.sk, svetlana.hrouzkova@stuba.sk

Došlo 11.5.23, prijaté 23.5.23. *Nové pohľady na analytickou chemii**

Analýza včiel a ich produktov môže poskytnúť zásadné informácie o stupni kontaminácie životného prostredia rezíduami pesticídov. Jedným zo sľubných produktov je propolisová tinktúra. Keďže propolisová tinktúra je komplexná vzorka, je nevyhnutné upraviť postup tak, aby sa minimalizovala potenciálna kontaminácia analytického prístroja používaného na stanovenie pesticídov. Navrhla sa metóda prípravy vzorky QuEChERS na extrakciu pesticídov z propolisovej tinktúry. Uspokojivé extrakčné výťažnosti v rozsahu 70–120 % pre 43 pesticídov zo 47 boli dosiahnuté použitím čistiacich sorbentov C18, PSA a Florisil v druhom kroku procedúry QuEChERS. Podrobne boli študované matricové efekty a vplyv interferencií na chromatografický signál.

Kľúčové slová: QuEChERS, propolisová tinktúra, plynová chromatografia, hmotnostná spektrometria, matricové efekty

Úvod

V súčasnosti je veľmi dôležité zabráňovať kontaminácii a udržiavať čistotu životného prostredia. Kontaminácia životného prostredia má negatívne vplyvy na živočíchy, ktoré sa v ňom vyskytujú a v konečnom dôsledku aj na ľudí. Negatívne vplyvy môžu zahŕňať napríklad vymieranie druhov alebo poškodenie endokrinného a imunitného systému. Pesticídy sú skupina chemických látok, ktoré kontaminujú životné prostredie a spôsobujú spomínané negatívne vplyvy¹. Na kontrolu kontaminácie životného prostredia sa s výhodou používa bioindikácia kontaminácie, čím sa rozumie vyšetrovanie živých organizmov operujúcich v životnom prostredí na veľkej ploche. Takýmto živočíchom je včela medonosná (*Apis mellifera* L.), ktorej výskyt a život je ohrozený prítomnosťou pesticídov v životnom prostredí. Sledovaním kondície včiel a včelích produktov možno usudzovať a predpokladať kontamináciu prostredia, v ktorom včela materiál zbiera a zanáša ho do úľov. Výskyt pesticídov v oblasti, kde včely operujú, môžeme monitorovať kontrolou kontaminácie včiel samotných a rôznych včelích produktov.



Ján Hrouzek ukončil v júni 2022 bakalárske štúdium na Fakulte chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a v súčasnosti je študentom inžinierskeho štúdia na študijnom programe Technická chémia na tej istej univerzite. Patrí k vynikajúcim študentom a veľmi ho baví experimentálna práca v oblasti chromatografických metód. Trávi nadpriemerne veľa času výskumnou činnosťou na Ústave analytickej chémie. V roku 2022 obsadil 1. miesto na Študentskej vedeckej konferencii Chémia a technológia pre život v Bratislave, kde zároveň získal aj Cenu Nadácie pre rozvoj FCHPT STU. Získal zvláštni uznaní poroty na konferencii O cenu Karla Štúlíka 2023 v Ostrave. Je spoluautorom 2 publikácií evidovaných vo WOS, obe s témou analýzy včelích produktov, čo je aj jeho srdcovou záležitosťou vo výskume a plánuje ju rozvíjať v rámci diplomovej práce v najbližšom akademickom roku.

Včelí produkt využiteľný na kontrolu kontaminácie životného prostredia je včelí peľ, propolis a z neho vyrobená propolisová tinktúra. Takéto vzorky sú multikomponentnou zmesou látok rôzneho pôvodu a vlastností a pred jej inštrumentálnou analýzou je nutné vytvoriť vhodný postup pre úpravu vzorky². Vzorky včelieho pôvodu sa prioritne upravujú postupom QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe), čo znamená rýchla, jednoduchá, lacná, efektívna, robustná a bezpečná) a následne sa analyzujú pomocou plynovej alebo kvapalínovej chromatografie s hmotnostno-spektrickou detekciou³. Prehľad analytických metód vhodných na tento účel je uvedený na obr. 1.

Cieľom tejto práce je vyvinúť analytické metódy vhodné na bioindikáciu kontaminácie životného prostredia. Čiastkovým cieľom predloženej práce je vybrať vhodnú techniku extrakcie rezíduí pesticídov používaných na Slovensku z propolisovej tinktúry. Hlavný zámer výskumu je aplikovať zelené metódy analytickej chémie a optimalizovať podmienky tak, aby sa minimalizovali maticové vplyvy vzoriek s veľmi komplexnou maticou, ako sú včelie produkty.

Experimentálna časť

Vzorky propolisových tinktúr (EMKO, FYTOTÉKA, Slovenská republika) s obsahom etylalkoholu 60 hm.% (67 obj.%) boli zakúpené v lekární. Tinktúry boli skladované v chladničke pri teplote 0–8 °C. Do centrifugačnej skúmavky sa pipetovala zriedená propolisová tinktúra v objeme 1 ml (zriedená 1:10), 5 ml acetonitrilu, 0,5 g chloridu sodného a 2 g síranu horečnatého. Zmes sa trepla pomocou vortexu po dobu 1 min (2500 rpm) a odstredila sa pomocou centrifúgy s otáčkami 4500 rpm po dobu trvania 5 min. Acetonitrilová fáza v objeme 4 ml sa odobrala do ďalšej centrifugačnej skúmavky a pridala sa vybraná kombinácia nasledovných sorbentov: PSA (primárny-sekundárny amín), GCB (grafitizovaný uhlík), EMR-Lipid (Enhanced Matrix Removal – Lipid), C18 (oktadecylsilánom modifikovaný silikagel) a Florisil. Realizovalo sa 5 rôznych čistení extraktu a pre každé čistenie je príslušná kombinácia a navážky sorbentov uvedené v tabuľke I. Zmes sa trepla na vortexe (2500 rpm, 1 min) a odstredila sa pomocou centrifúgy (4500 rpm, 5 min). Alikvótna časť extraktu sa odpipetovala. Takto vzniknutý extrakt (blank) sa následne analyzoval, alebo sa použil na prípravu maticového štandardu.



Obr. 1. Prehľad techník na extrakciu včelích produktov

Tabuľka I

Kombinácie sorbentov a ich množstvá použité pri rôznych spôsoboch čistenia extraktov propolisovej tinktúry

Sorbenty/návažok	Čistenie 1	Čistenie 2	Čistenie 3	Čistenie 4	Čistenie 5
GCB (12 mg)	+				
PSA (100 mg)	+	+		+	+
C18 (100 mg)	+	+			+
EMR-Lipid *			+		
Florisil (100 mg)				+	+

Legenda: + sorbent bol v danom čistení použitý, * množstvo je dané výrobcom priamo v zakúpenej skúmavke

Roztoky štandardov pesticídov boli pripravené navážením 10 mg pesticídu do 10 ml odmernej banky a následným doplnením etanolom. Z takto pripravených roztokov štandardov jednotlivých pesticídov sme následne pripravili zásobný zmesný roztok 47 pesticídov s koncentráciou $20 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$ v etanole. Všetky pripravené zásobné roztoky štandardov a zmesný roztok sa uchovávali v mrazničke pri teplote -19 až -21 °C. Zásobný roztok sa následne riedil na nižšie potrebné koncentrácie. Pre GC-MS analýzy v móde full scan sme pripravovali roztoky s koncentráciou $2 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$ riedením $100 \mu\text{l}$ zmesi pesticídov do $900 \mu\text{l}$ rozpúšťadla. V závislosti od typu extraktu sa buď priamo do propolisovej tinktúry pridali pesticídy (do $937,5 \mu\text{l}$ propolisovej tinktúry sa pridalo $62,5 \mu\text{l}$ štandardov pesticídov zo zásobného roztoku ($20 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$ v EtOH) a počkali sme 10 min, aby sa pesticídy rozpustili vo vzorke) a postupovalo sa extrakciou opísanou vyššie pre blank, alebo priamo pred analýzou sa pridala zmes pesticídov do extraktu nefortifikovanej propolisovej tinktúry (blanku), čím sa pripravil matricový štandard (do $987,5 \mu\text{l}$ ACN extraktu sa pridalo $12,5 \mu\text{l}$ štandardov pesticídov zo zásobného roztoku ($20 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$ v EtOH)).

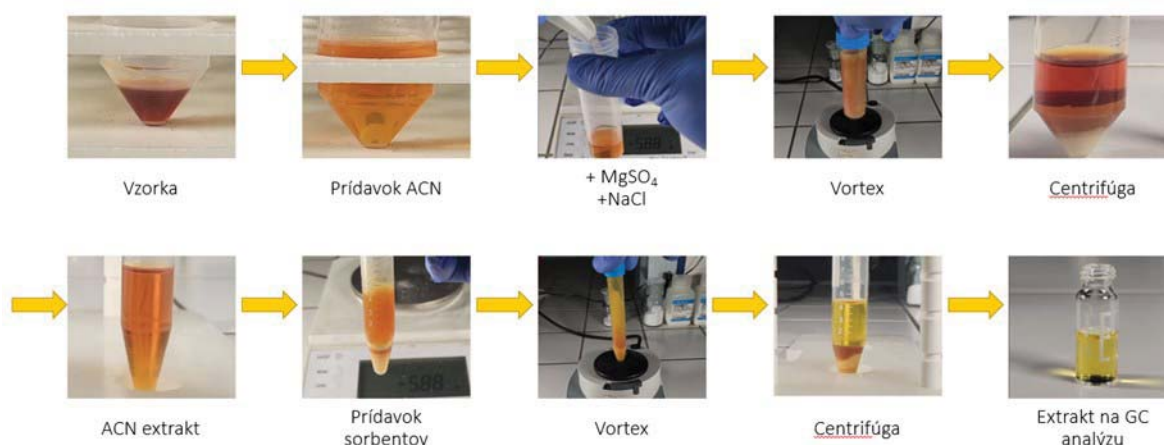
Na chromatografickú separáciu sa používal plynový chromatograf 6890N od Agilent Technologies. Dávkovalo sa pomocou dávkovača s programovanou teplotou vyparovania (PTV) pracujúceho v móde solvent vent. Komponenty analyzovaného extraktu boli separované na kremennej kapilárnej kolóne CP-Sil 8 CB-MS ($15 \text{ m} \times 0,15 \text{ mm}$ I. D., $0,15 \mu\text{m}$ filmu stacionárnej fázy). V kolóne bola nanesená stacionárna fáza so zložením 95 % dimetylsiloxán a 5 % difenylsiloxán. Ako nosný plyn sa použilo hélium (čistoty 4.0) s konštantným prietokom $1,2 \text{ ml min}^{-1}$. Na detekciu látok bol použitý hmotnostný spektrometer 5975 od Agilent Technologies. Na ionizáciu sa používala elektrónová ionizácia. Kvadrupólový analyzátor pracoval v móde SCAN v rozmedzí m/z od 40 do 550 alebo v móde selektívneho monitorovania iónov (SIM).

Výsledky a diskusia

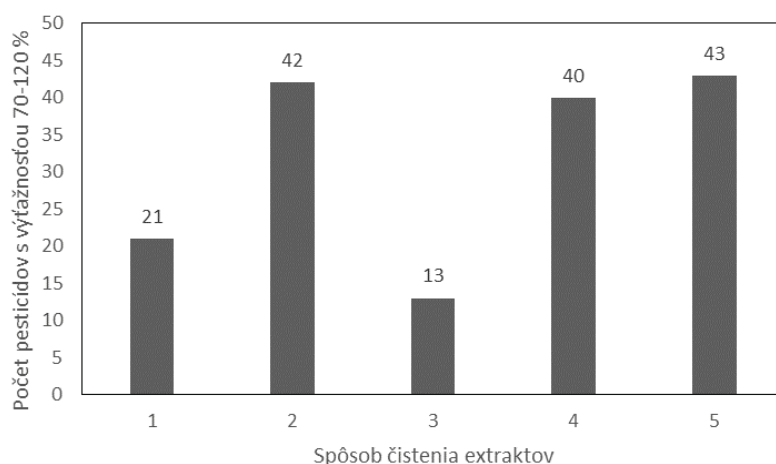
Pre vzorky v kvapalnej fáze, ako je propolisová tinktúra, je sľubnou technikou úpravy priama extrakcia kvapalinou. Na základe predbežných výsledkov¹ sa ukázalo, že samotná extrakcia kvapalinou neposkytovala dostatočne prečistený extrakt, a ten následne kontaminoval chromatografický systém v dávkovacej časti prístroja a tiež v iónovom zdroji. Pre účinnejšiu možnosť extrakcie a získania vhodného extraktu bol modifikovaný postup QuEChERS. V prvom kroku sa jedná o extrakciu kvapalina-kvapalina (LLE), kedy sa ku vzorke pridáva acetonitril (ACN), voda a soli (MgSO_4 a NaCl), a na premiešanie sa použije vortex a následne centrifúga na usadenie sedimentovateľných súčastí. Jedná sa vlastne o vysoľovacu extrakciu kvapalina-kvapalina, pri ktorej sa za pomoci pridaných solí oddelí vodná a acetonitrilová fáza. V skúmavke vznikajú oddelené fázy – naspodu sú usadené soli, nad nimi je vodná fáza a na vrchu sa nachádza organická fáza, teda acetonitrilový extrakt, do ktorého prechádzajú hľadané rezíduá pesticídov. V druhom kroku postupu QuEChERS sa realizuje disperzná extrakcia tuhou fázou (d-SPE). Schéma pracovného postupu je vyobrazená na obr. 2.

Pre vhodný spôsob použitia postupu QuEChERS bolo potrebné zvoliť optimálnu kombináciu sorbentov na elimináciu rôznych interferentov z extraktu, čím sa dosiahlo zníženie matricových vplyvov. Skúmané kombinácie sorbentov sú sumarizované v tab. I. MgSO_4 bol použitý pri všetkých spôsoboch čistenia na zachytenie zvyškovej vody.

Na extrakciu a prečistenie matrice sa testovali viaceré spôsoby. Pri každom spôsobe sa sorbenty vybrali tak, aby sa matrica komplexne prečistila od nežiaducich zložiek, ako sú tuky, cukry a farbivá. Pre každý postup čistenia sme uskutočnili 3 opakovania extrakcií a každý extrakt sme následne dvakrát analyzovali metódou GC-MS. Ďalej sme vypočítali hodnoty výťažností pesticídov pre rôzne spôsoby úpravy vzorky. Výťažnosť je daná pomerom



Obr. 2. Znázornenie postupu extrakcie rezíduí pesticídov z propolisovej tinktúry



Obr. 3. Počet pesticídov s výťažnosťou 70–120 % v závislosti od spôsobu čistenia opísaného v tab. I

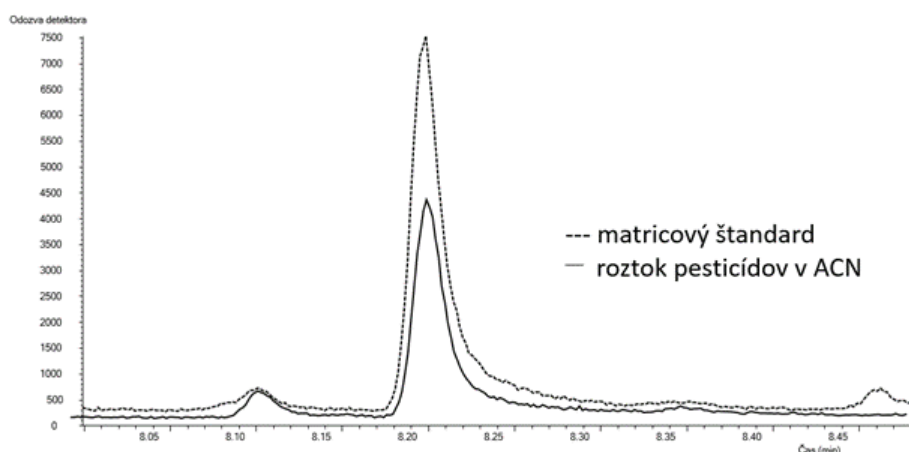
množstva látky, ktorá sa získa navrhnutým analytickým postupom ku množstvu látky skutočne obsiahnutej vo vzorke. Prakticky sa výpočet robí pomerom plochy píku jednotlivých analytov v extrakte fortifikovanej vzorky ku ploche píku analytov v porovnávacom roztoku pripravenom riedením na adekvátnu koncentračnú úroveň, aká je očakávaná v extrakte (v prípade 100% výťažnosti extrakčného procesu). Akceptovateľnými výťažnosťami sa rozumie hodnoty v rozmedzí 70–120 %. Výťažnosti extrakcie sa zistili porovnaním analýz extraktov fortifikovaných vzoriek a maticou značených štandardov.

Na obr. 3 je graficky znázornené porovnanie počtu pesticídov s výťažnosťou v rozmedzí 70–120 % v závislosti od jednotlivých zvolených spôsobov čistenia extraktu vzorky. Z tohto grafického porovnania môžeme zhodnotiť spôsob čistenia č. 5, teda čistenie extraktu s použitím sorbentov MgSO_4 , NaCl , PSA , C18 a florisilu ako najúčinn-

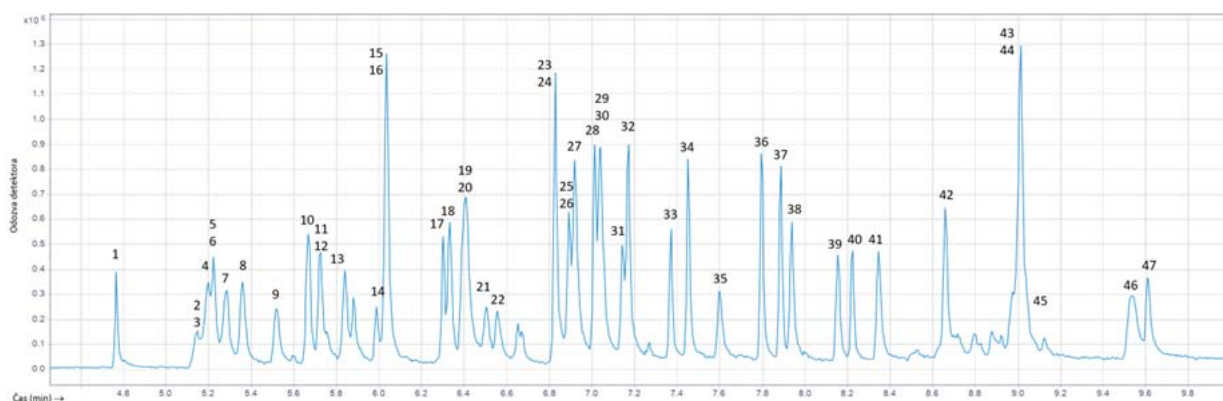
nejší spôsob z uvedených študovaných spôsobov prečistenia extraktu, pretože pri tomto spôsobe výťažnosti v rozmedzí 70–120 % dosahovalo 43 zo 47 pesticídov.

Spoľahlivú účinnosť prečistenia poskytovalo kombinované použitie MgSO_4 , NaCl , PSA , C18 a florisilu.

Napriek veľkému úsiliu vo výskume analýzy reziduí pesticídov môže byť analýza podstatne skomplikovaná zložkami matrice, ktoré sa extrakčnou technikou nepodarí z extraktu odstrániť a budú zodpovednými za následné zvýšenie alebo naopak zoslabenie chromatografickej odozvy. Maticou indukované zvýšenie chromatografickej odozvy pozorované pre určité pesticídy sa prejavuje zvýšenou chromatografickou odozvou pre určité pesticídy v prítomnosti matrice v dôsledku menších strát analytu počas dávkovania. Neakceptovateľne vysoké výťažnosti sa pozorujú pre pesticídy, keď sa na porovnanie a kalibráciu použijú roztoky bez matrice⁴. Na obr. 4 uvá-



Obr. 4. Prekrytie GC-MS záznamov v móde SIM píkov cyhalotrínu λ v matricovom štandarde (prerušovaná čiara) a v čistom rozpúšťadle (ACN) (plná čiara)



Obr. 5. Chromatografický záznam separácie zmesi pesticídov metódou GC-MS; 1 – Trifluralín, 2 – Dimetoát, 3 – Karbofurán, 4 – Atrazín, 5 – Propazín, 6 – Lindán, 7 – Terbutylazín, 8 – Pyrimetán, 9 – Primikarb, 10 – Chlórpyrifos-metyl, 11 – Spiroxamín, 12 – Alachlór, 13 – Prometrín, 14 – Malatión, 15 – Chlórpyrifos, 16 – Aldrín, 17 – Pendimetalín, 18 – Cyprodinil, 19 – Penkonazol, 20 – Fipronil, 21 – Triadimenol, 22 – Chlórdán, 23 – Imazalil, 24 – p,p'-DDE, 25 – Oxyfluórfen, 26 – Myclobutanil, 27 – Flusilazol, 28 – Fluazifop-P-butyl, 29 – Cyprokonazol, 30 – Endrín, 31 – Endosulfán β , 32 – o,p'-DDT, 33 – Trifloxystrobin, 34 – p,p'-DDT, 35 – Tebukonazol, 36 – Bifentín, 37 – Metoxychlór, 38 – Fenamidón, 39 – Pyriproxifén, 40 – Cyhalotrín λ , 41 – Fenarimol, 42 – Fluchinkonazol, 43 – Boskalid, 44 – Cypermetrín, 45 – Chizalifop-P-etyl, 46 – Difenkonazol, 47 – Deltametrín

dzame príklad zvýšenia odozvy pesticídu, v tomto prípade cyhalotrínu λ , ktorého odozva je vyššia v matricovom štandarde v porovnaní s rovnakou koncentráciou pesticídu v porovnávacom roztoku, ktorý je zarobený v acetonitrile.

Podrobná štúdia zloženia extraktu preto prináša cenné informácie na navrhnutie účinných spôsobov odstránenia rušivých látok z extraktu. Na obr. 5 uvádzame záznam separácie zmesi pesticídov metódou GC-MS s uvedením identifikácie jednotlivých analytov.

Záver

V tejto práci sme sa venovali vývoju metódy na extrakciu pesticídov zo včelích produktov za účelom kontroly kvality životného prostredia, v ktorom včela operuje. Zameriavali sme sa hlavne na tvorbu rýchleho, ekologického a cenovo nenáročného postupu. Vyberali sa vhodné spôsoby prečistenia extraktu propolisovej tinktúry rôznymi kombináciami sorbentov a solí. Akceptovateľné výťažnosti sa zaznamenali za použitia čistiaceho postupu s viacerými sorbentami kombinovanými v čistiacom kroku propolisovej tinktúry.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-19-0149, Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR a SAV na základe projektu VEGA č. 1/0412/20.

LITERATÚRA

- Hrouzek J.: *Extrakcia pesticídov z včelích produktov s obsahom alkoholu. Bakalárska práca.* Slovenská technická univerzita v Bratislave, Bratislava 2021.
- Blažková I., Hrouzek J., Szarka A., Pócssová T., Hrouzková S.: *Acta Chim. Slovaca* 15, 103 (2022).
- Rusnáková M., Hrouzek J., Hrouzková S.: *J. Apic. Res.* 62 (1), 76 (2022).

- Erney D. R., Pawlowski T. M., Poole, C. F.: *J. High Resolut. Chromatogr.* 20, 375 (1997).

J. Hrouzek, N. Grigová, T. Pócssová, A. Szarka, and S. Hrouzková (*Institute of Analytical Chemistry, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia*): **Study of Selected Parameters of Analytical Methods to Control the Contamination of Propolis Tincture**

Analysis of honeybees and their products can provide crucial information about the degree of environmental contamination by pesticide residues. One of the promising products is propolis tincture which is a complex mixture. It is essential to modify the procedure in order to reduce the potential contamination of the analytical instrument used to determine pesticides. QuEChERS sample preparation method (acronym of Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) for the extraction of pesticides from the propolis tincture was proposed. Satisfactory extraction recoveries in the range of 70–120 % for 43 out of 47 pesticides have been obtained using C18, PSA and Florisil cleaning sorbents in the second step of QuEChERS procedure. Matrix effects and influence of interferences on the chromatographic signal were studied in detail.

Keywords: QuEChERS, propolis tincture, gas chromatography, mass spectrometry, matrix effects

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the Contract No. APVV-19-0149 and by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic (VEGA project no. 1/0412/20).

TIPY A RADY PŘI SESTAVOVÁNÍ TESTOVÝCH ÚLOH Z CHEMIE

MILADA TEPLÁ a MARTIN ŠRÁMEK

Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 00 Praha 2, Česká republika
milada.tepla@natur.cuni.cz

Došlo 20.1.23, přijato 17.3.23.

Článek prezentuje tipy a doporučení pro tvůrce testových úloh nejen z chemie. Nejprve je vymezena základní charakteristika testů, testových položek i samotných distraktorů. Následně je představeno sedm doporučení na konkrétních dvanácti příkladech testových položek, pro které byla vypočtena úspěšnost řešitele, citlivost a též provedena analýza distraktorů. Taktéž bylo poukázáno na nedostatečnou korelaci mezi reálnou a očekávanou obtížností testových položek.

Klíčová slova: položková analýza, citlivost, obtížnost, atraktivita distraktoru, kvalita testu

1. Testové úlohy ve výuce chemie

Jedním z nástrojů, který slouží ke zjišťování vědomostí a dovedností žáků/studentů, je znalostní test¹. Pedagog při přípravě testů si musí být vědom, co má prostřednictvím testu zjišťovat a na základě toho volit vhodné testové položky – jak z obsahového, tak technického hlediska. Z hlediska odborné terminologie je možné rozlišit několik druhů testů. Jedním z druhů může být tzv. didaktický test, který slouží jako nástroj k systematickému měření výsledků výuky¹. Dalším typem je přijímací test sloužící jako nástroj k výběru kvalitních uchazečů pro studium na vysoké škole.

Aby byl vzniklý test testem kvalitním a zkoumal to, k čemu byl skutečně sestaven, je nutné věnovat velikou pozornost přípravě testů a jejich vyhodnocení.

2. Jaké parametry určují kvalitu testu, vhodnost zařazení úloh a správnost volby distraktorů?

2.1. Kvalita testu

Mezi důležité otázky při posuzování kvality testů patří, zda použitý test byl dostatečně spolehlivý a přesný a zároveň testoval ty znalosti a poznatky, které testovat měl. Z toho důvodu se zkoumají dva významné parametry didaktického testu: reliabilita (spolehlivost a přesnost) a obsahová validita (obsahová správnost).

Reliabilita vyjadřuje, zda byl test z technického hlediska sestaven kvalitně (spolehlivě a přesně)², tedy zda bychom při opakovaném použití získali obdobné výsledky. Pro odhad reliability je možné použít koeficient Cronbachova alfa, který vyjadřuje vnitřní konzistenci testu a nabývá hodnot 0 až 1 s tím, že pro didaktické testy bývá, má-li být

test považován za konzistentní, dle literatury požadována hodnota Cronbachova alfa alespoň 0,7 (cit.³).

Validita znamená schopnost výzkumného nástroje zjišťovat to, co zjišťovat má⁴. V tomto případě schopnost didaktického testu ověřovat požadované znalosti. Obsahová validita je definována jako míra pokrytí oblasti vědomostí a poznatků, které mají být testovány⁵.

Obsahová validita testů může být posuzována expertním panelem, který se může skládat z odborníků, didaktiků a též učitelů. Mezi panelisty mohou být začleněny dále tvůrci testů a kontrolori, kteří testy po jejich vytvoření kontrolují a navrhuji jejich úpravy. Panelisté mj. posuzují, zda jsou testové položky jednoznačně formulované, pro uchazeče srozumitelné a zda umožňují výběr jednoznačné odpovědi.

U přijímacích testů je velmi významná jeho predikční validita, která vypovídá o tom, do jaké míry je test schopen předpovídat výsledky studenta v budoucnu v oblastech, které nás primárně zajímají a kvůli kterým je test vytvořen⁵.

2.2. Vhodnost úloh (testových položek)

Pro zjištění, zda vytvořené úlohy byly vhodné pro jejich zařazení do testu, se jako významné parametry uvádí obtížnost úlohy (popř. úspěšnost řešitele) a její diskriminační schopnost (citlivost).

Jak je úloha obtížná, je vypočteno prostřednictvím úspěšnosti řešitelů v dané úloze, která je definována jako podíl řešitelů, kteří úspěšně vyřešili danou úlohu, a celkového počtu řešitelů⁵. Úspěšnost řešitelů v úloze nabývá hodnot 0 až 1 s tím, že v didaktických testech jsou doporučovány úlohy s obtížností, resp. úspěšností v rozmezí 0,2 až 0,8 (cit.¹). U uzavřených úloh, při kterých řešitel vybírá právě jednu správnou odpověď ze čtyř alternativ, bývá jako *obtížná úloha* považována úloha s úspěšností řešitele nižší než 0,3 (cit.⁶).

Citlivost úlohy (neboli její diskriminační schopnost) vyjadřuje, zda úspěšnější řešitelé v celém testu byli též úspěšnější i v analyzované úloze. Zda tomu tak skutečně bylo, tedy zda úloha dostatečně rozlišovala úspěšné a neúspěšné řešitele neboli byla dostatečně citlivá (z hlediska konstrukce testu „efektivní“), je posuzováno na základě např. korelačního koeficientu RIR či koeficientu citlivosti ULI.

Korelační koeficient RIR je korelační koeficient mezi bodovým ziskem každého uchazeče v dané položce a jeho celkovým bodovým ziskem v testu bez započtení bodů za danou položku⁵. Za *vhodně citlivou úlohu* je považována taková, jejíž hodnota koeficientu RIR je alespoň 0,15. Velmi dobré úlohy vykazují koeficient RIR vyšší než 0,25 (cit.⁷).

Pro výpočet koeficientu citlivosti $ULI(\frac{1}{2})$ jsou všichni řešitelé seřazeni dle celkové úspěšnosti dosažené v daném testu a následně rozděleni na dvě poloviny. Pro každou skupinu je následně vypočtena úspěšnost dané úlohy. Rozdíl těchto hodnot je roven právě koeficientu $ULI(\frac{1}{2})$ ⁵. Citlivost bývá ve spojitosti s jejich úspěšností odstupňovaná, neboť u úloh s úspěšností do 30 % (či naopak u úloh s úspěšností velmi vysokou) bývá v literatuře snížen požadavek na koeficienty citlivosti ($ULI(\frac{1}{2})$ a RIR) s ohledem na jejich zvýšenou náročnost¹⁷. Za úlohu s *dostatečnou citlivostí* (dle $ULI(\frac{1}{2})$) lze považovat takovou testovou otázku, která splňuje jednu z podmínek¹: a) Obtížnost úlohy je nižší než 0,3 a zároveň hodnota vypočteného koeficientu $ULI(\frac{1}{2})$ je vyšší nebo rovna 0,15; b) Obtížnost úlohy je mezi 0,3 až 0,7 a zároveň hodnota vypočteného koeficientu $ULI(\frac{1}{2})$ je vyšší nebo rovna 0,25; c) Obtížnost úlohy je vyšší než 0,8 a zároveň hodnota vypočteného koeficientu $ULI(\frac{1}{2})$ je vyšší nebo rovna 0,15.

2.3. Vhodnost distraktorů

U uzavřených testových položek s výběrem jediné správné odpovědi ze 4 alternativ je též velmi podstatné provést analýzu navržených distraktorů (= chybné alternativy). Zjišťuje se, kolik procent řešitelů distraktor volilo (atraktivita distraktoru) a zda byl distraktor volen lepšími či slabšími řešiteli (diskriminace)⁵.

Co se týče atraktivity distraktorů, lze definovat následující pojmy: *nefunkční distraktor*, což je distraktor, který volí méně než 2 % testovaných, a *neatraktivní distraktor*, což je distraktor, který volí 2 až 5 % testovaných⁹.

Diskriminace distraktoru se vypočítává obdobně jako $ULI(\frac{1}{2})$, ale ne pro správnou odpověď, ale pro jednotlivé distraktory (rozdíl úspěšností v dané úloze mezi žáky s nejlepšími a nejllepšími výsledky)⁵, tj. zda tuto (chybnou) odpověď volili spíše studenti, kteří získali v testu celkově podprůměrný počet bodů, či naopak. Distraktor s kladnou diskriminací je *nehodný*, neboť kladná diskriminace distraktoru svědčí o skutečnosti, že tuto nesprávnou odpověď volili spíše řešitelé, kteří celkově v porovnání s ostatními dosáhli lepších výsledků, a proto je vhodné zvážit úpravu tohoto distraktoru.

3. Doporučení při sestavování testových úloh – příklady úloh a jejich vlastností

Testové úlohy by měly být zcela jednoznačné a pro danou věkovou skupinu řešitelů zcela srozumitelné. Nad to by tvůrci testů měli dbát následujících doporučení pro tvorbu testů⁸: 1) vyhněte se negativně formulovaným úlohám; 2) nepoužívejte relativizující ani absolutní termíny; 3) nevytvářejte distraktory, které řešitel logicky vyloučí, aniž by musel úlohu řešit („opakující je správně“); 4) zaměřte se na významné problémy, nezařazujte do testů chytáky; 5) nezařazujte odpovědi typu „všechny uvedené odpovědi“ či „nic z uvedeného“. Dále autoři článku doporučují: 6) aby úlohy neobsahovaly redundantní části, tj. části zadání, které nejsou při řešení úloh potřeba a 7) u výpočtových úloh neuvádět číselné hodnoty, ke kterým nelze dospět za využití nejpravděpodobnější uvažovaných matematických operací („nesmyslné hodnoty“).

V následujících podkapitolách jsou uvedeny příklady úloh, které porušovaly jedno z výše uvedených doporučení. U každé úlohy byla provedena analýza úlohy a též analýza distraktorů. Úlohy byly součástí oborových testů z chemie, které byly použity mezi lety 2016 až 2019 v rámci přijímacího řízení na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy. Každý test byl řešen minimálně 213 a maximálně 238 uchazeči. Řešitelé vybírali vždy jednu správnou odpověď ze čtyř alternativ s tím, že za nesprávnou odpověď nebyly uděleny záporné body. Úlohy byly bodovány v rozmezí 2 až 6 bodů dle jejich předpokládané náročnosti. Reliabilita testů se pohybovala na přijatelné úrovni v rozmezí 0,66 až 0,78. Celkem bylo analyzováno 240 testových položek, z nichž většina dosahovala přijatelné citlivosti (citlivost 91 % položek dosahovala alespoň u jednoho z koeficientů $ULI(\frac{1}{2})$ či RIR požadované hodnoty). Obsahovou validitu řešil expertní panel skládající se z pěti panelistů (3 tvůrci testu a 2 kontrolaři). Taktéž byla zkoumána predikční validita ve vztahu k úspěšnému dokončení bakalářského studia⁹.

3.1. Negativně formulované úlohy

Úloha zaměřená na karbony (obr. 1) je příkladem negativně formulované úlohy. Úloha vykazuje přibližně průměrnou úspěšnost (53 %), avšak nízkou citlivost – $ULI(\frac{1}{2}) = 0,12$; RIR = 0,17. Dokonce distraktor a) je nevhodným distraktorem. Domníváme se, že je tomu právě z důvodu, že část uchazečů si nevěšme negativní formulace zadání a ve spěchu a stresu z testování označí první pravdivé tvrzení.

Druhým příkladem negativně formulované úlohy je úloha, která je zaměřená na hydrolýzu proteinů (obr. 2). Úspěšnost v úloze činila 43 %. Na druhou stranu tato úloha vykazuje dokonce zápornou citlivost – koeficient $ULI(\frac{1}{2})$ je roven hodnotě $-0,07$, koeficient RIR hodnotě $-0,14$. Na základě uvedených hodnot lze tvrdit, že úloha nepřispívala k výběru vhodných řešitelů. Úloha obsahuje 2 atraktivní, ale zároveň nevhodné distraktory b) a c) v kombinaci s jedním neatraktivním distraktorem a). Níz-

Vyberte nesprávné tvrzení.

- a) Karbid vápníku má vzorec CaC_2 .
b) Reakcí Al_4C_3 s vodou vzniká kyselina hlinitá.
 c) Hydrolyzou CaC_2 vzniká acetylen.
 d) při hydrolyze acetylidu vápenatého vzniká též hydroxid vápenatý.

Obr. 1. **Negativně formulovaná úloha** (úsp. 53 %, $\text{ULI}(\frac{1}{2}) = 0,12$, $\text{RIR} = 0,17$; a) je nevhodný distraktor).

Vyberte sloučeninu či směs sloučenin, kterou nemůžeme nalézt mezi produkty hydrolyzy běžných proteinů:

- a) aminokyseliny b) fosfáty c) sacharidy **d) sírany**

Obr. 2. **Negativně formulovaná úloha** (úsp. 43 %, $\text{ULI}(\frac{1}{2}) = -0,07$, $\text{RIR} = -0,14$; b) a c) jsou nevhodné distraktory, a) je neatraktivní distraktor).

ká atraktivita distraktoru a) může být důsledkem toho, že většina uchazečů ví, že proteiny se skládají z aminokyselin – jedná se o základní znalost vyučovanou na SŠ. Řešitelé pak volili mezi možnostmi b), c) a d) s tím, že v testu úspěšnější volili spíše mezi distraktory b) a c), což mohlo být následkem negativně formulované úlohy.

3.2. Používání relativizujících nebo absolutních termínů

Nepoužívejte relativizující (např. většinou, možná, obvykle) ani absolutní termíny (např. všechny, nikdy, musí). Příkladem takové úlohy je úloha zaměřená na hydrataci uhlovodíku (viz obr. 3). Správnou odpovědí je alternativa c), tedy jediná, u níž není použit absolutní termín „pouze“. Nicméně i přes tuto výhradu je úspěšnost řešitelů v úloze pouze 42,9 % a citlivost dosahuje velmi dobrých hodnot – koeficient $\text{ULI}(\frac{1}{2})$ nabývá hodnoty 0,24, koefi-

cient RIR 0,17. Úloha tedy přispěla k výběru nejlepších řešitelů.

3.3. „Opakující je správně“

Při tvorbě testu je velmi vhodné vyhnout se tomu, aby nejčtenější odpověď uvedená u jednotlivých distraktorů byla správná. Příkladem takové úlohy je úloha zaměřená na praktické využití organických látek (obr. 4). Úspěšnost řešitelů byla 82 %, tedy lze ji považovat za „příliš snadnou“. Koeficient $\text{ULI}(\frac{1}{2})$ nabývá hodnoty 0,17, koeficient RIR 0,20, což poukazuje na relativně vysokou citlivost dané úlohy vzhledem k velmi vysoké úspěšnosti. Z nabízených distraktorů jsou však dva neatraktivní (odpovědi b) a c)), což mohlo být způsobeno právě frekvencí kombinací „A4“ a „B3“ v odpovědích, které vylučují distraktory b) a c). Uchazeči tedy volili mezi možnostmi a) a d).

Hydratací acyklického uhlovodíku o souhrnném vzorci C_4H_6 vzniká butanon. Acyklický uhlovodík může být.

- a) pouze but-1-yn b) pouze buta-1,3-dien **c) but-1-yn nebo but-2-yn** d) pouze but-2-yn

Obr. 3. **Úloha s absolutními termíny** (úsp. 42,9 %, $\text{ULI}(\frac{1}{2}) = 0,24$, $\text{RIR} = 0,17$).

Přiřad'te k sobě správně sloučeninu a oblast jejího využití v praxi.

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| (A) isooktan | (1) sváření kovů |
| (B) kyselina salicylová | (2) plasty |
| (C) tetrafluorethylen | (3) léčiva |
| (D) acetylen | (4) motorismus |

Správné řešení je:

- a) A4, B3, C2, D1**
 b) A1, B3, C4, D2
 c) A4, B2, C1, D3
 d) A4, B3, C2, D4

Obr. 4. **„Opakující se je správně“** (úsp. 82 %, $\text{ULI}(\frac{1}{2}) = 0,17$, $\text{RIR} = 0,20$; b) a c) jsou neatraktivní distraktory).

3.4. Zaměřme se na podstatné

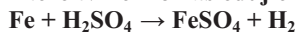
Tvůrci testů by se měli zaměřit na významné problémy a do testů nezařazovat chytáky. Příkladem velmi náročné úlohy je úloha zaměřená na tvrzení týkající se reakce železa s kyselinou sírovou (obr. 5). Úspěšnost této úlohy činila pouze 25 %. Poslední nabízená alternativa (a zároveň správná odpověď d) se zaměřovala na objem vznikajícího vodíku za laboratorních podmínek. Lze se domnívat, že náročnost úlohy souvisí s tím, že na středních školách v rámci výuky chemie není vyučována stavová rovnice ideálního plynu, kterou by bylo možné využít k ověření, že odpověď d) je správná. Úspěšnost v této úloze je dle našeho názoru možné zvýšit úpravou alternativy d), ve které by žáci určovali objem vznikajícího plynu při 0 °C místo za podmínek laboratorních. Přes velmi nízkou úspěšnost však byla tato úloha velmi citlivá ($ULI(\frac{1}{2}) = 0,30$, $RIR = 0,36$), čímž přispěla k výběru nejlepších řešitelů. Zajímavé je srovnání této úlohy s úlohou zaměřenou na reakci mědi s kyselinou sírovou (obr. 6). Úspěšnost v této na první pohled velmi podobné úloze byla však velmi odlišná (65 %).

Další úlohou je úloha zaměřená na vlastnosti fluorovodíku (obr. 7). Úspěšnost řešitelů byla 33 %, což poukazuje na poměrně vysokou náročnost úlohy. Koeficient $ULI(\frac{1}{2})$ u této úlohy dosahuje hodnoty pouze 0,04, koeficient RIR

0,00, což svědčí o její velmi nízké citlivosti. Navíc odpovědi c) a d) jsou nevhodnými distraktory, tedy jsou častěji zvoleny řešiteli patřící mezi polovinu úspěšnějších řešitelů. Možnou příčinou nízké úspěšnosti v této úloze je skutečnost, že při výuce na středních školách nebývá příliš věnována pozornost komparaci teplot varu hydridů v rámci jedné skupiny prvků navzdory skutečnosti, že tato problematika je detailně představena v některých středoškolských učebnicích¹⁰. S ohledem na výše uvedená fakta lze konstatovat, že úloha není dostatečně selektivní.

3.5. „Všechny uvedené odpovědi“ či „nic z uvedeného“

Dle literatury⁸ po začlenění alternativy typu „všechny uvedené odpovědi“ či „nic z uvedeného“ mezi distraktory, pak řešitelé tuto možnost upřednostňují. To se projevilo též u úlohy zaměřené na reakci 2-brompropanu s ethoxidem (obr. 8). Úspěšnost v této úloze je velmi nízká – 27 %, citlivost je adekvátní – $ULI(\frac{1}{2}) = 0,21$, $RIR = 0,20$, avšak odpověď d) je nevhodným distraktorem, který volilo celkem 34,2 % všech řešitelů a vzhledem k jeho záporné diskriminanci by měl být nahrazen jiným distraktorem, neboť nepřispíval k selekci úspěšných řešitelů. Navíc daná reakce může probíhat jak mechanismem eliminačním, tak substitučním.

Které tvrzení o následující reakci je správné?

- Kyselina sírová má v této reakci redukční vlastnosti.
- Reakce probíhá pouze v koncentrované kyselině sírové.
- Vzniklá sůl je nerozpustná ve vodě a vzniká tedy sraženina.
- Ze 2 molů železa vzniká za laboratorních podmínek asi 48 dm³ vodíku.**

Obr. 5. Zaměřme se na podstatné (úsp. 25 %, $ULI(\frac{1}{2}) = 0,30$, $RIR = 0,36$).

Které tvrzení o následující reakci je správné?

- Reakce probíhá pouze se zředěnou kyselinou sírovou.
- Z jednoho molu kyseliny sírové vzniká jeden mol oxidu siřičitého.
- V systému vzniká sraženina síranu měďného.
- Kyselina sírová má vlastnosti oxidačního činidla.**

Obr. 6. Zaměřme se na podstatné – srovnání (úsp. 65 %, $ULI(\frac{1}{2}) = 0,18$, $RIR = 0,26$).

Vyberte správné tvrzení o fluorovodíku:

- má vyšší teplotu varu než chlorovodík**
- je to silná kyselina
- ve vodě zcela disociuje
- v reakcích vykazuje oxidační účinky

Obr. 7. Zaměřme se na podstatné (úsp. 33 %, $ULI(\frac{1}{2}) = 0,04$, $RIR = 0,00$; c) a d) jsou nevhodnými distraktory).

Reakcí 2-brompropanu s ethoxidem (ethanolátem) sodným vznikají dva produkty:

- a) ethyl(isopropyl)ether a propen
 b) propen a bromethan
 c) propanol a ethyl(isopropyl)ether
 d) reakce neprobíhá

Obr. 8. „Nic z uvedeného“ (úsp. 27 %, $ULI(1/2) = 0,21$, $RIR = 0,20$; d) je nevhodným distraktorem).

3.6. Redundantní části

Doporučujeme, aby úlohy neobsahovaly redundantní části, tj. části zadání, které nejsou při řešení úloh potřeba. Zadání takovéto úlohy zaměřené na aromatický charakter látek je na obr. 9. Řešitelé mají na výběr 8 sloučenin, z nichž 2 se však v odpovědích vůbec nevyskytují, a proto je zbytečné je do zadání uvádět. Úspěšnost řešitelů v této úloze dosahovala hodnoty 90 %, koeficient $ULI(1/2)$ byl roven hodnotě 0,21, koeficient RIR hodnotě 0,37, což svědčí o poměrně velmi vysoké citlivosti dané úlohy (úloha tedy selektovala nejméně úspěšné řešitele od ostatních), avšak odpověď c) je neatraktivním distraktorem a odpověď d) dokonce nefunkčním distraktorem. Příčinou nízké atraktivity těchto odpovědí může být skutečnost, že většina uchazečů ví, že fenol je aromatická sloučenina, a proto varianty c) a d) snadno vyloučí. Vhodnou úpravou by bylo, že by řešitelé nevybírali všechny aromatické látky z kompletní nabídky sloučenin, ale vybírali by alternativy, ve kterých jsou uvedeny pouze aromatické látky.

3.7. „Nesmyslné hodnoty“

Obsahují-li distraktory u výpočtových úloh hodnoty, k nimž řešitel nemůže dospět na základě pro výpočet uvažovaných matematických operací, přispívá to k jejich nízké atraktivitě. Tento jev lze pozorovat u úlohy zaměřené

na výpočet počtu nukleotidů kódující daný počet aminokyselin (obr. 10). Úspěšnost řešitelů byla v této úloze 74 %, citlivost $ULI(1/2) = 0,14$, $RIR = 0,08$ (tj. jedná se o necitlivou úlohu). Distraktor d) byl vyhodnocen jako neatraktivní, nabízenou hodnotu řešitelé vyhodnotili jako nesmyslnou. Závěry lze podpořit i při srovnání s velmi obdobnou úlohou (obr. 11), která vykazuje zcela odlišné vlastnosti: úspěšnost 55 % a poměrně vyšší koeficienty citlivosti – $ULI(1/2) = 0,24$, $RIR = 0,17$. Z porovnání dat z těchto dvou úloh lze usuzovat, že část uchazečů si není jistá, zda poměr počtu bází RNA ku počtu kódovaných aminokyselin je roven poměru 3 : 1 či převrácenému poměru, tj. 1 : 3. Tato hypotéza vysvětluje poměrně vysokou atraktivitu distraktorů a) (volen 18 % uchazečů) a b) (volen 7 % uchazečů) v druhé uvedené otázce. Jelikož v první uvedené otázce není možné poměr 3 : 1, resp. 1 : 3 zaměnit, je možné snadněji dedukovat správnou odpověď, což vede ke zvýšení úspěšnosti a snížení citlivosti úlohy. Závěry podporují hypotézu zdůvodňující, proč v první úloze byl distraktor d) vyhodnocen jako neatraktivní. Ve výpočtu by musel být použit poměr 9 : 1, což řešitelé v téměř 98 % vyloučili.

Dalším příkladem úlohy s distraktory obsahující „nesmyslné hodnoty“ je úloha zobrazená na obr. 12. Úspěšnost této úlohy činila 80,2 %; citlivost pak $ULI(1/2) = 0,25$; $RIR = 0,27$, avšak obsahovala dva neatraktivní distraktory – b) a c).

Které z uvedených sloučenin mají aromatický charakter?

- A) fenol B) cyklopenten C) kyselina ftalová D) cyklohexadien
 E) cyklohexan F) fenantren G) cyklopropen H) cykloheptatrien

- a) A, C, F
 b) A, E, F
 c) E, G, H
 d) C, G, H

Obr. 9. **Redundantní části** (úsp. 90 %, $ULI(1/2) = 0,21$, $RIR = 0,37$; c) je neatraktivním distraktorem a d) nefunkčním distraktorem).

Jaký minimální počet nukleotidů musí mít ribonukleová kyselina, aby mohla kódovat protein složený z 200 aminokyselin?

- a) 203 b) 197 c) 603 d) 1 803

Obr. 10. „Nesmyslné hodnoty“ (úsp. 74 %, $ULI(1/2) = 0,14$, $RIR = 0,08$; d) je neatraktivním distraktorem).

Jaký minimální počet nukleotidů musí mít ribonukleová kyselina, aby mohla kódovat protein složený z 600 aminokyselin?

- a) 203 b) 197 c) 603 **d) 1 803**

Obr. 11. „Nesmyslné hodnoty“ – srovnání (úsp. 55 %, ULI($\frac{1}{2}$) = 0,24, RIR = 0,17).

Kolik molů jodidu olovnatého vznikne při reakci 5 molů jodidu draselného s nadbytkem dusičnanu olovnatého?

- a) 5 b) 3,5 c) 3 **d) 2,5**

Obr. 12. „Nesmyslné hodnoty“ (úsp. 80,2 %, ULI($\frac{1}{2}$) = 0,25, RIR = 0,27; b) a c) jsou neatraktivními distraktory).

4. Další závěry plynoucí z položkové analýzy

4.1. Doporučení pro bodové ohodnocení úloh

Rozbor osmi oborových testů z chemie ukázal poměrně nízkou závislost mezi bodovým ohodnocením úlohy (autory testu zamýšlenou obtížností) a její skutečnou (vypočtenou) obtížností (resp. úspěšností řešitele). Korelační koeficient se pohyboval v rozmezí 0,06 až 0,35 s tím, že průměrná hodnota byla 0,14. Taktéž bylo zjištěno, že se vlastnosti jednotlivých úloh (např. úspěšnost, citlivost) výrazně liší v závislosti na pořadí nabízených odpovědí nebo pořadí položky v testu. Z tohoto důvodu pravděpodobně neexistuje jednoznačný model, který by mohl být pro přiřazení adekvátního bodového ohodnocení jednotlivým testovým položkám použit. Při ohodnocení všech úloh shodným počtem bodů se zpětným výpočtem zjistilo, že vždy dochází k velmi mírnému nárůstu koeficientů reliability na hodnoty 0,69 až 0,82. Z výše uvedených důvodů autoři testu doporučují všem testovým položkám přiřadit shodný počet bodů.

4.2. Příčiny snížené citlivosti položky

Přestože se lze domnívat, že citlivost úlohy silně závisí na konkrétním zadání, na základě realizovaného rozboru celkem 240 testových položek lze nalézt několik příčin snížené citlivosti: (a) vysoký počet kroků nutných k vyřešení úlohy (např. u slovně zadané redoxní reakce); (b) příliš lehké nebo naopak příliš těžké úlohy, u kterých uchazeči svoji odpověď pouze tipovali, či odvozovali, aniž by využili chemické znalosti; (c) přehlédnutí negativní formulace kmenu zadání; (d) uvedení pouze názvů organických látek / biomolekul (nikoliv vzorců) či (e) nestandardní zadání úlohy (úlohy netypické pro žáky středních škol).

5. Závěr

V článku bylo zmíněno sedm doporučení při sestavování testových uzavřených úloh s výběrem jedné správné odpovědi ze čtyř nabízených. Následně bylo uvedeno 12 příkladů úloh, jejichž zadání neodpovídala části doporučení pro tvorby testových úloh. Úlohy byly následně rozebrány včetně uvedení jejich základních charakteristik (úspěšnost, citlivost, analýza distraktorů).

Vzhledem k tomu, že úpravou zadání úloh je možné ovlivnit obtížnost a citlivost úloh tak, aby byly adekvátně obtížné a co nejvíce citlivé, autoři článku doporučují, aby pedagogové (tvůrci úloh) kladli nemalou pozornost při jejich sestavě s cílem vyhnout se v článku uvedeným konstrukčním či obsahovým chybám.

Článek byl sepsán s podporou projektu COOPERATIO v oblasti Subject Specific Education Research uděleného Univerzitou Karlovou.

LITERATURA

1. Chráska M.: *Didaktické testy*. Paido, Brno 1999.
2. Jeřábek O., Bílek M.: *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Olomouc 2010.
3. George D., Mallery P.: *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update* (4. vyd.). Allyn & Bacon, Boston 2003.
4. Gavora P.: *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido, Brno 2000.
5. Chvál M., Procházková I., Straková J.: *Hodnocení výsledků vzdělávání didaktickými testy*. Tiskárna bílý slon s.r.o., Plzeň 2015.
6. Teplá M., Šrámek M.: *Scientia in Educatione* 12(2), 32 (2022).
7. Varma S.: https://eddata.com/wp-content/uploads/2015/11/EDS_Point_Biserial.pdf, staženo 18. 1. 2023.
8. Štuka Č., Vejražka M.: *Testování a hodnocení studentů na VŠ*. Nakladatelství Karolinum, Praha 2021.

9. Šrámek M.: *Analýza přijímacích zkoušek z chemie na Přírodovědeckou Fakultu Univerzity Karlovy. Disertační práce*. Univerzita Karlova, Praha 2022.
10. Mareček A., Honza J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia – 1. díl*. Nakladatelství Olomouc s.r.o., Olomouc 2005.

M. Teplá and M. Šrámek (*Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic*): **Tips and Recommendations for Creating Tests in Chemistry**

This article presents tips and recommendations for test creation (not only in chemistry). First, a general characteristics of tests, the individual items and distractors are defined. Subsequently, 7 tips and recommendations are given, shown on 12 test items. For each test item, the success rate, sensitivity and distractor attractivity are calculated. Finally, the impact of a low correlation coefficient between real and expected item difficulty is discussed.

Keywords: item analysis, sensitivity, difficulty, distractor attractivity, test quality

Acknowledgements

The support of the project COOPERATIO in the field of Subject Specific Education Research awarded by Charles University is gratefully acknowledged.

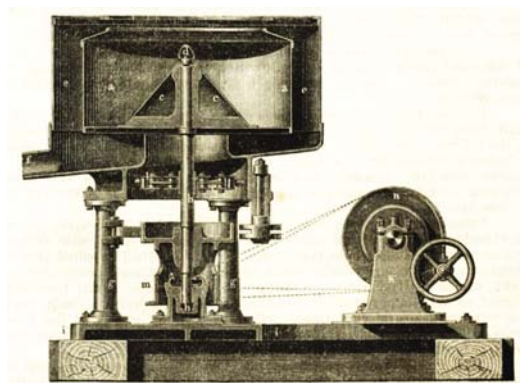


BULLETIN

ASOCIACE ČESKÝCH CHEMICKÝCH SPOLEČNOSTÍ

Ročník 54

Číslo 3



Jan Vincenc Diviš, Cukrovarnictví, Praha 1897



Český komitét
ČKCH
pro chemii



ČESKÁ SPOLEČNOST CHEMICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
CZECH SOCIETY OF CHEMICAL ENGINEERING



Obsah – Chemické listy 2023, číslo 5 a 6

ČÍSLO 5/2023

ÚVODNÍK

Před sto lety zemřel Wilhelm Conrad Röntgen 277
J. Fiala

REFERÁTY

O duchu (duši) z vína 278

M. Jurášek a P. Drašar

Lignin a jeho biokonverze na polyhydroxy- 282

alkanoáty bakterií *Pseudomonas putida*

D. Maršík

Příprava a použití polymérnych 290

adsorbentov s odtláčkom molekúl v súlade

s princípmi zelenej chémie

A. Špačková a K. Hroboňová

Problematika hořkých peptidů vznikajících 301

v procesu zrání sýrů

J. Zemanová a K. Šustová

Zanedbávané aplikace monolitických struktur: 308

Počátky planární chromatografie s hmotnostní

spektrometrickou detekcí

F. Švec

Konjugáty protilátka-léčivo, spojení velkých 319

a malých terapeutických molekul

B. Kratochvíl a E. Benešová

PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

Aplikace inteligentní membránové separace 330

J. Stárek, Z. Zwaan, M. Zlámal, M. Paidar,

A. Černín, L. Malý, J. Kinčl a V. Sýkora

ČÍSLO 6/2023

ÚVODNÍK

Chemické společnosti (jejich časopisy), 345

Open Access a transformační smlouvy

J. Jirát a E. Dibuszová

Umělá inteligence píše pro Chemické listy 346

B. Kratochvíl

REFERÁTY

O halucinogenním oříšku v naší kuchyni 348

M. Jurášek a P. Drašar

Námraza jako relevantní součást atmosférické 352

depozice v horských oblastech

I. Hůnová

Využití moderních metod pro stanovení 358

rezistence k antibiotikům

M. Šolcová a S. Purkrťová

Izolácia prírodných zlúčenín s organo- 365

leptickými vlastnosťami použitím vybraných

pokročilých extrakčných technik

V. Výbohová a K. Hroboňová

PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

Syntéza a elektrochemické vlastnosti elektrolytů 373

na bázi fosfoniových, sulfoniových

a imidazoliových iontových kapalin pro použití

v lithium-iontových bateriích

B. Galajdová, J. Žitka, L. Pavlovec, O. Trhlíková,

J. Kredatusová a R. Konefal

VÝUKA CHEMIE

Jak učit biochemii? Mezipředmětově 384

a s podporou dynamické vizualizace!

D. Šarboch, M. Teplá a I. Rajsiglová

STUDIUM SKLENÍKOVÉHO JEVU JIŽ PŘED 200 ROKY

ZDENĚK SLANINA

Tara centrum, Cukubská univerzita, Japonsko
fromzdenek_s@yahoo.com

Klíčová slova: skleníkový jev, život a dílo Josepha Fouriera (1768–1830), průkopníci globálního oteplování

Ke třem nejznámějším průkopníkům studia skleníkového jevu^{1,2} (Eunice Foote (1819–1888), John Tyndall (1820–1893), Svante Arrhenius (1859–1927)) je často zařazován jako jejich předchůdce i francouzský matematik a fyzik Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768–1830). Jeho jméno dnes nejčastěji připomínají pojmy jako Fourierova řada či Fourierova transformace pro popis periodických funkcí, a speciálně pak i termín spektroskopie s Fourierovou transformací (ač Fourier sám se ale jinak nikdy žádné spektroskopii nevěnoval, zkonstruoval jen matematickou řadu vhodnou i pro popis spekter).

V roce 1822 Fourier vydal knihu³ o matematickém popisu vedení tepla v materiálech, ve které též obecně řešil působení vnějšího periodického zdroje tepla a také průchod tepla průhlednými substancemi. Tento obecný popis pak využil⁴ v analýze teploty zemského povrchu o dva roky později, ve které Země figurovala jako chladnoucí těleso, Slunce jako periodický zdroj tepla a atmosféra jako průhledné prostředí mezi oběma tělesy. Pro Fouriera jeho teorie vedení tepla představovala i prostředek pro popis geofyzikálních jevů. Pro případ, že by Země neměla atmosféru, dovozoval, že při její velikosti a vzdálenosti od Slunce by musela být chladnější. Své následovníky, jako např. Tyndalla⁵, inspiroval svým konceptem, že zadržování záření zemského povrchu atmosférou je důležitým faktorem pro klima. Později pak Arrhenius⁶ názorně interpretoval výsledky Fouriera⁴ a Pouilleta⁷ (1790–1868) tak, že atmosféra funguje jako stěny skleníku a umožňuje tak průchod slunečního záření, ale zadržuje vyzařování ze zemského povrchu. Tradičně se proto Fourierovy úvahy⁴ často považují za počátek či původ pozdějšího konceptu skleníkového jevu, jakkoliv Fourier vůbec neuvažoval skutečné složení atmosféry (byť Lavoisier objevil kyslík a pak i CO₂ už v roce 1778). Nemohl tak sám vysvětlit mechanismus, kterým atmosféra energii opravdu může zadržovat. Nicméně zásluhou Fourierových prací z let 1822–1824 můžeme dnes konstatovat, že tepelné poměry v atmosféře se zkoumají již celých 200 let.

Fourier kriticky zdůrazňoval⁸, že nic nemůže přispět k zdokonalování takových teoretických úvah více, než hojně řady exaktních experimentů. Předvídal také, že budoucí lidské aktivity mohou ovlivňovat teplotní poměry na Zemi, i když tehdy měl na mysli zásahy do krajiny. Prvé poznatky k mechanismu skleníkového jevu zveřejnila v roce 1856 Eunice Foote. Jednalo se o pozorování⁹, že CO₂ a vodní pára se slunečním zářením výrazně oteplují, zatímco u vodíku či

kyslíku k tomuto jevu nedochází. Tyto výsledky jí umožnily formulovat závěr, že případné navýšování obsahu CO₂ v atmosféře by nutně vedlo k růstu atmosférické teploty. Fakticky se tehdy obírala jen jednou komponentou energetiky skleníkového jevu – zářením přicházejícím na Zemi od Slunce (druhou komponentou je záření emitované Zemí). Tři roky po ní se této problematice začal věnovat¹⁰ John Tyndall, který potvrdil, že infračervené záření absorbuje CO₂ i vodní pára, dále třeba i ethylen nebo benzen. Naopak záření neabsorbovaly kyslík, dusík a vodík – v souladu s dnešními poznatky o vibrační spektroskopii a skleníkových plynech. Pro teplotní poměry v zemské atmosféře je skutečně podstatné, že v důsledku symetrických výběrových pravidel neabsorbují^{11,12} molekuly kyslíku a dusíku. Tyndall své výsledky ve vztahu k atmosféře shrnul do formulace¹³: Atmosféra umožňuje vstup slunečního tepla, avšak kontroluje jeho výstup a výsledkem je tendence akumulovat teplo na povrchu planety. Tato první etapa výzkumů skleníkového jevu od Fouriera po Arrhenia pak kulminovala⁶ dodnes platnou předpovědí z Arrheniových výpočtů, že zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře na dvojnásobek by vedlo ku zvýšení její teploty o 5,7 °C.

LITERATURA

1. Slanina Z.: Chem. Listy 114, 701 (2020).
2. Slanina Z.: Chem. Listy 116, 65 (2022).
3. Fourier J.: *Theorie Analytique de la Chaleur*. Didot, Paris 1822.
4. Fourier J.: Ann. Chim. Phys. 27, 136 (1824).
5. Tyndall J.: Phil. Trans. Roy. Soc. 151, 1 (1861).
6. Arrhenius S.: Phil. Mag. 41, 237 (1896).
7. Pouillet C. S. M.: Compt. Rend. 7, 24 (1838).
8. Fourier J.: Am. J. Sci. 32, 1 (1837).
9. Foote E.: Am. J. Sci. Art. 22, 382 (1856).
10. Tyndall J.: Proc. Roy. Soc. 10, 37 (1859).
11. Slanina Z., Uhlík F., v knize: *Weakly Interacting Molecular Pairs: Unconventional Absorbers of Radiation in the Atmosphere* (Camy-Peyret C., Vigasin A. A., ed.), str. 101. Springer, Dordrecht 2003.
12. Vigasin A. A., Mokhov I. I.: Izv. Atmos. Ocean. Phys. 53, 164 (2017).
13. Tyndall J.: Proc. Roy. Inst. 3, 155 (1859).

NEUMANN KAREL AUGUSTIN, PRVÝ PROFESOR CHEMIE A CHEMICKÉ TECHNOLOGIE NA PRAŽSKÉ POLYTECHNICE

PAVEL DRAŠAR

Ústav chemie přírodních látek, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika
drasarp@vscht.cz

Klíčová slova: Neumann Karel Augustin, profesor chemie, pražská polytechnika

Článek vychází k životopisu uvedeného v knihách Velflika A. V.¹ a Neumanna K. C.², obě zřejmě vycházely z údajů knihy Jelínka K.³, nestírali jsme tudíž pel tehdejší češtiny.



Karl August Neumann, profesor chemie^{4,5}, narodil se dne 6. dubna 1771 v Großbothenu u Grimmy v Sasku^{6,7}, v letech 1763–1785 navštěvoval městskou školu v Grimmě, načež v letech 1785–1788 studoval na soukromém učilišti v Lipsku za současného zaměstnání v obchodním závodě. V letech 1788–1793 zaměstnán byl ve vlnářské továrně v Geře (Gera). V té době procestoval v zájmu továrny během 10 měsíců Čechy, Moravu, Slezsko, Halič, část Ruska a Pruska. V letech 1793–1796 studoval opět na universitě v Jeně vědy kamerální⁸ (soubor odborných disciplín, jejichž znalost byla vyžadována, vedle znalosti práva, od úředníků), načež od roku 1796 vyučoval až do roku 1800 obchodním vědám na dánském ostrově Alsenu, kdež založil také tabákovou továrnu, jejíž stavbu řídil a v jejímž zájmu v roce 1800 cestoval po Dánsku, Norvéžsku a Švédsku.

Roku 1802 přijal ho továrník Leitenberg za ředitele kartounky v Josefodolu a Kosmonosích v Čechách, kdež úspěšně po pět let působil. Roku 1805 zřídil si čilý ředitel na svůj náklad soukromý mechanický atelier k výrobě spřádajících strojů. Odtud jej v roce 1807 získal ředitel a zakladatel pražské polytechniky František Josef Gerstner. Týž rozepsal dne 31. července 1807 veřejný konkurs na obsazení profesury chemie. Z pěti žadatelů byl Neumann navržen *primo loco* – a ještě dříve, nežli došlo ku jmenování, ustanoven byl Neumann suplentem profesury chemie v říjnu 1807.

Po dlouhém rozmýšlení opustil konečně Neumann činnost praktickou a stal se učitelem chemie na technickém ústavu v Praze. V roce 1807 zahájil na pražské polytechnice přednášky z chemie⁹, které rozdělil do tří částí na: a) historický vývoj, základní pojmy chemie vlastnosti dů-

ležitých látek, b) výrobu a technické využití hlavních látek, c) výrobu a zušlechťování skla, železářství, běličské a barvířské umění¹⁰. V roce 1808 byl jmenován profesorem. V té době byl jeho plat 1500 zlatých ročně. Zpočátku bydlel, jako ředitel Gerstner a prof. Fischer, v budově školy v Husově třídě (č. p. 240/5, obr. 1), v budově v sousedství Betlémské kaple¹¹, jež byla původně seminářem sv. Václava a kde byla roku 1786 umístěna stavovská inženýrská škola. (Na obrázku je půdorys bývalého semináře Sv. Václava v Praze a jeho úprava na technologické učiliště⁷, obr. 2). Pro nedostatek učebních síní našli si všichni byt mimo ústav.

K. A. Neumann postupně bydlel v Husově ulici 240, v domě U starého hroznu Na Perštýně 349 a po roce 1832 vlastnila rodina dům č. p. 1022 na Národní třídě (dům byl roku 1929 zbořen a na jeho místě postaven nový, v bloku u pasáže Metro)¹².

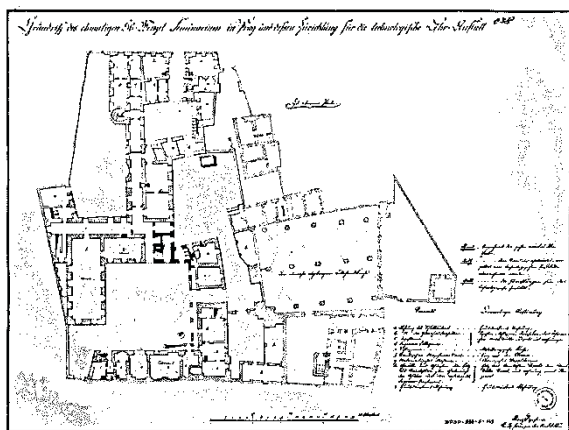
Ve školním roce 1811–1812 vykládal prof. Neumann v zimním semestru také posluchačům medicíny a farmacie na universitě, kdež byla tou dobou profesura chemie neobsazena, a která v letním semestru byla propůjčena jeho adjunktovi Josefu Freyssmuthovi.

Za svého učitelského působení v Praze naskytl se prof. Neumannovi nejednou příležitost podati dobré zdání v záležitostech komerčních.

Profesor chemie Neumann vzdal se profesury ve studijním roce 1816–1817, jmenován byv, za zásluhy v té příčině, dekretem komerční dvorské komise ze dne 2. dubna 1817, komerčním radou a guberním dekretem ze dne 17. dubna



Obr. 1. Husova ul. 240



Obr. 2. Seminář Sv. Václava

tehož roku skutečným guberniálním komerčním radou na místě direktora v úřadu obchodní a manufakturní inspekce při pražském místodržitelství¹³. Nový tento úřad nastoupil koncem zimního semestru studijního roku 1816–1817 a odevzdal stolecí svou suppletu Josefu Johannu Steinmannovi, dosavadnímu adjunktovi, který jmenován byl pak definitivním profesorem 28. října roku 1817. Adjunktem chemie byl pak ustanoven František Zippe dne 1. února 1818.

K. A. Neumann, jako guberniální rada (1817–1826), nechal rozšířit výuku na technickém ústavu v Praze v říjnu 1817 ještě o chemii agrikulturní (hospodářskou), chemii kvasnou, halurgii čili halotechniku (tj. nauku o výrobě soli kuchyňské) a hyalurgii (sklářství). Za tím účelem bylo dosavadní jednoleté studium chemie rozděleno na dva ročníky, každý po 5 hodinách v téměř dni.

V „Létě nouze 1817“, po neúrodě let tehdejších v celé střední Evropě, vydali, tehdejší profesor lučby, c. k. guberniální rada, Dr. K. A. Neumann a dřívější kolega profesor Josef Steinmann tiskem: „Navedení k upotřebování Islandského mechu, v čas nedostatku obilí, na zdravou a silnou potravu pro lid“, kteréž skrze tehdejší soukromý spolek ku podporování trpících nouzí, po domech ve všech krajích v Čechách bylo rozdáváno¹⁴.

Posléze v letech 1813–1814 vyzýval jako Gerstner ku nezbytnému zřízení profesury pro přírodopis (minerologii, botaniku a zoologii) a pro experimentální fyziku, bohužel také bez úspěchu.

Od roku 1808 byl Neumann členem Hospodářské vlastenecké společnosti, v níž působil v letech 1819–1822 hlavně ku zvelebení lnářství v Čechách. Také o založení Jednoty pro povzbuzení průmyslu v Čechách získal si, jako nejhodnější člen ředitelstva, až do roku 1835 nevšedních zásluh. Za své zásluhy o Jednotu a o zemský průmysl jmenován byl roku 1854 zasloužilým členem Jednoty. Neumannovi náleží též zásluha, že zavedl topení uhlím na rakouských železnicích¹⁵ i proto, že byl propagátorem použití lokomotiv a lokomobilů¹⁶. Zabýval se též problematikou meteoritů¹⁷ a těžby železné rudy¹⁸.

Jakkoliv prof. Neumann za svého dlouholetého pobytu v naší vlasti českému jazyku se nepřiučil, byl v plné míře k národu českému spravedliv. Pro svou přímou povahu byl všeobecně vážen. Byl stoupencem moderní teorie národního hospodářství a zasloužil se o rozvoj průmyslu, zejména cukrovarnictví a lnářství¹⁹. Zasloužil se, vedle hr. Chotka a Dietrichsteina, jako hlavní jednatel výstavního výboru o konání pěti všeobecných zemských výstav²⁰ v letech 1828–1836.

Z četných jeho spisů náležejí mnohé do oboru cukrovarského. Navrhoval získávání cukru z javorů, jednal o finančních poměrech cukrovarských a navrhoval, jak by se tento průmysl zvelebiti dal. Pojednání toto odevzdal tehdejšímu místodržiteli hraběti F. A. Libštejnskému z Kolowrat s prosbou za svolení k uveřejnění, jehož se mu 10. března 1811 s následujícím podotknutím dostalo: Bylo mi nejvyšší instancí sděleno, že pojednání Vaše s náležitým věděním a pořádkem jest sepsáno, a že zejména ekonomicko-technický díl je užitečnou a cennou prací, tak že jest si jen přáti, aby spis tiskem vydán byl. Leč vůči tomu, že Jeho Veličenstvo cukerní průmysl ve všech jeho způsobech podporuje, přejí si, aby výroba cukru javorového naproti řepovému, třeba by se přednosti tohoto nedaly zatajiti, nebyla zatlačována příliš do pozadí. Vaše návrhy ku zavedení jakési ekonomické policie narážejí tu a tam na stávající zákony a bylo by její provádění spojeno s velikými obtížemi. Očekávám, že tyto změny provedete a opravený rukopis mi k udělení povolení k tisku ještě jednou předložíte (obrazy knih Google Books).

Neumann provedl skutečně vyžádané změny ve svém pojednání, a když byl téměř u konce, ztratil se mu rukopis i se zápisky. Když potom po 6 letech byl rukopis opět nalezen, byly poměry průmyslu cukerního u nás tak dalece pozměněny, že předmět spisu pozbyl vši zajímavosti; následkem toho se Neumann k vydání jeho již neodhodlal.

V jiném pojednání obhazuje Achardovu metodu výroby cukru z řepy proti některým francouzským a německým chemikům.

Mj. napsal učebnici *Übersicht der technischen Chemie* (Praha 1807)²¹. Ve všech jeho spisech, jichž sepsal řadu, zračí se opravdové vědění a neobyčejná soudnost.

Za manželku měl Annu Marii Šebenář von Herrenfels, s níž měl tři děti, Johana George, Augustu Annu Karolínu Kateřinu (Braunerovou) a Wilhelma Aloise²². Neumann



byl tchánem známého politika a vlastence českého Dra. Františka Augustina Braunera (otce chemika Bohuslava Braunera)²³. Roku 1859 jej universita v Jeně prohlásila, jako svého vynikajícího žáka, čestným doktorem²⁴. Prvého května roku 1865 se stal mimořádným členem Königliche böhmische Gesellschaft der Wissenschaften²⁵.

Zemřel²⁶ ve vzácném věku 95 let, dne 10. února 1866, a byl pochován na hřbitově vyšehradském.

LITERATURA

1. Velflík A. V.: *Dějiny technického učení v Praze s dějinným přehledem nejstarších inženýrských škol, jakož i akademii a ústavů v Rakousku, na nichž bylo vědám inženýrským nejdříve vyučováno. Pamětní spis na oslavu založení stavovské inženýrské školy v Praze před 200 lety a 100-letého trvání polytechnického ústavu Pražského*. Díl 1, část 1. Česká matice technická, Praha 1906 a 1909.
2. Neumann K. C.: *Nástin dějin průmyslu cukrovarnického v Čechách, období první 1787–1830*, str. 22. Komitét pro uspořádání kolektivní výstavy cukrovarnické, Praha 1891.
3. Jelinek K.: *Das ständisch-polytechnische Institut zu Prag Programm zur fünfzigjährigen Erinnerungs-Feier an die Eröffnung des Institutes: 10. November 1856*. Gottlieb Haase Söhne, Praha 1856.
4. Veselý Z.: *Bulletin ČSCH 4, (říjen) 2 (1973)*.
5. Dvořáčková V., Lorencová I.: *Zaostřeno na chemii*. VŠCHT a NTM, Praha 2022.
6. <https://www.familysearch.org/tree/person/details/KD9P-3RB>, staženo 1. 2. 2023.
7. Brümmer F.: *Allgemeine Deutsche Biographie, herausgegeben von der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 23, 528 (1886)*, <https://www.deutsche-biographie.de/sfz71508.html>, staženo 1. 2. 2023.
8. http://www.biographien.ac.at/oeb1/oeb1_N/Neumann_Karl-August_1771_1866.xml, staženo 1. 2. 2023.
9. https://www.vscht.cz/skola/historie/karel_augustin_neumann, staženo 1. 2. 2023.
10. Kyzlink V.: *Potrav. Vědy 11, 527 (1993)*.
11. https://iispp.npu.cz/mis_public/documentDetail.htm?id=1347640, staženo 1. 2. 2023.
12. *Soupis pražského obyvatelstva*; <http://katalog.ahmp.cz/pragapublica/>; 1771 Neumann, Karl, staženo 1. 2. 2023.
13. <https://www.vitalia.cz/clanky/pred-120-lety-vznikla-prvni-ceska-spolecnost-pro-spalovani-mrtvol/>, staženo 1. 2. 2023.
14. Zibrť Č.: *Česká kuchyně za dob nedostatku před sto lety*. Neubert, Praha 1917.
15. Neumann K., Balling K.: *Locomotivheizung mit mineralischen, in Böhmen vorfindigen Kohlengattungen*. ZÖIV, 1850.
16. Skala L.: *Naši předchůdci. Biografický slovník českého zemědělství a venkova*. Agrospoj, Praha 1993.
17. Bukovanská M.: *Vlastivědný sborník Podbrdská, 1984 (26) 227*.
18. Tuček K.: *Meteority a jejich výskyty v Československu*. Academia, Praha 1981.
19. Lněničková J.: *České země v době předbřeznové 1792–1848*. Libri, Praha 1999.
20. Anonym: *Sto let práce: Zpráva o všeobecné zemské výstavě v Praze 1891. Na oslavu jubilea první průmyslové výstavy roku 1791 v Praze*. Výkonný výbor, Praha 1891.
21. <https://vufind.techlib.cz/Record/000605531>, staženo 1. 2. 2023.
22. <http://digi.nacr.cz/prihlasky2/>; Neumann Karl 1771, staženo 1. 2. 2023.
23. <https://www.myheritage.cz/research/collection-1/myheritage-rodokmeny?itemId=213186561-143-40&action=showRecord&recordTitle=Karel+August+Neumann>, staženo 1. 2. 2023.
24. Petřů F., Hájek B.: *O vývoji české chemie*. Orbis, Praha 1954.
25. Wegner G.: *Die königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften 1784–1884*. Grégr E., Praha 1884.
26. Oberhummer W.: *Österreichisches Biographisches Lexikon und biographische Dokumentation*, Bd. 7 (Lfg. 31, 1976), S. 93; http://biography.hiu.cas.cz/Personal/index.php/NEUMANN_Karl_August_6.4.1771-10.2.1866, staženo 1. 2. 2023.

JEDINÝ PŘEDSEDA SPOLEČNOSTI PRO PRŮMYSL CHEMICKÝ V KRÁLOVSTVÍ ČESKÉM 1893–1907

PAVEL DRAŠAR

*Ústav chemie přírodních látek, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika
drasarp@vscht.cz*

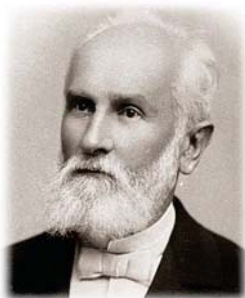
Článek popisuje základní údaje o jediném předsedovi Spolku pro chemický průmysl v Království českém 1893–1907, Janu Baptistovi Lamblu.

Klíčová slova: předseda Společnosti pro průmysl chemický v Království českém, Jan Baptista Lambl

Pokračujeme v novodobém dokumentování funkcí chemických společností zveřejňovaném v Chemických listech^{1–6}.

V roce 1893 vznikla z iniciativy průmyslově orientovaných chemiků Společnost pro průmysl chemický v Království českém. Ukázalo se však, že „držet“ dvě podobné společnosti je obtížné, a tak tato společnost pokračuje po sloučení s Chemickou společností, Spolkem českých chemiků v roce 1907 jako „Česká chemická společnost pro vědu a průmysl“. Přinášíme přehled údajů o jediném předsedovi Společnosti pro průmysl chemický v Království českém.

Jan Baptista Lambl



foto⁷

Jan Baptista Lambl byl po celou dobu existence Společnosti pro průmysl chemický v Království českém (1893–1906) jejím předsedou a duší a zasadil se v roce 1906 o spojení obou českých chemických společností (10. ledna 1907) do jednoho celku.

Jan Křtitel Lambl se narodil 9. srpna 1826 v obci Letiny u Přeštic. Jeho otec, František Lambl, byl hospodářský správce na panství hrabat Schönbornů, matka Marie, rozená Jelínková, pocházela z Chudenic⁸. Celá rodina se čile angažovala v českém vlasteneckém životě, Janovy sestry v ženském hnutí⁹.

Školu Jan navštěvoval v Přešticích. V deseti letech chodil po škole ještě na lekce k přeštickému kaplanovi Richterovi a pak nastoupil gymnazijní studia v Plzni. Při studiích na tamějším gymnáziu si oblíbil klasické jazyky a zeměpis, kterým se pak věnoval po celý život. Po tříletém studiu v Plzni odešel do Prahy na akademické

gymnázium, které v té době vedl již starý Josef Jungmann. Jeho spolužáky zde byli například Vojta Náprstek či pozdější továrník Ringhoffer¹⁰.

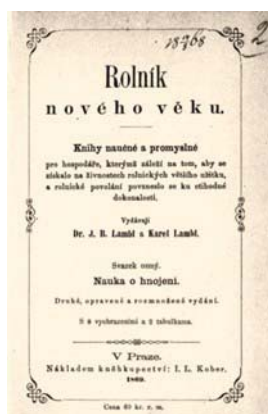
Vzhledem k finančním potížím rodiny po smrti otce nastoupil Jan Lambl do učení v lékárně A. Novotného v Brandýse nad Labem, odkud se spolu s majitelem přestěhoval do Panenské Týnice, kde setrval až do vyučení v roce 1845. Ačkoliv se zodpovědně věnoval svému povolání, našel si čas i na soukromé sebevzdělávání, především na studium francouzského, anglického, italského jazyka, ale i slovanských jazyků. Po vyučení přijal místo pomocníka v jihlavské lékárně a o rok později přešel do lékárny Josefa Kozdery „U modrého lva“ na Karlově náměstí v Praze (č. p. 672/2), kde setrval další rok. V letech 1847 až 1849 absolvoval lékárnický kurz na Univerzitě Karlově v Praze a v říjnu roku 1849 byl promován na magistra farmacie. Při tomto studiu si osvojil teoretické i praktické znalosti chemie pod vedením známého učitele, profesora Josefa Redtenbachra.

Po získání titulu magistra farmacie nepřijal místo v lékárnické praxi, ale nastoupil do závodu Václava Batka v Praze-Libni, v té době jediného výrobce vzácných lučebnin a chemických přístrojů. Firma vyráběla mj. draslík, sodík, jod, chrom, uran, chemické sklo a materiál pro lékárny¹¹. Zde však nebyl spokojen a zjistil, že pouze učitelská dráha je pro něj tou pravou profesí. Přijal proto v roce 1851 nabídku na vyučování chemie a fyziky při Vojenské technické škole v Bělehradě. Zde vydal publikace „Rukověť obecné lučby“ a „Návod k chemickému rozboru“. V Bělehradě pobýval do roku 1855. Do Čech se vrátil v roce 1856. Na krátkou dobu vstoupil jako společník do obchodu svého pozdějšího tchána Johanna Jelínka. V roce 1856 přijal místo učitele na německé hospodářské škole v Libverdě, kde působil do roku 1862. V roce 1858 odešel do Vídně, kde získal aprobaci z chemie pro vyšší a z přírodopisu pro nižší reálné školy a také pro školy hospodářské. V té době napsal několik knih a přispíval do Živy, Hospodářských novin, Obecního listu naučného a do Riegrova slovníku naučného. V roce 1862 hospodář-

skou školu v Libverdě opustil, vstoupil do služeb Jana Harracha a stal se ředitelem nově zřízené školy ve Stěžerách u Hradce Králové, kde se měli vzdělávat synové zřízenců z velkostatků a rolníků. V roce 1866 škola zanikla v důsledku bitvy u Hradce Králové. V roce 1866 se Jan Lambl habilitoval a stal se docentem hospodářství na Českém stavovském polytechnickém ústavu v Praze s povinností přednášet v obou zemských jazycích. V letech 1867–1882 zde působil jako mimořádný profesor, v roce 1882 byl ustanoven profesorem řádným. S jeho činností je spojena snaha o zřízení zemědělského vysokého učení v Praze. Po rozdělení polytechniky na německou a českou část zůstal Lambl na českém ústavu a v letech 1891–1892 byl jeho rektorem.

V roce 1875 vykonal cestu na Krym, o níž v roce následujícím vydal knihu¹². Kromě té je v NTK šest dalších knih, většinou na téma národohospodářství a zemědělství.

Prof. dr. tech. Jan Baptista Lambl byl významným českým chemikem a prvním profesorem vyučujícím zemědělství na Českém vysokém učení technickém v Praze. Celý svůj život zasvětil vyučování zemědělských oborů na této vysoké škole.



Obr. 1. Příručka o hnojení, kterou napsal se svým bratrem¹³



Obr. 2. Pomologický ústav, č. p. 91, usedlost Popelářka v Troji¹⁴

Prof. Lambl neměl v úmyslu věnovat se politické kariéře, ale v roce 1861 byl navržen a zvolen za poslance venkovských obcí okresu rychnovského a kosteleckého do sněmu Království českého. Tento mandát přijal z důvodů, aby se postaral o zákonnou úpravu hospodářského školství v Čechách. Ještě v témže roce podal zemskému sněmu, podporován knížaty J. Lobkoviczem a K. Schwarzenbergem, návrh na zřízení speciálních škol pro polní hospodářství a hospodářský průmysl.

Jan Lambl byl spolu se svým bratrem Karlem Milanem Lamblem spoluzakladatelem Pomologického ústavu, který sídlil v Praze-Troji na pozemcích viniční usedlosti Popelářka. Byl též majitelem nedaleké trojské usedlosti U lisu.

Lambl byl vyznamenán roku 1889 rakouským řádem železné koruny III. tř. „za zásluhy, získané mnoholetým zdokonalováním vědy hospodářské s nejlepším úspěchem“, dále byl vyznamenán udělením komturního kříže řádu Františka Josefa a v roce 1908 mu byl udělen čestný titul doktora technických věd Českého vysokého učení technického v Praze. Byl též c. k. inspektorem českých škol zemědělských v království Českém, c. k. dvorní rada a vrchní ředitel Královské české hospodářské akademie¹⁵.

Jan Baptista Lambl zemřel 7. listopadu 1909 v Praze ve věku 83 let. Pochován byl 10. listopadu 1909 na Olšanských hřbitovech.

LITERATURA

1. Kratochvíl B., Drašar P.: Chem. Listy 115, 498 (2021).
2. Drašar P.: Chem. Listy 115, 506 (2021).
3. Drašar P.: Chem. Listy 117, 43 (2023).
4. Drašar P., Chuchvalec P., Bělohav Z.: Chem. Listy 116, 614 (2022).
5. Drašar P.: Chem. Listy 117, 48 (2023).
6. Řápková R., Drašar P.: Chem. Listy 116, 631 (2022).
7. Wikipedie, Autor: Ignác Šechtľ – <http://sechtl-vosecek.ucw.cz/en/cml/desky/deska2068.html>, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4722306>, staženo 27. 9. 2022.
8. [https://www.portafontium.eu/iipimage/30064991/letiny-01_1171-n?](https://www.portafontium.eu/iipimage/30064991/letiny-01_1171-n?language=cs&x=160&y=293&w=306&h=138) language=cs&x=160&y=293&w=306&h=138, staženo 27. 9. 2022.
9. Strnadová D.: Prameny a studie NZM 58, 42 (1916); https://www.nzm.cz/file/a23e9f8f16013aca36061df715a529ba/1294/PaS_58.pdf, staženo 27. 9. 2022.
10. Pavlíčková J.: *Anna Cardová-Lamblová (1836-1919) a její rodina. Bakalářská práce*. Filozofická fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Historický ústav, Brno 2003.
11. Amerling K.: *Průmysl v Čechách*. Porada učitelství v pražské Budči, Praha 1851.

12. Lambl J. B.: *Letní projížďka po Krymu, kterouž o prázdninách roku 1875 vykonal s bratrem svým V. D. a popisuje J. B. Lambl*. Nákladem vlastním, Praha 1876.
13. <https://ndk.cz/view/uuid:7b00b770-dbcf-11dc-b542-000d606f5dc6?page=uuid:a4fd201c-dfcc-4bd3-9ab4-63dbabfe873e>, staženo 27. 9. 2022.
14. Eckert J.: <http://katalog.ahmp.cz/pragapublica/permalink?xid=70BF245E712711E2BF15525400E46D25&scan=1#scan1>, staženo 27. 9. 2022.
15. <https://ndk.cz/view/uuid:c72f59b7-610f-4b58-89a5-938e2ef8feb1?page=uuid:37af7301-254f-11e9-90cf-5ef3fc9bb22f&fulltext=lambl%20speci%C3%A1ln%C3%ADch%20C5%A1kol>, staženo 27. 9. 2022.

P. Drašar (*Department of Chemistry of Natural Compounds, University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic*): **The Only Chairman of the Society for the Chemical Industry in the Kingdom of Bohemia 1893–1907**

The article describes basic data on the only chairman of the Society for the Chemical Industry in the Kingdom of Bohemia 1893–1907, Jan Baptista Lambl.

Keywords: chairman of the Society for the Chemical Industry in the Kingdom of Bohemia, Jan Baptista Lambl

K HISTORII OBJEVU NEVIDITELNÝCH PAPRSKŮ X. WILHELM CONRAD RÖNTGEN (1845–1923), IVAN PULUJ (1845–1918)

IVO KRAUS

ČVUT, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, 120 00 Praha 2, Trojanova 13, Česká republika
krausivo@gmail.com

Klíčová slova: Německá TU v Praze, ukrajinský fyzik Ivan Puluj, katodové paprsky, Pulujova fluorescenční lampa, Röntgenův objev paprsků X

Jedna z kapitol naplňování humanitních ideálů v dějinách středoevropských migračních pohybů má název *ukrajinská Praha*. Začala vznikat koncem devatenáctého století především z příslušníků haličské inteligence, kteří u nás našli lepší pracovní a existenční podmínky než doma nebo ve Vídni. Už v roce 1883 přišel do Prahy na Karlovu univerzitu lékař a chemik Ivan Horbačevský (Horbaczewski) a o rok později na Německou vysokou školu technickou jeho krajan fyzik a elektrotechnik Ivan Puluj.

Bližší údaje o Horbačevském se dají v encyklopediích najít také pod heslem *Jan* (nebo *Johann*) *Horbaczewski*. Na tom není nic divného, protože vesnice Zarubinec (Zarubynsi) v Ternopolské oblasti, kde se 15. května 1854 narodil, patřila nejednou i do Polska. Komentář si však zaslouží údaj, že jde o *českého* lékaře. Světově proslulý vědec, zakladatel prvního českého ústavu lékařské chemie, žil v Praze nepřetržitě celých 59 let. Byl čtyřikrát (1890, 1894, 1904, 1911) děkanem lékařské fakulty a v období 1902–1903 rektorem univerzity. K jeho velmi dobrým přátelům patřil i T. G. Masaryk; oba byli téměř stejně staří a ve stejné době začali působit na pražské univerzitě. Po roce 1918 směl prý kromě Karla Čapka přijít na Hrad za prezidentem kdykoliv bez ohlášení jen Horbačevský. Podobně jako Masarykovi nebyl ani jemu vysoký věk na překážku vědecké, pedagogické a společenské činnosti. Když ke konci 1. světové války zřizovala vláda *předlitavských zemí* Rakouska-Uherska ministerstvo veřejného zdravotnictví, dostal pověření vést přípravné práce třiašedesátiletý Ivan Horbačevský; od června 1917 do 30. října 1918 pak tento úřad také řídil.

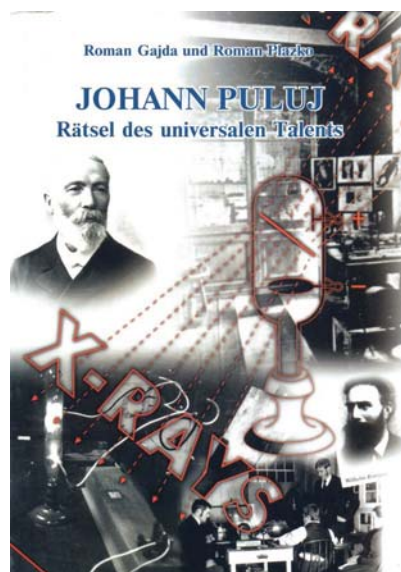
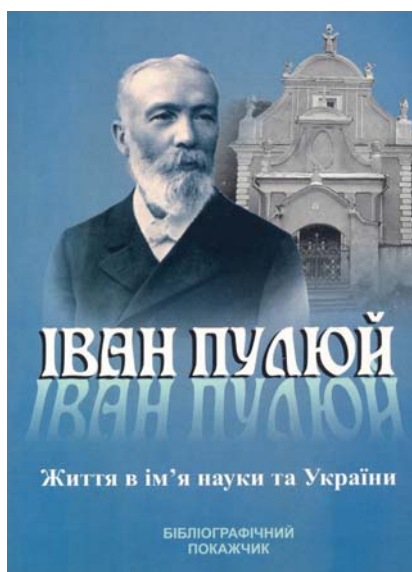
Přestože ho Ukrajinská akademie věd zvolila v roce 1925 svým řádným členem a univerzita v Charkově měla dokonce zájem, aby vedl její katedru chemie, zůstal profesor Horbačevský až do konce života občanem své druhé vlasti. Zemřel 24. května 1942 v Praze.

Druhým ukrajinským vědcem, který u nás našel domov v časech, kdy Prahu a Lvov od sebe ještě neoddělovaly dvoje hranice, byl Ivan Puluj. Narodil se 2. února 1845 ve Hrymalově (Hrymailiv) v Haliči, absolvoval bohosloveskou a později i filozofickou fakultu vídeňské univerzi-

ty. S aprobací k vyučování matematice a fyzice působil nejdříve dva roky na námořní akademii ve Rjece a pak (po doktorské promoci ve Štrasburku) šest let jako soukromý docent experimentální fyziky ve Vídni. V roce 1884 ho císař František Josef I. jmenoval řádným profesorem pražské německé vysoké školy technické; za čtyři roky byl ve volebním období 1888–1889 jejím rektorem.

Svým talentem se prosadil v elektrotechnice, telekomunikacích i jako konstruktér originálních přístrojů k měření fyzikálních veličin, např. mechanického ekvivalentu tepla. Jeho lampa z roku 1881 – vakuová trubice, v níž dopadaly katodové paprsky na oxidy nebo sirníky vápníku, magnesia, stroncia nebo barya – byla nejen zdrojem viditelného světla, ale (jak se později ukázalo) i výkonnějším generátorem neviditelného záření, než měl později ve Würzburgu k dispozici Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923). Že Pulujovi chyběla k objevu paprsků X opravdu jen *šťastná náhoda*, svědčí jeho zasvěcené přednášky před pražským publikem v polovině února 1896. Marně byste ale o tom hledali zprávu v tehdejší českém tisku. Puluj byl přece profesorem německé vysoké školy; a jak píše Egon Ervín Kisch ve své knize vzpomínek *Tržiště senzaci*, „česká a německá technika si byly tak vzdálené, jako by jedna byla na severním a druhá na jižním pólu. Každá katedra měla svůj protějšek na druhé jazykové straně, ale nebylo ani jedné společné budovy, nebylo společné kliniky, společné laboratoře, společné hvězdárny, nebylo společné odborné knihovny ani společné márnice.“

Puluj měl vysokou vědeckou i společenskou autoritu: působil jako přísežný odborný znalec pro elektrotechniku c. k. obchodního soudu pro Čechy, byl členem zkušební komise inženýrů architektů, prezidentem elektrotechnického spolku v Praze, členem c. k. patentového úřadu a redakčních rad několika odborných časopisů. V roce 1910 se stal dvorním radou a o šest let později byl nominován na ministerské křeslo. Spolupracoval s významnými českými inženýry tehdejší doby – Křížíkem a Kolbenem; v letech 1911–1912 býval prý častým hostem Pulujovy laboratoře v pražské Husově ulici č. 5 také Albert Einstein.



Většinu svých prací z fyziky i elektrotechniky publikoval Ivan Puluj v časopisech *Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien*, *Jahres-Bericht des polytechnischen Vereins in Böhmen*, *Zeitschrift für Elektrotechnik*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, *Annalen der Physik und Chemie* a *Physical Memoirs*. Teprve při 150. jubileu narození začalo Pulujovo dílo vycházet v ukrajinštině. Nejsou to jen spisy technického zaměření, z německého vydání v roce 1915 byla přeložena také brožura *Ukrajina a její mezinárodní politický význam*. Píše se v ní, že samostatnost Ukrajiny je klíčem k evropskému míru („Die Selbständigkeit der Ukraine ist der Schlüssel zur Friedenshalle von Europa“).

*

Pokud se významné osobnosti nedostanou do nemilosti mocných našeho světa, pak si poslední setkání s živými *domlouvají* u pamětních desek a náhrobků. Pulujovo jméno je zlatým písmem zapsáno na domě č. 15 v pražské Preslově ulici, kde ukrajinský učenec a badatel žil a 31. ledna 1918 zemřel. Pohřben byl na hřbitově Malvazinky.

Chronologie prvních zpráv o objevu neviditelných paprsků X

Podle Röntgenova přání byly po jeho smrti bez přečtení spáleny všechny nepublikované písemné materiály dokumentující jeho celoživotní vědeckou práci. Mezi poznámkovými bloky a deníky byly možná také zápisy o cestě, která ho 8. listopadu 1895 dovedla k jednomu z největších objevů přírodních věd. Na to, jaký byl scénář toho večera¹, můžeme proto usuzovat prakticky jen z in-

formací uvedených v publikaci *Über eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mitteilung (Předběžné sdělení O novém druhu paprsků)*. Článek obsahující nejdůležitější výsledky provedených pokusů Röntgen předal k publikaci do redakce *Zpráv ze zasedání Würzburgské fyzikálně lékařské společnosti* 28. prosince 1895.

Text nemá žádné nadbytečné slovo, žádné v něm ovšem také nechybí; popis experimentu i všech pozorovaných jevů je přesný a zcela vyčerpávající: „Nechají-li se Hittorfovou vakuovou trubicí nebo dostatečně vyčerpáným Lenardovým, Crookesovým či podobným přístrojem procházet výboje většího Ruhmkorffova induktoru a zakryje-li se trubice těsně přiloženým obalem z tenkého černého kartonu, pak ve zcela zatemněné místnosti vidíme, jak lepenkové stínítko natřené platnatokyanidem barnatým v blízkosti trubice při každém výboji jasně zazáří, fluoreskuje, a to nezávisle na tom, zda je k výbojovému aparátu přivřena natřená strana stínítka nebo strana druhá...“

Styl sdělení připomíná protokol o experimentu, konstatování skutkové podstaty pozorovaných jevů: Neviditelné paprsky (Röntgen je nazývá X) se šíří přímočaře; hlavním bodem, z něhož vycházejí, je ta část stěny výbojové trubice, na niž dopadají katodové paprsky; toto buzení nenastává jen ve skle, ale např. i v hliníkovém plechu; na rozdíl od katodových paprsků se dráha paprsků X ani ve velmi silných magnetických polích nemění; intenzita fluorescenčního světla stínítka klesá se čtvercem vzdálenosti od místa vzniku paprsků X; fluorescence je patrná ještě ve vzdálenosti 2 m od výbojky; paprsky prostupují všemi látkami snáze než kterékoliv známé záření; propustnost – u různých látek odlišná – je při stejné tloušťce vrstev podstatně ovlivněna jejich hustotou; významné je také

¹ Protože se fluorescenční jevy daly pozorovat jen v temné místnosti, experimentoval Röntgen až pozdě večer.

působení tohoto záření na fotografickou desku; odklon paprsků procházejících hranolem ze skla, tvrdé pryže nebo alumina byl jen nepatrný, index lomu musí být proto blízký k hodnotě 1; k normální reflexi paprsků X nedochází, tělesa se vůči nim chovají jako zakalená prostředí ke světlu; závislost propustnosti krystalů vápence a křemene na směr prozařování se neprokázala; nové paprsky projdou knihou o tisíce stránek, dřevem a různými kovy; flintové sklo, které obsahuje olovo, absorbuje mnohem více než normální sklo okenní; kosti z fosforečnanu vápenatého a uhličitanu vápenatého absorbují záření podstatně více než tkáň s velkým podílem vody a sloučeninami vodíku, uhlíku, kyslíku, dusíku a jen nepatrným obsahem fosforu a síry².

O Vánocích 1895 zůstala nevyřešena už jenom základní vlastnost nových paprsků, jejich podstata. „Interferenční jevy paprsků X jsem hledal marně; možná pro jejich nepatrnou intenzitu.“ Pozdější vývoj dal Röntgenovi za pravdu; byla to skutečně jen nepatrná intenzita, která zabránila, aby mohl při prozařování krystalů vápence a křemene pozorovat interferenční maxima o plných 17 let dříve než Max von Laue.

Důvod pro volbu časopisu, kam Röntgen své *Předběžné sdělení O novém druhu paprsků* poslal, byl čistě pragmatický: z článku potřeboval co nejrychleji separáty (zvláště otisky). S publikační pružností *Annalen der Physik und Chemie*, renomovaného německého vědeckého časopisu té doby, neměl právě nejlepší zkušenosti. Würzburšské *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft* nabízely termíny podstatně

příznivější, protože vydání i tisk zajišťovala místní firma Stahel'sche Universitäts-Buchhandlung.

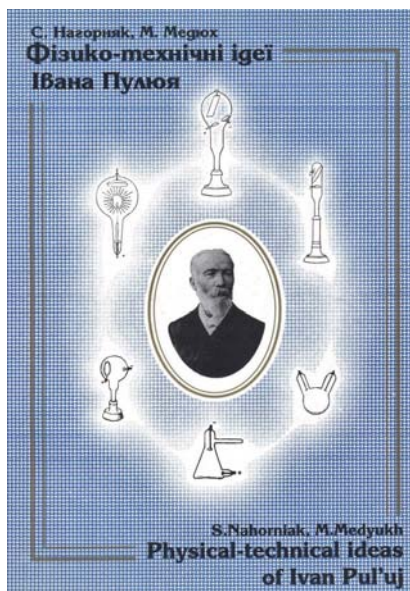
28. 12. 1895, 5. 1. 1896

Separáty článku, který Röntgen odevzdal do tisku 28. prosince 1895, byly k dispozici už na Nový rok 1896! Téhož dne více než 80 exemplářů i se snímky ruky své manželky rozeslal významným fyzikům v Německu, Nizozemsku, Rakousku, Švédsku a USA. Ten, který došel do Vídně na adresu Franze Exnera, Röntgenova přítele ze studií v Curychu, se dostal do rukou rakouského fyzika Ernsta Lechera a jeho otce, spisovatele a novináře Konrada Zachariase Lechera. Díky němu vyšla v neděli 5. ledna 1896 na první straně vídeňského deníku *Die Presse* zpráva nadepsaná *Eine sensationelle Entdeckung (Senzační objev)*.

„V učených vídeňských kruzích vyvolalo velkou senzaci sdělení o objevu, který měl udělat profesor Röntgen ve Würzburgu. (Chybné jméno bylo pak uváděno ve všech novinách a časopisech, které informaci z Vídně převzaly.) Pokud se zpráva potvrdí a jestliže se z toho vyplývající informace prokáží jako opodstatněné, pak máme co činit s událostí, která je svého druhu v exaktním bádání epochální, aby měla pozoruhodné důsledky nejen v oblasti fyzikální, ale i lékařské...“

7. 1. 1896

O tom, že prioritu novinářské zprávy o Röntgenově objevu má *Die Presse* z 5. ledna 1896, není pochyb. Na dalších místech jsou německé deníky ze 7. ledna. *Frank-*



² Dne 22. prosince 1895 požádal Röntgen svou manželku Bertu, aby položila ruku na fotografickou desku zabalenu do černého papíru. Důvod, proč si už dříve neudělal snímek vlastní ruky, souvisel zřejmě s komplikovanou obsluhou zařízení (doregulování přerušovače induktoru, manipulace s vakuem). Aby mohl zajistit po nezbytnou dobu (5 až 10 minut) co nejrovnoměrňjší provoz trubice, musel mít obě ruce volné.

furter Zeitung a pražská *Bohemia* celý text z *Die Presse* doslova přetiskly, české noviny *Národní politika* a *Národní listy* přinesly podstatný výťah.

Podle vzpomínek Pulujova nejstaršího syna Alexandra (1901–1984) mu matka vyprávěla, že po přečtení informace o Röntgenově objevu se otec chytil za hlavu a se slovy „má lampa, má lampa“ spěchal i s novinami do laboratoře, aby na svých zařízeních zprávu ověřil.

11. 1. 1896

V deníku *Bohemia* vyšel článek s názvem *Röntgens Entdeckungen der neuen Eigenschaften der sogenannten Kathodenstrahlen (Röntgenovy objevy nových vlastností tak zvaných katodových paprsků)*. Neznámý autor zdůrazňoval, že Röntgenův objev je založen na dřívějších výzkumech mnoha jiných vědců, mezi nimi i Ivana Puluje.

15. 1. 1896

Deník *Národní listy*: „Česká akademie třída II. (mathematicko-přírodnická) sejde se dne 17. ledna o 5. hod. odpo. Na programu je sdělení prof. K. Domalípa o pokusech fotografických Roentgenových s paprsky katodovými. Pan profesor předloží vlastní fotografie.“

Ze zprávy o průběhu zasedání: „Prof. Domalíp předložil stínové obrazy ruky, jichž docílil paprsky Roentgenovými, a docent Kruis k nim připojil negativ fotografický vyvolaný těmiže paprsky procházejícími řadou sloučenin chemických. Z negativu soudí, že jako kovy i soli kovů a sice anorganické i organické paprsky nepropouštějí.“

17. 1. 1896

Deník *Národní listy*: „Vydané právě číslo přírodnického časopisu *Živa* přináší velice zajímavou ilustraci: snímek lidské ruky fotozrazené dle metody vynalezené prof. Roentgenem, o níž v posledních dnech častěji bylo referováno v denních zprávách těchto listů. Nebude od místa upozorniti, že snímek, který přináší *Živa*, jest vůbec první reprodukce snímků dle metody prof. Roentgena. Laboratoř pana prof. Domalípa na české vysoké škole technické byla jednou z nejprvnějších, které se podařilo pokusy prof. Roentgena opakovat.“

23. 1. 1896

Jediná veřejná přednáška Wilhelma Conrada Röntgena o objevu *X*-paprsků se konala 23. ledna 1896 v posluchárně univerzitního Fyzikálního ústavu pro členy wüzburgské Fyzikálně-lékařské společnosti.

Röntgen prý nejprve početné publikum seznámil s vývojem oblasti výzkumu katodových paprsků, přičemž zvláštní zřetel věnoval pracím Hertzovým a Lenardovým. O novém záření pak informoval v rozsahu textu *Předběžného sdělení*. Jak o objevu došlo, se posluchači od Röntge-

na nedověděli. Jsou mu však připisována slova: „Náhodou jsem zjistil, že paprsky procházejí černým papírem. Vzal jsem dřevo, sešit, ale stále ještě jsem myslel, že jsem obětí klamu. Pak jsem vzal na pomoc fotografii a pokus se podařil.“

Účinky nových paprsků byly ilustrovány řadou příkladů; Röntgen nechal kolovat fotografie dřevěné cívky, sady závaží a snímek ruky své ženy. Na závěr přednášky poprosil seniora přítomných lékařů, tajného radu profesora *Alfreda von Koellikera*, aby směl novými paprsky vyfotografovat jeho ruku. Snímek byl hned vyvolán a ukázán publiku.

Při poděkování profesor von Koelliker řekl, že za 48 let své příslušnosti k Fyzikálně-lékařské společnosti ve Würzburgu neslyšel přednášet o něčem tak velkolepém a významném. Potom navrhl, aby *X*-paprsky byly v budoucnosti nazývány *Röntgenovy*³.

31. 1. 1896

Časopis *Světovzor*: „Uplynulo několik neděl a myslí čtenářstva, které zas jednou pocítilo přemnohé mezery ve školském vzdělání, znenáhla se opět uklidnilo. O nových pracích Röntgenových počínají debatovati vědecké listy a klidná rozvaha začíná dominovati nad žurnalistickou překypělostí.“

Ve stejném čísle *Světovzoru* byla otištěna fotografie zastřeleného morčete s tímto textem: „Snímek dle metody prof. Röntgena. Při světle katodovém pomocí lampy prof. Puluje v laboratoři jeho fotograficky provedli amatéři pp. Paspas a Šafařík.“

6. 2. 1896

Anzeiger der Akademie der Wissenschaften (Věstník Akademie věd) přinesl ve zprávách ze zasedání 6. 2. 1896 informaci o Pulujových snímcích získaných neviditelnými paprsky, které objevil W. C. Röntgen⁴.

8. 2. 1896

Ve francouzském populárně-vědeckém časopise *La Nature* vyšel na str. 157–158 Pulujův článek s názvem *Rayons Invisibles (Rayons X)* o jeho vlastních pokusech s neviditelnými paprsky *X*.

11. 2. 1896

Deník *Bohemia* uveřejnil Pulujovy snímky různých částí lidského těla zhotovené paprsky *X*. Autor doprovodného textu konstatoval, že měly velký ohlas v lékařských kruzích, a proto byly zaslány Akademii věd ve Vídni a v Paříži. Zároveň *Bohemia* informovala o přednášce *Über die unsichtbaren Kathodenstrahlen und Fotos des Unsichtbaren (O neviditelných katodových paprscích a fotografiích neviditelného)*, kterou profesor Puluj před-

³ Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Jg. 1896, S. 11.

⁴ Anzeiger d. AdW, 1896, Bd. 33, No. 4, 25–26.

nese v neděli 15. února na Německé vysoké škole technické. (Výtěžek z prodeje vstupenek bude věnován na podporu studentů elektrotechniky.)

13. 2. 1896

Ve *Wiener Berichte*⁵ vyšel Pulujův článek *Über die Entstehung der Röntgen'schen Strahlen und ihre photographische Wirkung (O vzniku Rentgenových paprsků a jejich fotografických účincích)*⁶. Autor ve svém pojednání potvrdil Röntgenův předpoklad o místě vzniku nových paprsků a uvedl i zkušenosti s vlastními zdokonalenými zdroji neviditelných paprsků. Vycházel při tom ze své osvětlovací výbojky zkonstruované už v roce 1882. Aby dosáhl rovnoměrnějšího rozdělení paprsků, dal výbojce nový tvar i umístění elektrod. Získané stínové obrazy byly velmi kvalitní, expoziční doba se měnila v závislosti na velikosti objektu a požadované zřetelnosti (jasnosti) obrazu od několika minut do 2 hodin. Na snímky rukou čtyřletého a dvouletého dítěte stačily prý expozice 7 až 8 minut.

Závěrem připomeňme, jak Puluj vysvětloval vznik viditelného fluorescenčního záření i paprsků neviditelných. „Každé místo (skleněná stěna nebo fluorescenční stínítko), na které uvnitř lampy dopadnou částice se záporným elektrickým nábojem, se stane výchozím bodem etherových vln; v důsledku těchto vln šířících se prostorem svítí fluorescenční stínítko vlastním světlem. Kromě těchto viditelných paprsků fluorescence vznikají ještě neviditelné paprsky s jinou dobou kmitu; a to jsou neviditelné paprsky objevené panem Röntgenem.“

V závěru své práce Puluj uvádí, že plyn v katodových trubcích se působením paprsků *X* stává elektricky vodivý (vyvolává ionizaci molekul plynu). Tím objevil podstatu dalšího mechanismu (vedle již známé fluorescence a chemických účinků ve fotografické emulzi) jejich detekce. Röntgen se o tomto jevu zmiňuje teprve ve svém *druhém sdělení*.

16. 2. 1896

V deníku *Bohemia* byla uveřejněna krátká informace: „Včera večer měl pan Dr. Puluj před početným publikem, ve kterém bylo mnoho dam, nadmíru poutavou přednášku o tak zvaném Röntgenově objevu.“

18. 2. 1896

Bohemia a *Prager Tagblatt* psaly o velkém úspěchu Pulujova vystoupení 15. 2. na pražské německé technice:

„Posluchači se dověděli, že přednášející zkoumal světelné efekty vyvolané katodovými paprsky již od roku 1881. Pomocí trubice, kterou sám zkonstruoval, tyto paprsky také předvedl a vysvětlil, jaká náhoda přispěla k Röntgenovu objevu. Potom demonstroval fotografování *neviditelných věcí*. Zdálo se to velice jednoduché: fotografovaný předmět se prostě položil na fotografickou desku obalenou černým papírem a několik vteřin na něj nechalo působit záření. Další postup zhotovení obrazu se od normální fotografie nijak nelišil. Vyvrcholením přednášky bylo promítání snímků elektrickou lampou na bílé plátno. Publikum spatřilo fotografie dětských rukou, tuberkulózních kostí, zlomeného předloktí, mrtvého tělíčka novorozeněte, lebky s uvízlou kulkou, obrazy ryby, raka, kočky, brýlí v pouzdře, tužky, korkové zátky s vývrtkou a dětské panenky. Mnoho dalších zdařilých fotografií si mohli účastníci přednášky prohlédnout také na stěnách posluchárny. Značný finanční výnos přednášky byl věnován na podporu nemajetných posluchačů elektrotechniky.“ Mezi nadšenými diváky byl možná i tehdy jedenáctiletý Egon Erwin Kisch⁷.

5. 3. 1896

V článku s názvem *Nachtrag zur Abhandlung „Über die Entstehung der Röntgen'schen Strahlen und ihre photographische Wirkung“ (Dodatek k pojednání „O vzniku Rentgenových paprsků a jejich fotografických účincích“)*⁸ popisuje Puluj různé experimenty s paprsky *X* a jejich výsledky dokumentuje na stínových obrazech. Dokazuje také, že v jeho fluorescenční lampě vzniká neviditelné záření na povrchu antikatomy.

9. 3. 1896

V devítistránkovém *druhém sdělení*, uveřejněném opět ve *Zprávách ze zasedání Würzburšské fyzikálně-lékařské společnosti* a pod stejným názvem, jaký mělo *Předběžné sdělení*⁹, věnoval Röntgen pozornost především schopnostem paprsků *X* ionizovat plyny a souvislosti intenzity záření s druhem látky, na níž se katodové paprsky brzdí. Konstrukční úprava výbojových trubec, kterou tehdy Röntgen provedl – platinovou anodu umístil do středu křivosti dutého hliníkového zrcadla (katody) pod úhlem 45° k jeho ose, přetrvala prakticky beze změny až do začátku druhé dekády dvacátého století.

⁵ *Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien (Zprávy ze zasedání Vídeňské akademie věd)*.

⁶ *Wiener Berichte*, Abt. Ila, Bd. 105, 1896, S. 228–238.

⁷ V *Tržišti senzací* Kisch píše: „Hned potom, co se roznesla zpráva, že v Německu vynalezl profesor Konrád Röntgen paprsky *X*, uspořádal fyzik pražské německé Vysoké školy technické profesor Puluj o nich přednášku s pokusy. Také Puluj objevil totiž tyto paprsky a dvacet let s nimi dělal pokusy, aniž se svým objevem šel na veřejnost. Nyní předváděl přístroje, které sám zkonstruoval, prosvítíl na pódiu nedobytnou pokladnu, psa, muže, a ba i ženu, ovšem maskovanou. Poprvé uviděli posluchači obsah uzavřených prostor, poprvé viděli živoucí, pohybující se kostry v živých, pohybujících se lidech.“

⁸ *Wiener Berichte*, Abt. Ila, Bd. 105, 1896, S. 243–245.

⁹ *Eine neue Art von Strahlen*, 2. Mitteilung. *Sitzungsber. Physik.-med. Ges. Würzburg*, No. 1, 2 (1896), 11.

10. 3. 1897

Třetí Röntgenovo sdělení nazvané *Weitere Beobachtungen über die Eigenschaften der X-Strahlen (Další pozorování vlastností X paprsků)*, vyšlo na 16 stranách *Zpráv ze zasedání berlínské Královské pruské akademie věd*¹⁰. Obsahem byly výsledky Röntgenova výzkumu rozptylu paprsků ve vzduchu, hledání odpovědi na otázku směrového rozložení záření vystupujícího z anody, zdokonalená absorpční měření a charakteristika rozdílů mezi *měkkým a tvrdým zářením, měkkými a tvrdými trubiciemi*. Röntgen dochází k závěru, že z antikatody vystupuje směs paprsků, jejíž jednotlivé složky se navzájem liší intenzitou a absorpcí při průchodu látkou. Jeden odstavec tohoto *III. sdělení* je věnován popisu experimentů, které měly prokázat difrakci nového záření na úzkých štěrbinách. Pozorované efekty však nebyly pro Röntgena jednoznačné, „aby z nich mohl s dostatečnou jistotou nabyt přesvědčení o existenci difrakce paprsků X.“

*

Náhodou v životě se rozumí sběh událostí bez vzájemné souvislosti, z nepředvídaných příčin.

Může se třeba fyzik spolehnout při své vědecké práci na náhodu? Systematicky utřídit experimentální údaje, to

je rutina. Pochopit však, co z nich příroda o sobě chce vypovídat, nelze už zdaleka považovat za řemeslo. Ti, kteří mezi *povolnými* nejsou *vyvolení*, se proto bez trochy štěstí neobejdou.

Nejeden objev ve vědě nebo vynález v technice byl uskutečněn díky příznivé shodě nahodilých okolností. Ať své činy plánujeme jakkoliv, vždy je v nich místo pro náhodu. Tak tomu bylo i u rentgenových paprsků. Stejně jako Ukrajinec Ivan Puluj byl k objevu paprsků X velmi blízko i bratislavský rodák a pozdější laureát Nobelovy ceny za fyziku Philipp Lenard¹¹. Ten se s nimi setkal už v roce 1893, kdy pozoroval, že ještě ve vzdálenosti 30 cm od katodové trubice fotografické desky černají a elektroskop se vybíjí¹².

LITERATURA

Kraus I.: *Wilhelm Conrad Röntgen. Dědic šťastné náhody*. Prometheus, Praha 1997.

Gajda R., Plazko R.: *Johann Puluj: Rätsel des universalen Talents*. EuroWelt-Verlag, Lwiw 2001.

Fiala J.: Chem. Listy 117, 277 (2023).

¹⁰ *Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Physik-math. Kl. No. 26 (1897), S. 576.

¹¹ V roce 1904, kdy vyšel díl *Ottova slovníku naučného* s hesly začínajícími písmenem **R**, se na závěr textu o Röntgenovi píše: „Studiem výboje elektrického zabýval se s velikými úspěchy Lenard, který pracemi svými byl objevu Röntgenova již tak blízko, že jemu by byla právem náležela zásluha objevení nového druhu záření.“

Philipp Lenard byl vyznamenán Nobelovou cenou v roce 1905 za výzkum katodových paprsků. Prezident Švédské královské akademie věd prof. A. Lindstedt při představování laureáta mimo jiné konstatoval: „Lenardův objev, že katodové paprsky mohou existovat mimo výbojové trubice, otevřel nové oblasti výzkumu ve fyzice. Byl podnětem k hledání dosud neznámých zdrojů podobných paprsků a revolučních objevů dosavadních nositelů Nobelových cen – Röntgena, Becquerela a manželů Curieových – a také jiných vědců, kteří na tento trend ve vědě navázali.“

¹² Katodové paprsky nemohly být příčinou těchto jevů vzhledem ke své nepatrné pronikavosti ve vzduchu.

OHLÉDNUTÍ ZA MEZINÁRODNÍM DNEM ŽEN A DÍVEK VE VĚDĚ

ANNA TÝČOVÁ a MICHAEL KILLINGER

*Ústav analytické chemie AV ČR, v.v.i., Veveří 967/97, Brno, Česká republika
tycova@iach.cz*

Na 11. února připadá tzv. Mezinárodní den žen a dívek ve vědě. Tento den byl v roce 2015 vyhlášen Organizací spojených národů (OSN), aby tak napomohl dosáhnout jednomu z cílů udržitelného rozvoje – genderové rovnosti. Genderová rovnost mimo jiné zahrnuje i rovný přístup ke vzdělání, vědě a technologiím. Bohužel statistické údaje ukazují, že nízké zastoupení žen ve vědě a výzkumu je celosvětové a dlouhodobé. Český statistický úřad (ČSÚ) uvádí, že v České republice je na pozici výzkumných pracovníků přibližně 27 % a je tak lehce pod přibližným celosvětovým průměrem (30 %). Není bez zajímavosti, že toto procentuální zastoupení se v ČR za posledních 10 let nezměnilo. Česká republika se tak řadí na zadní příčky v zastoupení žen ve vědě ze všech zemí Evropské unie. Tento údaj je o to více varovnější, propojíme-li ho s informací, že přibližně polovinu absolventů doktorandských přírodovědných oborů tvoří ženy. Potenciály a talenty žen, které se rozhodnou svou kvalifikaci dále nerozvíjet ve vědě a výzkumu, se tak ztrácí převážně v období po dokončení doktorátu.

Mezinárodní den žen a dívek ve vědě má za úkol připomínat zásadní úlohu žen ve vědeckém světě a podpořit je v zapojení do výzkumné činnosti. Přesto, že byl tento den vyhlášen před pouhými 9 lety, je možné během února zaznamenat v mediálním prostoru zvýšené množství rozhovorů s vědkyněmi a organizační setkání, které poukazují na problematiku nižšího zastoupení žen ve vědě.

Takovou akcí byla i *IUPAC Global Women's Breakfast* organizovaná Ústavem analytické chemie AV ČR v Brně a stala se tak jedním ze 391 setkání, které proběhly na podnět organizace IUPAC po celém světě.

Setkání v Brně bylo koncipováno jako seminář, kde vystoupilo 5 úspěšných vědkyň, jež představily svůj profesní život a hlavní úskalí v něm. Červenou nití bylo téma náročnosti skloubení osobního a pracovního života, a to obzvláště v okamžiku zakládání rodiny. Představené konkrétní osobní příběhy tedy velmi trefně doplňovaly diskutovaná statistická data.

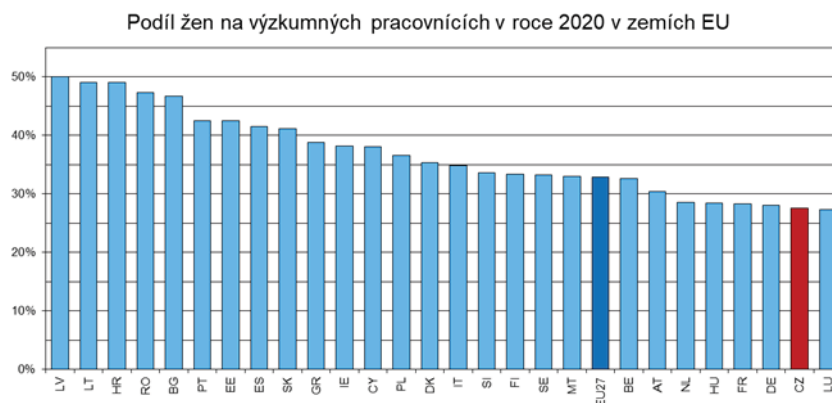
Zakládání rodiny paradoxně typicky připadá do profesně náročného období, kdy se od budoucího vědeckého pracovníka očekává delší (ideálně několikaletá) zahraniční stáž společně se započítáním vlastních vědeckých záměrů. Mateřská a rodičovská dovolená však vytváří zcela jiné priority a potřeby, čímž vzniká několikaleté období, kdy je pro rodiče pečující o děti náročné udržet krok s vrstevníky bez dětí. Tuto pomyslnou kariérní mezeru je pak velmi náročné překlenout. Vítaným faktorem se tak stává zvýšená ochota zaměstnavatelů uzavírat zkrácené úvazky, možnost pracovat z domova, stejně jako možnost připojovat se



Obr. 1. Snímky ze semináře *IUPAC Global Women's Breakfast* v Brně

Tabulka I
Vybrané možnosti finanční podpory vhodné i pro české vědkyně

Stipendijní program	Účel	Určeno pro	Typ podpory	Podávání přihlášek
Stipendium L'Oréal-UNESCO Pro ženy ve vědě v ČR	ocenění žen působících ve vědeckých oborech a poskytnutí podpory mladým vědkyním na počátku jejich kariéry	vědkyně do 40 let	3 oceněné získají jednorázové stipendium 200 000 Kč	únor
Pamětní grant Martiny Roeselové	podpora vědců/vědkyň, kteří se snaží skloubit kompetitivní vědeckou činnost s kvalitní péčí o předškolní děti	vědkyně/vědce pečující o děti předškolního věku	10 oceněných získá jednorázovou podporu 150 000 Kč	říjen
Podpora začlenění vědeckých pracovníků po přerušení kariéry do výzkumných týmů MU	začlenění vědeckých pracovníků a pracovníků po přerušení kariéry	vědecké pracovníky/ pracovníce Masarykovy univerzity	10 oceněných získá podporu 500 000 Kč na 2 roky	říjen
Nature Awards for Inspiring Women in Science – Scientific Achievement	podpora a motivace vědkyň	vědkyně s Ph.D. titulem mladším než 10 let	1 oceněná získá jednorázové stipendium 50 000 USD	květen
ACS Women Chemists Committee Rising Star Award	podpora vědkyň, které jsou příslibem získání cenných vědeckých poznatků	vědkyně s Ph.D. titulem mladším než 15 let	10 oceněných získá jednorázové stipendium 1 000 USD	červen



Obr. 2. Podíl žen na výzkumných pracovnících v roce 2020 v zemích EU. Zdroj dat uvedených v grafu: Český statistický úřad, Zaostřeno na ženy a muže – 2022

na školení či schůzky online. To vše vytváří zvýšenou příležitost zůstat v aktivním spojení s odbornými tématy.

Právě na všechny tyto nástroje mluvčí na semináři během svých příspěvků upozorňovaly a dávaly je do přímé souvislosti s životaschopností jejich rozhodnutí věnovat se své profesi i při péči o děti předškolního věku. Z příspěvků bylo očividné, že se v této fázi kariéry vědky-

ně velmi opíraly o svou rodinu, která jim částečně pomáhala s hlídáním dětí. V České republice totiž stát nezajišťuje péči o děti mladší 3 let, a proto se bez pomoci blízkých stává péče o děti v době pracovní doby enormně finančně náročnou. Ať už má podobu najaté chůvy, nebo specializované dětské skupiny. Několikrát zaznělo, že i tyto možnosti selhávají v době nemoci dětí.

Pomocnou ruku v této oblasti podává *Nadační fond Martiny Roeselové*, který po dobu jednoho roku nabízí finanční podporu vybraným vědkyním, aby měly dostatečné prostředky pro zajištění péče o malé děti během jejich pracovní doby. Je potřeba také vyzdvihnout plošnější snahy u většiny grantových agentur. Například *Grantová agentura ČR* již po řadu let umožňuje posunout věkovou hranici uchazeče o období strávené na rodičovské dovolené a podávat přihlášky v juniorských kategoriích. Pozitivní změnou je také pravidlo umožňující přerušit řešení projektu či jeho prodloužení při odchodu řešitele na mateřskou/rodičovskou dovolenou.

Podobné snahy pomoci mladým rodičům fungují i v zahraničí. I zde mají často formu jednorázové finanční

pomoci či úpravy pravidel v zadávací dokumentaci grantových agentur. Inspirující jsou také programy poskytující prostředky na rozvoj kariéry žen (např. *Gender Equality Grant* ve Švýcarsku či *Female Science Talents Intensive Track* v Německu). Zajímavé jsou i finanční motivace některých zahraničních institucí přilákat na svá pracovní místa mladé vědkyně z jiných zemí. Takovéto programy fungují dlouhodobě například v USA (*American Association of University Women International Fellowship*).

Některé z možností získání finanční podpory pro ženy působící v českém prostředí v přírodních vědách shrneme v tabulce I.

Ze života chemických společností

26. ročník celostátní soutěže o nejlepší studentskou vědeckou práci v oboru analytické chemie „O cenu Karla Štulíka 2023“

26. ročník soutěže **O cenu Karla Štulíka 2023** za nejlepší studentskou vědeckou práci v oboru analytická chemie proběhl dne 8. února 2023 na Katedře chemie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity (OU) v Ostravě pod záštitou děkana Přírodovědecké fakulty OU doc. RNDr. Jana Hradeckého, Ph.D. (viz <https://osanal.csch.cz/o-cenu-karla-stulika-2023/>).

Nejprve bych rád poděkoval místnímu organizačnímu výboru vedenému doc. Ing. Zuzanou Navrátilovou, CSc. a Mgr. Martinem Muchou, Ph.D. za dokonalou organizaci a vytvoření již tradiční přátelské a tvůrčí atmosféry. I přes doznívající problémy s pandemií se sešlo 14 kvalitních soutěžních prací z nejrůznějších oblastí moderních analytických metod reprezentujících kvalitní pedagogickou a vědecko-výzkumnou práci v oblasti analytické chemie na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze, Univerzitě Karlově, Masarykově univerzitě v Brně a Slovenské technické univerzitě v Bratislavě. Můj vřelý dík patří i těmto institucím za příkladnou péči o svoje studenty

Sponzoři a partneři soutěže



analytické chemie umožňující vznik bezesporu kvalitních soutěžních prací. A můj dík je o to větší, že se tak děje v době, kdy práce se studenty není příliš zohledňována při současném scientometrickém hodnocení vysokoškolských učitelů. Stejně jako v předchozích 25 letech odborná porota reprezentovala všechny zúčastněné vysoké školy, takže letos pracovala ve složení doc. Ing. Zuzana Navrátilová, CSc. (předsedkyně), prof. RNDr. Jiří Barek, CSc., prof. RNDr. Přemysl Lubal, Ph.D., Ing. Radmila Řápková, RNDr. Lukáš Richtera, Ph.D., Ing. Agneša Szarka, Ph.D. a doc. RNDr. Dr. David Sýkora, Ph.D. a všem jejím členům rovněž patří mé poděkování za obětavou práci. Můj největší dík však patří soutěžícím studentům za odvedenou práci a za ochotu odvést více práce ve prospěch naší analytické chemie. A obětovat jí i spoustu svého volného času. Mám opravdovou radost, že i u nás vyrůstají mladí talentovaní analytičtí chemici schopní konkurence na mezinárodním fóru, což jasně dokumentují následující oceněné práce.



1. místo získala
Dorota Sklenářová (Ústav biochemie, PŘF MU Brno) za práci *Imunomagnetické stanovení s využitím foton-upkonverzních nanočástic pro detekci rakovinných biomarkerů*



2. místo získala
Lívia Rigasová (Ústav chemie, PŘF MU Brno) za práci *Nástroje pro rozpoznávání biomolekul*



3. místo získal
Vojtěch Bičák (Ústav chemického inženýrství, FCHI VŠCHT Praha) za práci *Stereochemie tetranitrokalix[4]arenů*



Zvláštní cenu poroty za vynikající práci z oblasti separačních metod analýzy získala

Anna Amirianová (Ústav analytické chemie, FCHI VŠCHT Praha) za práci *Vývoj LC-MS metody pro analýzu metabolitů mykobakterií*



Zvláštní cenu poroty za vynikající práci z oblasti environmentální analýzy získal

Jan Hrouzek (FCHPT STU Bratislava) za práci *Štúdium vybraných parametrov analytických metod na kontrolu kontaminácie propolisu a iných včelích produktov*



Zvláštní cenu poroty za vynikající práci z oblasti separačních metod analýzy získala

Barbora Mudrová (Katedra analytické chemie, PŘF UK Praha) za práci *Studium farmakokinetiky protinádorového léčiva topotekanu při jeho periokulární aplikaci pomocí hydrogelového nosiče*



Zvláštní cenu poroty za vynikající práci z oblasti farmaceutické analýzy získal

Tomáš Lener (Katedra analytické chemie, PŘF UK Praha) za práci *Analýza historického farmaceutického přípravku s obsahem čekanky z 18. století*



Zvláštní cenu poroty za vynikající práci z oblasti elektrochemické analýzy sponzorovanou firmou Metrohm ČR získala

Kristína Štafurová (Katedra analytické chemie, PřF UK Praha) za práci *Vývoj metod pre elektrochemické stanovenie chloramfenikolu a dinitraminu na amalgámových elektrodách*

Jsem rád, že stejně jako loni jsou v poli vítězů důstojně zastoupeny studentky našich škol, což odráží jejich rostoucí význam v oblasti moderní analytické chemie.

Považuji za svou milou povinnost poděkovat na tomto místě Ing. Radmile Řápkové, technické redaktorce časopisu *Chemické listy*, a prof. RNDr. Vlastimilu Vyskočilovi, Ph.D., vedoucímu redaktoru našeho časopisu, za přípravu zvláštního elektronického čísla časopisu *Czech Chemical Society Symposium Series* (<http://www.ccsss.cz/>) věnovaného letošnímu ročníku této soutěže. A pochopitelně srdečně děkuji všem partnerům a sponzorům soutěže, jejichž loga jsou uvedena v záhlaví tohoto článku, za jejich podporu, bez které by tato bezesporu zajímavá a užitečná soutěž nemohla proběhnout.

A na závěr bych rád oznámil, že v příštím roce proběhne tato soutěž 31. ledna 2024 na Katedře analytické chemie Farmaceutické fakulty Univerzity Karlovy v Hradci Králové.

*Jiří Barek
předseda Odborné skupiny analytické chemie
České společnosti chemické*

Hudlického cena za rok 2016

Cena Miloše Hudlického byla zřízena roku 2001 jako vyznamenání Společnosti za nejlepší práci (článek) českých autorů otištěnou v jednom z „evropských“ časopisů, jichž je ČSCH spoluvlastníkem v rámci ChemPubSoc Europe (CPSE), přičemž bude přihlédnuto k tomu, která práce získala největší ohlas. ČSCH tím usiluje o zvýšení reflexe české chemie na půdě prestižních odborných časopisů. Cena je udělována po dohodě s prof. Tomášem Hudlickým, který souhlasil s tím, že památka jeho otce (Liška F.: *Chem. Listy* 96, 63 (2002)) propůjčí ceně jako atribut mj. i výše citovaný odraz kvalitní práce českých chemiků na poli světové chemie. Cena je udělována každoročně na návrh kteréhokoliv člena, skupiny či orgánu ČSCH. O udělení Ceny rozhoduje redakční kruh *Chemických listů*, rozhodnutí schvaluje předsednictvo ČSCH.

Za rok 2016 byla udělena Cena Miloše Hudlického za nejcitovanější práci (63 citací) *Advanced Sensing of Antibiotics with Magnetic Gold Nanocomposite: Electrochemical Detection of Chloramphenicol* autorů Petr Jakubec, Veronika Urbanová, Zdenka Medříková a Radek Zbořil, *Chemistry – A European Journal* 22, 14279 (2016). <https://doi.org/10.1002/chem.201602434>.

pad

Amerika 2023



Byli vyhlášeni vítězové 37. soutěže na konferenci *Interdisciplinary Meeting of Young Life Scientists*, zvané „Amerika“, která proběhla v hotelu Devět Skal v Milovech ve dnech 15.–18. května 2023.

V kategorii Biovědy a molekulární biologie byli nominováni: Martin Hadzima, ÚOCHB AV ČR Praha, Kryštof Hlaváč, Masarykova univerzita Brno, Václav Chochoła, Masarykova univerzita Brno, Markos Gonzales Lopez, Masarykova univerzita Brno, Markéta Pimková Polydarová, Univerzita Karlova Praha, Veronika Slonková, Masarykova univerzita Brno. Vítěz kategorie: Veronika Slonková. Cena studentů: Veronika Slonková.

V kategorii Organická chemie a katalýza byli nominováni: Jozef Kristek, Univerzita Palackého Olomouc. Rafael Navrátil, Univerzita Karlova Praha, Navyasree Venugopal, ÚOCHB AV ČR Praha. Vítěz: Jozef Kristek. Cena studentů: Rafael Navrátil.

V kategorii Pokročilá analýza ve vědách o životě byl nominován a zvítězil u poroty i studentů: Aleksandr Melikov, Univerzita Karlova Praha a AV ČR.

V kategorii Materiálové vědy pro život byla nominována a zvítězila u poroty i studentů: Katarína Čimborová, Masarykova univerzita Brno.

Za nejlepší poster, na Cenu Jitky Moravcové, byli nominováni: Vanda Klocklerová, SAV, Lukáš Pečinka, Masarykova univerzita Brno, Martin Trávníček, ÚMG AV ČR. Vítěz: Vanda Klocklerová. Cena studentů: Martin Trávníček.

Sborník konference je na URL <http://ccsss.cz/index.php/ccsss/issue/view/40>.

pad



Cena Alfreda Badera II

Komise ČSCH pro udělování ceny Alfreda Badera II na zasedání dne 31. května 2023 rozhodla, že Cenu Alfreda Badera II za bioorganickou a bioanorganickou chemii pro rok 2023 získal RNDr. Filip Kalčic, Ph.D. Dr. Kalčic předložil soubor prací s názvem „Vývoj acyklických nukleosid fosfonátů a jejich proléčiv“.

Cenu zřídil dr. Alfred Bader (známý chemik, miliónář, self-made man, zakladatel firmy Aldrich, filantrop, sběratel vlámských mistrů) a byla poprvé udělena roku 2002. Cena je udělována paralelně s cenou za organickou chemii, která však byla Alfredem Baderem zřízena roku 1993. Dnes jsou obě ceny finančně podporovány nadací Bader Philantropies.

Více na <https://csch.cz/o-spolecnosti/oceneni/ceny-alfreda-badera/>.

Pavel Drašar, tajemník komise

Odborná setkání

Ohlédnutí za letošní konferencí ICCT

Letos se ve druhé polovině dubna už podesáté konala v moravském Mikulově mezinárodní konference zaměřená na chemické technologie ICCT (International Conference on Chemical Technology). Konference je organizována Českou společností průmyslové chemie s organizační podporou společnosti AMCA a se sponzorským příspěvkem významných českých průmyslových partnerů. Konference se trvale snaží v rámci odborného programu reflektovat aktuální dění v chemických a chemicko-energetických technologiích a zařazovat přednášky v jednotlivých sekcích popisující současné a budoucí trendy a technologické výzvy. Tomu odpovídaly odborné sekce konference zahrnující problematiku dekarbonizace průmyslu, cirkulární ekonomiky, moderních materiálů, životního prostředí, farmacie včetně ekonomických hledisek a dopadů na národní hospodářství. Aktivně se na konferenci zapojilo celkem 281 účastníků z průmyslu, výzkumných ústavů, vysokých škol a ústavů AV.

Nedílnou součástí konference je též předání Ceny Viktora Ettela za významný přínos pro rozvoj chemického průmyslu, kterou pro letošní rok získal přední slovenský chemik a technolog, prof. Milan Hronec ze Slovenské technické univerzity.

Významnou součástí konference je též posterová sekce spojená se soutěží mladých. Ve vývěskové sekci bylo prezentováno 109 zajímavých sdělení. Je potěšitelné, že účast mladých kolegů a kolegů i kvalita prezentovaných prací má stoupající trend.

Tradičně je zahajována konference pondělní odpolední sekcí plenárních přednášek – zaznělo osm zásadních sdělení. V dalších dnech bylo prosloveno celkem 40 přednášek, které budou záhy v anglickém jazyce vydány v elektronickém sborníku, který je vždy citován v databázi WOS.

Lze říci, že se letošní konference odborně i organizačně vydařila a dle kuloárních informací se účastníkům líbila. Lze zde citovat příjemná slova nestora české che-



Foto: J. Lederer a P. Krystynik s vítězi soutěže o nejlepší poster

mické technologie, prof. Josefa Paška (93 let): „ICCT je už jediná konference, kam rád jezdím.“ Nuže přijedme i příští rok opět v dubnu na již jedenáctý ročník ICCT.

Jaromír Lederer a Jaromír Lubojacký

42. Moderní elektrochemické metody

Jako mžiknutí oka uplynulo na den přesně 12 měsíců od neděle 22. května 2022 a 22. května 2023 se začali do Jetřichovic sjíždět první účastníci 42. ročníku mezinárodní konference Moderní elektrochemické metody. Není to poprvé, co je konání konference zmiňováno na stránkách Bulletinu Chemických listů. Mnozí z vás jste pravidelnými účastníky, ale pro ty, kteří o účasti teprve uvažují, uveďme alespoň Bulletin: 4. číslo, 50. ročník, str. 620–621; 1. číslo, 53. ročník, str. 83–84; 3. číslo, 53. ročník, str. 642–643, a též na stránkách Wikipedie ([https://cs.wikipedia.org/wiki/Modern%C3%AD_elektrochemick%C3%A9_metody_\(konference\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Modern%C3%AD_elektrochemick%C3%A9_metody_(konference))).



Těší nás, že po třech letech mírného poklesu počtu účastníků jsme mohli zaznamenat v letošním roce mírný nárůst. Jen počet zahraničních účastníků byl bohužel nízký, což lze určitě vysvětlit nepříznivou mezinárodně politickou i ekonomickou situací. Též zástupců z průmyslové praxe bylo jako šafránu.

Po loňské výjimce se zahájení konference vrátilo k tradičnímu pondělnímu odpolední. Během konference na účastníky čekal maraton více než 60 elektrochemických i neelektrochemických přednášek v 11 blocích, přednesených v angličtině, češtině a slovenštině. Přednášejícími byli nejen vědečtí odborníci, ale i studenti z ČR, Slovenska, Ukrajiny a Iránu. Prezentovaly se nové poznatky z oblasti elektrochemických metod, s využitím nejmodernější techniky, nových materiálů a měřicích postupů. Někteří studenti využili jedinečnou možnost prezentovat své „prvotiny“ před náročným, ale zároveň tolerantním publikem, působit v roli předsedajícího sekce nebo zajišťovat technickou podporu.

Můžeme konstatovat a být i hrdi na to, že si MEM vedle vysoké odborné úrovně udržují i neformální atmosféru a poskytují dostatečný prostor k výměně názorů a zkušeností. Intenzivně se diskutovalo i během odpoledního výletu do okolí obce Ludvíkovice, kde jsme se mohli kochat pohledem na kaňon Labe, či v záložním konferenčním prostoru K1 pod Mariinou vyhlídkou, kam se každý večer přesunula většina účastníků a pokračovala v debatách až do pozdních nočních hodin.

Stejně jako v minulých letech pro všechny zájemce, kteří se nemohli zúčastnit osobně, je k dispozici elektronická verze sborníku https://www.bestservis.eu/images/file/Sbornik_metody23.pdf, který byl ihned po skončení konference zaslán k indexaci ve Web of Science – Confe-

rence Proceedings Citation Index (Clarivate Analytics). Doufáme, že bude akceptován stejně jako předcházejících deset ročníků (bohužel poslední dva se zadržly někde na administrativní linii).

Velké poděkování patří sponzorům a prezentujícím firmám, bez jejichž přízně a podpory bychom se v dnešní době při organizaci konference neobešli. Stejně jako v mnoha předešlých ročnících děkujeme generálnímu sponzorovi MEM, společnosti Metrohm, Česká republika, zastoupené ředitelem Dr. Peterem Barathem, která dlouhodobě podporuje vzdělávání mladých vědeckých pracovníků, rozvoj elektrochemie, ale i jiných, zejména chemicko-analytických odvětví. Účast mladých vědeckých pracovníků podpořila International Society of Electrochemistry. Nelze pominout ani podporu firmy ComArr, České společnosti chemické, Chemistry Europe a časopisu Chema-gazín.

Rádi bychom poděkovali i všem účastníkům konference, kteří svou přítomností, svými přednáškami, konstruktivními komentáři a účastí v neformálních diskuzích pomohli dosáhnout odpovídající vysoké úrovně této tradiční mezinárodní vědecké konference.

A samozřejmě nesmí chybět ani oznámení pro zájemce o účast v příštím roce: Otevřete si své plánovací kalendáře na čtvrtém květnovém týdnu a zaškrtněte si, že od 20. května do 24. května 2024 (pro lepší zapamatování – svátek má Jana) Vás očekáváme na 43. ročníku MEM a nikde jinde než v Jetřichovicích v hotelu Bellevue.

Loučíme se opět již tradičním pozdravem: „Elektrochemickým konferencím zdar a Moderním elektrochemickým metodám zvlášť!“

*T. Navrátil, Česká společnost chemická
L. Srsenová, BEST servis*

Akce v ČR a v zahraničí

Rubrika je k dispozici na webu na adrese <http://csch.cz/akce/seznam/>.

Recenze



František Liška
**Konstituce, konformace,
 konfigurace
 v organickém názvosloví,
 Preferované IUPAC
 názvy (PIN)**

Vydalo Vydavatelství VŠCHT
 Praha, Praha 2023, 2. přepracované a rozšířené vydání,
 416 stran, 390 Kč.
 ISBN 978-80-7592-147-5

Celá obec českých organiků, studentů i pracovníků v příbuzných oborech jistě uvítá druhé vydání knihy profesora Františka Lišky s názvem „*Konstituce, konformace, konfigurace v organickém názvosloví*“, které ve vydavatelství VŠCHT právě nyní vychází. Někteří se již mohli seznámit s knihou s tímto titulem v jejím prvním vydání z roku 2007 (cit.¹). Nové vydání je přepracované, rozšířené a přináší aktualizace podle doporučení názvoslovné komise IUPAC z roku 2014.

Vývoj v názvosloví organických sloučenin přinesl v posledních dekádách řadu změn. Pro několik generací chemiků byla závaznou normou kniha Karla Bláhy a spol. „*Nomenklatura organické chemie*“ (cit.²), která vycházela z doporučení názvoslovné komise IUPAC z roku 1979. Další rozvoj chemie a chemické literatury dovedl komisi IUPAC v roce 1993 k vypracování dalších pravidel obsahujících řadu změn v pravopise, interpunkci, názvoslovných termínech i v používání triviálních názvů a upřesnění některých dvojznačností³. Přijetí těchto pravidel znamenalo zavedení poměrně rozsáhlých změn v českém názvosloví s cílem většího přiblížení mezinárodní formě názvů. Novinky v názvosloví byly zapracovány do české názvoslovné příručky „*Průvodce názvoslovím organických sloučenin podle IUPAC*“ (cit.⁴). Tato publikace, která vyšla ve skriptovém formátu, se stala podle svého názvu průvodcem v zavedených změnách, a tím byla velmi cennou pomůckou, nicméně i v důsledku poměrně stručné anglické předlohy nemohla postihnout všechny názvoslovné problémy. Toho si byli její autoři vědomi a tato skutečnost byla mimo jiné stimulem pro profesora Františka Lišku pro práci na obsáhlejší zpracování českého organického názvosloví. Vzniklá již výše zmíněná kniha¹ se setkala s živým ohlaselem a vžil se pro ni z předpon prvních slov odvozený název „3×KON“. Dvě velmi kladné recenze tohoto díla vyšly v Chemických listech⁵.

Podle těchto skutečností by nebylo nutné obsah tohoto titulu měnit. Autor ale využil příležitosti nového vydání především k aktualizaci českého organického názvosloví podle posledního doporučení komise IUPAC z roku 2014

(cit.⁶). V druhém vydání jsou nově používána hesla „názvoslovné principy“ na místě původních termínů „názvoslovné operace“, což je zdůvodněno tím, že slovo operace lépe vystihuje provedení modifikace struktury základního hydridu. Důležitou novinkou je označování preferovaných IUPAC názvů zkratkou PIN odvozenou z anglického termínu Preferred IUPAC Names, na jejíž významnost upozorňuje autor už v předmluvě. S využitím rozdílných typů názvoslovných operací lze totiž dospět k různým názvům jedné sloučeniny, které jsou všechny v rámci obecného IUPAC názvosloví správné. Pro usnadnění identifikace sloučeniny v patentových, právních, obchodních, zdravotních a bezpečnostních dokumentech má být uváděn preferovaný název s kódem PIN. Způsob, kterým se jeden z alternativních názvů označuje jako preferovaný, je v knize ukázán na mnoha příkladech.

Úvodní kapitoly knihy jsou shodné s prvním vydáním. První kapitola knihy vysvětluje druhy vazeb v organických sloučeninách a zápis jejich struktury různými typy vzorců. Další kapitola je věnována oxidačním číslům a oxidačně-redukční hierarchii organických sloučenin. Následuje vyjmenování jednotlivých názvoslovných operací a z nich odvozených typů názvosloví, které jsou pak aplikovány v další obsáhlé kapitole u jednotlivých tříd organických látek. Tvorba různých typů názvů je zde dobře vysvětlena a demonstrována na velkém množství konkrétních příkladů, které tak přinášejí jasný návod k tvorbě názvu pro libovolnou sloučeninu.

Důležitá část knihy (pátá kapitola) se věnuje vyjadřování prostorové struktury molekul a objasnění vztahu konstituce, konformace a konfigurace. Domnívám se, že autor spojeným výkladem zmíněných tří termínů začínajících na kon- zamýšlel vyloučit čtvrté slovo začínající stejnou předponou, totiž konfuzi plynoucí z jejich nesprávného použití. Klíčové termíny konstituce – konformace – konfigurace jsou graficky zdůrazněny na obálce knihy.

Poslední kapitoly knihy se zabývají nomenklaturou speciálních tříd organických látek. Šestá kapitola se věnuje názvosloví sacharidů. Kapitoly sedmá až devátá jsou nově zařazeny v druhém vydání a týkají se názvosloví steroidů, izotopově značených sloučenin a polymerů. Poslední desátá kapitola ukazuje příklady počítačové tvorby názvů pomocí programů ChemDraw a ChemSketch. Oba programy hodnotí autor jako šikovné nástroje pro kreslení chemických struktur se schopností z nich generovat správné (anglické) názvy podle kritérií IUPAC a také i naopak. K tomu ale připomíná, že nestačí umět používat tyto počítačové pomůcky, ale k tvorbě českých názvů je třeba našemu názvosloví rozumět.

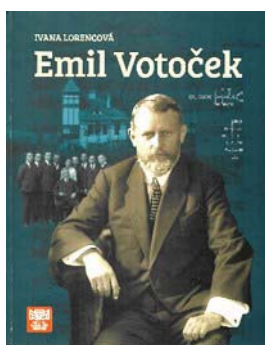
Zařazením nových kapitol kniha ve srovnání s prvním vydáním narostla o přibližně 170 stran, ale přidané stránky jsou velmi užitečné. Věcný obsah je v závěru doplněn bohatým seznamem použité literatury a velmi dobře zpracovaným rejstříkem. Označení druhého vydání za přepra-

cované a rozšířené je v tomto případě zcela namístě. Kniha je také v nové grafické úpravě. Na rozdíl od prvního vydání není doplněna obsahem na CD nosiči. Všem, kteří se zajímají o organicko-chemické názvosloví, mohou tuto zdařilou knihu vřele doporučit. Považují ji za velmi užitečnou pomůcku k řešení názvoslovných problémů všech tříd organických sloučenin na základě nejnovějších pravidel IUPAC. Vzhledem k novinkám v obsahu druhého vydání stojí za pozornost i těch, kteří si knihu pořídili ve vydání prvním.

Petr Holý

LITERATURA

1. Liška F.: *Konstituce, konformace, konfigurace v organickém názvosloví*. Vydavatelství VŠCHT Praha, Praha 2007.
2. Bláha K., Ferles M., Staněk J. a spol.: *Nomenklatura organické chemie*. Academia, Praha 1985.
3. Panico R., Powell W. H., Richer J.-C.: *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds, Recommendations 1993*. Blackwell, Oxford 1993.
4. Kahovec J., Liška F., Paleta O.: *Průvodce názvoslovím organických sloučenin podle IUPAC*. Academia, Praha 2000.
5. Trnka T.: Chem. Listy 102, 916 (2008).
6. Favre H. A., Powell W. H.: *Nomenclature of Organic Chemistry. IUPAC Recommendations and Preferred Names*. Royal Society of Chemistry, London 2014.



Ivana Lorencová
Emil Votoček
Vydalo NTM Praha, 2022,
1. vydání, 372 stran.
ISBN 978-80-7037-345-3

Česká chemie má nemnoho velikánů světového dosahu. Ivana Lorencová napsala o jednom z nich, Emilu Votočkově, výpravnou knihu. Knihu, která do hloubky popisuje Votočkův život, jeho rodinu, studia a působení na pražské technice a pozdější Vysoké škole chemicko-technologického inženýrství v Praze. Knihu, jež do detailů mapuje jeho vědeckou i pedagogickou práci, kde za zmínku stojí jeho podíl na českém chemickém názvosloví a rozvoji chemie cukrů. Protože nežil a neučil osamocen, ukazuje jeho učitele, kolegy a žáky, a to z odborného i lidského hlediska. Podrobně se zabývá jeho dílem, vědeckými pracemi, vystoupeními na vědeckých setkáních a konferencích, korespondencí, překlady a pracemi na jazykových slovnících.

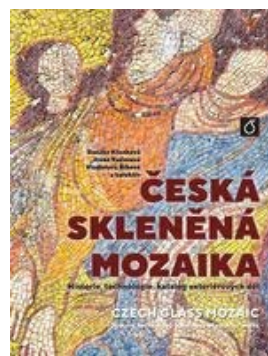
Jako samostatné kapitoly přináší přehled ocenění, jež mu byla udělena, přehled jeho tvorby hudební a kolekci fotografií z jeho cest.

Důležité pro celé vyznění knihy jsou i přílohy. Vysvětlivky a poznámky k textu, jichž je uvedeno 321, chronologický datový přehled jeho života, rejstřík jmen, která jsou v knize uvedena, a použité archivní a literární zdroje, mezi nimiž jsou četně zastoupeny články z Chemických listů.

Knihu uzavírá pětistránkový přehled o velikánu v jazyce anglickém a povídání o autorce samé. Tato závažná kniha (váží přes 1,5 kg) je velmi pečlivě vyvedena v pevné vazbě tiskem na velmi kvalitním papíru, na kterém vyniknou zejména přečtené fotografie a reprodukce vzácných dokumentů.

Kniha je významným historiografickým dílem, na které mohou být Národní technické muzeum, ale i Vysoká škola chemicko-technologická, která je následovníkem Votočkovy alma mater, právem hrdí.

Pavel Drašar



Křenková Zuzana a kol.
Česká skleněná mozaika

Vydala VŠCHT Praha, 2022,
počet stran 592, cena 790 Kč.
ISBN 978-80-7592-110-9

Monografie Česká skleněná mozaika, vydaná Vysokou školou chemicko-technologickou v roce 2022, vznikla ve spolupráci kolektivu autorů z Fakulty chemické technologie VŠCHT Praha a Fakulty restaurování Univerzity Pardubice. Autorský kolektiv je příkladem zdařilé mezioborové spolupráce specialistů z oblasti chemicko-materiálových a humanitních oborů. Výzkum technicky zaměřených autorů Ireny Kučerové, Zuzany Zlámalové Cílové, Simony Randákové a Michaely Kněžů Knížové a spolupráce Michala Nováka s historičkami umění Zuzanou Křenkovou (VŠCHT) a Vladislavou Řihovou (FRUP) přinesly kvalitní publikaci. Širší kolektiv, který se podílel na přípravě dílčích částí rukopisu, čítá podle poděkování 35 odborníků českých i zahraničních. Při zpracování monografie byla využita odborná databáze výzkumného projektu z let 2016 až 2020 „Topografický výzkum exteriérových skleněných mozaik v ČR – odborná mapa se zaměřením na jejich výskyt a poškození“, FCHT VŠCHT Praha, Praha 2015 (<http://mozaika.vsch.cz>).

Úvodní kapitola knihy zdařile a vyčerpávajícím způsobem shrnuje nejen genezi jejího textu, ale také způsob řešení mezioborově pojatého projektu. Publikace je produktem dlouhodobé dílčí orientace vysokoškolského chemického studia na restaurování památek na Fakultě chemické technologie VŠCHT Praha, která je založená na spolupráci materiálových odborníků s restaurátory a pracovníky z humanitní uměnovědné oblasti.

Kniha má včetně úvodu pět kapitol, nejrozsáhlejší se věnuje historii skleněné mozaiky. Má přes 70 stran textu

a 473 „poznámek“, většinou odkazů na literaturu. Další tři kapitoly jsou zaměřeny na technologii mozaikového skla, typologii mozaikového skla na území České republiky a na malty pro osazování a restaurování mozaik. Je třeba zdůraznit, že monografie se týká především skleněné exteriérové mozaiky, ale kapitoly knihy dávají informace významné i pro interiérové mozaiky. Všechny kapitoly knihy mají celkem 170 stran českého textu s obrázky (většinou barevnými), tabulkami a literárními odkazy. Na dalších 120 stranách je anglický překlad úvodu i textu všech kapitol s „poznámkami“ a tabulkami bez obrázků. Anglické překlady textů k obrázkům (samozřejmě i s českou verzí) jsou přímo v primární české verzi kapitol, totéž je pak poněkud nadbytečně v příloze v seznamu obrazové dokumentace na 15 stranách a hledání obrázku nikterak neusnadňuje.

Nejrozsáhlejší část knihy (140 stran) tvoří katalog 399 exteriérových mozaik, řazený abecedně podle zeměpisného místa. Katalog obsahuje přes 770 fotografií od celkem 26 autorů. Každá položka v katalogu obsahuje vedle názvu i dobu vzniku, přesnou lokalizaci i rozměry a umístění mozaiky, popis díla a použitý materiál. Snahou bylo uvést v katalogu i autora návrhu a realizátory díla, podařilo se to (někdy sice s otázkou) u autora návrhu asi u 80 % katalogových položek a u realizátora asi u 90 % položek. Texty v katalogu jsou pouze česky. Katalog zahrnuje, nepočítáme-li mozaiku Posledního soudu ze 14. století, skleněné mozaiky z období 1882 až 2016. Většina katalogových mozaik je skutečně exteriérová na fasádách staveb, volně situovaných hrobech či na samostatných objektech. Menší část katalogových mozaik ale spadá do kategorie, obvykle uváděné jako „pod přístřeškem“ (umístění v nikách, arkádách a průchodech), což má blízko k interiérovému umístění, kde je významně eliminováno působení srážek a tím i významný faktor degradace.

Těžko mohu posoudit, jak dalece je katalog mozaik zcela vyčerpávajícím přehledem všech existujících skleněných exteriérových mozaik v České republice do roku 2016. Pokud připustíme, že ano, pak nejlepšími léty pro instalaci mozaiky na území nynější České republiky byla podle četnosti položek katalogu 80. léta dvacátého století, kam spadá pětina mozaik uvedených v katalogu. Plná třetina mozaik uvedených v katalogu vznikla v 70. a 80. letech dvacátého století, což jistě souvisí s významnou podporou pro umělecká díla, vznikající v souvislosti se státní investiční výstavbou v tomto období, na základě usnesení vlády ČSSR z roku 1964. V období dvaceti let první republiky vznikla pouze asi desetina katalogových mozaik. Velmi plodné období bylo pro mozaiku v nynějším Česku období konce Rakouska-Uherska 1882 až 1918, kdy vznikla plná čtvrtina mozaik uvedených v katalogu. Zvláště plodné bylo prvé desetiletí 20. století (16 % mozaik). Monografie zahrnuje i mozaiky vzniklé po roce 1989 a na počátku 21. století (12 %). Od vzniku mozaiky Posledního soudu ve 14. století neuvádí autoři žádný příklad exteriérové (a ani interiérové) skleněné mozaiky instalované v hranicích nynějšího Česka. Trvalo tedy celých 500 let,

než začala být skleněná mozaika chápána i v Čechách jako forma uměleckého projevu ve veřejném prostoru. Prvé mozaikáře přivedla do Čech až nutnost restaurovat středověkou mozaiku Posledního soudu.

Je poněkud zarážející, že skleněné mozaiky na náhrobkách, uvedené v katalogu, jsou většinou z Prahy (54), z ostatních míst je zastoupeno pouze 20 položek. Z velkých měst jsou v katalogu uvedeny pouhé jednotky mozaik ze hřbitovů v Plzni, Českých Budějovicích a Ostravě. Znamená to, že na hřbitovech ostatních krajských a dalších měst nejsou žádné exteriérové skleněné mozaiky? Zde si myslím, je rezerva pro doplnění exteriérových mozaik do katalogu, či alespoň podrobnější zdůvodnění této absence.

Knihla obsahuje jak jmenný, tak místní rejstřík, souhrnně pro kapitoly knihy i pro katalog. Hledání v rejstřících by usnadnilo rozlišení odkazů na stránky na kapitoly knihy, na anglickou verzi a na katalog (normálně, kurzíva, tučně). Dále pak je v knize nečíslovaný, abecedně řazený seznam literatury, většinou podle autorů, ale někdy podle názvů sdělení anonymních autorů nebo názvu tiskoviny. Tento seznam je na 21 stranách knihy a obsahuje přes 600 odkazů. Osobně mi na jednotlivých kapitolách vadí ona číslovaná směs literárních odkazů a skutečných poznámek, doplňujících text. K úplné citaci na původní zdroj informace se tak čtenář dostane až po dvojnásobném hledání v seznamech. Úvodní obsah knihy, který má umožňovat základní orientaci, mohl být významně vlídnější ke čtenáři tím, že by obsahoval i názvy všech dílčích podkapitol. To by jistě významně usnadnilo orientaci drtivě většině čtenářů, kteří publikace tohoto typu nečtou celé od počátku do konce, ale vyhledávají v nich podle svého zájmu. To ovšem není problém způsobený autory, ale zpracování nakladatelstvím, stejně jako zbytečný seznam obrazové dokumentace.

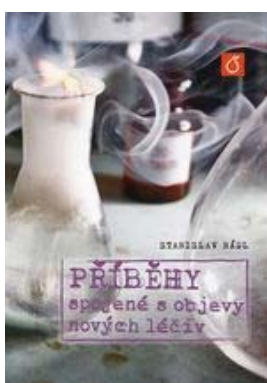
Specifikem exteriérové mozaiky je její vystavení vnějším atmosférickým vlivům, jako je přímé působení vodních srážek, významné kolísání teplot, znečištění atmosféry, biologické vlivy a vandalismus. To se nutně projeví jak na chemické, tak mechanické degradaci vlastního skla i pojiva a na změnách původní barevnosti a soudržnosti. Proto právě v monografii o exteriérových mozaikách postrádám samostatnou kapitolu o degradačních mechanismech a způsobech ochrany před nimi. Téměř stejným autorským kolektivem byla již v roce 2015 vypracována Metodika monitoringu a technologie údržby skleněných exteriérových mozaik, včetně atlasu poškození, ale odkaz na tento materiál jsem v recenzované monografii nenalezl (<https://www.academia.edu/73906763>; <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-204166>). Koróze skla je jen stručně řešena v kapitole 3.2 jako chemická odolnost skla a v kapitole 5.3 je podrobnější pojednání o degradaci malt.

Zaznamenal jsem i některé drobné nepřesnosti, např. u katalogové položky 216 je chybně uvedeno, že se jedná o hrobku rodiny Plockovy. Ve skutečnosti je to hrobka širší rodiny Bartových a Tichých. V české verzi páté kapitoly je správně užíván termín „karbonatace“, ale v anglic-

kém překladu je totéž uváděno jako „carbonation“ místo „carbonatation“. To je ale obvyklá nepřesnost v často vágní anglické terminologii.

Monografie Česká skleněná mozaika je nesporným přínosem výzkumu mozaiky na území České republiky, a to jak z faktografického, tak metodického hlediska. Navíc tato monografie není pouze vědeckou publikací, jak uvádí a opakují v nabídce knihkupci na svých stránkách, i když vznikla jako výstup vědeckovýzkumného projektu. Určitě více než polovina textu a většina bohatého obrazového materiálu publikace je srozumitelná i laikům a může být přínosná pro širokou veřejnost, kterou zajímají výtvarné objekty veřejného prostoru na území České republiky.

Pavel Novák



Stanislav Rádl
Příběhy spojené s objevy nových léčiv

Vydalo VŠCHT Praha 2023,
počet stran 320, cena 230 Kč.
ISBN 978-80-7592-165-9

Na počátku 21. století studuje farmakochemie (medicínální chemie, *drug design*) léčiva, která se vyznačují stále větší strukturální rozmanitostí. Kromě systematického studia

přírodních produktů a malých syntetických ligandů farmakochemie zkoumá modifikované peptidy a proteiny, biologická léčiva (zejm. monoklonální protilátky a oligonukleotidy), popř. multifunkční molekulární komplexy (tzv. komplexní léčiva). Vývoj nových léčiv je týmová práce biologů, chemiků a nově i počítačových inženýrů. Po zavedení počítačové techniky a počítačových programů do procesu vývoje léčiv získala farmakochemie nové nástroje, které výrazně posílily možnost studovat vztahy mezi chemickou strukturou a biologickou aktivitou (*structure-activity relationships*, SAR) v kvantitativním smyslu (QSAR). Široce využívané se staly metody počítačem podporovaného vývoje léčiv (*Computer Aided Drug Design*, CADD), molekulární docking, molekulární dynamika. Tyto metody jsou dnes rutinně využívány k racionálnímu návrhu nových léčiv, ačkoli stále významnou roli při jejich vývoji hraje do určité míry štěstí či náhoda, např. pozorování vedlejších účinků léčiv.

Mým úkolem je představit nejnovější publikaci pana docenta Rádla, která čtivou formou popisuje někdy velmi dramatickou historii vývoje především malých ligandů, tj. léčiv s malou molekulovou hmotností. Osobu doc. Ing. Stanislava Rádla, CSc. na stránkách tohoto časopisu není

třeba dlouze uvádět, jedná se o vědce, zkušeného pedagoga a rovněž pilného autora, který svůj profesní život spojil s vývojem nových léčiv. Mimo jiné je dvojnásobným (2004, 2022) nositelem Ceny Karla Preisse za nejlepší článek publikovaný v časopise *Chemické listy*. Ve své nejnovější publikaci *Příběhy spojené s objevy nových léčiv* zužitkoval své celoživotní zkušenosti a komplexní znalosti právě z oblasti vývoje chemických léčiv. Knihu vydala Vysoká škola chemicko-technologická v Praze na jaře 2023, má 320 stran, je opatřena jmenným a věcným rejstříkem, seznamem zkratk a vedle pečlivě zpracovaných chemických vzorců léčiv obsahuje desítky fotografií a obrázků, které vhodně doplňují text. Knižka obsahuje 34 kapitol. Svoje odborné znalosti z oblasti medicínální chemie Stanislav Rádl velmi dobře využil při splétání vybraných příběhů vývoje chemických léčiv. Jedná se o příběhy léčiv, resp. o příběhy konkrétních lidí, vědců, chemiků, biologů, farmakologů, kteří se zasloužili o objev inovativních léčiv, o jejich vývoj a zavedení do klinické praxe. Stanislav Rádl uvádí celou řadu velmi zajímavých faktů a podrobností, zabývá se i odvrácenou stranou procesu vývoje nových léčiv. Autor v jednotlivých kapitolách věnuje pozornost vybraným léčivům postupně objevovaným a zaváděným do klinické praxe převážně od konce devatenáctého století do začátku dvacátého prvního století. Podarilo se mu sestavit pestrou mozaiku vzrušujících příběhů objevování farmak od prakticky jednoho z nejstarších syntetických léčiv (nitroglycerinu) až po nejnovější syntetická antivirotika či kanabinoidy. Osobní komentáře a postřehy Stanislava Rádla a jeho vzpomínky na setkání s vědeckými autoritami text příjemně oživují. Cenné jsou rovněž jeho připomínky „českých stop“ ve vývoji léčiv ve dvacátém století. Docentu Rádlovi se podařilo vydat velmi kvalitní dílo jak po formální, tak po obsahové stránce.

Pokud by čtenář po přečtení knížky Stanislava Rádla dychtil po dalších informacích týkajících se vývoje léčiv, lze nabídnout přehledovou publikaci Waltera Sneadera *Drug Discovery: A History*, John Wiley and Sons, Ltd.: West Sussex, England, 2005, popř. v českém jazyce pak např. učebnice farmaceutické chemie průběžně vydávané nakladatelstvím Karolinum.

Knih *Příběhy spojené s objevy nových léčiv* si určitě najde své čtenáře mezi studenty a absolventy lékařských, farmaceutických, přírodovědeckých fakult, mezi mnoha chemiky a dalšími odborníky, kteří se profesně zabývají moderními farmaky, a zároveň je napsána tak, že bez problémů osloví i široké publikum. Vřele ji doporučuji zejména všem zájemcům o vysokoškolské studium přírodovědného zaměření. Já jsem ji přečetl jedním dechem.

Martin Doležal, Farmaceutická fakulta
v Hradci Králové, Univerzita Karlova

Evropský koutek

PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita KarlovaMetrohm
Česká republikaÚstav fyzikální chemie
J. Heyrovského

EuChemS

European Chemical Society
— Division of Analytical Chemistry —EUROPEAN CHEMISTRY
THEMATIC NETWORK (ECTN)**Evropská chemická tematická síť (ECTN), její generální shromáždění 2023 a aktivity chemiků z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v této organizaci**

ECTN je neziskovou evropskou organizací sdružující více než 120 evropských univerzit vyučujících chemii v jejich nejrozmanitějších formách a řadu evropských chemických společností a úspěšně působící v euroatlantickém prostoru chemického vysokého školství již od roku 1996, kdy byla založena Evropskou komisí v rámci programu Erasmus. Je významným členem Evropské chemické společnosti (EuChemS) a Mezinárodní unie pro čistou a uživatelskou chemii (IUPAC). Z mého pohledu vysokoškolského učitele zvláště kladně hodnotím důraz ECTN na výuku chemie v době, kdy je vysokoškolská výuka poněkud upozaděována stále rostoucím tlakem na vědecké publikování a jeho scientometrii. To ostatně dokazují i zprávy o aktivitách jednotlivých výborů, jmenovitě pro virtuální výuku, pro udělování známky kvality za výuku, pro standardy kvality ve výuce, pro obraz chemie ve společnosti, pro tzv. „core“ chemii (základní chemii pro všechny obory) atp.

Zásadní význam ECTN na evropském chemickém jevišti dokumentují vynikající plenární přednášky nejvýraznějších osobností evropské i světové chemie na jejím letošním valném shromáždění. Jako příklad lze uvést následující přednášky, jejichž anglické názvy nepřekládám, neboť vynikajícím způsobem vystihují jejich obsah.

- The Role of EuChemS in Higher Education Chemistry, Prof. Floris Rutjes – President European Chemical Society
- Chemistry Education without Borders: IUPAC's Role in Enhancing Chemistry Understanding Worldwide, Prof. Javier García-Martínez – President IUPAC
- How to Set Up a Teaching & Learning Center, Dr. Mariska Min-Leliveld, Teaching & Learning Center, University of Amsterdam
- Continuous Professional Development in Teaching and Learning, Prof. Iwona Maciejowska, Jagiellonian University, Poland
- Systems Thinking in Chemistry Education, Prof. Peter G. Mahaffy, Department of Chemistry, The King's

Centre for Visualization in Science, The King's University, Canada

- Bridging the Gap between Research and Teaching, Representatives European Young Chemistry Network
- Challenges in Teaching and Learning in the Changing World: The Skills of the Future Generation, Prof. Tim McIntyre-Bhatty, Bournemouth University, United Kingdom

Zástupci chemiků z PŘF UK se na aktivitách ECTN podílejí prakticky od samotného počátku její existence a snaží se o co nejdůstojnější reprezentaci naší chemie a její vysokoškolské výuky. Kontakty získané na akcích tohoto typu výrazně přispívají i ke zkvalitnění výuky chemie a ke zkvalitnění obrazu chemie vyučované na naší *alma mater*.

Z pohledu analytického chemika a přeci jen staršího vysokoškolského učitele sympatizuji s názory typu „back to the roots“ kladoucími důraz na kvalitní osvojení základů analytické chemie a na samostatné myšlení a schopnost dalšího studia, které umožní nastudovat našim absolventům i ty nejmodernější přístupy, které studenty dnes při nejlepší vůli naučit nemůžeme, neb jsou teprve v plenkách.

Podrobnější informace o generálním shromáždění ECTN 2023 a plný program lze nalézt na URL <https://ectn2023.org/>, další informace o všestranných a užitečných aktivitách ECTN na URL <https://ectn.eu/>.

Je milou povinností autora těchto řádků poděkovat vedení PŘF UK a jmenovitě jejímu děkanovi prof. RNDr. J. Zimovi, CSc., chemické sekci této fakulty a jmenovitě proděkanovi prof. RNDr. I. Němcovi, Ph.D. a vedení Katedry analytické chemie PŘF UK a jmenovitě její vedoucí prof. RNDr. Z. Bosákové, CSc. za účinnou morální a materiální podporu aktivit Odborné skupiny analytické chemie ČSCH v této oblasti. Mé poděkování platí i za účinnou materiální a morální podporu našich aktivit firmou Metrohm ČR (<https://www.metrohm.com/cs-cz/>).

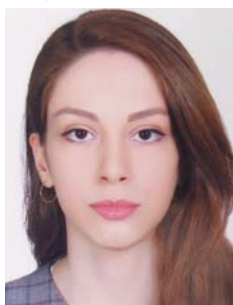
Jiří Barek, předseda Odborné skupiny analytické chemie České společnosti chemické



The 5th Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry (CBSEC 2023)

We are glad to inform Czech, German, and European electroanalytical community that – in spite of some Covid-19 pandemic repercussions – 5th CBSEC 2023 successfully took place on April 4–6, 2023 in beautiful small city Waldmünchen on German side of the border. After official opening and welcome addresses delivered by Prof. Jiří Zima, Dean of Faculty of Science of Charles University, Prague, Prof. Frank-Michael Matysik, University of Regensburg, and Prof. Jiří Barek, Charles University, Prague (co-chairmen of 5th CBSEC), 18 students delivered their very interesting presentations covering practically all aspects of modern electroanalytical chemistry and very well representing their *Alma Maters*. On April 6, 2023, Experienced Researcher Lecture (*via Zoom*) entitled “Calibration Gas Generator with Coulometric Monitoring” was delivered by Dr. Jens Zosel from Kurt-Scwabe-Institute for Measuring and Sensor Technology e.V. (KSI), Meinsberg, followed by Metrohm Workshop headed by Dr. Christop Kroeger from Metrohm Germany.

The following presentations were awarded (to see diplomas attached to electronic version of this report, click here):



Seyedeheleha Bagherimetkazini (University of Regensburg, Institute of Analytical Chemistry, Chemo- and Biosensors): In-Depth Study of Tyrosine Oxidation Using Electrochemistry, Capillary Electrophoresis and Mass Spectrometry



Martin Baroch (Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague): Utilization of Hydrogenated Palladium Wire as a Reference Electrode



Martin Koall (University of Regensburg, Institute of Analytical Chemistry, Chemo- and Biosensors): Selective Determination of Nitenpyram and Other Neonicotinoids Utilizing Capillary Electrophoresis Hyphenated to Amperometric Detection/Mass Spectrometry



Alice Tomnikova (Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague): Capillary Coatings for Liposome Analysis by CE

Special Dean's Award supported by Prof. Jiří Zima, Dean of Faculty of Science, Charles University, Prague, was given to



Filip Vymyslický (Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague) for excellent presentation: Utilization of EC-MS for Online Monitoring of API Oxidation Degradation Products

As in previous seminars, all sessions were chaired by PhD students. And fascinating excursion to Furth im Wald and exciting dinner there together with other parts of very nice social program undoubtedly contributed to very friendly atmosphere of the whole meeting. At the end, we would like to thank to BTHA (The Bavarian-



Group photo of 5th CBSEC participants

Czech Academic Agency), Karlova universita (Project of Strategic Partnership), J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, and Metrohm Company for kind financial support of prizes for the above-mentioned PhD students' best presentations and the whole seminar. And we also thank all participants for exciting presentations and we are looking forward to the 6th CBSEC 2024, this time at Czech side the border.

*Frank-Michael Matysik, Tomáš Křížek, and Jiří Barek
Principal organizers of 5th CBSEC*



From left to right: Prof. Frank-Michael Matysik, Martin Baroch, Alice Tomnikova, Seyedeheleha Bagherimetkazini (awarded participants of 5th CBSEC), prof. Jiří Barek

Zákony, které ovlivní život chemiků

- 149/2023 Sb. Zákon, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o jednotném environmentálním stanovisku
- 148/2023 Sb. Zákon o jednotném environmentálním stanovisku
- 142/2023 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 16/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o ekologickém zemědělství, ve znění vyhlášky č. 80/2012 Sb.
- 137/2023 Sb. Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 145/2008 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí, ve znění pozdějších předpisů
- 136/2023 Sb. Nařízení vlády o úpravě náhrady za ztrátu na služebním příjmu po skončení neschopnosti ke službě vzniklé služebním úrazem nebo nemocí z povolání a o úpravě náhrady nákladů na výživu pozůstalých
- 131/2023 Sb. Nařízení vlády o úpravě náhrady za ztrátu na výděлку po skončení pracovní neschopnosti vzniklé pracovním úrazem nebo nemocí z povolání a o úpravě náhrady nákladů na výživu pozůstalých podle pracovních předpisů /nařízení o úpravě náhrady/
- 111/2023 Sb. Sdělení Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy o vyhlášení aktualizovaného seznamu vý-

- zkumných organizací schválených pro přijímání výzkumných pracovníků ze třetích zemí
- 95/2023 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 30/2021 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o obalech
- 93/2023 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě
- 85/2023 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 467/2022 Sb., o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad pro rok 2023
- 81/2023 Sb. Nařízení vlády o stanovení podmínek provádění opatření ekologické zemědělství
- 80/2023 Sb. Nařízení vlády o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření
- 71/2023 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 155/1995 Sb., o důchodovém pojištění, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony
- 69/2023 Sb. Nařízení vlády o stanovení podmínek provádění opatření v odvětví vína

pad

Zprávy



Novinky v Metrohm spektroskopii

Vážení přátelé a kolegové,

pojďme se teď na chvíli zastavit a v této hektické době se trochu zasnít. Pohodlně se usadte a představte si, že je červen, sedíte u otevřeného okna, kterým proudí do místnosti voňavý teplý vzduch, a na vaše tváře dopadají jemné paprsky slunečního svitu. Aby vám nebylo příliš horko, v ruce třímáte vychlazený nápoj dle vaší preference. Do toho všeho posloucháte zajímavé přednášky o nových spektroskopických metodách a rostoucích možnostech spektrální analýzy v průmyslu.

Rikáte si, že tato představa nemůže být lepší? Rozhodně může. Není to totiž představa, nýbrž popis, jak vypadal loňský ročník semináře *Novinky v Metrohm spektroskopii*, který se konal dne 16. 6. 2022 v Praze na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy.

Další dobrou zprávou je, že i vy se můžete zúčastnit jeho dalšího konání. Přesný termín zatím neznáme, ale dáme vám včas vědět, kdy se v roce 2024 sejdem.

Pokud trochu váháte a nevíte, co dalšího vás čeká, prozradím vám, že tento seminář není jen o švýcarské kávě a výletu do Prahy. Dozvíte se celou řadu nejnovějších informací o precizní Metrohm spektrální analýze nejen z úst odborníků této firmy, ale i od konkrétních uživatelů přístrojů Metrohm z průmyslu. Minulý ročník nám svoje tipy a triky prozradil například pan Ing. Rozhon z petrochemických laboratoří společnosti Orlen Unipetrol RPA. Neformální debata a sdílení cenných zkušeností samozřejmě probíhalo i v nedaleké restauraci Potrefená husa v obědovém čase a následně při praktických ukázkách přístrojů v demonstrační laboratoři Metrohm. Bylo úžasné vidět, jak odborníci z firem, jako jsou např. Zentiva k.s., Státní ústav pro kontrolu léčiv, Spolana s.r.o., Pro.Med CS Praha a.s., Primagra a.s., Orlen Unipetrol RPA s.r.o. a Devro s.r.o., mluví stejnou řečí analytické chemie napříč různými oblastmi chemického průmyslu.

Co vy? Nechtěli byste to také zažít? Pokud ano, napište mi nám office@metrohm.cz nebo se zaregistrujte na našem webu www.metrohm.cz v sekci Události. Následně obdržíte oficiální pozvánku s odborným programem.

Těším se na vás!

S pozdravem váš Metrohm tým

N,N-dimethylformamid

V příloze XVII nařízení (ES) č. 1907/2006 se doplňuje nová položka, která zní: „76. *N,N*-dimethylformamid č. CAS 68-12-2 č. ES 200-679-5

1. Nesmí se uvádět na trh jako látka samotná, jako složka jiných látek nebo obsažená ve směsích v koncentraci rovné 0,3 % nebo vyšší po dni 12. prosince 2023, pokud výrobci, dovozci a následní uživatelé v příslušných zprávách o chemické bezpečnosti a bezpečnostních listech neuvedli odvozené úrovně, při kterých nedochází k nepříznivým účinkům (DNEL), jež se vztahují k expozici pracovníků a činí 6 mg/m³ v případě inhalační expozice a 1,1 mg/kg/den v případě dermální expozice.

2. Nesmí se vyrábět nebo používat jako látka samotná, jako složka jiných látek nebo obsažená ve směsích v koncentraci rovné 0,3 % nebo vyšší po dni 12. prosince 2023, pokud výrobci a následní uživatelé nepřijali vhodná opatření k řízení rizik a neposkytli vhodné provozní podmínky, jimiž zajistí, aby expozice pracovníků byla nižší než hodnoty DNEL uvedené v odstavci 1.

3. Odchylně od odstavců 1 a 2 se povinnosti v nich stanovené použijí ode dne 12. prosince 2024, pokud jde o uvedení na trh k použití jako rozpouštědlo při postupech přímého nebo reverzního povrstvování textilií či papírového materiálu polyuretanem nebo při výrobě polyuretanových membrán nebo o takové použití, a ode dne 12. prosince 2025, pokud je o uvedení na trh k použití jako rozpouštědlo při postupech suchého a mokrého spřádání syntetických vláken nebo o takové použití.“

Úřední věstník Evropské unie z 22.11.2021, L 415/19.



V kralupské rafinérii se uskutečnilo havarijní cvičení

Tisková zpráva

V pondělí 17. dubna se v dopoledních hodinách ve výrobním závodě v Kralupech nad Vltavou uskutečnilo pravidelné havarijní cvičení. To bylo letos zaměřeno na situaci úniku propan-butanové směsi. Nácvik neměl vliv na okolní prostředí a neomezil výrobu v areálu. Havarijní cvičení, která slouží k prověření účinnosti havarijního plánu ve skupině ORLEN Unipetrol, se v areálech skupiny konají pravidelně.

„Nácviky mají vždy tematické zaměření, kterým ověřujeme naši připravenost na různé druhy mimořádných situací. Letošním cílem cvičení bylo efektivně ověřit funkč-



nost vnitřního havarijního plánu při úniku propanbutanové směsi. Provozní bezpečnost je pro nás hlavní prioritou, proto je průběh cvičení po jeho ukončení vždy pečlivě vyhodnocován," uvedl Maciej Romanów, člen představenstva skupiny ORLEN Unipetrol.

„Při havarijních cvičeních prověřujeme spolu s vnitřními předpisy také koordinaci všech zúčastněných složek. Bezpečnosti se intenzivně věnujeme a praktické nácviky pomáhají zvýšit efektivitu všech zúčastněných zaměstnanců, kteří si mohou své teoretické znalosti ověřit v praxi,“ uvedl ke cvičení Pavel Ballek, ředitel rafinerie v Kralupech nad Vltavou skupiny ORLEN Unipetrol.

V rámci cvičení se spolu s prověřením vnitřního havarijního plánu prověřují také schopnosti a dovednosti zasahujících osob i všech zúčastněných zaměstnanců. Cvičení ověří také nastavenou komunikaci mezi firemními složkami a místními úřady.

Skupina ORLEN Unipetrol je největší rafinérskou a petrochemickou společností v Česku. Zaměřuje se na zpracování ropy a na výrobu, distribuci a prodej pohonných hmot a petrochemických produktů – zejména plastů a hnojiv. Ve všech těchto oblastech patří k významným hráčům na českém i středoevropském trhu. Do skupiny ORLEN Unipetrol spadají rafinerie a výrobní závody v Litvínově a Kralupech nad Vltavou, společnost Paramo v Pardubicích, neratovická společnost Spolana, otrokovicská společnost REMAQ a dvě výzkumná centra v Litvínově a Brně. Součástí Unipetrolu je i síť čerpacích stanic ORLEN Benzina v Česku a síť ORLEN na Slovensku a v Maďarsku. V roce 2005 se ORLEN Unipetrol stal součástí skupiny ORLEN, která je největší multienergetickou společností ve střední Evropě. ORLEN Unipetrol zaměstnává téměř 6 000 lidí a je aktivní v oblasti společenské odpovědnosti. Svou pozornost věnuje iniciativám zaměřeným na kultivaci a podporu udržitelného rozvoje, vzdělávání, místních komunit a životního prostředí.

Aprílový klub

Zase jsou Češi pozadu

S potěšením jsem zjistil, že uchazeči o grant na Slovensku vyplňují do grantové žádosti počet hodin za rok, které plánují grantu investovat. A jak by řekl velitel roty, nadporučík Mazurek: „A tak je to dobře a tak to ma byť.“ K takovému výdobytku jsme se zatím nepropracovali, neboť naši čilí byrokraté jsou zahlceni nanejvýš užitečnými myšlenkami jako snem o případném odevzdávání laboratorních deníků k prokázání toho, že si řešitelé výsledky

grantového projektu nevymysleli úplně (aby měl Felix Edmundovič radost) a podobnými užitečnými věcmi.

Předpokládám, že se o strávených hodinách vede pečlivá evidence, která se podle řádného spisového předpisu nejméně 25 let schovává a poté se bez pardonu komisionálně zahodí. Mučí mne však otázka, bude-li badatel vsedě na záchodě přemýšlet o grantovém projektu, zda může takto strávený čas započítat do plnění úkolů grantu plně, nebo jenom z části; přece jenom šlo o aktivitu „dvojího využití“.

Pavel Drašar

Členská oznámení a služby

Docenti jmenovaní od 26. 11. 2022 do 1. 6. 2023

Staženo ze stránek Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy
<http://www.msmt.cz/vzdelavani/vysoke-skolstvi/habilitacni-rizeni>

doc. Ing. et Ing. Anna Adámková, Ph.D.
 pro obor Technologie potravin

doc. dr. Pawel Bernard
 pro obor Didaktika chemie

doc. Ing. Petr Čermák, Ph.D.
 pro obor Materiálové inženýrství dřeva

doc. Ing. Ctirad Červinka, Ph.D.
 pro obor Fyzikální chemie

doc. Mgr. Pavel Dvořák, Ph.D.
 pro obor Molekulární biologie a genetica

doc. Ing. Vojtěch Enev, Ph.D.
pro obor Fyzikální chemie

doc. Mgr. Zdeněk Farka, Ph.D.
pro obor Biochemie

doc. RNDr. Radovan Fišer, Ph.D.
pro obor Genetika, molekulární biologie a virologie

doc. Mgr. Jana Franková, Ph.D.
pro obor Lékařská chemie a biochemie

doc. RNDr. Radim Havelek, Ph.D.
pro obor Lékařská chemie a biochemie

doc. Ing. Jan Honzík, Ph.D.
pro obor Povrchové inženýrství

doc. Ing. Jaroslav Hubáček, CSc., DSc.
pro obor Lékařská biologie a genetika

doc. RNDr. Jindřich Chmelař, Ph.D.
pro obor Molekulární a buněčná biologie a genetika

doc. Ing. Pavel Izák, Ph.D., DSc.
pro obor Fyzikální chemie

doc. Ing. Milan Jakubek, Ph.D.
pro obor Lékařská chemie a biochemie

doc. Ing. Štěpán Kment, Ph.D.
pro obor Materiálové vědy a inženýrství

doc. RNDr. Michal Kolář, Ph.D.
pro obor Fyzikální chemie

doc. Ing. Ivana Kroupová, Ph.D.
pro obor Metalurgická technologie

doc. RNDr. Jiří Míšek, Ph.D.
pro obor Organická chemie

doc. RNDr. Alena Panicucci Zíková, Ph.D.
pro obor Molekulární a buněčná biologie a genetika

doc. Mgr. Aleš Pečinka, Ph.D.
pro obor Molekulární a buněčná biologie

doc. Ing. Václav Pouchlý, Ph.D.
pro obor Materiálové vědy a inženýrství

doc. Ing. Filip Průša, Ph.D.
pro obor Metalurgie

doc. Ing. Michal Rouchal, Ph.D.
pro obor Technologie makromolekulárních látek

doc. Ing. Petr Sedláček, Ph.D.
pro obor Fyzikální chemie

doc. Mariya Shamzhy, Ph.D.
pro obor Fyzikální chemie

doc. RNDr. Radek Šachl, Ph.D.
pro obor Fyzikální chemie

doc. Ing. Jiří Trejbal, Ph.D.
pro obor Organická technologie

Profesoři jmenovaní s účinností od 21. 6. 2023

Staženo ze stránek Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy
<http://www.msmt.cz/vzdelavani/vysoke-skolstvi/rizeni-ke-jmenovani-profesorem>

prof. Ing. Petra Bajerová, Ph.D.
pro obor Technologie potravin
na návrh Vědecké rady UTB Zlín

prof. RNDr. Petr Barták, Ph.D.
pro obor Analytická chemie
na návrh Vědecké rady Univerzity Palackého v Olomouci

prof. Ing. Bc. Karel Dušek, Ph.D.
pro obor Materiály a technologie pro elektrotechniku
na návrh Vědecké rady ČVUT Praha

prof. Mgr. Martin Hrubý, Ph.D.
pro obor Makromolekulární chemie
na návrh Vědecké rady Univerzity Karlovy

prof. Ing. Ondřej Jankovský, Ph.D.
pro obor Anorganická chemie
na návrh Vědecké rady VŠCHT Praha

prof. Ing. Pavel Kočovský, CSc.
pro obor Organická chemie
na návrh Vědecké rady Univerzity Karlovy

prof. Ing. Jozef Krajčovič, Ph.D.
pro obor Chemie, technologie a vlastnosti materiálů
na návrh Vědecké rady Vysokého učení technického
v Brně

prof. Ing. Petr Krtil, CSc.
pro obor Anorganická technologie
na návrh Vědecké rady VŠCHT Praha

prof. RNDr. Pavel Matějčík, Ph.D.
pro obor Makromolekulární chemie
na návrh Vědecké rady Univerzity Karlovy

prof. B. Tech. Rajesh Kumar Mishra, Ph.D.
pro obor Technika a technologie zpracování zemědělských materiálů a produktů
na návrh Vědecké rady ČZU Praha

prof. Mgr. Aleš Mráček, Ph.D.
pro obor Výrobní a materiálové inženýrství
na návrh Vědecké rady ČVUT Praha

prof. Dr. Virginie Nazabal
pro obor Chemie a technologie anorganických materiálů
na návrh Vědecké rady Univerzity Pardubice

prof. Ing. Michal Sedlačík, Ph.D.
pro obor Povrchové inženýrství
na návrh Vědecké rady Univerzity Pardubice

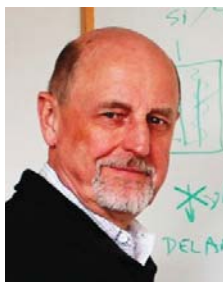
prof. Dr. RNDr. David Sýkora
pro obor Analytická chemie
na návrh Vědecké rady VŠCHT Praha

prof. Ing. Marek Večeř, Ph.D.
pro obor Konstrukční a procesní inženýrství
na návrh Vědecké rady Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava

prof. Mgr. Radek Vodička, Ph.D.
pro obor Lékařská genetika
na návrh Vědecké rady Univerzity Palackého v Olomouci

prof. MUDr. Helena Žemličková, Ph.D.
pro obor Lékařská imunologie a mikrobiologie
na návrh Vědecké rady Univerzity Karlovy

Osobní zprávy



Profesor František Švec osmdesátníkem

Není to tak dávno, co jsem v roce 2018 podrobně popsal životní osudy Františka Švece na stránkách Chemických listů¹ u příležitosti jeho pětasedmdesátin. Posledních pět let uplynulo jako voda a mezitím se Františkova americká životní kapitola uzavřela v roce 2022 definitivním přestěhováním z kalifornského Berkeley do Hřebče u Kladna. A tak v letošním roce prof. Švec oslaví svoje osmdesátiny doma, v Čechách. V USA strávil celkem 30 let. Na Českou republiku však nikdy nezapomněl a s její chemickou komunitou udržoval těsné vazby, které vyvrcholily v roce 2017, kdy získal honosně ale správně nazývanou pozici klíčového zahraničního vědeckého pracovníka na Farmaceutické fakultě UK v Hradci Králové. Tuto pozici zastává i v současnosti a z Hřebče do Hradce Králové pravidelně dojíždí. Postupně navazuje i na svoje další, dávné české aktivity. Opět se zúčastňuje redakčních kruhů časopisu Chemické listy, je zván na svoje mateřská pracoviště – Ústav polymerů VŠCHT Praha a Ústav makromolekulární chemie AV ČR, pravidelně přednáší na odborných seminářích Katedry analytické chemie PřF UK. František Švec je čtvrtým, nejcitovanějším vědcem v ČR v rámci všech oborů a jeho H-index je ~ 90. Výčet jeho publikací, vědeckých úspěchů, prestižních ocenění, medailí atd. je impozantní, ale o tom se lze dočíst jinde². Zde bych chtěl především vyzdvihnout Františkovy osobní vlastnosti – životní optimismus, kamarádství, smysl pro humor a spolehlivost. A tak Františku, zdvímám pomyslnou číši, abych

připil na Tvoje jubileum s přáním všeho dobrého do let příštích...

Bohumil Kratochvíl

LITERATURA

1. Kratochvíl B.: Chem. Listy 112, 480 (2018).
2. <https://portal.faf.cuni.cz/Profile/Svec-Frantisek/>, staženo 23. 3. 2023.

Přestože je František vzděláním, zaměřením i srdcem polymerní chemik, nedá mi příčinu k výše uvedeným řádkům pár slov týkajících se zcela mimořádného dopadu jeho průkopnických prací v oblasti monolitních separačních materiálů do oblasti analytické chemie. Z analytického hlediska je z mého pohledu obdivuhodný jak tento dopad, tak i způsob, kterým o něm dokáže František informovat naši i světovou analytickou komunitu. Tím se stává nejen špičkovým učitelem v oblasti moderních separačních metod, ale i jejich neméně nadšeným propagátorem. A právě kvalitní propagace v jakékoliv chemické oblasti nám v poslední době velmi chybí a v tomto směru se můžeme od Františka učit. Já osobně ho obdivuji nejenom proto, jak se dokázal prosadit v náročné konkurenci špičkových amerických univerzit, ale hlavně pro to, že mu zůstal krásný vztah k mateřské zemi, k českému chemickému jazyku a české chemii vůbec. Znáám Františka osobně již více než 35 let a po celou tuto dobu příkladně reprezentoval českou chemii na mezinárodním fóru, vždy ochotně a úspěšně pomáhal při rozvíjení spolupráce českých chemiků s významnými institucemi, kde pracoval či které reprezentoval. Zvláště bych chtěl zdůraznit jeho všestrannou podporu mezinárodním aktivitám České společnosti chemické, zejména v oblasti analy-

tické chemie, a jeho aktivní práci v časopise Chemické listy i v době, kdy se řada kolegů vyhýbá publikaci v českém jazyce a jeho kultivování a udržování. Naštěstí se František řídí i v této oblasti zdravým rozumem a nikoliv ne vždy zcela logickými scientometrickými Q kritérii. Při svých nesporných kvalitách se na ně nemusí tolik ohlížet, což je jistě ku prospěchu naší chemie. Takže přeji i touto cestou Františkovi, aby mu zdraví i zdravý rozum vydržely co nejdéle a mohli jsme se ještě dlouho těšit z jeho myšlenek a nápadů.

Jiří Barek

Jubileum prof. Karla Melzocha

V červnu se dožívá 65 let bývalý rektor Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, prof. Karel Melzoch. Svou profesní dráhu pravděpodobně započal už na Střední průmyslové škole potravinářské technologie se zaměřením na kvasnou technologii a zejména na pivovarství. Shodou okolností jsme se zde setkali poprvé a naše cesty v následujících letech byly velmi podobné. V té době poskytovala uvedená střední škola velmi kvalitní přírodovědné a technické vzdělání včetně praktické výuky v řadě průmyslových podniků, zejména pivovarů. *De facto* jedinou možností dalšího studia byla Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Zde Karel pokračoval na Katedře kvasné chemie a bioinženýrství, která byla v pozdějších letech přejmenována na Ústav biotechnologie. Často společně s ním vzpomínám na dobu studií, kdy bylo nezbytné pochopit vzájemné vztahy biologických a technických procesů a toto vše využívat v rámci intenzivní experimentální práce na katedře ať už v roli pomocných vědeckých sil, či při řešení diplomových prací. Nicméně jsme se stali součástí skvělého kolektivu studentů a pedagogů. V doktorské práci se Karel zaměřil na vývoj biokatalyzátoru pro produkci ethanolu v imobilizovaných systémech. Problematice spojené s produkcí, izolací i různými podobami využití ethanolu se pak věnoval a věnuje po celou dobu vědecké kariéry. Jeho hluboký vztah k VŠCHT Praha se projevil v průběhu let ochotou podílet se na jejím řízení na různých úrovních. Na Fakultě potravinářské a biochemické technologie působil ve funkcích proděkana, přijal funkci vedoucího Ústavu kvasné chemie a bioinženýrství a následně byl zvolen děkanem této fakulty. Postupně se stal významnou osobností školy jak uvnitř, tak navenek, což vyústilo ve zvolení rektorem ve dvou funkčních obdobích. VŠCHT Praha úspěšně vedl do konce roku 2019. Odchod z této funkce se však nijak výrazněji neprojevil v jeho pracovní aktivitě. Jak vyplývá z jeho naturelu, odpočívat příliš neumí a je stále významnou osobností ve škole. Pedagogické činnosti se nevzdal ani v době, kdy zastával funkci rektora, a přednášení předmětů zaměřených na biotechnologie a bioinženýrství se nyní věnuje s o to větší intenzitou. Těsný vztah k pedagogice byl i jeden z důvodů, proč se rozhodl v současném období přijmout funkci proděkana pro pedagogiku na své Fakultě potravinářské a biochemické technologie. Tak, jak je na VŠCHT Praha zvykem, k pedagogické práci patří neoddě-

litelně činnost výzkumná, které se rovněž v předchozí funkci zcela nevzdal a věnoval se jí v těsné spolupráci se svými doktorandy. V současnosti je kromě jiných vědeckých aktivit koordinátorem Národního centra kompetence úzce zaměřeného na biotechnologické procesy. Svě předchozí zkušenosti výborně zúročuje jako člen vědeckých a správních rad různých vědeckých a průmyslových institucí, čímž výborně prezentuje svoji *alma mater* na venek. Po návratu na svůj mateřský Ústav biotechnologie jsme si uvědomili, jak moc nám vlastně chyběl jeho osobitý humor, lidský přístup a celkový nadhled.

Ve svém osobním životě, pro který získal v současnosti přeci jenom větší prostor, se plně věnuje své rodině. Sem patří i neodmyslitelní zvířecí členové v podobě dvou psů a kocoura. I v práci ho občas doprovází majestátní bílý pudl královský, což je příjemným zpestřením a oživením v našich laboratořích a pracovnách. Velkou Karlovou zálibou je cestování, v posledních letech spojené s potápěním.

Jan Masák

K významnému životnímu jubileu prof. Jiřího Ludvíka

Zní to až neuvěřitelně, že je to už 17 let od okamžiku, kdy jsem jako středoškolák měl tu čest poznat prof. RNDr. Jiřího Ludvíka, CSc., kdy jsem pod jeho vedením nastoupil tehdy jako středoškolský stážista na Ústav fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského AV ČR v rámci projektu Otevřená věda. Věnovali jsme se tenkrát mechanismům elektrochemické redukce aromatických nitrosloúčenin v aprotickém prostředí. Od začátku můj zájem o poznání v chemii všemožně podporoval, vedl mě k systematickému způsobu práce a zároveň kritickému pohledu na získané informace. Velice záhy jsem tedy poznal, že prof. Ludvík je nejen mimořádně kvalitní a uznávaný odborník na poli organické elektrochemie, ale především také laskavý a trpělivý učitel, který neváhá vzdát se části svého pohodlí ve prospěch šíření vzdělání či podpory studentů a kolegů při jejich vědecké činnosti. Jeho role v elektrochemické komunitě je nezastupitelná rovněž díky vynikajícím organizačním schopnostem. Konference a jiné akce pořádané pod jeho taktovkou jsou proslulé vřelou pohostinností a rodinnou atmosférou. I proto se řada světových špičkových osobností současné elektrochemie do Česka ráda opakovaně vrací a navazuje zde podnětné spolupráce. Nesmírně inspirativní je jeho neoblomný, ale přitom konstruktivní optimismus, s nímž se mu podařilo nejednou legálně zvítězit nad omezeností byrokracie. Jako *konzervativní rebel* (tak se někdy sám označuje) se projevuje také v odborných záležitostech, kdy se snaží oddělovat nepodstatné od podstatného a získávat tedy nadhled umožňující efektivnější řešení problémů.

Profesor Jiří Ludvík se narodil 17. dubna 1953 v Praze. V roce 1977 dostudoval chemii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a začal svou kariéru na Akademii věd, kde o osm let později obdržel kandidátský titul za



přínos v oblasti fyzikální chemie a elektrochemie. V roce 1990 se stal vedoucím Odborné skupiny molekulární elektrochemie, rozšířené v roce 2017 o katalýzu, na jejímž chodu a směřování se podílí dodnes. Od roku 1990 se datují jeho přednášky z elektrochemie na Vysoké škole chemicko-technologické, kde se v roce 2005 habilitoval a na které v roce 2013 obhájil profesuru v oboru Fyzikální chemie. Na rozdíl od stereotypů známých z učebnic, kdy se elektrochemie kategorizuje buď jako součást fyzikální chemie, nebo analytické chemie, Jirka zavádí zcela odlišné a moderní pojetí této disciplíny, která se nachází v průsečíku všech chemických oborů a jež nabízí jedinečný experimentální vhléd do jinak obtížně přístupných souvislostí mezi elektronovou strukturou a vlastnostmi molekul. Kromě korelace experimentu s teorií patří mezi Jirkovy stěžejní zájmy též spojení elektrochemie s fotochemií, kde se zasloužil o rozvoj v oblasti elektrochemicky generované luminiscence. Mezi jeho nejoblíbenější metody patří voltametrie na rtuťových elektrodách a zejména klasická polarografie, která je díky atomicky hladkému obnovovanému elektrodovému povrchu a širokému rozsahu dostupných potenciálů skvělým nástrojem pro studium redukčních mechanismů látek ve vodě i nevodném prostředí. Navzdory střídání řady dílčích revolučních směrů v elektrochemii nedávných let (*nano-*, *bio-*, *eko-*...) poplatných především vidině atraktivních, leč složitých cílových aplikací, Jirkova molekulární elektrochemie zůstává pro její univerzální využití stále široce vyhledávanou, a přitom ve světovém kontextu poměrně málo zastoupenou, odnoží moderní elektrochemie.

Právě Jirkův mimořádně vřelý vztah ke studentům a spolupracovníkům je důvodem, proč místo klasické pasové fotografie přikládáme foto kolektivní a informaci, že Jirka je první zprava, považují za lehce nadbytečnou.

Milý Jirko, přejeme Ti k Tvému jubileu zejména pevné zdraví, mnoho radosti, spokojenosti a do příštích let řadu dalších úspěchů.

*Za Tvé studenty, kolegy a přátele
Alan Liška*



Viktor Kanický sedmdesátníkem

V těchto dnech se dožívá tento přední představitel současné české analytické chemie významného životního výročí. Je zajímavé, že jeho osobní život odráží pohnutou historii tohoto státu. Narodil se dne 17. června 1953 v Brně (v době vrcholící „měnové“ reformy, která vyvolala první stávkové hnutí v tehdejším Československu od roku 1948), ve stejný den jako William Crookes (1832–1919, významný anglický fyzik a chemik a jeden ze zakladatelů atomové spektroskopie). Vyrůstal v rodině doc. Ing. Viktora Kanického (1928–2018), významného odborníka na dynamické výpočty materiálů a procesů nejen u nás, ale i ve světě, a tyto exaktní teoreticko-inženýrské znalosti jeho otce formovaly výchovu mladého Viktora. Po absolvování známého brněnského gymnázia na „Elgartce“ se zapsal k pětiletému studiu chemie na PřF UJEP (tehdejší název MU v Brně), které absolvoval v roce 1977 obhajobou diplomové práce zabývající se citlivým spektrofotometrickým stanovením uranu (vedoucí Dr. Josef Havel, pozdější profesor a vedoucí Katedry analytické chemie). V tomto studiu pokračoval v rámci jednorozhodného studijního pobytu na stejné Katedře (RNDr., PřF UJEP). Bohužel z různých, zejména politických, důvodů zde nemohl pokračovat v interním studiu v rámci vědecké aspirantury a přechází v roce 1978 na pozici samostatného vývojového pracovníka do brněnské pobočky Geologického průzkumu Ostrava. Na tomto pracovišti se seznamuje s praktickými problémy geologické a mineralogické analýzy. Později v osmdesátých letech pod dohledem staršího kolegy Dr. Jiřího Tomana vniká do tajů nové analytické techniky, atomové emisní spektroskopie v indukčně-vázaném plazmatu (ICP), která se začíná v té době dynamicky rozvíjet ve světě. To později vedlo k sepsání první české monografie „*Optická emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu a vysokoteplotních plamenech*“ (spoluautoři V. Otruba, L. Sommer, J. Toman), která vyšla v roce 1992 v edici „*Pokroky chemie*“ nakladatelství Academia v Praze. Výzkumné téma týkající se této techniky a jejího využití pro analýzu analytických problémů v různých odvětvích praxe je pak základem pro obhájení kandidátské (CSc., PřF MU Brno) a doktorské (DrSc., FCHT Univerzita Pardubice) práce v letech 1990 a 2001. Po změně politických poměrů Viktor neodolá možnosti rozvíjet svůj pedagogický talent a přechází z místa vedoucího spektrální laboratoře Geologického průzkumu na Katedru chemie Pedagogické fakulty MU jako odborný asistent. Konečně v roce 1994 se znovu vrací na svoji *alma mater*, Katedru analytické chemie PřF MU, kde se v roce 1995 habilituje jako docent a v roce 2003 je jmenován profesorem pro obor Analytická chemie.

V roce 1997 spolu s profesorem Vítězslavem Otrubou zakládá Laboratoř plazmových zdrojů pro chemickou analýzu v rámci projektu MŠMT „Posílení výzkumu na

VŠ“, kterou vede od roku 2004 pod názvem Laboratoř atomové spektrochemie (LAS), kde pak se svými spolupracovníky a studenty rozvíjí nová výzkumná zaměření atomové spektroskopie: ICP optická a hmotnostní spektrometrie, analýza geologických vzorků, prvkové mapování, zobrazování, laserová ablace s plazmovou spektrometrií. Tyto výsledky publikuje v přibližně 190 člancích podle WOS, které jsou citovány více než 2200krát (h-index 25). Byl (spolu)řešitelem kolem 10 projektů (GA ČR, MPO, KONTAKT MŠMT, FRVŠ), taktéž byl jejich posuzovatelem, což vedlo v poslední době k jeho účasti v panelu P206 GA ČR (předseda 2020–2021). Spolupracoval s významnými zahraničními pracovišti (Univerzita Clauda Bernarda v Lyonu – prof. Jean-Michel Mermet, ETH Curych – prof. Detlef Günther). Jeho renomé mezi českými i zahraničními kolegy dokazuje množství zvaných přednášek na zahraničních konferencích nebo členstvím v redakční radě časopisu *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, navíc je kritickým a nesmlouvavým recenzentem článků v mnoha významných analytických časopisech.

Jeho pedagogická činnost je velmi bohatá a zahrnuje základní kurzy analytické chemie pro odborné chemiky i učitele, dále pokročilé přednášky z atomové a molekulové spektroskopie, stejně tak laboratorní cvičení. Vedl kolem 20 diplomových a 10 doktorských prací, kdy mnozí z jeho studentů se později stali jeho spolupracovníky a kolegy jak na VŠ, tak v akademickém i firemním výzkumu. Přednášel na zahraničních univerzitách v Jordánsku (Ammán), Francii (Lyon, Pau), Švýcarsku, Španělsku (Barcelona, La Laguna) a také hostil mnoho svých zahraničních kolegů v LAS.

Viktor jako správný nositel svého jména je velmi čínorodý člověk jak na naší univerzitě, tak i mimo ni. Díky svým organizačním schopnostem byl zvolen několikrát členem akademického senátu (PdF MU 1991–1993, PŘF MU 1996–1999), dvakrát byl vybrán jako proděkan na PŘF MU (2000–2002 organizační záležitosti, ediční činnost a sociální záležitosti studentů; 2010–2017 výzkum, doktorské studium a mezinárodní vztahy). V letech 2005 až 2007 byl vedoucím Katedry analytické chemie, po reorganizaci pak od roku 2007 zástupcem vedoucího Ústavu chemie PŘF MU. Od roku 2019 je Ph.D. ombudsmanem. Je členem oborových rad pro doktorské studium studijního programu Chemie na PŘF MU (2007–2010 předseda), Analytická chemie (UP Olomouc), Environmentální chemie a technologie (UJEP Ústí nad Labem). Podílel se opakovaně na organizaci studentských soutěží (SVOČ, celostátní soutěž o nejlepší diplomovou práci v oboru Analytická chemie – Cena firmy Merck, nyní Cena Karla Štulíka). Je také dlouholetým členem Vědecké rady PŘF MU, stejně jako Rady Ústavu analytické chemie a Ústavu anorganické chemie AV ČR. Také byl členem habilitačních (15) a profesorských (16) komisí, velice často jako předseda.

Je také velmi aktivní ve spolkové činnosti, v České společnosti chemické (člen/místopředseda výboru odborné skupiny Analytické chemie), a Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci, kde se stal v roce 2005 předsedou.

Jeho zvolení do této funkce vedlo k zefektivnění práce Spektroskopické společnosti a zintenzivnění spolupráce s dalšími podobně zaměřenými odbornými společnostmi z Visegrádského regionu (Slovensko, Polsko, Maďarsko), což pak po vzájemné domluvě umožnilo úspěšně pořádat společné Spektroskopické konference v dvouletém cyklu. Tato spolupráce byla zhodnocena kolegy ze zahraničí udělením Törökovy medaile Maďarska (2017) a čestného členství Slovenské spektroskopické společnosti (2016).

Viktor provozuje různé záliby. Rád sportuje (kolo, lyže, zejména sjezdové, plavání, turistika) a cestuje do cizích dalekých divukrásných krajů (tuto zálibu asi získal během svého dlouhodobého pobytu v Egyptu v době svého dospívání, kde jeho otec působil jako expert vyslaný čs. vládou), je gurmánem (to souvisí s jeho dobrou znalostí francouzštiny, kde při cestě do Francie si může objednat různé skvosty francouzské kuchyně) a degustátorem různých nápojů té nejvyšší kvality (od kávy přes víno či whisky). Je také milovníkem historie, kdy hledá své aristokratické kořeny rodiny Kanických, pánů na tvrzi v Čachrově položené v podhůří Šumavy ve 14.–18. století. V současnosti jeho největší „hobby“ je však malá dcera Karolínka a manželka Petra, kdy loni na podzim nám mladším Viktor ukázal, že nikdy není pozdě na vážné životní rozhodnutí....

Milý Viktor, při příležitosti Tvého významného životního jubilea, jménem svým i všech Tvých spolupracovníků, kolegů a studentů, Ti přeji mnoho zdraví a úspěchů v osobním i profesním životě.

Přemysl Lubal



Odešel Ing. Ladislav Novák

Dne 4. 4. 2023 zemřel Ing. Ladislav Novák, který zasvětil chemii většinu svého profesionálního života. Vystudoval Vysokou školu chemicko-technologickou (Fakultu potravinářské a biochemické technologie) a získal zde titul inženýra v roce 1975. Své vědomosti uplatnil nejprve v podniku Pražského masného průmyslu a poté OZO Inspekta.

Od roku 1987 působil jako ředitel pro prodej a marketing (poté i jako generální ředitel) v prvním joint venture v tehdejší ČSSR založeném s dánskou firmou Senetek A/S na výzkum, výrobu, prodej a marketing kolon a sorbentů pro HPLC, biotechnologií a lékařské diagnostiky. Poté prošel několika obchodními společnostmi (Tessek, Tradecontrol a Landia), aby v roce 2003 nastoupil jako ředitel na Svaz chemického průmyslu ČR. Práce pro Svaz byla vyvrcholením jeho profesní kariéry, kde využil všechny své pracovní a životní zkušenosti. Funkci vykonával až do svého odchodu do důchodu. Poté se nadále angažoval v chemickém průmyslu, a to jako konzultant společnosti BASF a předseda řídicího výboru České tech-

nologické platformy pro udržitelnou chemii, kde spolupracoval aktivně i s několika dalšími národními technologickými platformami. I na tomto poli se mu podařilo dosáhnout vynikajících výsledků a pokračovat v aktivní spolupráci se Svazem chemického průmyslu ČR. Jeho působení se výrazně promítlo i do práce a činnosti chemického průmyslu ne pouze na národní, ale i celoevropské a globální bázi. Svou prací a vystupováním si získal uznání a důvěru nejen u státních orgánů, ale i v institucích EU. Snažil se, aby chemický průmysl byl vnímán jako jeden ze základních kamenů národního hospodářství i v prostředí významné regulace a trendů defosilizace. Byl nejen výbor-

ným lídrem a manažerem, ale také byl založením i životní filozofií sportovec, všechna pozitiva, jako je soutěživost, tah na branku a kolektivní práce k dosažení cíle prosazoval i ve své profesní práci. Jeho pracovní nasazení a oddanost byla vždy obdivuhodná a jeho práce byla vždy výsledkem neúnavného úsilí. Jeho přítomnost zde bude nepochybně velmi chybět a jeho památka zůstane navždy v našich srdcích.

*Jménem spolupracovníků a přátel Ing. Ivan Souček –
Svaz chemického průmyslu ČR*

Výročí a jubilea

Jubilanti ve 4. čtvrtletí 2023

Uveřejněno se souhlasem jubilujících.

90

Ing. Miroslav Markvart, (17. 12.), Praha

80

prof. Ing. Jana Dostálová, CSc., (12.12.), VŠCHT Praha

75

prof. RNDr. Pavel Drašar, DSc., (24.12.), VŠCHT Praha

65

doc. Ing. Jiří Brát, CSc., (17.8.), Kmetiněves
prof. Ing. Martin Fusek, CSc., (10.11.), ÚOCHB AV ČR
prof. RNDr. Zdeněk Glatz, CSc., (21.11.), Masarykova
univerzita Brno

60

Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D., (12.11.), Západočeská
univerzita v Plzni

prof. RNDr. Martin Kotora, CSc., (21.11.), PřF UK
Praha

Srdečně blahopřejeme

Zemřelí členové Společnosti

prof. Ing. Pavel Kratochvíl, DrSc., dr. h. c., zemřel
7. dubna 2023.

Čest jeho památce

OBSAH**ÚVODNÍK**

**Národní institut virologie a bakteriologie –
reakce na hrozby dalších pandemií** 393
M. Rumlová a T. Ruml

REFERÁTY

**Zanedbávané aplikace monolitických struktur:
Pokročilé studie tenkovrstvé chromatografie-
hmotnostní spektrometrie** 395
F. Švec

**Současné úspěchy v návrhu zeolitových
katalyzátorů** 407
M. Shamzhy

**Chemická výročí roku 2023 spojená
s Univerzitou Karlovou** 419
R. Chalupa a K. Nesměrák

PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

**Vývoj chytrých potenciometrických senzorů
potažených vrstvami odolnými biopasivaci
pro detekci raného stádia zánětlivých procesů
kolem kloubních náhrad** 425
I. Ivanko, E. Tomšík a M. Hrubý

**Štúdium vybraných parametrov analytických
metód na kontrolu kontaminácie propolisovej
tinktúry** 433
J. Hrouzek, N. Grigová, T. Pócsová, A. Szarka
a S. Hrouzková

VÝUKA CHEMIE

**Tipy a rady při sestavování testových úloh
z chemie** 438
M. Teplá a M. Šrámek

CONTENTS**EDITORIAL**

**National Institute of Virology and Bacteriology –
a Reaction to Threats of Future Pandemics** 393
M. Rumlová and T. Ruml

REVIEW ARTICLES

**Neglected Applications of Monolithic Structures:
Advanced Thin Layer Chromatography-Mass
Spectrometry Approaches** 395
F. Švec

**Recent Achievements in Designing Zeolite
Catalysts** 407
M. Shamzhy

**Chemical Anniversaries of 2023 Associated
with Charles University** 419
R. Chalupa and K. Nesměrák

ORIGINAL AND METHODOLOGICAL PAPERS

**Development of Smart Potentiometric Sensors
Covered with Non-biofouling Layer for Detection
of Early Stages of Inflammatory Processes
Around Joint Replacements** 425
I. Ivanko, E. Tomšík, and M. Hrubý

**Study of Selected Parameters of Analytical
Methods to Control the Contamination
of Propolis Tincture** 433
J. Hrouzek, N. Grigová, T. Pócsová, A. Szarka,
and S. Hrouzková

EDUCATION IN CHEMISTRY

**Tips and Recommendations for Creating Tests
in Chemistry** 438
M. Teplá and M. Šrámek

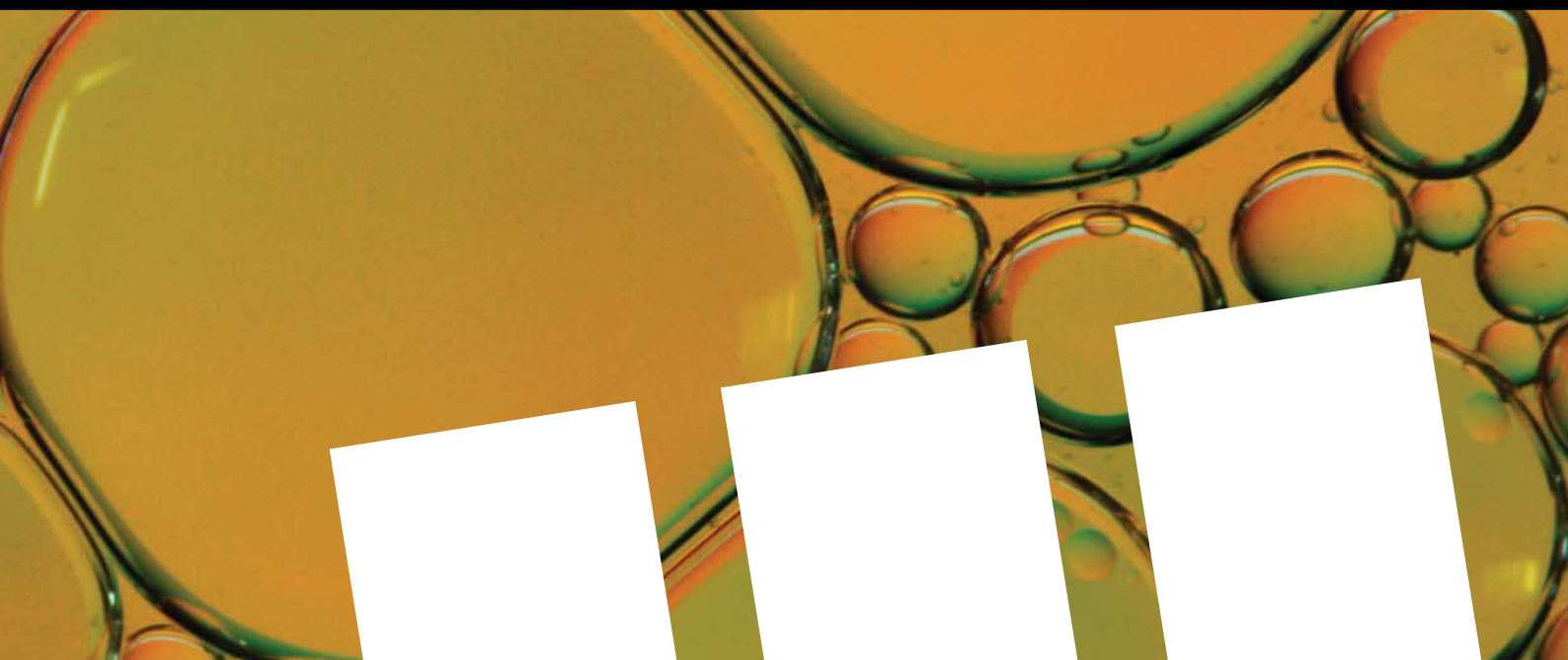
BULLETIN ČESKÝCH CHEMICKÝCH SPOLEČNOSTÍ

BULLETIN OF THE CZECH CHEMICAL SOCIETIES

Studium skleníkového jevu již před 200 roky Z. Slanina	447	Studies of the Greenhouse Effect already 200 Years Ago Z. Slanina	447
Neumann Karel Augustin, první profesor chemie a chemické technologie na pražské polytechnice P. Drašar	448	Karel Augustin Neumann, the First Professor of Chemistry and Chemical Technology at the Prague Polytechnic P. Drašar	448
Jediný předseda společnosti pro průmysl chemický v Království českém 1893–1907 P. Drašar	451	The Only Chairman of the Society for the Chemical Industry in the Kingdom of Bohemia 1893–1907 P. Drašar	451
K historii objevu neviditelných paprsků X. Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923), Ivan Puluj (1845–1918) I. Kraus	454	On the History of the Discovery of X-rays. Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923), Ivan Puluj (1845–1918) I. Kraus	454
Ohlédnutí za mezinárodním dnem žen a dívek ve vědě A. Týčová a M. Killinger	460	A Look Back at International Day of Ladies in Science A. Týčová and M. Killinger	460
Ze života chemických společností	463	From the Chemical Societies	463
Odborná setkání	466	Meetings and Conferences	466
Akce v ČR a v zahraničí	467	Meetings Calendar	467
Recenze	468	Book Reviews	468
Evropský koutek	472	European Column	472
Zákony, které ovlivní život chemiků	474	Laws that could Influence Life of Chemists	474
Zprávy	475	News	475
Aprílový klub	476	Club of Jokes	476
Členská oznámení a služby	476	Member Services and Announcements	476
Osobní zprávy	478	Personal News	478
Výročí a jubilea	482	Anniversaries and Jubilees	482

CHEMICKÉ LISTY • ročník/volume 117 (2023), čís./no. 7 • LISTY CHEMICKÉ, roč./vol. 147, ČASOPIS PRO PRŮMYSL CHEMICKÝ, roč./vol. 133 • ISSN 0009-2770, ISSN 1213-7103 (e-verze) • evidenční číslo MK ČR E 321 • Vydává Česká společnost chemická jako časopis Asociace českých chemických společností ve spolupráci s VŠCHT Praha, s ČSPCH a ÚOCHB AV ČR za finanční podpory Rady vědeckých společností ČR, Akademie věd ČR, Nadace Český literární fond a kolektivních členů ČSCH • IČO 444715 • Published by the Czech Chemical Society • VEDOUČÍ REDAKTOR/EDITOR-IN-CHIEF: V. Vyskočil • REDAKTORI/EDITORS: J. Barek, E. Benešová, P. Drašar, P. Holý, P. Chuchvalec, M. Jurásek, Z. Kolská, B. Kratochvíl, J. Masák, J. Podešva, P. Šmejkal; Bulletin: P. Drašar; Webové stránky: R. Liboska, V. Vyskočil • ZAHRAŇIČNÍ A OBLASTNÍ REDAKTORI/FOREIGN AND REGIONAL EDITORS: F. Švec (USA, ČR) • TECHNICKÁ REDAKTORKA/EDITORIAL ASSISTANT: R. Rápková • REDAKČNÍ RADA/ADVISORY BOARD: K. Bláha, L. Červený, E. Dibuszová, L. Grubhoffer, J. Hanika, Z. Havlas, M. Hof, Z. Hostomský, J. Káš, M. Koman, P. Konvalinka, J. Kotek, J. Koubek, J. Málek, P. Matějka, K. Melzoch, V. Pačes, M. Pospíšil, V. Růžička, P. Slaviček, I. Stibor, J. Zima, T. Zima • ADRESA PRO ZASÍLÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ/MANUSCRIPTS IN CZECH, SLOVAK OR ENGLISH CAN BE SENT TO: Chemické listy, Novotného Lávka 5, 116 68 Praha 1; tel./phone +420 221 082 370, e-mail: chem.listy@csvts.cz • INFORMACE O PŘEDPLATNÉM, OBJEDNÁVKY, PRODEJ JEDNOTLIVÝCH ČÍSEL A INZERCE/INFORMATION ADS: Sekretariát ČSCH, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1; tel. +420 221 082 383, e-mail: chem.spol@csvts.cz, chem.ekonom@csvts.cz • PLNÁ VERZE NA INTERNETU/FULL VERSION ON URL: <http://www.chemicke-listy.cz> • TISK: TG TISK s.r.o., 5. května 1010, 563 01 Lanškroun • SAZBA, ZLOM: ČSCH, Chemické listy • Copyright © 2023 Chemické listy/Česká společnost chemická • Cena výtisku 180 Kč, roční plné předplatné 2023 (12 čísel) 1810 Kč, individuální členské předplatné pro členy ČSCH 900 Kč. Roční předplatné ve Slovenské republice 96 EUR (doručování via SCHS), individuální členské předplatné pro členy ČSCH 73 EUR (doručování via SCHS), 96 EUR + poštovné (individuální doručování), ceny jsou uvedeny včetně DPH • DISTRIBUTION ABROAD: KUBON & SAGNER, POB 34 01 08, D-80328 Munich, FRG • This journal has been registered with the Copyright Clearance Center, 2322 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA, where the consent and conditions can be obtained for copying the articles for personal or internal use • Pokyny pro autory najdete na <http://www.chemicke-listy.cz>, zkratky časopisů podle Chemical Abstract Service Source Index (viz <http://cassi.cas.org/search.jsp>) • Chemické listy obsahující Bulletin jsou zasílány zdarma všem individuálním a kolektivním členům ČSCH a ČSPCH v ČR i zahraničí, do všech relevantních knihoven v ČR a významným představitelům české chemie a chemického průmyslu; v rámci dohod o spolupráci i členům dalších odborných společností • Molekulární námět na obálce: V. Spiwok • Dáno do tisku 27.6.2023.

What if your Chemistry research received 2x the citations and 3x the amount of downloads?



The benefits for you as an author publishing open access are clear: Articles published open access have wider readership and are cited more often than comparable subscription-based articles.

Submit your paper today.



Metrohm demonstrační laboratoř na Univerzitě Karlově



SU X ESS

Přepisuje nejlepší výsledky ve své třídě

Nový IRXross je FTIR střední třídy, který dosahuje výsledků o třídy lepších přístrojů. Napříč širokému spektru vzorků dosahuje vysoké rychlosti a rozlišení měření, což zajišťuje vysokou kvalitu při udržení nízké ceny analýz. Integrovaný operační systém zajišťuje jednoduché ovládání přístroje. Užitím příslušenství je možné ušetřit až 90% energie v pohotovostnímu režimu.

Špičková citlivost ve své třídě s poměrem S/N 55 000:1.

Vysokorychlostní měření 20krát za sekundu s volitelným softwarem pro rychlé skenování.

Rychlé spuštění a snadná navigace pomocí softwaru IRPilot™.



**ANALYTICAL
INTELLIGENCE**



The future of drug delivery

Ready-to-use preformulated lyophilized liposomes

Liposomes are one of the most common drug delivery carriers for small molecules and nucleic acid therapeutics.

We offer preformulated liposomes with various types of lipids and wide range of zeta potentials and different properties, including:

- Cationic liposomes
- Natural liposomes
- PEGylated liposomes

Upon hydration, these liposomes are ready to use for your drug delivery research needs.

For a complete list of preformulated lyophilized liposomes visit:

SigmaAldrich.com/liposomes

