

SPEKTROSKOPICKÁ SPOLEČNOST JANA MARKA MARCI



Thermo
SCIENTIFIC



Generálním sponzorem Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci je firma ThermoFisher Scientific s.r.o. spolu s partnery Pragolab s.r.o. a Nicolet CZ s.r.o.

BULLETIN
SPEKTROSKOPICKÉ SPOLEČNOSTI
JANA MARKA MARCI

Číslo 158

únor 2013

<http://www.spektroskopie.cz>
e-mail sekretariátu: immss@spektroskopie.cz
telefonní číslo sekretariátu: 722 554 326

P.F. 2013

Redakční rada Bulletinu přeje všem členům Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci do nového roku hodně štěstí, zdraví a úspěchů v práci i v osobním životě. Předem děkujeme za Vaše příspěvky a upozornění na zajímavé akce u nás i v zahraničí.

93. schůze hlavního výboru Společnosti

Dne 14. prosince 2012 se konala schůze hlavního výboru naší Společnosti, z jejíhož programu uvádíme hlavní body:

- zpráva o hospodaření za rok 2012 a plán na rok 2013
- zpráva o činnosti redakční rady Bulletinu
- odborná činnost v r. 2012:
 - kurz Měření vibračních spekter 16.-20. 1. 2012, VŠCHT, Praha 6, Technická 5 (30 účastníků)
 - kurz Interpretace vibračních spekter 23.-27. 1. 2012, VŠCHT, Praha 6, Technická 5 (40 účastníků)
 - Škola CG/MS (ve spolupráci s firmou Pragolab), 3.-5. 4. 2012, Praha
 - 27. konference NMR, 22.-25. 4. 2012, Valtice (91 účastníků)

- kurz Laserové ablace 2012, 28.-31. 5. 2012, Praha (40 účastníků)
 - seminář Rentgenfluorescenční spektrometrie, 26.-28. 6. 2012, Pardubice
 - seminář Radioanalytické metody IAA 12, 29.-30. 6. 2012, Praha
 - 13. ročník Školy hmotnostní spektrometrie, 2.-7. 9. 2012, hotel Srní na Šumavě (229 účastníků)
 - 22. mezinárodní konference molekulové spektroskopie vysokého rozlišení, 4.-8. 9. 2012, Praha (180 účastníků)
 - Seminář rentgenové mikrotomografie (μ CT), 11.-13. 9. 2012, Brno
 - XX. Slovensko – Česká spektroskopická konference a European symposium on atomic spectrometry ESAS 2012, Tatranská Lomnice.
 - 2. podzimní škola rentgenové mikroanalýzy 22.-25. října 2012, Žďár nad Sázavou
- akce připravované v r. 2013:
- kurz Měření vibračních spekter 21.-25.1. 2013, VŠCHT, Praha 6, Technická 5
 - kurz Interpretace vibračních spekter 28.1.-1. 2. 2013, VŠCHT, Praha 6, Technická 5
 - 28. konference NMR, duben 2013, Valtice
 - Kurz ICP, 27.-30. 5. 2013, Brno, Masarykova univerzita, Univerzitní Kampus Bohunice
 - Seminář Speciační analýza 2013
 - Škola molekulové spektrometrie (spektrofotometrie, luminiscenční spektrometrie a chiroptické metody), 12.-14. června 2013, Brno, Masarykova univerzita, Univerzitní Kampus Bohunice
 - Seminář IAA 2013, 26./27. června 2013
 - Seminář k 20. výročí SSJMM, červen 2013, Cikháj
 - 14. ročník Školy hmotnostní spektrometrie, 16.-20. září 2013, Jeseník, Priessnitzovy léčebné lázně
 - Kurz NMR, 24.-26. září 2013
- Informace o průběhu Slovensko-České spektroskopické konference a ESAS v Tatranské Lomnici
- prezentace příspěvků účastníků soutěže mladých spektroskopiků a vyhlášení výsledků.

Zpráva o 2. podzimní škole rtg. mikroanalýzy

Karel Jurek

Ve dnech 22. – 25. 10. 2012 proběhla čtyřdenní škola rtg. mikroanalýzy (EPMA) v hotelu Jehla ve Žďáru nad Sázavou. Školy se zúčastnilo 30 účastníků včetně

dvou kolegů ze Slovenska. Škola navázala na Podzimní školu, která se konala v roce 2010. Program školy byl zaměřen převážně na teoretické fyzikální základy interakce rychlých elektronů s hmotou, dále na metody a problémy kvantitativní analýzy nejen objemových vzorků, ale také tenkých vrstev a na základy rtg. spektroskopie a spektrometrie. Program byl rozšířen a doplněn o některé nové poznatky a metody. Teoretické přednášky byly doplněny i praktickými poznatky a zkušenostmi.



Hotel Jehla



Přednáškový sál

Hlavními přednášejícími byli prof. Ondrej Gedeon, Ph.D. z VŠCHT Praha a Mgr. Karel Jurek, CSc. z Fyzikálního ústavu AV ČR. Další přednášky měli Ing. Markéta Jarošová, Ph.D. a RNDr. Jaromír Kopeček, Ph.D. rovněž z Fyzikálního ústavu AV ČR, doc. Vladimír Starý, CSc. ze Strojní fakulty ČVUT Praha, RNDr. Vratislav Peřina, CSc. a RNDr. Vladimír Havránek, Ph.D. z Ústavu jaderné fyziky v Řeži u Prahy. Nechyběl ani zahraniční host, Dr. Mathias Procop z Ústavu pro vědecké přístroje v Berlíně, který přednesl zajímavou přednášku o využití rtg. fluorescence v rastrovacím elektronovém mikroskopu. Kromě analytických

metod byly uvedeny i metody související, a to mapování krystalové orientace pomocí difrakce pružně rozptýlených elektronů (EBSD), dále metody využívající protonových svazků o vysoké energii – rtg. spektroskopii (PIXE) a Rutherfordův zpětný rozptyl (RBS). Vynecháno nebylo ani využití rtg. mikroanalýzy pro vývoj biomateriálů. Přednášky byly doplněny diskuzemi.

Plné znění přednášek obdrželi účastníci na CD.



Prof. Gedeon při přednášce

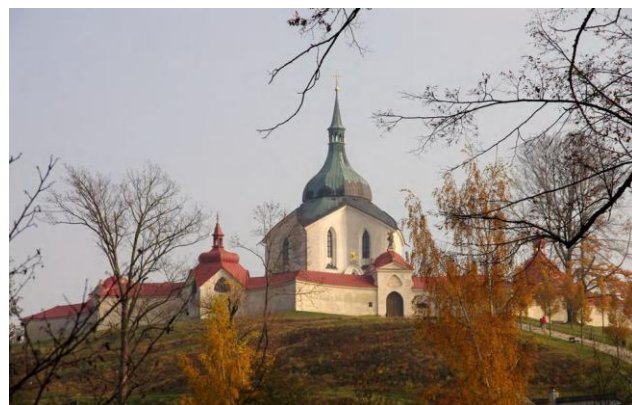


Účastníci 2. podzimní školy rtg. mikroanalýzy

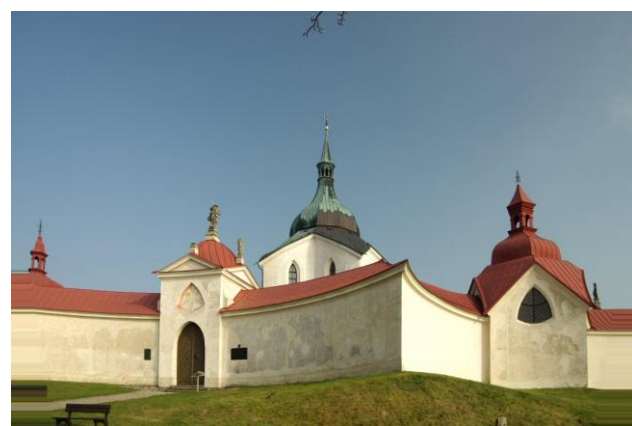
Součástí školy byly i prezentace a přednášky sponzorujících firem na aktuální témata, zejména pokrok v přístrojové technice a nové softwarové možnosti.

Přestože program školy byl velmi obsáhlý, měli účastníci příležitost k vzájemnému poznávání a diskuzím i ke společenskému vyžití.

Nechyběla ani zajímavá exkurze do barokního poutního kostela sv. Jana Nepomuckého na Zelené hoře, postaveného Janem Santinim.



Poutní kostel sv. Jana Nepomuckého na Zelené hoře



Poutní kostel sv. Jana Nepomuckého na Zelené hoře

Soutěž o nejlepší práci mladých autorů v oboru spektroskopie, ročník 2012

Tomáš Matoušek

Součástí prosincové schůze Hlavního výboru Spektroskopické společnosti v kinosále Krčského areálu AV ČR byly jako každoročně prezentace příspěvků Soutěže mladých spektroskopiků. Díky generálnímu sponzorovi, firmě [Thermo Fisher Scientific](#) společně s partnery [Pragolab](#) a [Nicolet CZ](#), se mohlo soutěžit kromě finančního ocenění i o cestovní granty.

Jak se ukazuje už po několik let, dorost české spektroskopie vytváří velmi kvalitní práce. Nejprve se představili čtyři autoři a autorky diplomových prací. První cenu získala práce **Mgr. Tomáše Jandy**, vypracovaná na Katedře chemické fyziky a optiky MFF University Karlovy, věnovaná sledování dynamiky mikroskopických procesů pomocí ultrakrátkých laserových pulsů. Druhou cenu získala **Mgr. Tereza Krchová** z Katedry anorganické chemie PřF University Karlovy za práci testující nové kontrastní látky pro zobrazování magnetickou

rezonanci. Oba zbývající diplomanti pak získali třetí cenu: **Mgr. Jaroslava Kubrová** z Ústavu jaderné fyziky AV ČR, stanovující obsah uranu v plodnicích hub, a **Mgr. Alan Kádek** z Mikrobiologického ústavu AV ČR, který se věnoval proteomické charakterizaci membránových mikrodomén pomocí LC-MALDI MS/MS.

Ještě větší konkurence se sešla v kategorii publikovaných prací a jejich souborů. Zde ze šesti adeptů Hlavní výbor společnosti nejvíce oslovil **Ing. Jakub Kaminský, Ph.D.** z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, který ze svých publikací vybral průkopnickou práci v oblasti teoretických výpočtů spekter Ramanova rozptylu a Ramanovy optické aktivity proteinů. Druhou cenu získal **Ing. Jozef Lengyel** z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, za soubor tří prací popisujících procesy na klastrech vody v molekulových paprscích. Třetí cena připadla **Mgr. Dominiku Hegerovi, Ph.D.** z Ústavu chemie PFF Masarykovy university, za ucelený soubor deseti prací věnovaný studii fotochemických chránících skupin pomocí časově rozlišené spektroskopie. Ceny tak nakonec nezbyly na velmi dobré soubory prací **Mgr. Edyty Tabor, Ph.D.** z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR (Mössbauerova spektroskopie ^{57}Fe), **Mgr. Daniela Rozbeského** z Mikrobiologického ústavu AV ČR (hmotnostní spektroskopie pro zkoumání molekulární architektury buněčných receptorů), ani na **Ing. Marii Kubešovou, Ph.D.** z Ústavu jaderné fyziky AV ČR (neutronová aktivační analýza).

Všem soutěžícím děkujeme za zajímavé presentace vynikajícího výzkumu, vítězům navíc gratulujeme k cenám a finančním odměnám, oceněným v kategorii B přejeme úspěšnou účast na konferencích s podporou cestovních grantů ve výši od 10 do 30 tisíc Kč, a děkujeme recenzentům za posudky soutěžních prací i sponzorům soutěže.

Souhrny oceněných prací přinášíme níže.

Dynamika spinové polarizace v polovodičích

Tomáš Janda, 1. cena v kategorii diplomových prací

V uplynulém půlstoletí jsme byli svědky neustálého zvyšování rychlosti a výpočetní kapacity elektronických zařízení. Tento trend, popsáný známým Mooreovým zákonem, však brzy narazí na fyzikální omezení daná samotnou podstatou současné technologie, kterou je manipulace s elektrickým nábojem. To vědce motivuje ke zkoumání

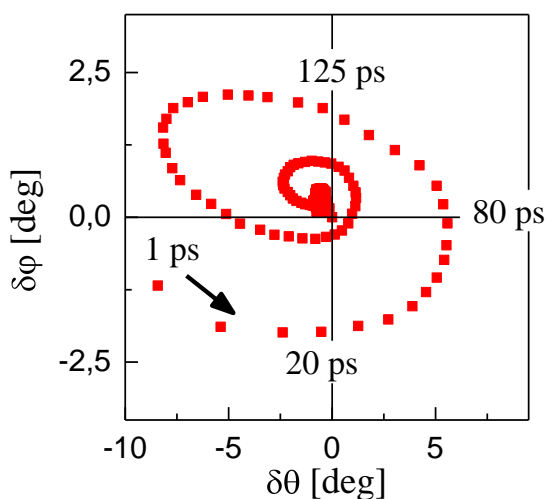
alternativních cest dalšího vývoje elektroniky. Jednou z nich je spintronika, což je vědní obor, jehož cílem je vyvinout zařízení, která budou využívat kromě náboje elektronů také jejich spin.

Rozhodujícím parametrem určujícím výkonnost elektroniky je rychlost, s jakou lze s informací manipulovat, číst ji, transportovat či ukládat. Ve stávajících elektronických zařízeních se pro dlouhodobé ukládání informací používá nejčastěji pevných disků, kde jsou logické „0“ a „1“ zakódovány v orientaci magnetizace. Pro konstrukci záznamových zařízení nové generace je tedy důležité rozumět dynamice magnetizace na krátkých časových škálách (sub-pikosekundové až nanosekundové). Vynikajícím nástrojem pro studium ultrarychlé dynamiky magnetizace je časově rozlišená laserová spektroskopie (konkrétně metoda excitace a sondování), která ve spojení s magnetooptickými jevy umožňuje zkoumat dynamiku magnetizace přímo v časové oblasti s rozlišením až desítek fs.

Po materiálové stránce jsou jedním z velice zajímavých modelových systémů tzv. feromagnetické polovodiče. Jedná se o uměle vytvořené materiály spojující výhody polovodičů (konkrétně snadnou manipulovatelnost elektrických vlastností dopováním nebo vnějším elektrickým polem) a feromagnetických kovů (transport elektronu zde závisí na jeho spinovém stavu). Potenciálně se zde navíc nabízí možnost integrace logických i paměťových funkcí počítače na jediném čipu. Nejintenzivněji studovaným zástupcem této třídy materiálů je $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$, kterým jsme se zabývali i v rámci této diplomové práce.

Ke studiu dynamiky magnetizace vyvolané dopadem femtosekundového laserového pulzu jsme využili novou experimentální metodu vyvinutou na našem pracovišti, která umožňuje kompletně zrekonstruovat trajektorii trojrozměrného pohybu vektoru magnetizace čistě z naměřených dat, bez potřeby numerického modelování [1]. Toho je dosaženo současným využitím dvou magnetooptických jevů – polárního Kerrova jevu (PKE) a magnetického lineárního dichroismu (MLD). Každý z těchto jevů je totiž citlivý na jiný průmět magnetizace a má jinou závislost na polarizaci sondovacího svazku. Díky tomu je možné kombinací magnetooptických signálů změřených pro různé polarizace sondovacího svazku separovat úhlový pohyb magnetizace od změny její velikosti (demagnetizace). K excitaci dynamiky magnetizace jsme používali kruhově polarizované laserové pulzy, což nám umožnilo odlišit různé fyzikální mechanismy, které mohou dynamiku magnetizace vyvolat. Kromě tepelně vyvolané precese magnetizace jsme pozorovali také jevy

Optical Spin Transfer Torque (OSTT) [2] a Optical Spin-Orbit Torque (OSOT) [3], které jsme identifikovali jako první pracoviště na světě. Oba tyto jevy, které mají velice odlišný fyzikální původ (OSTT je spojený s přenosem úhlového momentu hybnosti z kruhově polarizovaných fotonů, zatímco OSOT je důsledek relativistické spin-orbitální interakce v polovodičích), se projevují prudkou změnou směru magnetizace na časové škále jednotek ps a jsou tedy principiálně využitelné pro ultrarychlý magnetooptický záznam informace.



Obr.1 – Precesní pohyb vektoru magnetizace po excitaci silným laserovým pulzem - na škále jednotek ps dochází k vychýlení magnetizace z rovnovážné polohy vlivem jevu OSOT; $\delta\phi$ a $\delta\theta$ popisují vychýlení magnetizace v rovině vzorku a kolmo na ni. Vzorek $Ga_{1-x}Mn_xAs$ s 3% Mn, excitační intenzita $250 \mu J/cm^2$, vnější magnetické pole 20 mT, teplota 16 K.

V rámci této diplomové práce byly zkoumány vzorky GaMnAs s různou koncentrací Mn (1,5 – 14 %) v závislosti na velikosti vnějšího magnetického pole a intenzitě excitačních pulzů. Zjistili jsme, že s rostoucí koncentrací Mn dochází k relativnímu posílení jevu OSTT vůči OSOT, zřejmě v důsledku změny magnetické anizotropie materiálu. Dále jsme pozorovali, že zvýšení excitační intenzity vede k rychlejšímu ztlumení precese magnetizace, nicméně přiložením slabého magnetického pole (~ 10 mT) lze toto tlumení potlačit. Vnější magnetické pole rovněž vede ke zmenšení demagnetizace a zrychlení remagnetizace – magnetické pole tedy stabilizuje feromagnetické uspořádání ve vzorku. Stejný účinek má i rostoucí koncentrace Mn v krystalové mřížce.

Reference:

[1] N. Tesařová a kol.: Direct measurement of the three-dimensional magnetization vector trajectory in

GaMnAs by a magneto-optical pump-and-probe method, Appl. Phys. Lett. 100, 102403 (2012).

[2] P. Němec a kol.: Experimental observation of the optical spin transfer torque, Nature Physics 8, 411-415 (2012).

[3] N. Tesařová a kol.: Experimental observation of the optical spin-orbit torque, zasláno do Nature Photonics, arXiv: 1207.0307.

MRI kontrastní látky využívající přenosu saturace

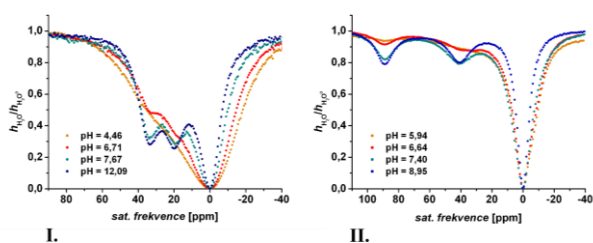
Tereza Krchová, 2. cena v kategorii diplomových prací

Tomografie magnetické rezonance (MRI) je v současné době jednou z nejdůležitějších diagnostických metod klinické medicíny. Velkou výhodou MRI (v porovnání s radiomedicínskými zobrazovacími metodami PET, SPECT nebo CT) je bezesporu fakt, že nevystavuje sledovaný objekt účinkům škodlivého vysoceenergetického ionizujícího záření a poskytuje snímky s vysokým prostorovým rozlišením (pod 1 mm^3). Kromě klasických T_1 a T_2 kontrastních látek jsou v současné době předmětem výzkumu mnoha laboratoří po celém světě tzv. kontrastní látky typu CEST (Chemical Exchange Saturation Transfer), které jsou založeny na přenosu saturace prostřednictvím chemické výměny mezi vyměnitelnými protony vody a dané diamagnetické či paramagnetické látky, a které mají velký potenciál pro rozvoj nových aplikací v MRI. Zobrazování za použití těchto látek je řízeno radiofrekvenčními pulzy, jejichž frekvenci můžeme měnit. Kontrast je pozorovatelný jen v případě, aplikujeme-li radiofrekvenční pulz o specifické frekvenci charakteristické pro daný vyměnitelný proton. Kontrast je tedy možné „zapnout“ a „vypnout“ dle potřeby. Díky vysoké citlivosti efektu (PARA)CEST na okolní podmínky mohou být tyto látky využity například jako teplotní nebo pH sondy, velký potenciál těchto kontrastních látek je také ve sledování osudu značených buněčných kultur po jejich transplantacích.

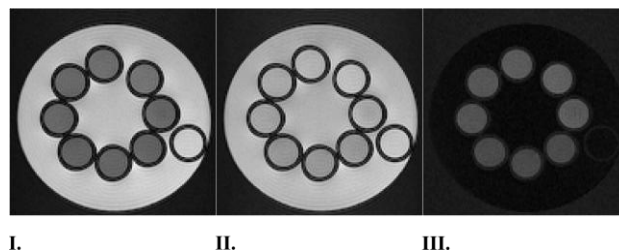
Cílem této diplomové práce byla příprava makrocyclických ligandů odvozených od DO3A a DO2A skeletu s vyměnitelnými protony na koordinujících se aminových skupinách pendantních ramen, které by po komplexaci s vhodnými paramagnetickými ionty mohly sloužit jako výše zmíněné kontrastní látky typu CEST (resp. PARACEST). V rámci práce byly připraveny celkem čtyři ligandy s primárními (H_3L^1 a H_3L^2),

sekundárními (H_3L^1Me) a terciárními aminokupinami (H_3L^2Me) na pendantních ramenech. Z potenciometrických studií konstant stability komplexů ligandů H_3L^1 a H_3L^2 s vybranými ionty kovů bylo zjištěno, že ligand H_3L^1 tvoří s ionty lanthanoidů (konkrétně s ionty Gd^{3+}) stabilní komplexy, které by měly být stálé i za podmínek *in vivo*, proto byly další experimenty zaměřeny na komplexy právě tohoto ligandu.

V rámci experimentální části práce byly dále optimalizovány podmínky a parametry pro měření CEST experimentů. Efekt CEST byl poté studován na komplexech ligandu H_3L^1 s ionty Eu^{3+} a Yb^{3+} ve vodném roztoku v závislosti na pH, teplotě a na intenzitě presaturačního pulzu. Bylo zjištěno, že vyměnitelné protony koordinovaných primárních aminů těchto komplexů jsou v široké oblasti pH v optimálně rychlé (resp. pomalé) chemické výměně s protony vody v roztoku a v Z-spektech (tj. v závislosti relativní intenzity signálu vody na presaturační frekvenci, Obrázek 1) je možné pozorovat jejich CEST-signály; k přenosu saturace tedy dochází. Pro objasnění naměřených dat byla provedena stejná série presaturačních experimentů také s komplexy ligandů H_3L^1Me a H_3L^2Me (strukturně podobné ligandu H_3L^1) s jedním vyměnitelným protonem a bez vyměnitelného protonu pendantního ramene. V rámci této práce byla u komplexů vykazujících největší CEST efekt (tj. u Eu^{3+} a Yb^{3+} komplexů ligandu H_3L^1) studována závislost efektu CEST na pH a koncentraci daného roztoku také pomocí MRI skeneru na pracovišti v IKEM. Vodné roztoky těchto komplexů poskytovaly velmi intenzivní CEST efekt, a to při hodnotách pH odpovídajících fyziologickým podmínkám (Obrázek 2). Komplexy připravených ligandů mají tedy velký potenciál pro další využití a jejich vlastnosti související s požadavky kladenými na kontrastní látky pro MRI budou dále studovány.



Obr. 1: Závislost Z-spekter komplexu I. $Eu-L^1$ a II. $Yb-L^1$ na pH



Obr. 2: CEST obrázky fantomu obsahujícího vodné roztoky komplexu $Eu-L^1$ o různé hodnotě pH. I. T_1 vážený snímek, satfrq = 34 ppm (vzhledem k $\delta_v = 0$ ppm); II. T_1 vážený snímek, satfrq = -34 ppm (vzhledem k $\delta_v = 0$ ppm), III. Rozdílový obrázek získaný odečtením obrázků I. a II.

Obsah uranu v plodnicích velkých hub

Jaroslava Kubrová, 3. cena v kategorii diplomových prací

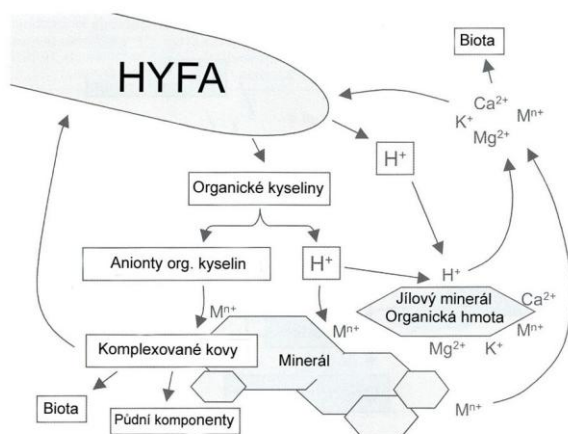
Diplomová práce na téma „Obsah uranu v plodnicích velkých hub“ byla interdisciplinárně zaměřeným projektem zahrnujícím geochemii, mykologii a analytickou chemii. Byla řešena na dvou pracovištích Akademie věd ČR: na Geologickém ústavu a Ústavu jaderné fyziky.

Cílem práce bylo stanovit obsahy uranu (a s ním i Th, Pb a Ag) v plodnicích velkých hub pomocí dvou rozdílných analytických metod: hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem s vysokým rozlišením (HR-ICP-MS) a neutronové aktivační analýzy (INAA). Srovnány měly být výsledky stanovení uranu, přičemž pro posouzení správnosti stanovení byly využity i standardní referenční materiály.

Tyto dvě metody byly použity pro jejich odlišný charakter: nedestruktivní (INAA) a destruktivní (HR-ICP-MS). Bylo využito možnosti analyzovat tentýž vzorek nejprve nedestruktivně a pak destruktivně, což umožnilo optimální srovnání výsledků. Metoda HR-ICP-MS byla stěžejní pro analýzu vzorků plodnic hub a půdních výluhů, metoda INAA, přesněji její epitermální varianta (ENAA), pro analýzu vzorků půdních substrátů. Pro posouzení mobility prvků v půdních substrátech, ze kterých houby pocházely, byla využita sekvenční extrakce BCR.

V posledních letech bylo opakovaně prokázáno, že houby významně zasahují do biogeochemických cyklů celé řady chemických prvků [1,2] a to

především svoji aktivní roli při degradaci organické hmoty a zvětrávacích procesech (Obr. 1), na kterých se podílejí jak biomechanicky (průnikem hyf do neztvěralých minerálů), tak i biochemicky (produkci organických kyselin a enzymů). Konečným důsledkem aktivity hub může být zvýšená mobilita a biodostupnost některých prvků. Velké houby (makromycety) jsou známy pro svou schopnost akumulovat stopové prvky v plodnicích [3].



Obr. 1: Schéma interakce houby a geologického prostředí [1].

Pro účely diplomové práce byly nasbírány desítky vzorků hub na čistých lokalitách s různým geologickým podložím po celé ČR a na lokalitě kontaminované těžbou uranu na Příbramsku, kde byly odebrány i půdní vzorky. Bylo prokázáno, že v případě hub poskytují použité obě metody srovnatelné výsledky.

Analýzou plodnic stejných druhů hub, jaké byly publikovány v časopise Biometals [4] s použitím rentgenfluorescenční analýzy (XRF), byly zjištěny výrazně odlišné výsledky. Autoři této studie [4] naměřili až o tři řády vyšší koncentrace uranu (jednotky ppm) než bylo zjištěno pomocí ICP-MS. XRF je však pro analýzu stopových koncentrací uranu nevhodná metoda.

Pomocí BCR extrakce bylo zjištěno, že uran je v půdě na kontaminované lokalitě nejmobilnějším ze stanovovaných prvků. Přesto jsou však jeho koncentrace v plodnicích hub nízké (max. stovky ppb), a uran tak zřejmě nepředstavuje zdravotní riziko pro konzumenty hub.

Výsledky diplomové práce byly prezentovány formou posteru na mezinárodní geochemické konferenci Goldschmidt 2011 a publikovány v mezinárodním časopise Biometals [5].

Reference:

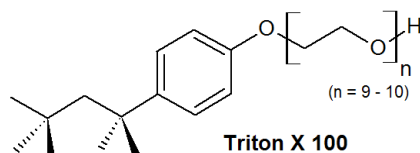
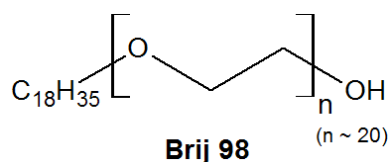
- [1] Gadd G.M. (2004): Mycotransformation of organic and inorganic substrates. *Mycologist* 18 (2): 60-70.
- [2] Gadd G.M. (2007): Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation. *Mycol. Res.* 111, 3-49.
- [3] Borovička J. (2007): Houby a stopové prvky. *Vesmír* 86: 508-511.
- [4] Campos J.A., Tejera N.A., Sánchez C.J. (2009): Substrate role in the accumulation of heavy metals in sporocarps of wild fungi. *Biometals* 22: 835-841.
- [5] Borovička J., Kubrová J., Rohovec J., Řanda Z. Dunn C.E. (2011): Uranium, thorium and rare earth elements in macrofungi: what are the genuine concentrations? *Biometals* 24 (5): 837-845.

Proteomická charakterizace membránových mikrodomén lidských NK buněk.

Alan Kádek, 3. cena v kategorii diplomových prací

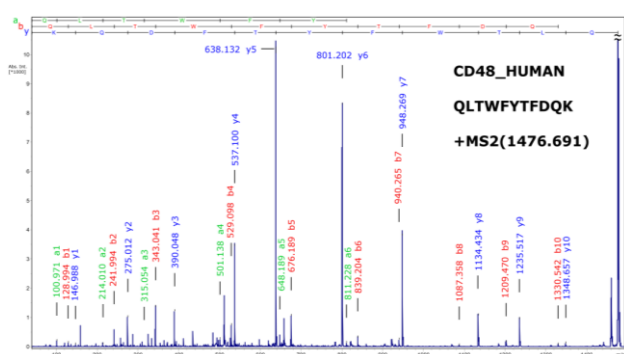
Přirozené zabíječské (NK) buňky jsou důležitou součástí neadaptivního imunitního systému. Uplatňují se zejména v boji proti nádorovým, virově infikovaným či jinak malformovaným buňkám. Plasmatická membrána NK buněk obsahuje obdobně jako u jiných typů buněk oblasti se specifickým lipidovým složením v porovnání s okolní membránou (tzv. membránové mikrodomény či membránové rafty). Mikrodomény jsou díky odlišné lipidové stavbě místem preferenčního výskytu některých imunologicky zajímavých proteinů a hrají roli v procesech buněčné polarizace a signalizace. Charakteristickou vlastností membránových mikrodomén je jejich částečná rezistence vůči solubilizaci mírnými neionogenními detergenty.

V této práci byly v rámci detergentu-rezistentní membránové frakce (DRM) izolovány mikrodomény z lidské buněčné linie NK-92MI a z NK buněk získaných imunomagnetickou separací z periferní krve neleukemických dárců. K izolaci byly využity detergenty Triton X-100 nebo Brij-98 a ultracentrifugace v diskontinuálním sacharosovém gradientu. Proteinové složení izolovaných DRM bylo po jejich digesci trypsinem či bromkyanem v kombinaci s trypsinem a následném odstranění interferujících detergentů ze vzorku analyzováno hmotnostní spektrometrií technikou LC-MALDI-TOF/TOF.



Obr. 1: Neionogenní detergenty Brij-98 a Triton X-100 použité pro extrakci a solubilizaci membránových mikrodomén.

Seznamy proteinů identifikovaných v těchto analýzách vykazují některé zajímavé vlastnosti týkající se proteinového složení DRM za různých podmínek solubilizace – zejména v závislosti na detergentu, který byl použit k izolaci mikrodomén a solubilizaci okolní membrány. Triton X-100 potvrdil svou pověst coby selektivnější detergent při izolaci membránových mikrodomén ve srovnání s Brijem-98. Rozdíly mezi jednotlivými detergenty byly zejména markantní ve vztahu k proteinům funkčně se řadícím do kategorie membránových pump, kanálů a transportérů či proteinů třídy malých G-proteinů, které jsou účastníky kaskád přenášejících signály z membrány do nitra buňky. Z hlediska své známé interakce s biomembránou byly nejvýraznější difference mezi izolacemi pomocí jednotlivých detergentů vysledovány k proteinům vícenásobně procházejícím membránou či u proteinů nesoucích post-translační modifikace prenylového typu.



Obr. 2: Anotované MALDI-PSD-TOF/TOF fragmentační spektrum peptidu pocházejícího z lidského CD48 povrchového leukocytárního antigenu.

Kromě informací o vlivu způsobu izolace membránových mikrodomén a následného zpracování vzorků by seznamy proteinů

identifikovaných v této práci měly najít své uplatnění při výběru kandidátních proteinů pro funkční studie.

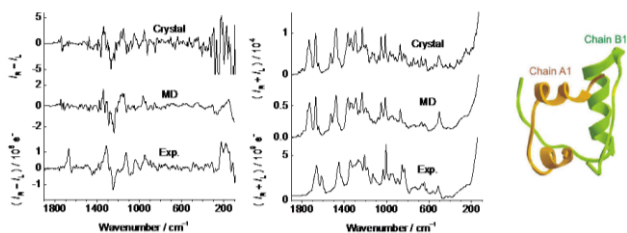
Struktura a dynamika insulinu sledovaná pomocí Ramanovy optické aktivity

Jakub Kaminský, 1. cena v kategorii publikovaných prací

Ramanova optická aktivita (ROA) je mladou chirální technikou, ovšem byla již použita ke studiu mnoha biologicky zajímavých systémů (např. peptidů, proteinů, sacharidů nebo dokonce i virů), neboť citlivě reaguje na změnu struktury a konformace látek. Interpretace spekter založená čistě na experimentální zkušenosti je však náročná a někdy i nemožná. Z toho důvodu je nutné použít metody teoretické chemie, které napomáhají důkladné analýze spekter. Teoretické interpretace, jež jsou založeny na přesných, leč náročných kvantově-chemických výpočtech, jsou však stále obtížným úkolem, zejména pro makromolekuly.

V předkládané práci¹ byla změřena ROA a Ramanova spektra insulinu za různých podmínek a následně pak interpretována pomocí metody „Cartesian Coordinate Tensor Transfer (CCT)“.² Zmíněná metoda rozloží makromolekulu na fragmenty, pro něž je možno simulovat potřebné ROA parametry (silové pole, derivace tensorů polarizovatelnosti ...) na ab initio úrovni, a výsledné spektrum pak složí z těchto fragmentů. CCT poskytla spektra monomeru i dimeru insulinu v takřka ab initio kvalitě a reprodukovala tak velmi dobře experimentálně získaná data. Z toho důvodu bylo možné detailně studovat vazbu mezi spektrem a strukturou proteinu. Součástí analýzy bylo studium příspěvků jednotlivých postranních řetězců na spektrum, či vliv základního skeletu peptidového řetězce. Podobně bylo možno rozluštit specifické „otisky“ sekundární struktury (α -helix, β -sheet, 3_{10} -helix) do Raman/ROA spekter. Vztah strukturální flexibility insulinu a nehomogenního rozšíření spektrálních pásů bylo studováno pomocí kombinace CCT metody a molekulové dynamiky (MD; obr. 1).

Předkládaná práce je příkladem největší molekuly, pro kterou byla ROA spektra simulována a plně interpretována. Ukazuje v podstatě návod jak analyzovat ROA spektra makromolekul. Výrazně tak podpoří využití metod výpočetní chemie ve studiu proteinů.



Obr. 1: Vypočtená ROA (vľavo) a Ramanova (uprostred) spektra monomeru insulínu (pravý panel). Výpočet bol proveden pro krystalovú štruktúru (horné spektrum) a MD štruktúry (prostrední). Experiment je zobrazen na spodnom spektre.

Reference:

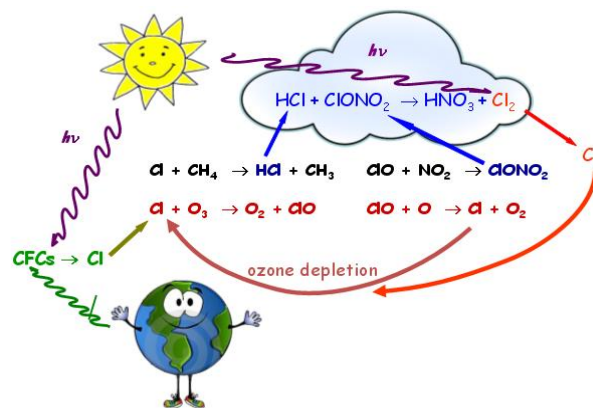
1. Yamamoto, S; Kaminský, J.; Bouř, P. *Analytical Chemistry* 2012, 84, 2440-2451.
2. Bouř, P; Sopková, J.; Bednářová, L.; Maloň, P.; Keiderling, T. A. *Journal of Computational Chemistry* 1997, 18, 646.

Procesy na ľadových nanočasticiach v molekuloých lúčoch: Polárne stratosférické mraky a ozónová diera v laboratórnych experimentoch

Jozef Lengyel, 2. cena v kategórii publikovaných prací

Ľadové nanočastice a aerosóly hrajú významnú úlohu vo fyzike a chémii zemskej atmosféry, konkrétne v otázkach kvality ovzdušia, reakcií v plynnej fáze, interakcii životné prostredie-atmosféra, klimatické zmeny či zdravie. Asi najvýznamnejší príklad, na ktorom možno demonštrovať dôležitosť aerosólov, je ozónová diera v polárnych oblastiach (obr. 1), kedy reakcie vedúce k tvorbe radikálov neprebiehajú v plynnej fáze, ale sú dôsledkom heterogénnych reakcií na časticiach ľadu polárnych stratosférických mrakov (PSC). Stratosféra je suchá s malou relatívnou vlhkosťou, čo spôsobuje, že je málo náchylná na tvorbu mrakov. PSC sa preto môžu tvoriť len za špecifických predpokladov, akými sú extrémne nízke teploty počas polárnej zimy. PSC sa tvoria vo výškach 15-25 km nad povrchom. Obsahujú mikrovapky kyselín (HNO_3 a H_2SO_4) a molekuly halogénvodíkov (HCl a pod.), ktoré vznikajú v rôznych reakčných cykloch z freónov a sú adsorbované na povrchu ľadových častíc. Všetky tieto procesy začínajú rastom ľadových nanočastíc pomocou homogénnej a heterogénnej nukleácie a záchyтом atmosférických molekúl aerosólmi. Takto vzniknuté heterogénne povrchy môžu vhodne katalyzovať vybrané typy chemických reakcií

i následnú fotochémiu molekúl na ľadových časticiach v atmosfére. Otázkou však zostáva, ako tieto procesy sledovať na detailnej molekulovej úrovni?



Obr. 1 Elementárne deje vedúce k ničeniu ozónovej vrstvy

Ľadové nanočastice v PSC predstavujú veľké vodné klastre, ktoré sa v laboratórnych podmienkach produkujú v molekuloých lúčoch. Experimentálne techniky molekuloých klastrov umožňujú široké spektrum experimentov a poskytujú možnosť sledovať procesy vo vlastných prostrediach a zároveň merať veličiny, ktoré nie sme schopní zmerať v reálnych podmienkach. Dve z predkladaných vedeckých prác [1,2] sa zaoberajú nukleáciou a rastom ľadových nanočastíc a záchyтом molekúl na tieto častice. Tretia [3] sa sústredila na štúdium fotochémiu halogénvodíkov na ľadových nanočasticiach.

V štúdiu [1] boli sledované zrážky vodných nanočastíc s rôznymi molekulami plynov a merala sa zmena ich rýchlosti po zrážke, ktorá je závislá najmä na počte dopovaných molekúl a ich hmotností. Z týchto meraní bol stanovený účinný prierez ľadových nanočastíc pre záchyt atmosférických molekúl, teda ako veľký klastre v skutočnosti molekula vidí, resp. z akého veľkého priestoru je klastre schopný pochytať dané molekuly. Pri zrážkach sa ľadová nanočastica nabaľuje okolitými molekulami. Ide o procesy vedúce ku vzniku PSC v stratosfére, ktoré majú priami dopad na vznik ozónovej diery. Z tohto hľadiska sa na nukleáciu prikladá veľký dôraz a bolo vytvorených niekoľko matematických modelov, ktoré používajú parametre veľkosti klastrov (predpokladá sa, že medzimolekulové sily sú zanedbateľné voči veľkosti geometrického prierezu) na simuláciu záchytu okolitých molekúl, z ktorých predpovedajú vývoj ozónu do ďalších rokov. Naše experimentálne merania však poukázali, že molekuly sú ku klastrom priťahované z väčších vzdialeností, než ich skutočný geometrický prierez. V prípade niektorých molekúl sú tieto efekty tak obrovské, že rádovo menia

rýchlosť nukleácie, čo môže viesť významným odchýlkam od predpovedí.

V stratosfére sa však nachádza významné množstvo zmiešaných ľadových nanočastíc, ktoré predstavujú komplexný systém. V práci [2] boli tieto nanočastice produkované v supersonickej expanzii a zloženie klastrov sa sledovalo pomocou dvoch rozličných experimentálnych techník: (i) time-of-flight hmotnostnej spektrometrie po ionizácii elektrónom; (ii) fotoionizácie sodíkom-dopovaného klastru. Kombináciou oboch experimentálnych techník sa zistilo, že HNO_3 predstavuje kondenzačné jadro zmiešaných klastrov a nabaľuje sa molekulami vody. Čo predstavuje významný príspevok do atmosférickej chémie, ktorá predpokladá, že kondenzačnými centrami zmiešaných PSC sú predovšetkým molekuly H_2SO_4 . V práci sa tiež detailne rozoberajú procesy v základnom stave, ktoré prebiehajú v zmiešaných ľadových nanočasticiach akými je acidická disociácia, kedy na rozdisociovanie jednej molekuly HNO_3 a vzniku zwitterionovskej štruktúry je potrebné kolektívne pôsobenie aspoň štyroch molekúl vody. Pričom práve charakter väzieb v PSC má významný vplyv na chemické a fotochemické reakcie prebiehajúce na jeho povrchoch.

V práci [3] bola detailne študovaná fotochémia HI na ľadových nanočasticiach. Táto práca naviazala na predchádzajúce výskumy ostatných halogénvodíkov (HCl a HBr) na ľadových nanočasticiach v našom laboratóriu. UV-laserom indukované procesy vo vodných klastroch s molekulami halogénvodíkov napodobňujú procesy, ku ktorým dochádza na ľadových časticiach v stratosfére po dopadnutí UV-fotónu zo slnka. Naše experimenty ukázali, že dochádza k acidickej disociácii halogénvodíkov na ľadových časticiach a s následnou UV excitáciou zwitterionovej štruktúry vzniká neutrálny hydróniový radikál (H_3O^+), z ktorého sa odštiepi atóm vodíka, ktorý v našich experimentoch meriame. Tieto experimenty doplnené teoretickými výpočtami naznačujú, že obdobné procesy by mohli nezanedbateľnou mierou prispievať k tvorbe halogénradikálov v stratosfére.

Referencie:

- [1] Lengyel J., Kočišek J., Poterya V., Pysanenko A., Svrčková P., Fárník M., Zaouris D. K., Fedor J.: Uptake of atmospheric molecules by ice nanoparticles: Pickup cross section. *J Chem Phys.* 2012, 137, 034304.
- [2] Lengyel J., Pysanenko A., Kočišek J., Poterya V., Pradzynski C. C., Zeuch T., Slavíček P., Fárník M.: Nucleation of mixed nitric acid-water ice

nanoparticles in molecular beams that starts with a HNO_3 molecule. *J Phys Chem Lett.* 2012, 3, 3096-3101.

[3] Poterya V., Fedor J., Pysanenko A., Tkáč O., Lengyel J., Ončák M., Slavíček P., Fárník M.: Photochemistry of HI on argon and water nanoparticles: Hydronium radical generation in $\text{HI} \cdot (\text{H}_2\text{O})_n$. *Phys Chem Chem Phys.* 2011, 13, 2250-2258.

Fotochemické chráničí skupiny - mechanistické studie pomocí časově rozlišené (ultrarýchlé) spektroskopie

Dominik Heger, 3. cena v kategorii publikovaných prací

Fotochemické chráničí skupiny jsou látky, u kterých absorbování fotonu způsobí rozštěpení kovalentní vazby, a tak dá vzniknout volné molekule látky chráněné (aktivované molekule) a zbytku chráničí skupiny. Foton v tomto případě může být považován za reagent povahy fyzikální, jehož výhody oproti reagentům chemické povahy jsou především okamžité, přesné a snadné dávkování v prostoru a čase, a to bez zředění vzorku. Tyto a další vlastnosti fotochemicky aktivovatelných molekul způsobily, že jejich hlavní využití neleží v chránění funkčních skupin v organické syntéze, ale spíše v aplikacích, které zúročí možnost časově a prostorově přesného uvolnění požadované látky. Pokud je navíc pozorovaný děj rychlejší než by byla difuze molekul, stává se fotochemické uvolnění "rychle" odstupující skupiny jediným použitelným prostředkem. Takto bylo chráničích skupin využito například k měření rychlosti nervového vzruchu (uvolněním neurotransmiteru v místě synapse),¹ popisu chemotaxe spermií (uvolněním oxytocinu)² či uvolnění léčiva.³

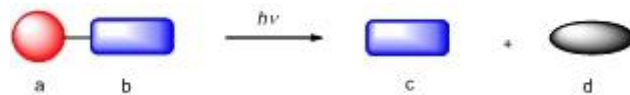


Schéma funkce fotochemické chráničí skupiny (a – fotochemická chráničí skupina, b – chráněná látka, c – aktivovaná látka, d – vedlejší produkt, zbytek chráničí skupiny).

Můj zájem o fotochemické chráničí skupiny se započal uvedením 2,5-dimethylfenacylu jako do té doby nepoužívané chráničí skupiny pro estery.⁴ Tato tehdy nová chráničí skupina byla navržena jako unimolekulární zjednodušení fenacylové skupiny,

kteřou jsme využili ke sledování přenosu tripletové energie u flexibilních bichromoforů za účelem studia jejich konformačního chování.⁵ 2,5-dimethylfenacylová skupina byla později substituována a mechanismus odstoupení z ní byl podrobně studován. Ukázalo se, že anionty odstupují z enolů v základním stavu, jejichž doby života jsou v oblasti mikrosekund, a tedy jsou příliš dlouhé pro sledování rychlejších procesů.⁶

Při hledání rychleji odstupujících chránicích skupin naši pozornost upoutala 4-hydroxyfenacylová skupina. Při jejím odstoupení, dochází k pozoruhodnému foto-Favorského přesmyku, jehož mechanismus se nám podařilo ozřejmit s použitím ultrarychlé spektroskopie. A sice, podařilo se nám naměřit a identifikovat tripletový biradikál, který byl chybějícím meziproductem v mechanismu.⁷ Důležitým poznatkem je, že chráněná skupina odstupuje z tripletového stavu excitované molekuly a že změřením doby života tripletu přímo zjišťujeme rychlostní konstantu uvolnění aktivované látky. Ta byla stanovena na více než $1 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$ pro dobře odstupující skupiny s kvantovým výtěžkem ~ 1 . Jedná se o jedno z vůbec nejrychlejších pozorovaných odstoupení a staví tedy 4-hydroxyfenacylovou skupinu na přední místo pro časově rozlišené aplikace. Mechanismus byl prokázán pro chránicí skupiny s různě substituovaným fenacylovým kruhem.^{1,8,9} Pro chráněné látky, které jsou horší nukleofugy byly naměřeny nižší kvantové výtěžky, což částečně limituje aplikace. Pro takovéto látky jsme pomocí ultrarychlé spektroskopie pozorovali nové intermediáty, které jsme neuměli identifikovat. Přistoupili jsme proto ke studiu jednoduššího modelového systému 4-hydroxyacetofenonu. Důkladně jsme prozkoumali jeho fotochemii v širokém spektru pH.¹⁰ Ukázalo se, že konkurenční reakci k uvolnění chráněné látky je tautomerie v tripletovém stavu. Její porozumění nám, doufáme, dovolí zlepšit kvantový výtěžek uvolnění aktivovaných látek, které jsou horší nukleofugy.

Snaha o uvolnění aktivované látky světlem o nižší energii nás vedla k přípravě a mechanistickému zkoumání 2-hydroxyfenacyl esterů.¹¹ K pozoruhodné kontrakci kruhu dochází u cyklických derivátů 4-hydroxyacetofenonu po foto-Favorského přesmyku.¹²

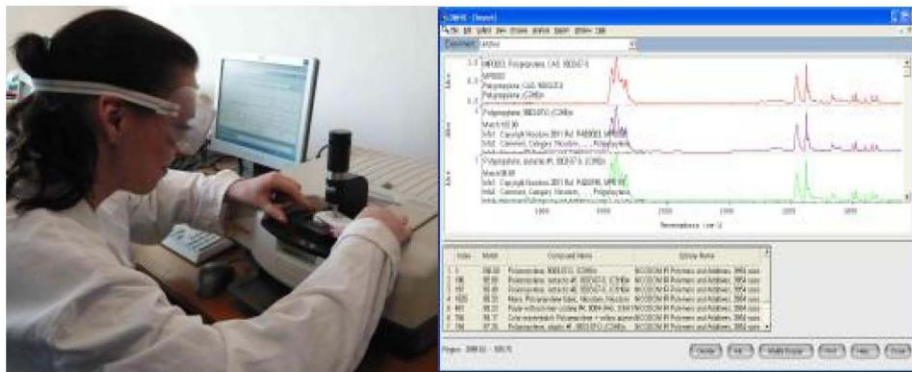
Společným jmenovatelem předkládaného souboru deseti prací, a mým dlouhodobějším cílem, bylo připravit chránicí skupiny a pomocí spektroskopie zjistit rychlosti a mechanismy uvolnění z nich, aby byly připraveny k dalšímu specifickému použití.

Reference:

- (1) Stensrud, K.; Noh, J.; Kandler, K.; Wirz, J.; Heger, D.; Givens, R. S. *Journal of Organic Chemistry* 2009, 74, 5219.
- (2) Alvarez, L.; Dai, L.; Friedrich, B. M.; Kashikar, N. D.; Gregor, I.; Pascal, R.; Kaupp, U. B. *Journal of Cell Biology* 2012, 196, 653.
- (3) Blake, J. A.; Bareiss, B.; Jimenez, L.; Griffith, M.; Scaiano, J. C. *Photochemical & Photobiological Sciences* 2012, 11, 539.
- (4) Klan, P.; Zabadal, M.; Heger, D. *Organic Letters* 2000, 2, 1569.
- (5) Zabadal, M.; Heger, D.; Klan, P.; Kriz, Z. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications* 2004, 69, 776.
- (6) Plistil, L.; Solomek, T.; Wirz, J.; Heger, D.; Klan, P. *Journal of Organic Chemistry* 2006, 71, 8050.
- (7) Givens, R. S.; Heger, D.; Hellrung, B.; Kamdzhilov, Y.; Mac, M.; Conrad, P. G.; Cope, E.; Lee, J. I.; Mata-Segreda, J. F.; Schowen, R. L.; Wirz, J. *Journal of the American Chemical Society* 2008, 130, 3307.
- (8) Stensrud, K. F.; Heger, D.; Sebej, P.; Wirz, J.; Givens, R. S. *Photochemical & Photobiological Sciences* 2008, 7, 614.
- (9) Khan, M. S. A.; Heger, D.; Necas, M.; Sindelar, V. *Journal of Physical Chemistry B* 2009, 113, 11054.
- (10) Klicova, L.; Sebej, P.; Solomek, T.; Hellrung, B.; Slavicek, P.; Klan, P.; Heger, D.; Wirz, J. *Journal of Physical Chemistry A* 2012, 116, 2935.
- (11) Ngoy, B. P.; Sebej, P.; Solomek, T.; Lim, B. H.; Pastierik, T.; Park, B. S.; Givens, R. S.; Heger, D.; Klan, P. *Photochemical & Photobiological Sciences* 2012, 11, 1465.
- (12) Kammath, V. B.; Šolomek, T.; Ngoy, B. P.; Heger, D.; Klan, P.; Rubina, M.; Givens, R. S. *The Journal of Organic Chemistry* 2012.

Knihovny spekter

NICODOM Ltd.



FTIR -NIR -Raman

**Přes 140000 FTIR spekter ve více
než 80 knihovnách**

<http://www.ir-spectra.com/>

ir-spectra.com

SPECTRO CS S.R.O.

Certifikace dle ISO 9001: 2009, Certifikát TÜV SÜD Czech číslo: 05.094.716

☎ 596 762 840, Fax: 596 762 849, info@spectro.cz , www.spectro.cz

Rudná 1361/51, Ostrava – Zábřeh, 700 30

specialisté v oboru spektrometrie nabízejí:

RUČNÍ A MOBILNÍ SPEKTROMETRY:

SPECTROISORT

- ruční přístroj, napájený z akumulátorku, analýza NL, Nástr. a Cr oceli včetně C
- oblouk na vzduchu (bez argonu nebo radioaktivního zdroje záření)

SPECTROTEST CCD

- analýza a určení jakosti za 4s, metoda Fingerprint (otisk prstu), ICAL
- mobilní spektrometr s parametry laboratorního přístroje
- analýza včetně N, C, B, As, Sn, P a S v oceli, měření obsahu C na vzduchu

SPECTROXSORT

- nový ruční RTG spektrometr, analýza a třídění kovů, půd a odpadů, RoHS
- bezpečný, spolehlivý, rychlý, SDD detektor - rozlišení méně než 160 eV

STACIONÁRNÍ – LABORATORNÍ JISKROVÉ SPEKTROMETRY:

SPECTROMAXx

- rozsah vln. délek 140 až 670 nm, provedení stolní a s podstavcem
- analýza Fe, Ni, Al, Cu, Zn, Pb, Sn, Co, Ti a Mg báze. Libovolná vlnová délka
- ICAL - rekaliibrace všech programů jediným vzorkem

SPECTROLAB

- spektrometr nejvyšší kategorie s hybridním opt. systémem (PMT a CCD)
- extrémně nízké limity detekce (jednotky mg/kg u stopových prvků)
- analytické moduly pro všechny báze v jediném přístroji
- rozsah vlnových délek 120 – 780 nm, včetně analýzy N, O a H, SSE

AUTOMATICKÉ SYSTÉMY:

NUCLEUS

- bezobslužná provozní laboratoř, umístění v kontejneru pro nečisté prostředí

PŘÍSTROJE S ICP:

SPECTROARCOS

- simultánní analýza všech čar mezi 130-770 nm za méně než 2 sekundy
- unikátní 3x750 mm optický systém, spektrální rozlišení 8 pm (130 – 340 nm)
- měření prvků včetně C, N, Br, I, Cl a suspenzí (tzv. „slurry“ technika)
- simultánní analýza, 400 mm CCD optika, ICAL

SPECTROGENESIS

SPECTROBLUE

- jednička na trhu v poměru cena/výkon, 750mm optika, spektrální rozsah 160-285nm s rozlišením 8pm

SPECTROMS

- unikátní simultánní hmotový spektrometr

RTG SPEKTROMETRY:

SPECTROXEPOS

- stolní RTG spektrometr pro analýzu od Na po U

SPECTROMIDEX

- nový RTG spektrometr pro analýzu drahých kovů, M-verze s velkou komorou

SPECTROPHOENIX II

- malé, stolní, levné analyzátoř včetně systémů on-line

SPECTROIQ II

- nový stolní RTG spektrometr pro nízké limity Na, Mg, Al, Si, P, S a Cl

SPEKTROMETRY S DOUTNAVÝM VÝBOJEM:



- SRN

SPECTRUMA GDA 750 (550)

- spektrometr s doutnavým výbojem, optika 750 mm, DC (HF) zdroj GD
- měření vrstev (pokovení, nitrídování, nauhličení atd.), USU - analýza nepravidelných tvarů, drátů, aj.

SPECTRUMA GDA 650(150HR)

- GDA spektrometr s unikátní 400 mm CCD optikou, DC (HF) zdroj GD

ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ ČÁSTIC A SYPNÝCH HMOT: SEISHIN – Japonsko

PITA-3

- Nový typ přístroje pro stanovení velikosti částic 0,8 – 1000 µm, mokřý způsob měření, obrazová analýza

DALŠÍ PŘÍSTROJE

- hustoměry, tryskové mlýny, třídíčky, rozsěvačky

ZAŘÍZENÍ PRO TRIBOTECHNIKU FIRMY:



- USA

FluidScan Q¹⁰⁰⁰

- ruční, výkonný IČ spektrometr

LNF Q²⁰⁰

- analyzátoř velikosti částic v kombinaci s identifikací částic pomocí knihoven

SPECTROIL Q¹⁰⁰

- opticko emisní spektrometr s rotační diskovou elektrodou pro analýzu olejů

Ferografy, Fuel Snifer, Viskozimetry

- chemické složení nečistot a aditiv, viskozita, ředění palivem atd.

Mobilní laboratoř

ZAŘÍZENÍ OD FIRMY FLUXANA

Zařízení pro přípravu materiálů – TAVÍČKY, certifikované referenční materiály a spotřební materiál pro XRF

CERTIFIKOVANÉ REFERENČNÍ MATERIÁLY:

Firem: MBH Analytical a B.A.S. (GB), Hydro a SUS (SRN), Alcan (CH), Aluminium Pechiney (F), a.j.

Zastoupení v SR: SPECTRO APS, spol s r.o.

www.spectroaps.sk

NABÍDKA PUBLIKACÍ SPEKTROSKOPICKÉ SPOLEČNOSTI JMM

2. Podzimní škola rentgenové mikroanalýzy 2012 - sborník přednášek na CD	199,- Kč
Škola luminiscenční spektrometrie 2011 - sborník přednášek na CD	199,- Kč
Podzimní škola rentgenové mikroanalýzy 2010, sborník přednášek na CD	199,- Kč
Inorganic Environmental Analysis	161,- Kč
Referenční materiály (přednášky)	93,- Kč
Názvosloví IUPAC (Part XII: Terms related to electrothermal atomization; Part XIII: Terms related to chemical vapour generation)	35,- Kč
Kurz ICP pro pokročilé	245,- Kč
5. kurz ICP spektrometrie 2009	350,- Kč
6. kurz ICP spektrometrie 2011	350,- Kč
Kurz AAS pro pokročilé (1996)	120,- Kč
Metodická příručka pro uživatele FTIR	149,- Kč
Skripta Kurz HPLC/MS (2001)	100,- Kč
12. Spektroskopická konference	190,- Kč
13. Spektroskopická konference (2007 Lednice)	130,- Kč
Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '03	62,- Kč
Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '04	78,- Kč
AAS II – kurz pro pokročilé (2006)	435,- Kč
Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '05	126,- Kč

Spektroskopická společnost Jana Marka Marci

se sídlem: Thákurova 7, 166 29 Praha 6 e-mail: immss@spektroskopie.cz
<http://www.spektroskopie.cz>

Adresa pro zasílání korespondence: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2,
611 37 Brno

Adresa sekretariátu pro osobní kontakt: Univerzitní kampus Bohunice, pavilon A14

Úřední hodiny: úterý 10 – 12 h, čtvrtek 10 – 12 h

Telefon: 549 49 1436, fax: 549 49 2494, mobil: 722 554 326, tajemnice Markéta Koželouhová

redakční rada:

prof. RNDr. Josef Komárek, DrSc. (předseda)

Doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc., prof. RNDr. Viktor Kanický, DrSc.

tech. redakce: Mgr. Rostislav Červenka

redakční uzávěrka: 15. 1. 2013

uzávěrka příštího čísla: 15. 4. 2013