

studentská odborná konference

CHEMIE JE ŽIVOT

27—11—2025

SBORNÍK ABSTRAKTŮ

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická

Partnerem konference je Synthon s.r.o.



Studentská odborná konference **Chemie je život 2025**
Sborník abstraktů

Editor/Editor: Ing. Jan Pernica

Grafický návrh přebalu /
Graphic cover design Renata Svojanovská

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou./ This publication has not been edited or proofread.

Vydavatel/Published by: Vysoké učení technické v Brně

ISBN: 978-80-214-6388-2

OBSAH

SEKCE STŘEDOŠKOLSKÝCH STUDENTŮ

Terénní studie přírodních repelentů proti klíšťatům	7
Vojtěch Číhal	
Evoluční adaptace kardiovaskulárního systému na vyšší krevní tlak	9
Lota Dvořáčková ¹	
Transformácia bioetanolu na užitočné chemikálie	10
Tomáš Goralka ¹ , Matej Šuška ² , Blažej Horváth ³	
Vliv RNA acetyltransferázy NAT10 na nukleotidovou excizní reparaci	11
Benedikt Gross	
Vliv vybraných faktorů preanalytické fáze na stanovení acidobazické rovnováhy v krvi	12
Nela Kolářková ¹ , Gabriela Vintrová ²	
Stanovení pesticidů v exotickém koření a známých pochutinách	13
Zuzana Konečná	
Monitorování prachových (PM) částic ve vnitřním prostředí	14
Lucie Procházková	
Optimalizace syntézy a metody purifikace plasmonických nanočástic	15
Tomáš Prokeš ¹ , Julie Weisová ² , Radek Matuška ¹ , Antonín Hlaváček ²	
Povrchově zesílená Ramanova spektroskopie	16
Marie Prokopová ¹ , Patrik Židlický ²	
Nová mořská luciferáza svítí na obzoru: od atomů po biomedicínské aplikace	17
Amálie Steklá ¹ , Karolína Sedláčková ² , Eva Hrubá ³ , Tomáš Bárta ³ , Martin Marek ²	
Syntéza, charakterizace a katalytická aktivita metalosilikátů	18
Václav Šauer	
Mikroplasty v životním prostředí	19
Marek Ševčík ¹	
Příprava bionafty z kávového odpadu	20
Matej Šuška ¹ , Miroslava Běrešová ²	
Využití techniky difuzního gradient v tenkém filmu pro prvkovou analýzu energetických nápojů	21
Milada Ester Vata ¹ , Sabina Antlová ²	
Současné pesticidy v koření	22
Veronika Veselá	
Vliv složení extrakčního činidla a vnějších podmínek při skladování na celkový obsah fenolických látek v bylinných extraktech	23
Kristýna Vrbová ¹ , Zuzana Prusová ²	
Chemické pokusy	24
Martin Zapletal	
Inteligentní krytí ran pro diabetickou nohu: Využití bakteriální celulózy	25
Tomáš Novák ¹ , Radim Stříž ² , Adriana Kovalčík ²	
Příprava a charakterizace nápoje s obsahem chilli	26
Tobiáš Zlámal, Pavel Diviš, Marek Lamplot, David Hložek	

SEKCE STUDENTŮ BAKALÁŘSKÝCH A MAGISTERSKÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMŮ „CHEMIE ŽIVÝCH VĚD“

Vliv aplikace alginátových hydrogelů s obsahem PGPR na charakteristiky půdy	28
Tereza Baraboszová ¹ , Martin Súkeník ¹ , Michal Kalina ¹	
Biouhel jako nosič rhizobakterií pro aplikace do půdy	29
Petr Haleš ¹ , Martin Súkeník ¹ , Michal Kalina ¹	
Vliv aplikace půdních inokulantů nové generace na mikrobiální charakteristiky půdy	30
Barbora Hlaváčková ¹ , Martin Súkeník ² , Michal Kalina ²	
Vliv biouhlu na fyzikálně-chemické a mikrobiální charakteristiky půdy	31
Adéla Ostrčilová ¹ , Martin Súkeník ¹ , Michal Kalina ¹	
Nové trendy vo výskume a vývoji nosičov mikroorganizmov pre poľnohospodárske aplikácie	32
Martin Roháč ¹ , Petr Sedláček ¹ , Martin Súkeník ¹	
Biotransformácia kyseliny ferulovej pomocou vybraných extrémofilných prokaryotov	33
Sandra Betušová ¹ , Xenie Hájková ² , Vendula Hrabalová ³ , Stanislav Obruča ²	
Aneurinibacillus sp. AFN2 ako platforma pre syntézu polyhydroxyalkanoátov a optimalizácia jeho kultivačných podmienok	34
Viktória Sklářová ¹ , Iva Buchtíková ¹ , Veronika Řeháková ¹ , Stanislav Obruča ¹	
INTEGRATION OF PH SENSING IN OPEN-SOURCE BIOREACTOR	35
Borys Aleksandrenko ¹ , Martin Súkeník ² , Karel Sedlář ³	
Basic Blue 7 jako nová duální matrice pro zobrazovací hmotnostní spektrometrii MALDI	36
Michal Javorek ¹ , Michal Hendrych ^{2,3} , Kateřina Ondráková ¹ , Jan Preisler ¹ , Antonín Bednařík ¹	

Enantioselektivní SERS detekce hexahydrokanabinolu s použitím zlatých chirálních nanočástic	37
Nadiia Silina ¹	
Kombinace SERS a ANN pro detekci farmaceutických polutantů ve vodním prostředí	38
Bc. Šárka Zapletalová ¹ , Mgr. Elena Miliutina, Ph.D. ¹ , Ing. Jana Rosenkranzová ¹ , prof. Ing. Václav Švorčík ¹ , Ing. Andrii Trelin, Ph.D.doc. Mgr. Oleksiy Lyutakov, Ph.D. ¹	
Bioinspirované SERS substráty z křídel motýlů rodu Morpho	39
Bc. Emma Houfková ¹ , Mgr. Elena Miliutina, Ph.D. ¹ , Ing. Jana Rosenkranzová ¹ , prof. Ing. Václav Švorčík, DrSc. ¹ , doc. Mgr. Oleksiy Lyutakov, Ph.D. ¹	
Chromones as C. Albicans Inhibitors: From Library Repurposing to Target Protein Identification	40
Bc. Vít Novotný	
Role mikroRNA v regulaci buněčné plasticity	41
Dominika Hanušová	
Modelování buněčných membrán v kanálovém a komůrkovém čipu	42
Petr Tesák ¹	

SEKCE STUDENTŮ BAKALÁŘSKÝCH A MAGISTERSKÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMŮ „MATERIÁLOVÁ A ORGANICKÁ CHEMIE“

Fotokatalytické povlaky na bázi grafitického karbonitridu s řízenou porozitou	44
Pavel Čechmánek	
Optimization of the 3D printing process of inorganic materials using the Direct Ink Writing method.....	45
Tadeáš Havran, Eva Bartoníčková, Přemysl Menčík	
Příprava podvojných vrstevnatých hydroxidů na kompozitních Mghydroxyapatit substrátech	46
Milan Knoflíček	
Štúdium transportných vlastností semiinterpenetrovaných hydrogélů na báze polyetylenglykolu	47
Júlia Mišíková ¹ , Jitka Krouská ¹ , Ján Sokolínsky ¹	
Poly(ethylenglykolové) hydrogely s gradientovou strukturou	48
Kateřina Provazníková ¹ , Jiří Smilek ² , Jan Sokolínský ²	
Investigation of Carbonation Activity in Individual Phases of Ladle Furnace Slag.....	49
Lukáš Sadílek ¹ , Jiří Másilko ¹ , Jitka Krouská ² , Jiří Švec ¹	
Návrh fotovoltaického systému pro studentskou kolej s integrací fluidních technologií ke snížení emisí	50
Bc. Anton Skubko	
Studium derivátů flavinu pro využití v ekologických bateriích	52
Eva Jazmína Tomečková ¹ , Jan Truksa ² , Jan Richtár ² , Lucia Ivanová ² , Jozef Krajčovič ²	
Termooxidace vulkanizátů přírodního kaučuku za přítomnosti příměsí železa	53
Bc. Marika Julie Gregorová	
Úprava optické aktivity chirálních nanomateriálů	54
Ivan Kirishiantsev ¹ , Oleksiy Lyutakov ¹ , Václav Švorčík ¹	
Pokročilé hybridní materiály na bázi modifikovaných nanočástic	55
Autor: Bc. Marek Novák ¹	
Syntéza a charakterizace opticky aktivních spiropyranových fotopřepínačů s rigidní strukturou	56
Bc. Vojtěch Boháček ¹	
Testing the organometallic coordination grids as multivalent ligands in protein degradation	57
Danylo Dementiev ¹	
Microwave assisted direct arylation: A green and efficient approach	58
Martina Šefarová ¹ , Dominik Veselý ² , Martin Cigánek ² , Jozef Krajčovič ²	
Syntéza pokročilých 1,2-diketonů pro novou generaci přírodou inspirovaných fotosenzitizérů	59
Bc. Vojtěch Viceník ¹ , Mgr. Jan Richtár Ph.D. ² , prof. Ing. Jozef Krajčovič Ph.D. ²	

SEKCE STUDENTŮ DOKTORSKÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMŮ „LIFE SCIENCES“

Antioxidant-Active Bacterial Cellulose via <i>In Situ</i> Phenolic Modification	61
Marie Dohnalová ¹ , Radim Stříž ² , Adriana Kovalčík ²	
The use of microcalorimetry in the study of microbial life in soil.....	62
Ing. Drápalová Karolína ¹ , Ing. Krouská Jitka, Ph.D. ² , prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc. ³	
Development of antimicrobial cosmetic products based on nanostructures.....	63
Barbora Dribňáková ¹ , Lucia Dzurická ¹ , Ivana Márová ^{1x}	
Optimisation of Hydrolytic Processing of Brewer's Spent Grains for Biotechnological Applications	64
Daniela Doubkova ¹ , Petr Kastanek ² , Barbora Branska ¹	
Living Gels: Self formed alginate matrices for sustainable agriculture by <i>Azotobacter vinelandii</i>.....	65
Martin Súkeník ¹ , Diana Černayová ² , Barbora Hlaváčková ² , Petr Sedláček ¹ , Michal Kalina ¹	
PHASEOLUS VULGARIS ALPHAENDORNAVIRUS 1 (PvEV-1): A MODEL FOR STUDYING NON-TRADITIONAL PLANT VIRUSES	66
Tatiana Dobiašová ¹ , Peter Alaxin ² , Miroslav Glasa ²	
Study of the biological degradation of waste streams from the production of methylolalkanoic acids	67
Paulína Wolfová (presenting and corresponding) ¹ , Barbora Jankovičová ¹ , Miroslav Hutňan ¹	

Study on metabolic properties and stress robustness of selected strains of <i>Caldimonas thermodepolymerans</i>	68
Ing. Matyáš Berger ¹ , Ing. Viktorie-Alexandra Pacasová ² , prof. Ing. Stanislav Obruča, Ph.D. ²	
Production of poly-3-hydroxybutyrate from sucrose by <i>Cupriavidus necator</i>	69
Ľubomíra Jurečková ¹ , Daniela Chmelová ² , Miroslav Ondrejovič ³	
Multifunctional molecules for application in ophthalmic surgery	70
Mario Monaco ¹	
Study of the Physical Properties of Vesicular Membranes Using Advanced Fluorescence Techniques	71
Ivana Málková ¹ , Filip Mravec ²	
Synthesis of vitamin B₂-inspired substances for photochemical processes in medical application	72
Nikola Švarcová ¹ , Lucia Ivanová ¹ , Jan Richtár ¹ , Jan Truksa ¹ , Jozef Krajčovič ¹	
Microcalorimetry as a simple tool to better understand plasma activated water interactions in soil environment	73
Kateřina Šťastná, Vojtěch Enev, Zdenka Kozáková, Jitka Krouská, František Krčma	
IMAGING EXTRACELLULAR VESICLES USING ELECTRON MICROSCOPY	74
Simona Kožnarová ¹ , Michaela Vašinová Galiová ¹ , Roman Hrstka ² , Klára Mrázová ² , Jaromír Bačovský ³	
Molecular modeling investigation of selected antiviral drug candidates and their mechanism of action	75
Jakub Harvalík ¹ , Andrea Brancale ¹	

SEKCE STUDENTŮ DOKTORSKÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMŮ „MATERIAL SCIENCES“

Thermal and rheological analysis of non-kaolinitic calcined clays	77
Vojtěch Florian ¹ , Pavel Šiler ¹ , Patrik Sokola ¹	
3D PRINTABLE POLY(ETHYLENE GLYCOL) BASED HYDROGELS AS AUSPICIOUS MATERIAL FOR DRUG DELIVERY SYSTEMS	78
Jan Sokolínský ¹ , Monika Kreuzerová ² , Petr Sedláček ¹ , Lenka Michlovská ²	
Chemicals Of Concern In Vehicles - Sources And Potential For Human Exposure	79
Petra Svobodová	
Insight into the behavior of deep eutectic solvents as efficient extraction media and their interaction with analytes	80
Petra Lišková ¹ , Katarína Hroboňová ¹	
WhyPTCRCeramicsDegrade—andHowtoMakeItHappenFaster	81
Kryštof Koller ¹ , Petr Ptáček ²	
Study of non-thermal plasma treatment effect on onion seeding bulbs planted in fields	82
Lenka Krejsová ¹ , Zdenka Kozáková ¹ , Jana Šimečková ² , Ludmila Čechová ³ , František Krčma ¹	
Raman-Active Polymer/Clay Nanocomposites: Preparation and Thermal Characterisation	83
Mariia Kostenko ¹ , Christina Walliser ^{2,3} , Alexandra Dorofeeva ⁴ , Ian Teasdale ² , David Schäffl ¹ , Sabine Hild ¹ , Uwe Rinner ⁴ , Yuriy Stetsyshyn ⁵ , Yurii Kryvenchuk ⁵ , Milan Kracalik ¹	
The Effect of Electron Beam Irradiation on the Properties of Black-and-White Negative Films Based on Cellulose Triacetate	84
Dušana Grešová ¹ , Viera Jančovičová ¹	
Shaping Nanocrystals to Understand Catalysis: Case Study of Fe₂O₃ and In₂O₃	85
Jatin Chauhan, Stephen N. Myakala, Dominik Eder, Alexey Cherevan	
Rheological Behaviour, Stability, and Mineralogical Evolution of Red Gypsum and Fluidized Bed Fly Ash Water Grouts for Sustainable Geotechnical Applications	86
Tomáš Jurásek, Vlastimil Bílek, Jiří Másilko, Patrik Sokola, Tomáš Opravil	
Analysis of PAHs in road asphalt samples and new asphalt mixtures with recycled material using optimized GC/MS	87
Miroslav Prchal ¹ , Helena Zlámalová Gargošová ² , Radek Komenda ³	
Advancing 3D-Printed Auxetics through Frontal Polymerization for Structural and Biomedical Applications	88
Filip Bečka ¹ , Veronika Seviugina ² , Petr Lepcio ³ , Martin Weiter ¹	
Synthesis of calcium silicate hydrate gels by sol-gel method	89
Ondřej Kunovský ¹ , Tomáš Opravil ² , Eva Bartoníčková ¹	
Study of the influence of carbon monoxide on electrical discharge initiated chemical processes in prebiotic atmospheres	90
Jana Veselá ¹ , František Krčma ¹	

Sekce středoškolských studentů

Terénní studie přírodních repelentů proti klíšťatům

Vojtěch Čihal

Střední průmyslová škola chemická a Gymnázium, Brno

MUNI, Masarykova univerzita

Tato práce se zabývá zkoumáním repelentních účinků esenciálního oleje ze zázvoru lékařského (*Zingiber officinale*) vůči klíštěti obecnému (*Ixodes ricinus*). Motivací pro výzkum byly především studie poukazující **Stanovení pesticidů v exotickém koření a známých pochutinách**

Zuzana Konečná (RECETOX – Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity), Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská, p. o.

“Dopady pesticidů v našem životním prostředí jsou závažné. Tyto látky se vyskytují v řekách, sněhu, dešti, mlze, vzduchu, půdě, v potravinách, a dokonce i v organismech lidského těla. Chemické pesticidy představují hrozbu nejen pro škůdce, ale také pro lidi. Chemické pesticidy jsou nejznámější, nejúčinnější, ale také toxické, a to nejen pro cílové organismy [1].” Proto bezpečnost potravin patří mezi klíčová témata současného potravinářského průmyslu i veřejného zdraví.

“Pesticidy jsou látky navržené k ničení, odpuzování nebo kontrole škůdců. Mezi ně patří fungicidy, herbicidy a insekticidy, které jsou specificky toxické pro cílové organismy, ale mohou také ohrozit lidské zdraví, domácí zvířata a životní prostředí. Pesticidy mohou vyvolávat lokální a systémové reakce, krátkodobé účinky (akutní toxicita) a mají také dlouhodobý dopad na ekologické systémy. Jejich nadměrné používání může vést k znečištění vody a půdy, ohrožení biodiverzity a úbytku opylovačů, jako jsou včely, což ohrožuje potravinovou bezpečnost [2].”

Pro stanovením pesticidů v exotických kořeních a známých pochutinách bylo celkem použito 16 vzorků: vanilkový lusk, skořice mletá, pepř černý mletý, chilli (kajenský pepř), kakao pražené holandského typu, kakaové boby nepražené celé, kávové boby, zelená káva bio nepražená, Earl Grey, Lung Ching, muškátový oříšek, kurkuma, hřebíček a tři slepé vzorky pro zajištění kvality výsledků.

V teoretické části jsou rozepsány kapitoly o pesticidech a toxikologii. V praktické části je včetně materiálu, chemikálií a pracovního postupu popsána analýza, která zajišťuje přesné výsledky s použitím kombinace vysokoúčinné kapalinové chromatografie a hmotnostní spektrometrie, jež umožnila kvantifikaci široké škály pesticidů s vysokou citlivostí. Cílem této práce je analyzovat přítomnost pesticidů v exotickém koření a známých pochutinách dostupných na českém trhu a identifikovat rozdíly mezi analyzovanými produkty. Výběr vzorků zahrnoval širokou škálu produktů, včetně koření, čajů a kakaových produktů. Výsledky přispějí k pochopení rizik spojených s konzumací exotického koření a pochutin.

Analýza 16 vzorků odhalila celkem rezidua 10 druhů pesticidů, přičemž jejich koncentrace se pohybovaly v rozmezí od detekčního limitu až po 347,04 ng/g, což bylo zjištěno u temefosu v chilli. Nejčastěji se ve vzorcích objevil carbendazim, přičemž jeho nejvyšší hodnota byla naměřena v černém pepři (50,83 ng/g). Naopak u pražených kávových bobů nebyly detekovány žádné pesticidy. Celkem 5 vzorků překročilo maximální limit reziduí, a to pepř černý mletý (překročení o 23,25 ng/g u acetochloru), ostatní 4 vzorky nedodržely limit u chlorpyrifosu, což byly: skořice mletá (překročení o 4,99 ng/g), chilli (překročení o 34,99 ng/g), zelený čaj Lung Ching (překročení o 31,40 ng/g) a hřebíček (překročení o 9,16 ng/g), u vzorku chilli bylo ještě zjištěno, že vzorek překročil limit i u dalšího pesticidu temefos s hodnotou o výše 337,04 ng/g než je maximální limit reziduí.

Výsledky ukazují, že úroveň kontaminace pesticidy je silně závislá na konkrétním typu produktu a podmínkách jeho pěstování. Pražené kávové boby neobsahovaly měřitelné množství pesticidů, což poukazuje na možné vlivy technologického zpracování na konečný obsah reziduí. Práce zdůrazňuje nutnost monitorování pesticidů v potravinách a důsledného dodržování maximálních reziduálních limitů (MRL), zejména u produktů dovážených ze zemí s odlišnými pravidly používání pesticidů.

Do budoucna by bylo užitečné zaměřit se na širší spektrum vzorků a analyzovat vlivy pěstitelských a zpracovatelských technik na obsah pesticidů. Výsledky této práce mohou posloužit jako podklad pro další výzkum a zlepšení legislativních a kontrolních mechanismů v oblasti bezpečnosti potravin, neboť zdůrazňují důležitost pravidelné kontroly a prevence v oblasti potravinové bezpečnosti.

Literatura

[1] Mgr. Lenka Krčmáriková, *Levné postřiky: Co jsou pesticidy a jak se dělí?* (2024). Dostupné z: <https://www.levnepostriky.cz/aktuality/co-jsou-pesticidy-a-jak-se-deli>

[2] Mirdo.cz. *Pesticidy jsou jed: Škodlivé účinky pesticidů na naše zdraví* (2024). Dostupné z: <https://www.mirdo.cz/pesticidy-jsou-jed-skodlive-ucinky-pesticidu-na-nase-zdravi/>

Poděkování

Zde bych chtěla poděkovat paní Mgr. Simoně Rozárce Jílkové, vedoucímu mé práce, za její odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala, poskytla mi cenné podklady a odborné rady, které byly pro tuto práci zásadní. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Tomášovi Buriánkovi, školnímu vedoucímu práce, který mi poskytl odborné rady a připomínky, které mi při práci hodně pomohly.

na možné biocidní a repelentní účinky rostlin z čeledi zázvorovitých (*Zingiberaceae*), zejména kurkumovníku dlouhého (*Curcuma longa*) či galgánu lékařského (*Alpinia officinarum*) [1][2].

V teoretické části práce je popsána čeleď zázvorovitých, její významné druhy a možnosti využití v oblasti farmacie, kosmetiky a gastronomie. Dále jsou rozebrány základní pojmy z oblasti biocidů, především repelentů, a podrobně je představen parazit klíště obecné – jeho morfologie, vývoj, způsob vyhledávání hostitele, vhodné životní podmínky i přirození predátoři. Součástí je také přehled nejčastějších nemocí přenášených klíšťaty, zejména lymfské boreliózy a klíšťové encefalitidy, včetně jejich příznaků, diagnostiky a prevence.

Praktická část se zaměřuje na testování repelentních účinků esenciálního oleje ze zázvoru lékařského a na monitoring výskytu klíštěte obecného v lokalitě Brno–Pisárky metodou vlajkování. Během monitoringu bylo nasbíráno přibližně 500 jedinců rodu *Ixodes*, přičemž převládalo vývojové stádium nymfa. Experiment prokázal, že ošetření vlajek esenciálním olejem vedlo k nižšímu počtu přichycených klíšťat ve srovnání s kontrolními vzorky, což naznačuje, že zázvor lékařský může mít určité repelentní účinky. Tyto výsledky by však měly být dále ověřeny v dalších nezávislých studiích.

Literatura

LUDKOVÁ, Aneta. Zázvorovité rostliny a jejich biocidní potenciál [online]. Brno, 2024. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Helena Nejezchlebová, Ph.D. [cit. 2025-11-11]. Dostupné z: Zázvorovité rostliny a jejich biocidní potenciál

STRÁNÍKOVÁ, Tereza. Vyšetření klíšťat na *Borrelia burgdorferi* sensu lato na vybrané lokalitě [online]. Brno, 2024. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Alena Žáková, Ph.D. [cit. 2025-11-11]. Dostupné z: Vyšetření klíšťat na *Borrelia burgdorferi* sensu lato na vybrané lokalitě

Poděkování

Především bych rád poděkoval vedoucí mé práce RNDr. Heleně Nejezchlebové, Ph.D. za veškerou pomoc, kterou mi při vypracovávání práce poskytla. Zejména za veškeré cenné rady, materiály, které jsem mohl při vypracovávání práce využít a za vedení mých terénních studií a pomoc s jejich vypracováním, ale zejména za trpělivost, kterou se mnou měla. Dále bych také rád poděkoval školní vedoucí mé práce PhDr. Marcelu Helešicovi za veškerou pomoc při psaní a možnosti využití laboratoře ve škole.

Evoluční adaptace kardiovaskulárního systému na vyšší krevní tlak

Lota Dvořáčková¹

¹ Střední průmyslová škola chemická a Gymnázium, Brno, Vranovská,
p.o., Vranovská 65, 614 00 Brno-Husovice; dvorackova.lotka@gmail.com

Tato práce se zabývá analýzou krevního tlaku jako základního parametru popisujícího správnou funkci kardiovaskulárního systému, a to u mladých lidských jedinců. Cílem bylo najít jednotlivce s dědičně vázaným vyšším krevním tlakem. Tito jedinci by měli být evolučně adaptováni na tuto zátěž bez negativního dopadu na jejich délku života. Tato hypotéza vychází z pozorování primátů a jiných sociálně žijících savců, kde je u tzv. alfa jedinců přítomný vyšší krevní tlak než u ostatních jedinců jejich sociální skupiny a jejich kardiovaskulární systém je na toto zatížení adaptován (silnější cévy a tzv. sportovní srdce). K potvrzení této teorie byl dobrovolníkům, kteří se přihlásili do studie a podepsali informovaný souhlas, změřen krevní tlak, provedena rodinná anamnéza a vypočítal se index tělesné hmotnosti (body mass index – BMI). Do práce byli vyhledáváni dobrovolníci ve věkovém rozmezí 15 – 25 let. Pro takto mladé jedince je vyšší krevní tlak nezvyklý, proto se do práce nepodařilo dostatek dobrovolníků s vyšším krevním tlakem. Z dobrovolníků byl nalezen pouze jeden mladý člověk (17 letý muž), který trpí vysokým tlakem. Kromě něj se jako dobrovolník přihlásila 50 letá žena, která trpí vysokým krevním tlakem již od mládí a její případ je v práci využit jako příkladný, protože by mohl souviset s hypotézou.

Cíl práce byl částečně splněn, ale k potvrzení hypotézy o dědičné vázanosti vyššího krevního tlaku by bylo zapotřebí najít více dobrovolníků s vyšším krevním tlakem a provést podrobnější vyšetření.

Poděkování

Velice děkuji svým konzultantkám, paní RNDr. Miriam Nývltové Fišákové, Ph.D. a MUDr. Zuzaně Novákové, Ph.D., které mi umožnily tuto práci uskutečnit, za jejich odbornou a pohotovou pomoc a cenné rady. Děkuji, že jste si na mě udělaly čas a s trpělivostí a vlídností mě provázely celou práci.

Dále bych chtěla poděkovat své bývalé třídní učitelce PhDr. Mgr. Marcele Helešicové za finální kontrolu práce, podporu a rady, které mi poskytla.

V tomto poděkování nemohu opominout měřené dobrovolníky, kterým jsem velmi vděčná za jejich ochotu a nasazení do tohoto projektu.

Tato práce byla vypracována za finanční podpory JMK..

Transformácia bioetanolu na užitočné chemikálie

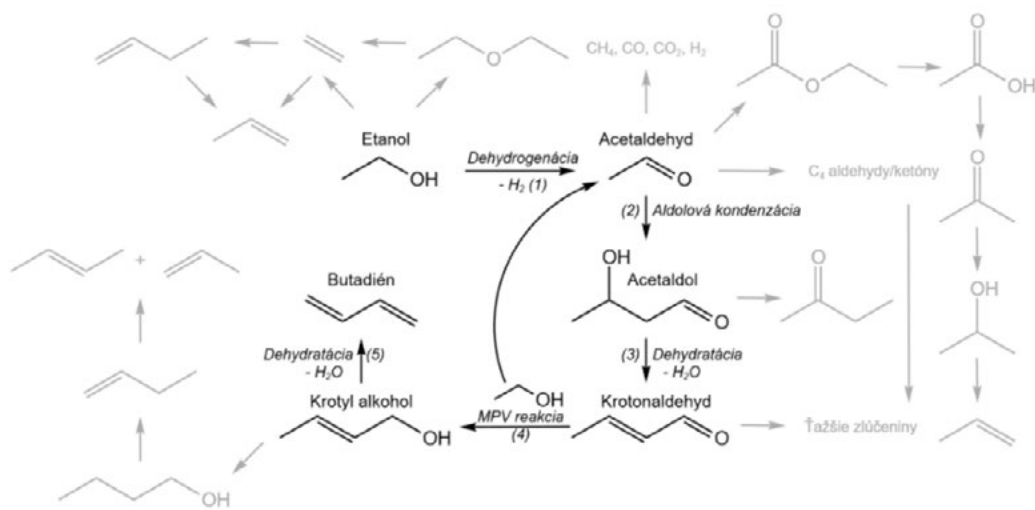
Tomáš Goralka¹, Matej Šuška², Blažej Horváth³

^{1,2} Gymnázium Hlinská, Hlinská 29, Žilina, Slovensko, ¹tomas.goralka@gymza.sk, ²matej.suska@gymza.sk

³ Oddelenie organickej technológie, katalýzy a ropy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, Bratislava, Slovensko

Trend spotreby ropy v našej spoločnosti nám ukazuje, že je nevyhnutné hľadať možnosti, ktorými vieme získavať potrebné suroviny, ktorých pôvod bude iný ako ropný. Populárnym alternatívnym neropným zdrojom je bioetanol vyrobený z biomasy. Z bioetanolu je možné pomocou Lebedevovho katalyzátora pripraviť butadién a iné významné petrochemické produkty.

Katalyzátory na báze oxid horečnatý – oxid kremičitý sa ukázali byť efektívnymi katalyzátormi (čisté či dopované kovmi s kyslými centrami). MgO poskytuje bázičné centrá a SiO₂ kyslé (Lewisove) centrá. Výskumy ukázali, že bázičné centrá magnézie sú v reakčnom mechanizme zodpovedné za aldolové adície a dehydrogenácie, kým kyslé centrá siliky sú zodpovedné za dehydratácie. Prídavok prechodného kovu zlepšuje dehydrogenáciu etanolu na acetaldehyd. [1, 2]



Reakčná schéma transformácie etanolu

Pripravili sme sedem heterogénnych katalyzátorov: MgO+SiO₂, MgO/SiO₂, SiO₂/MgO, ZrO₂/SiO₂(NO₃), ZrO₂/SiO₂(Ac500), ZrO₂/SiO₂(Ac600) a ZrO₂/SiO₂(Ac700). Pomer hmotnostného zlomku MO_x (M = Mg, Zr, x = 1 pre Mg, 2 pre Zr) ku SiO₂ bol 1:1. Katalyzátory boli testované v prietokovom reaktore. Pre každý použitý katalyzátor bola vykonaná GC analýza plynnej fázy. Pri katalyzátoroch SiO₂/MgO a ZrO₂/SiO₂(Ac500) boli pozorované najvyššie priemerné výťažky acetaldehydu a butadiénu. Pri použití týchto dvoch katalyzátorov bola vykonaná aj GC-MS analýza zachyteného kondenzátu na určenie prítomnosti možných polutantov.

GC-MS analýza zachyteného kondenzátu jednoznačne preukázala výhodnosť použitia ZrO₂/SiO₂(Ac500), vzhľadom na možnosť opätovného vrátenia nezreagovaného bioetanolu (jediná látka, ktorej prítomnosť bola určená pomocou GC-MS v kvapalnom kondenzáte) do reakčného systému pre zvýšenie výťažkov bez nutnosti dodatočnej purifikácie.

Literatúra

[1] JONES, M. D. Chemistry Central Journal. 2014, Vol. 8

[2] MAKSHINA, E. V. – DUSSELIER, M. – JANSSENS, W. – DEGREVE, J. – JACOBS, P. A. – SELS, B. F. Chem. Soc. Rev. 2014, Vol. 43.

Podakovanie

Ďakujeme Ing. Blažejovi Horváthovi, PhD. Z Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za pomoc, odborný dohľad pri realizácii experimentov, ústretový prístup a cenné rady a za možnosť pracovať na tejto téme pod jeho vedením.

Vliv RNA acetyltransferázy NAT10 na nukleotidovou excizní reparaci

Benedikt Gross

Benedikt Gros, Biofyzikální ústav AV ČR, v. v. i.; Oddělení Buněčné biologie a epigenetiky; Brno, Královopolská 135

Oprava genetické informace je zásadní proces pro život, protože umožňuje organismům udržet stabilitu svého genomu a dosáhnout dlouhověkosti. Genom se může opravovat několika mechanismy a jejich efektivita je často ovlivněna vnějšími podmínkami [1]. Ve své práci jsem se zaměřil na dráhu nukleotidové excizní reparace (NER) a zkoumal jsem, jakým způsobem ji ovlivňuje enzym N-acetyltransferáza 10 (NAT10) [2]. Ke studiu byly použity dva typy buněk HeLa – přirozené a geneticky upravené linie se sníženou produkcí NAT10. Poškození genomu jsem indukoval vystavením obou linií UVC záření, což umožnilo sledovat rozdíly v reakci buněk na DNA stres. Výsledky ukázaly, že NAT10 má patrný vliv na proteiny zapojené do NER dráhy. Pomocí Western blotu jsem analyzoval hladiny NAT10 a několika dalších klíčových opravárenských proteinů, přičemž snížení množství NAT10 mělo negativní dopad na jejich expresi. Dále jsem imunofluorescencí a mikroskopickým sledováním sledoval aktivaci a shlukování opravárenských proteinů v místě poškození DNA. Zajímavé však je, že celková ani lokální efektivita opravy nebyla úroveň NAT10 výrazně ovlivněna, což naznačuje komplexnější regulační roli tohoto enzymu.

Literatura

- [1] ZHANG, Xiping; YIN, Mengdie a HU, Jinchuan. Nucleotide excision repair: a versatile and smart toolkit. Online. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*. 2022, roč. 54, č. 6, s. 807-819. ISSN 1672-9145. Dostupné z: <https://doi.org/10.3724/abbs.2022054>. [cit. 2025-11-19].
- [2] SCHIFFERS, Sarah a OBERDOERFFER, Shalini. Ac4C: a fragile modification with stabilizing functions in RNA metabolism. Online. *RNA*. 2024, roč. 30, č. 5, s. 583-594. ISSN 1355-8382. Dostupné z: <https://doi.org/10.1261/rna.079948.124>. [cit. 2025-11-19].

Poděkování

Velice rád bych poděkoval prof. Doc. RNDr. Evě Bártové, Ph. D., Dsc. a Mgr. Lence Stixové, Ph. D., za to, že mi pomáhaly a Biofyzikálnímu ústavu za poskytnutí zázemí pro mé experimenty.

Vliv vybraných faktorů preanalytické fáze na stanovení acidobazické rovnováhy v krvi

Nela Koláčková¹, Gabriela Vintrová²

¹ SZŠ a VOŠZ Brno, Merhautova (pracoviště Lipová 18), nkolackova@szsbrno.cz

² SZŠ a VOŠZ Brno, Merhautova (pracoviště Lipová 18)

Acidobazická rovnováha (ABR) je klíčovým parametrem pro hodnocení vnitřního prostředí organismu a její přesné stanovení závisí mimo jiné na správném provedení preanalytické fáze odběru a zpracování vzorku krve. Cílem této práce bylo experimentálně posoudit, jak časová prodleva mezi odběrem a analýzou ovlivňuje hodnoty pH a parciálního tlaku kyslíku (pO_2) ve srovnání se STATIMovým vyšetřením. Vzorky byly analyzovány na analyzátoru RapidPoint 500e a byly rozděleny do tří skupin: ihned vyšetřený STATIM, vzorky se zpožděním 1–3 hodiny a vzorky se zpožděním 3–5 hodin. Získané výsledky ukázaly, že s rostoucí časovou prodlevou dochází k měřitelným změnám v hodnotách pH a pO_2 , přičemž nejvýraznější rozdíly byly patrné u vzorků s delším zpožděním, a to zejména u případů, kde pravděpodobně nebyla správně dodržena preanalytická fáze (např. přítomnost vzduchových bublinek, nedostatečné uzavření stříkačky). Studie tak potvrzuje zásadní význam správného odběru, rychlého transportu (ideálně do 15–30 minut) a vhodného uchovávání vzorků pro získání spolehlivých výsledků krevních plynů a minimalizaci rizika chybné interpretace klinického stavu pacienta [1].

Literatura

[1] BAIRD, Geoffrey. Preanalytical considerations in blood gas analysis. Online. *Biochemia Medica*. 2013. ISSN 1846-7482.

Poděkování

Tímto bychom chtěli poděkovat Oddělení klinické biochemie Fakultní nemocnice u svaté Anny za možnost provedení experimentální části a Ing. Jakubu Křikalovi za konzultaci experimentální části.

Stanovení pesticidů v exotickém koření a známých pochutinách

Zuzana Konečná

(RECETOX – Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity), Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská, p. o.

“Dopady pesticidů v našem životním prostředí jsou závažné. Tyto látky se vyskytují v řekách, sněhu, dešti, mlze, vzduchu, půdě, v potravinách, a dokonce i v organismech lidského těla. Chemické pesticidy představují hrozbu nejen pro škůdce, ale také pro lidi. Chemické pesticidy jsou nejznámější, nejúčinnější, ale také toxické, a to nejen pro cílové organismy [1].” Proto bezpečnost potravin patří mezi klíčová témata současného potravinářského průmyslu i veřejného zdraví.

“Pesticidy jsou látky navržené k ničení, odpuzování nebo kontrole škůdců. Mezi ně patří fungicidy, herbicidy a insekticidy, které jsou specificky toxické pro cílové organismy, ale mohou také ohrozit lidské zdraví, domácí zvířata a životní prostředí. Pesticidy mohou vyvolávat lokální a systémové reakce, krátkodobé účinky (akutní toxicita) a mají také dlouhodobý dopad na ekologické systémy. Jejich nadměrné používání může vést k znečištění vody a půdy, ohrožení biodiverzity a úbytku opylovačů, jako jsou včely, což ohrožuje potravinovou bezpečnost [2].”

Pro stanovení pesticidů v exotických kořeních a známých pochutinách bylo celkem použito 16 vzorků: vanilkový lusk, skořice mletá, pepř černý mletý, chilli (kajenský pepř), kakao pražené holandského typu, kakaové boby nepražené celé, kávové boby, zelená káva bio nepražená, Earl Grey, Lung Ching, muškátový oříšek, kurkuma, hřebíček a tři slepé vzorky pro zajištění kvality výsledků.

V teoretické části jsou rozepsány kapitoly o pesticidech a toxikologii. V praktické části je včetně materiálu, chemikálií a pracovního postupu popsána analýza, která zajišťuje přesné výsledky s použitím kombinace vysokoúčinné kapalinové chromatografie a hmotnostní spektrometrie, jež umožnila kvantifikaci široké škály pesticidů s vysokou citlivostí. Cílem této práce je analyzovat přítomnost pesticidů v exotickém koření a známých pochutinách dostupných na českém trhu a identifikovat rozdíly mezi analyzovanými produkty. Výběr vzorků zahrnoval širokou škálu produktů, včetně koření, čajů a kakaových produktů. Výsledky přispějí k pochopení rizik spojených s konzumací exotického koření a pochutin.

Analýza 16 vzorků odhalila celkem rezidua 10 druhů pesticidů, přičemž jejich koncentrace se pohybovaly v rozmezí od detekčního limitu až po 347,04 ng/g, což bylo zjištěno u temefosu v chilli. Nejčastěji se ve vzorcích objevil carbendazim, přičemž jeho nejvyšší hodnota byla naměřena v černém pepři (50,83 ng/g). Naopak u pražených kávových bobů nebyly detekovány žádné pesticidy. Celkem 5 vzorků překročilo maximální limit reziduí, a to pepř černý mletý (překročení o 23,25 ng/g u acetochloru), ostatní 4 vzorky nedodržely limit u chlorpyrifosu, což byly: skořice mletá (překročení o 4,99 ng/g), chilli (překročení o 34,99 ng/g), zelený čaj Lung Ching (překročení o 31,40 ng/g) a hřebíček (překročení o 9,16 ng/g), u vzorku chilli bylo ještě zjištěno, že vzorek překročil limit i u dalšího pesticidu temefos s hodnotou o výše 337,04 ng/g než je maximální limit reziduí.

Výsledky ukazují, že úroveň kontaminace pesticidy je silně závislá na konkrétním typu produktu a podmínkách jeho pěstování. Pražené kávové boby neobsahovaly měřitelné množství pesticidů, což poukazuje na možné vlivy technologického zpracování na konečný obsah reziduí. Práce zdůrazňuje nutnost monitorování pesticidů v potravinách a důsledného dodržování maximálních reziduálních limitů (MRL), zejména u produktů dovážených ze zemí s odlišnými pravidly používání pesticidů.

Do budoucna by bylo užitečné zaměřit se na širší spektrum vzorků a analyzovat vlivy pěstitelských a zpracovatelských technik na obsah pesticidů. Výsledky této práce mohou posloužit jako podklad pro další výzkum a zlepšení legislativních a kontrolních mechanismů v oblasti bezpečnosti potravin, neboť zdůrazňují důležitost pravidelné kontroly a prevence v oblasti potravinové bezpečnosti.

Literatura

[1] Mgr. Lenka Krčmáriková, *Levné postřiky: Co jsou pesticidy a jak se dělí?* (2024). Dostupné z: <https://www.levnepostriky.cz/aktuality/co.jsou.pesticidy.a.jak.se.deli>

[2] Mirdo.cz. *Pesticidy jsou jed: Škodlivé účinky pesticidů na naše zdraví* (2024). Dostupné z: <https://www.mirdo.cz/pesticidy-jsou-jed-skodlive-ucinky-pesticidu-na-nase-zdravi/>

Poděkování

Zde bych chtěla poděkovat paní Mgr. Simoně Rozárce Jílkové, vedoucímu mé práce, za její odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala, poskytla mi cenné podklady a odborné rady, které byly pro tuto práci zásadní. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Tomášovi Buriánkovi, školnímu vedoucímu práce, který mi poskytl odborné rady a připomínky, které mi při práci hodně pomohly.

Monitorování prachových (PM) částic ve vnitřním prostředí

Lucie Procházková

Střední průmyslová škola chemická a Gymnázium Brno, Vranovská 65, 614 00 Brno, Česká republika

Prachové částice neboli PM, je pojem pro mikročástice, které dosahují velikosti jen několika mikrometrů (μm). Důležité je jejich složení, PM nemůžeme vnímat jako jednu znečišťující látku, ale spíše jako směs různých chemických druhů. Tato směs je složená z pevných látek a aerosolu. Dle jejich velikosti, je tak můžeme i popisovat jako např. PM_{2,5} (částice o velikosti 2,5 mikrometrů). Jejich velikost a množství v našem okolí, je pro nás velmi důležité pozorovat, z důvodu možných plicních a dýchacích onemocnění.

Cílem práce bylo analyzovat data z pěti vnitřních prostorů, a to hospoda, kde se může kouřit, kuřácká a nekuřácká domácnost, kadeřnictví a kuchyň v restauraci. Tyto prostory byly po dobu několika týdnů monitorovány a z naměřených dat byly vytvořeny grafy, které ukazují množství PM_{2,5}. Pro každé z těchto prostředí bylo zhotoveno 7 grafů z každého dne. Následně k nim byly vytvořeny i grafy pro korelaci mezi PM_{2,5} a PM₁₀. Dále v daném prostředí se vypočítala i průměrná koncentrace PM_{2,5}. Z těchto koncentrací byl vytvořen jeden celkový průměr pro daný prostor. Tyto finální průměry se, společně s grafy, vyhodnotily a porovnali.

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé práce Ing. Özge Edebalı ze odborné vedení při zpracovávání praktické i teoretické části. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Ireně Oupicové a Mgr. Simoně Rozárce Jílkové, PhD. za významnou pomoc při jejím zpracování.

Optimalizace syntézy a metody purifikace plasmonických nanočástic

Tomáš Prokeš¹, Julie Weisová², Radek Matuška¹, Antonín Hlaváček²

¹ Střední průmyslová škola chemické a gymnázium, Vranovská 65; 614 00 Brno-Husovice; protom11@seznam.cz

² Ústav analytické chemie AV ČR, v. v. i., Veveří 967/97, 602 00 Brno

Tato práce se zabývá zejména optimalizací již existujících syntéz nanočástic vykazujících lokalizovanou povrchovou plasmonovou rezonanci, konkrétně se jednalo o nanočástice zlata a stříbra. Cílem byl získání monodisperzních nanočástic, které **budou dobře charakterizované**, budou vykazovat absorpční pásy kolem vlnových délek 600-650 nm, budou v roztoku stabilní a jejich syntéza bude dostatečně reprodukovatelná pro experimenty v optické mikroskopii. Syntéza probíhala redukcí prekurzorových roztoků za vzniku jader nanočástic, které následně narůstaly v prostředí iontových surfaktantů. Nanočástice byly z reakční směsi izolovány pomocí centrifugace nebo sedimentace.

Purifikované nanočástice byly charakterizovány převážně optickými metodami. Prvním z nich je dynamický rozptyl světla, který sloužil pro orientační stanovení čistoty a velikosti nanočástic ve vzorku. Na základě naměřených dat byly vybrány vzorky s největší mírou monodisperzity pro skenovací elektronový mikroskop. Spektrální vlastnosti vzorků byly posouzeny jak spektrofotometricky, tak i vizuálně. Pro stanovení hmotnostní koncentrace nanočástic ve vzorku bylo použito gravimetrické stanovení.

V této práci byly připraveny stříbrné nanotrojúhelníky a několik typů zlatých nanočástic – konkrétně nanokuličky, nanotyčinky, nanotrojúhelníky a nanobipyramidy. Všechny zmíněné typy nanočástic byly nejen úspěšně připraveny, ale i při respektování postupu byly syntézy opakovatelné s konzistentním výsledkem. Jejich stabilita byla testována za **různých podmínek** a byl vybrán nejvhodnější způsob povrchové úpravy, který jim zajistil dlouhodobou chemickou i koloidní stabilitu.

Poděkování

Rád bych poděkoval mým odborným vedoucím práce Ing. Julii Weisové a Mgr. Antonínu Hlaváčkoví, Ph.D., za umožnění vykonání práce, odborné pomoci, ochotu a čas jak při jejím vykonávání, tak i při vypracování práce. Také děkuji Mgr. Radku Matuškoví za konzultace a opravy práce.

Povrchově zesílená Ramanova spektroskopie

Marie Prokopová¹, Patrik Židlický²

¹ SPSCChGBr, Střední průmyslová škola chemická, Brno, Vranovská 65, sikma.plocha7@gmail.com,

² SPSCChGBr, Střední průmyslová škola chemická, Brno, Vranovská 65, zidlicky0110@seznam.cz

Ramanova spektroskopie je kvalitativní i kvantitativní metoda, která využívá Ramanova rozptylu - pohlcení a následné vyzáření světla o jiné vlnové délce molekulou. Konvenční Ramanova spektroskopie avšak vykazuje jen slabé signály, které jsou špatně měřitelné. Proto signály zesilujeme povrchem, obvykle pomocí nanostruktur stříbra. Naše práce srovnává dvě metody povrchového zesílení v Ramanově spektroskopii: pomocí jiskrového výboje a přípravy anodických substrátů. Tyto substráty chemicky předupravujeme a tím zesilujeme signál měřené látky. Tato metoda by mohla mít uplatnění v medicíně nebo analytické či forenzní chemii.

Poděkování

Děkujeme našemu vedoucímu Vítu Pavelkovi a Hemzalu Dušanovi. Také našemu vedoucímu ve škole panu Vítězslavu Klímovi. Děkujeme Masarykově univerzitě za finanční podporu.

Nová mořská luciferáza svítí na obzoru: od atomů po biomedicínské aplikace

Amálie Steklá¹, Karolína Sedláčková², Eva Hrubá³, Tomáš Bárta³, Martin Marek²

¹ Gymnázium Brno-Bystrc, příspěvková organizace, Vejrostova 1143/2, Brno-Bystrc, steklaamalie@gmail.com

² Masarykova univerzita, Přírodovědná fakulta, Ústav experimentální biologie a RECETOX, Loschmidtovy laboratoře

³ Masarykova univerzita, Lékařské fakulta, Ústav histologie a embryologie

Bioluminiscence je biologický fenomén, který popisuje schopnost živých organismů světélkovat. Viditelné světlo organismy generují pomocí chemické přeměny substrátové molekuly luciferinu, kterou katalyzují enzymy označované jako luciferázy. Navzdory hojnému rozšíření bioluminiscence v přírodě, zejména pak v mořských ekosystémech, byl prozatím strukturně a funkčně popsán pouze zlomek těchto fascinujících enzymů. V tomto příspěvku reportuji o experimentech, které vedly k objevu a biochemické charakterizaci nové luciferázy z ostnokožce hadice vláskovité (Echinodermata: *Amphiura filiformis*). Podařilo se nám identifikovat gen, který kóduje funkční luciferázu v tomto druhu. Tuto luciferázu jsme poté laboratorně připravili a vykryštalizovali, tak abychom mohli vizualizovat její atomární strukturu pomocí rentgenové krystalografie. Struktura této luciferázy s navázanou emitrovní molekulou (coelenteramid) odhalila prostorové uspořádání aktivního místa enzymu, díky čemuž jsme pak mohli odvodit molekulární mechanismus oxygenolytické katalýzy. Experimenty se savčími buňkami pak ukázaly, že tato luciferáza má potenciál být využitelná jako nástroj pro neinvazivní biologické zobrazování v rámci základního či aplikovaného biomedicínského výzkumu.

Poděkování

Je mnoho lidí, bez kterých bych tuto práci neměla čas, možnost či odvahu napsat. Největší díky si však zaslouží a Karolína Sedláčková Martin Marek, kteří mi pomáhali v laboratoři, při analýze dat i sepsování práce.

Tento výzkum finančně podpořila Grantová agentura ČR grantem č. GX25-17329X.

Syntéza, charakterizace a katalytická aktivita metalosilikátů

Václav Šauer

Střední průmyslová škola chemická a Gymnázium, sauervaclav22@spschbr.cz

Příspěvek se zaměřuje na syntézu, charakterizaci a studium katalytické aktivity cínosilikátů **připravených metodou** nehydrolytického sol-gelu (NHSG), která umožňuje kontrolovatelnost reakce a homogenní distribuci kovových center v silikační matici. Tento postup poskytuje výhodu při lepší kontrole nad porézní strukturou materiálu. Připravené metalosilikáty se lišily molárním poměrem Si/Sn, čímž bylo možné sledovat vliv koncentrace cínu na strukturu i katalytické chování. [1][2]

Vzorky byly podrobeny komplexní fyzikálně-chemické charakterizaci zahrnující infračervenou spektroskopii, dusíkovou adsorpční-desorpční porosimetrii, rentgenovou fotoelektronovou spektroskopii (XPS), optickou emisní spektroskopii s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES), termogravimetrickou a diferenční skenovací kalorimetrii (TG/DSC) a nukleární magnetickou rezonanci v pevné (NMR). Povrchová modifikace cínosilikátů byla provedena pomocí kvarterní amoniové soli jodidu bis(3-trimethoxysilylpropyl)-N,N-dimethylamonného, jejíž navázání bylo potvrzeno spektroskopickými metodami a změnou porosity.

Katalytické testy byly provedeny na reakci oxidu uhličitého s 1,2-epoxybutanem a katalyzátorem ve formě cínosilikátu. Tato reakce **představuje ekologicky významný způsob** ukládání CO₂ do hodnotných organických karbonátů. Díky této reakci by se daly snížit emise CO₂ a **částečně zmírnit globální oteplování**. Vzniklý karbonát by se dal dále využít v chemickém průmyslu jako například polární rozpouštědla, v **lithiových** iontových bateriích či v **syntézách ve farmaceutickém průmyslu**. [3]

Z katalýz bylo zjištěno, že samotný obsah cínu má velmi malý vliv na konverzi reakce. Zatímco přítomnost bazických a nukleofilních center spojených s navázanou kvarterní amoniovou solí výrazně zvyšuje katalytickou účinnost. Nejvyšší konverze dosahovaly modifikované vzorky s největším obsahem dusíku a jodidu stanoveným pomocí XPS.

Studie přináší nové poznatky o syntéze a struktuře metalosilikátů **připravených metodou NHSG a jejich vztahu ke katalytické aktivitě**. Tyto výsledky mohou přispět k vývoji účinnějších a environmentálně šetrných heterogenních katalyzátorů pro organické syntézy.

Literatura

- [1] Adam Blaško. (2024). *Syntéza, charakterizace a katalytická aktivita porézních křemičitanů s kovalentně vázanými aminovými skupinami*.
- [2] Leonová, L. (2020). *Příprava a charakterizace mesoporézních aluminosilikátů pro katalytické účely*.
- [3] Bui, T. Q., Konwar, L. J., Samikannu, A., Nikjoo, D., & Mikkola, J.-P. (2020). Mesoporous Melamine-Formaldehyde Resins as Efficient Heterogeneous Catalysts for Continuous Synthesis of Cyclic Carbonates from Epoxides and Gaseous CO₂. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(34), 12852–12869. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c03123>

Poděkování: Děkuji Mgr. Aleši Stýskalíkovi, Ph.D., za odborné vedení práce a cenné rady.

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Mgr. Aleši Stýskalíkovi, Ph.D., za možnost realizovat středoškolskou odbornou činnost na půdě Ústavu chemie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, za jeho cenné rady, trpělivost a čas, který mi věnoval. Zvláštní poděkování patří Mgr. Lucii Leonové za její neocenitelnou pomoc při všech syntézách a měřeních, za ochotu vše srozumitelně vysvětlit a za mnoho času, který se mnou strávila jak v laboratoři, tak při konzultacích. Děkuji také všem pracovníkům ústavu za jejich vstřícnost a ochotu pomoci.

Mikroplasty v životním prostředí

Marek Ševčík¹

Střední průmyslová škola chemická a Gymnázium, Brno, Vranovská, p.o., Vranovská 65, 614 00 Brno-Husovice, marasevcik21@gmail.com

Tato práce se zabývá problematikou výskytu mikroplastů v půdním prostředí města Brna, se zaměřením na jejich množství, možné zdroje a dopady na ekosystémy. Cílem bylo porovnat obsah mikroplastů ve třech typech lokalit – v okrajové části města, v městském prostředí a v průmyslové oblasti – a posoudit míru jejich kontaminace. Součástí práce je také využití a ověření spolehlivosti analytické metody infračervené spektroskopie (FTIR), která slouží k identifikaci mikroplastů v půdních vzorcích.

Teoretická část shrnuje poznatky o vzniku, šíření a dopadech mikroplastů na životní prostředí, organismy i člověka, a popisuje metody využívané k jejich detekci. Praktická část zahrnuje odběr tří půdních vzorků z rozdílných lokalit, jejich laboratorní zpracování a následnou analýzu pomocí metody FTIR. Pro určení koncentrace mikroplastů byl použit postup kalibrace, při které byly počítány obsahy PET z oblastí vlnových délek 1800–1600 cm⁻¹, 1300–1200 cm⁻¹ a 1100–800 cm⁻¹. Tyto hodnoty byly následně přepočteny na hmotnostní zastoupení PET v 1 g půdy. Následná validace dat pomocí grafů Prediction vs True hodnotila spolehlivost měření u jednotlivých vzorků a směsí.

Výsledky ukázaly, že úroveň kontaminace mikroplasty se mezi lokalitami výrazně liší. V oblastech vlnových délek 1800–1600 cm⁻¹ a 1300–1200 cm⁻¹ byl nejvíce kontaminovaný vzorek z městského prostředí, následoval vzorek z průmyslové oblasti a nejméně kontaminovaná byla okrajová část města. V oblasti vlnových délek 1100–800 cm⁻¹ se pořadí změnilo, nejvyšší kontaminace byla u vzorku z průmyslové oblasti, za ním následoval městský vzorek a nejméně kontaminovaný byl vzorek z okraje města. Validace dat potvrdila spolehlivost měření u vzorků A a C, zatímco u městského vzorku B byla přesnost nižší. Celkově tyto výsledky ukazují, že průmyslové aktivity výrazně ovlivňují znečištění půdy mikroplasty a že okrajové části města jsou méně zatíženy. Zároveň naznačují potřebu dalšího výzkumu, zejména pro zpřesnění měření v městském prostředí a lepší porozumění procesům šíření mikroplastů v krajině.

Poděkování

Děkuji Mgr. Heleně Doležalové Weissmannové, Ph.D. za čas, který si na mě vyhradila, abych mohl na této středoškolské odborné činnosti pracovat. Také děkuji za její ochotu, trpělivost a její rady. Děkuji Ing. Tomášovi Buriánkovi za možnost zkontrolování práce a za to, že byl ochotný dělat mého konzultanta. Děkuji organizaci JCMM za možnost zpracování středoškolské odborné činnosti na toto téma.

Príprava bionafty z kávového odpadu

Matej Šuška¹, Miroslava Bérešová²

¹ Gymnázium Hlinská, Hlinská 29, Žilina, Slovensko, matej.suska@gymza.sk

² Oddelenie organickej technológie, katalýzy a ropy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, Bratislava, Slovensko

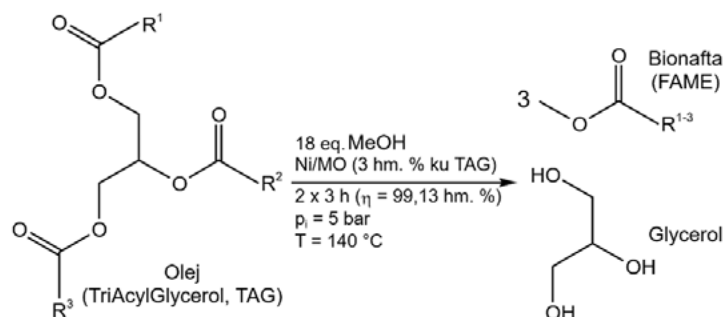
Súčasný trend spotreby ropy naznačuje, že otázka hľadania alternatívnych palív je namieste. V súčasnosti sa do palív pre vznetové motory pridáva bionafta, ktorá predstavuje biozložku, vzhľadom na to, že bionafta nie je ropným produktom, ale vyrába sa transesterifikáciou olejov. [1]

Celosvetovo sa používa najmä palmový olej, slnečnicový olej či repkový olej. [2]

My sme použili olej získaný z kávového odpadu, ktorý predstavuje možnosť valorizácie odpadov každodenného života.

Kávový olej, tak ako aj iné oleje je, z chemického hľadiska, tvorený triacylglycerolmi, teda rovnako ako napr. repkový alebo palmový olej, je možné takýto olej transesterifikovať s metanolom a pripraviť z neho bionaftu (metylestery mastných kyselín). [3]

Experimentálna časť sa skladala z niekoľkých krokov. Pripravili sme heterogénny katalyzátor na báze zmesných oxidov pripravených z hydrotalkitov kalcináciou. Následne vo vsádzkovom reaktore prebiehala dvojstupňová transesterifikácia kávového oleja s metanolom pri špecifických reakčných podmienkach. Po jednotlivých stupňoch transesterifikácie sme pomocou GC analýzy určovali obsah metylesterov mastných kyselín vo vzorke, vzhľadom na to, že bionafta je charakterizovaná určitým minimálnym množstvom FAME (Fatty Acid Methyl Esters).



Reakčná schéma s parametrami transesterifikácie kávového oleja s metanolom

Po prvom stupni transesterifikácie sme GC analýzou určili 77, 31 hm. % FAME vo vzorke.

Po druhom stupni transesterifikácie sme GC analýzou určili 99,13 hm. % FAME vo vzorke.

GC analýza dokázala vysoké zastúpenie FAME v analyzovaných vzorkách po jednotlivých stupňoch transesterifikácie. Po finálnom stupni bol obsah FAME vyšší ako normou stanovený minimálny obsah metylesterov mastných kyselín (min. 96,5 hm. %).

Literatúra

- [1] Kamil, M.; Ramadan, K. M.; Awad, O. I.; Ibrahim, T. K.; Inayat, A.; Ma, X. *Science of The Total Environment*. **2019**, 675, 13-30.
- [2] Tarigan, J.; Ginting, M.; Mubarakah, S. N.; Sebayang, F.; Karo-karo, J.; Nguyen, T. T.; Ginting, J.; Sitepu, E. K. *RSC Adv*. **2019**, 9, 35109-35116.
- [3] Zahradník, P.; Mečiarová, M.; Magdolen, P. *Organická chémia*. 2. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo UK, **2019**. ISBN 978-80-223-4589-7, 283-295.

Podakovanie

Ďakujem Ing. Miroslave Bérešovej, PhD. Z Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za pomoc, odborný dohľad pri realizácii experimentov, ústretový prístup a cenné rady a za možnosť pracovať na tejto téme pod jej vedením.

Využití techniky difuzního gradient v tenkém filmu pro prvkovou analýzu energetických nápojů

Milada Ester Vata¹, Sabina Antlová²

¹ SZŠ a VOŠZ Brno, Merhautova (pracoviště Lipová 18), mvata@szsbrno.cz

² SZŠ a VOŠZ Brno, Merhautova (pracoviště Lipová 18)

Tato práce se zaměřuje na prvkovou analýzu energetických nápojů, které se těší značné popularitě zejména mezi mladší populací. Sleduje obsah vybraných biogenních prvků a stopových těžkých kovů, jejichž přítomnost v potravinách je legislativně omezena. Cílem práce bylo porovnat přímou analýzu vzorků s prekoncentrační technikou difuzního gradientu v tenkém filmu (DGT), při které dochází k akumulaci analytů na sorpčním gelu, což umožňuje analýzu i stopových množství analytů po eluci gelu, přičemž zároveň i dochází ke zjednodušení matrice vzorku, což může zajistit lepší opakovatelnost při instrumentální analýze.

Energetické nápoje k analýze byly zvoleny na základě dotazníkového šetření, konkrétně se jednalo o vzorky RedBull, Monster a Tiger. Při experimentální části byly připraveny agarózové difuzní a sorpční hydrogely s adsorbentem Chelex-100 a zkompletované vzorkovací jednotky byly následně umístěny do naředěných energetických nápojů po dobu 24 hodin na magnetické míchače při 200 ot./min. Po expozici byly analyty ze sorpčních gelů eluovány 1M HNO₃ a po ředění byly replikáty vzorků proměřeny technikou ICP-OES. Z biogenních prvků byla zjištěna nejvyšší koncentrace u železa (105,00±6,93 μg.l⁻¹ při přímé analýze vzorku RedBull; 124,32±1,41 μg.l⁻¹ po prekoncentraci DGT téhož vzorku). Nejnižší koncentrace byla u všech analyzovaných nápojů zjištěna u manganu. Z těžkých kovů byly u všech analyzovaných vzorků zjištěna zvýšená koncentrace hliníku (až 286,323±22,14 μg.l⁻¹ při přímé analýze vzorku Monster), který se může do nápojů uvolňovat z obalu plechovky, přičemž migrace může být ještě podpořena kyselým pH a délkou skladování. U vzorku RedBull byla zjištěna rovněž zvýšená koncentrace niklu a olova (78,07±6,52 μg.l⁻¹ po prekoncentraci DGT), která se blíží legislativně stanovené limitní koncentraci 100 6,52 μg.l⁻¹. Naměřené výsledky také korelují s dalšími studiemi [1].

Na základě dosažených výsledků lze tvrdit, že energetické nápoje nelze považovat za hodnotný zdroj biogenních prvků, neboť dle naměřených výsledků nepokryjí ani 1 % doporučené denní dávky. Rovněž byla v energetických nápojích zjištěna zvýšená koncentrace hliníku a dalších těžkých kovů, které se mohou akumulovat v organismu a způsobovat chronická onemocnění. Z výsledků také vyplývá přínos techniky DGT při analýze stopových množství analytů, zejména v lepší opakovatelnosti výsledků.

Literatura

- [1] LEŚNIEWICZ, Anna; GRZESIAK, Magdalena; ŻYRNICKI, Wiesław a BORKOWSKA-BURNECKA, J. *Mineral Composition and Nutritive Value of Isotonic and Energy Drinks*. Online. *Biological Trace Element Research*. 2015, vol. 170. ISSN 0163-4984

Poděkování

Rády bychom poděkovaly Ing. Jakubu Křikalovi za konzultaci experimentální části práce a MVDr. Petru Mrázovi. Dále chceme poděkovat za poskytnutí prostor pro praktickou část FCH VUT v Brně a vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Divišovi, Ph.D.

Současné pesticidy v koření

Veronika Veselá

¹ Střední průmyslová škola chemická, Vranovská 1364/65, 614 00 Brno, veronika.vesela.2006.jr@gmail.com

Tato práce se zabývá analýzou obsahu pesticidů v koření (konkrétně v kurkumě, bobkovém listu a mletém pepři). Cílem této práce je porovnat množství pesticidů ve vzorcích z BIO a neBIO produktů a poté posoudit, zda BIO koření doopravdy obsahuje nižší množství chemických látek. K analýze byly použity laboratorní metody QuEChERS a LC-MS.

Výsledky ukazují, že neBIO produkce obsahovala větší množství pesticidů. Například u mletého pepře byl průměrný obsah acetochloru v neBIO vzorku 31,35 ng/g, přičemž u BIO vzorku to bylo pouze 5,86 ng/g. Naopak u bobkového listu obsahovala BIO produkce více reziduí pesticidů než neBIO produkce.

Získané údaje dokazují, že BIO koření obsahuje obecně méně pesticidů, což zvyšuje jeho zdravotní hodnotu. Práce přispívá k diskuzi o významu ekologického zemědělství a jeho přínosech pro bezpečnost potravin.

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Simoně Rozárce Jílkové, Ph.D., za odborné vedení práce a poskytnuté rady. Poděkování patří také Mgr. Marcelu Helešicové za odbornou pomoc při psaní této práce.

Vliv složení extrakčního činidla a vnějších podmínek při skladování na celkový obsah fenolických látek v bylinných extraktech

Kristýna Vrbová¹, Zuzana Prusová²

¹ SZŠ a VOŠZ Brno, Merhautova (pracoviště Lipová 18), kvrbova@szsbrno.cz

² SZŠ a VOŠZ Brno, Merhautova (pracoviště Lipová 18)

Tato práce byla zaměřena na optimalizaci podmínek při extrakci fenolických látek (TPC) z vybraných sušených bylin a na posouzení vlivu vnějších fyzikálních faktorů na celkový obsah fenolických sloučenin v bezinkovém sirupu. Struktura sušených bylin byla analyzována pomocí SEM a FT-IR pro identifikaci charakteristických funkčních skupin. Během extrakce byl sledován vliv složení rozpouštědla a délky extrakce na množství uvolněných fenolických látek. Stanovení TPC probíhalo spektrofotometricky pomocí Folin-Ciocalteuova činidla, které v zásaditém prostředí poskytuje s fenolickými látkami modrý komplex detekovatelný při vlnové délce 765 nm. Jako referenční látka pro kalibraci byla použita kyselina gallová a obsah TPC je tak vyjádřen v ekvivalentech kyseliny gallové (GAE) na sušinu vzorku.

Nejvyšší obsah TPC byl naměřen u vzorku šalvěže ($28,54 \pm 1,87$ mg GAE/g sušiny) při extrakci 60% ethanolem po 30 minutách, zatímco nejnižší obsah TPC byl zjištěn u řebříčku ($5,68 \pm 0,41$ mg GAE/g sušiny) za stejných podmínek. Naměřené výsledky včetně optimalizovaných extrakčních parametrů také korelují s dalšími studiemi [1–4]. Nefiltrovaný domácí bezinkový sirup obsahoval $363,12 \pm 3,99$ mg GAE/g. Při krátkodobém skladování sirupu (23 dní) byl sledován vliv oxidace, světla a zvýšené teploty na obsah TPC v bezinkovém sirupu. Nejvýraznější odchylka byla zaznamenána při uchovávání sirupu při 40 °C, kde bylo zaznamenáno zvýšení TPC v průběhu skladování až o 32,62 % oproti počáteční hodnotě. Tato odchylka může být dána chemickými změnami termolabilních látek během skladování či lepší extrahovatelností fenolických látek při zvýšené teplotě. Naopak vystavení vzorků sirupu světlu, skladování v temnu či přístup vzduchu přes parafilm neměly na obsah TPC během krátkodobého skladování výrazný vliv. Na tuto práci lze navázat dalšími experimenty pro zlepšení výtěžnosti extrakce fenolických látek z biologického materiálu, např. testováním dalších rozpouštědel či jejich kombinací nebo změnou teploty při extrakčním procesu.

Literatura

- [1] MITIC, Milan; JANKOVIC, Sonja; MITIC, Snezana; KOCIC, Gordana; MASKOVIC, Pavle et al. *Optimization and Kinetic Modelling of Total Phenols and Flavonoids Extraction from Tilia cordata M. Flowers*. Online. *South African Journal of Chemistry*. 2021, roč. 75. ISSN 03794350.
- [2] KARAASLAN AYHAN, Nagihan; KARAASLAN TUNC, Merve Goksin; NOMA, Samir Abbas Ali; KURUCAY, Ali a ATES, Burhan. *Characterization of the antioxidant activity, total phenolic content, enzyme inhibition, and anticancer properties of Achillea millefolium L. (yarrow)*. Online. *Instrumentation Science & Technology*. 2022, roč. 50. ISSN 1073-9149
- [3] JASICKA-MISIAK, Izabela; POLIWODA, Anna; PETECKA, Magdalena; BUSLOVYCH, Olena; SHLYAPNIKOV, Vladimir A. et al. *Antioxidant Phenolic Compounds in Salvia officinalis L. and Salvia sclarea L.* Online. *Ecological Chemistry and Engineering S*. 2018, roč. 25. ISSN 1898-6196
- [4] BENEÁ, Anna; CIOBANU, Cristina; CIOBANU, Nicolae; POMPUS, Irina a COJOCARU-TOMA, Maria. *Polyphenolic content and antioxidant activity of Hyssopus officinalis L. from the Republic of Moldova*. Online. *The Moldovan Medical Journal*. 2022, roč. 65. ISSN 25376373.

Poděkování

Především bychom chtěli poděkovat Ing. Jakubu Křikalovi za konzultaci experimentální části, vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Divišovi, Ph.D., a také Fakultě chemické VUT za umožnění výzkumu.

Chemické pokusy

Martin Zapletal

Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská 65, p.o.

V současnosti vzniká množství multimediálních výukových materiálů, které řada studentů preferuje před konvenčními výukovými materiály. V této práci byla fotograficky a videem zdokumentována kolekce chemických pokusů doplněná o popis děje, bezpečnosti práce a pracovního postupu pro jejich replikaci. Tyto materiály je tedy možné využít pro popularizaci vědy na internetu, vědecky zaměřených festivalech a prezentačních akcích odborných institucí. Zároveň je lze zařadit do běžné výuky chemie, kde by taková videa mohla být pro studenty atraktivnější než standardní způsoby výuky. Vzhledem k nízkým požadavkům na laboratorní vybavení a bezpečnost většiny pokusů by neměl být problém tyto pokusy replikovat i ve školách s omezeným zázemím, co se možnosti výuky přírodních věd týče.

Během této práce tak byla například zdokumentována interakce dvou běžných chemikálií v kuchyni, jimiž je jedlá soda a ocet a schopnost vznikajícího oxidu uhličitého nadnášet malé, lehké objekty. Provedl jsem několik pokusů, při kterých se mění barva směsi, ať už vlivem chemické reakce nebo vlivem indikátoru. Dále byla například prokázána schopnost hoření směsi amonných hnojiv a zinku, která vzplane při styku s vodou a v neposlední řadě byla extrahována barviva z listů a bylo provedeno jejich TLC.

Poděkování

Přál bych si tímto srdečně poděkovat mému vedoucímu – panu doktorovi Zdeňku Moravci a celé Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně. Vážím si toho, že si pan doktor vyhradil čas, kdy mi v laboratoři během dokumentace pomáhal a dohlížel na mě a za zapůjčení kvalitního fotoaparátu a kamery. Fakultě jsem vděčný za to, že mi byla pracovním zázemím a mohl jsem využít její vybavení. Mé poděkování patří také Mgr. Radku Matuškoví, který je školním vedoucím mé práce.

Inteligentní krytí ran pro diabetickou nohu: Využití bakteriální celulózy

Tomáš Novák¹, Radim Stríž², Adriana Kovalčík²

1 Gymnázium Brno-Řečkovice, příspěvková organizace, Terezy Novákové 2, Brno-Řečkovice, 624 00

2 Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 464/118, Brno

Cílem této Středoškolské odborné činnosti bylo vyvinout a charakterizovat inteligentní krytí ran na bázi bakteriální celulózy (BC) s využitím dvou odlišných metod sušení a vyhodnotit jejich strukturální a funkční vlastnosti pro potenciální medicínské aplikace.

Teoretická část je zaměřena na charakterizaci BC, což je přírodní biopolymer produkovaný bakterií *Komagataeibacter xylinus*, který se díky trojrozměrné struktuře sítě vláken, biokompatibilitě a vynikající absorpční schopnosti jeví jako slibný materiál pro aplikace v oblasti krytí ran [1].

Membrány BC byly podrobeny dvěma různým procesům sušení: lyofilizaci a sušení na teflonových deskách. Tyto metody sušení významně ovlivňují fyzikální a strukturní vlastnosti výsledných filmů BC [2]. Lyofilizované vzorky obecně lépe zachovávají pórovitou strukturu než vzorky sušené na teflonové desce. Pro charakterizaci morfologických rozdílů mezi oběma přípravami vzorků byla použita skenovací elektronová mikroskopie (SEM), která umožnila tyto rozdíly mezi oběma typy sušení pozorovat.

Dále byla stanovena schopnost absorpce vody, kde byly tyto rozdíly pozorovány také. Bobtnání vzorků bylo zjištěno v rozsahu od 11 do 184× původní suché hmotnosti BC. Rozdíly v charakteristikách bobtnání mezi těmito dvěma metodami sušení odrážejí rozdíly v poréznosti.

Pro další vyhodnocení funkční schopnosti krytí BC jako bioaktivních skafoldů byly na vzorky imobilizovány enzymy, které se při reakci z glukózou v přítomnosti indikátoru projevovaly změnou barvy. Byl použit enzymatický systém využívající glukózoxydázou (GOx) ve spojení s horseradish peroxidase (HRP; křenová peroxidáza) a ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonovou kyselinou)). Byly testovány různé koncentrace glukózy a odpověď připraveného materiálu na ně.

V této práci byla potvrzena možnost funkcionalizace BC pro využití v rámci enzymatické imobilizace pro detekci glukózy a krytí ran. Metoda využitá v této práci má potenciál na využití jako inteligentní krytí ran pro diabetickou nohu, kdy detekce glukózy hraje klíčovou roli.

Literatura

- [1] PASARIBU, Khatarina Meldawati, Saharman GEA, Syafruddin ILYAS, Tamrin TAMRIN a Izabela RADECKA. Characterization of Bacterial Cellulose-Based Wound Dressing in Different Order Impregnation of Chitosan and Collagen. *Biomolecules* [online]. MDPI, 2020, 2020-11-3, **10**(11), 1511 [cit. 2025-10-31]. ISSN 2218-273X. Dostupné z: doi:10.3390/biom10111511
- [2] ANDREE, Verena, Daniel NIOPEK, Christine MÜLLER, Jan-Philipp EISELT, Nina FOH, Alexander RZANY a Bernhard HENSEL. Influence of drying methods on the physical properties of bacterial nanocellulose. *Materials Research Express* [online]. IOP Publishing, 2021, 2021-2-1, **8**(2), 025402 [cit. 2025-10-31]. ISSN 2053-1591. Dostupné z: doi:10.1088/2053-1591/abe016

Poděkování

Autoři příspěvku by rádi poděkovali Grantové agentuře ČR (projekt GAČR č. 25-15806S), který byl v rámci tohoto projektu řešen.

Příprava a charakterizace nápoje s obsahem chilli

Tobiáš Zlámal, Pavel Diviš, Marek Lamplot, David Hložek

- 1 Střední průmyslová škola chemická a Gymnázium Brno, Vranovská 1364/65, Brno-Husovice 61400, zlamaltobi@gmail.com
 - 2 Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Purkyňova 118, Brno 61200
-

Tato práce se zaměřila na vývoj a komplexní charakterizaci nealkoholického chilli nápoje obohaceného o sušený šípek, kyselinu askorbovou a přírodní sirupy (bezový a jahodový). Cílem bylo vytvořit sensoricky atraktivní a funkční produkt s potenciálními zdravotními benefity. V rámci práce byla navržena a optimalizována receptura nápoje obsahující sušené chilli papričky odrůdy Habanero, které se vyznačují svou výraznou pálivostí a aromatickým profilem. Experimentální část zahrnovala analýzu antimikrobiální aktivity, měření pálivosti (vyjádřené v jednotkách Scoville Heat Units – SHU), stanovení obsahu sacharidů a stanovení obsahu vitamínu C pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) s diodovým polem (DAD) a detektorem rozptylu světla odpařováním (ELSD). Dále byla provedena sensorická analýza připravených nápojů. Výsledky ukázaly, že nápoj je stabilní z chemické stránky i z hlediska výskytu mikroorganismů při různých podmínkách skladování (lednice a laboratoř). Testováním na agarových gelech byl zjištěn mírný antimikrobiální účinek nápoje proti bakterii *Escherichia coli* (*E. coli*). Analýzou byla prokázána přítomnost kapsaicinu v nápoji, přičemž pálivost této látky byla částečně harmonizována sladkostí vnesené do nápoje přísadou přírodních sirupů, jak bylo potvrzeno sensorickou analýzou. Vzorek s přísadou bezového sirupu byl v sensorické analýze vyhodnocen hodnotiteli jako sensoricky nejpříjemnější. Výsledný nápoj má potenciál jako funkční potravina, která nabízí využití například při zimních sportech, pro podporu metabolismu a k prohřátí těla, nebo pro lidi, kteří mají rádi produkty s obsahem chilli papriček.

Poděkování

Autoři děkují za podporu internímu grantu VUT č. FCH-S-25-8818.

Sekce studentů bakalářských a magisterských studijních programů

„Chemie živých věd“

Vliv aplikace alginátových hydrogelů s obsahem PGPR na charakteristiky půdy

Tereza Baraboszová¹, Martin Súkeník¹, Michal Kalina¹

¹ Ústav fyzikální a spotřební chemie, Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, Česká republika, Tereza.Baraboszova@vut.cz

Rhizobakterie podporující růst rostlin (PGPR) představují významnou skupinu půdních mikroorganismů, které pozitivně ovlivňují růst a vývoj rostlin prostřednictvím celé řady biochemických a fyziologických mechanismů. Patří mezi ně biologická fixace dusíku, solubilizace fosfátů, produkce fytohormonů, sideroforů, a ochrana rostlin před půdními patogeny. Tato práce se zaměřuje na hodnocení vlivu aplikace alginátových hydrogelů s obsahem PGPR na fyzikálně-chemické a mikrobiální charakteristiky půdy a jejich potenciál pro udržitelné zemědělství, kde by mohly být využívány jako půdní stimulanty. S rostoucím důrazem na ekologickou rovnováhu a snižování používání syntetických hnojiv roste potenciál využití těchto biologických inokulantů na významu.

Experimentální část práce se zaměřuje na hodnocení účinků PGPR v různé aplikační formě (suspenze bakterií, alginátový hydrogel s obsahem PGPR, lyofilizovaný alginátový hydrogel s obsahem PGPR, čistý alginátový hydrogel, kontrolní vzorek bez ošetření) na fyzikálně-chemické charakteristiky půdy (pH, konduktivita, obsah organické hmoty a živin v půdě), na mikrobiální aktivitu, životaschopnost bakterií a enzymatickou aktivitu vybraných půdních enzymů. Součástí práce bylo také posouzení vlivu jednotlivých ošetření půdy na vybrané PGP efekty (schopnost solubilizace fosfátů, produkce sideroforů a indol-3-octové kyseliny). Tyto testy byly realizovány na rhizosferické půdě získané po ukončení kultivačního experimentu, ve kterém byla locika setá (*Lactuca sativa*) pěstována po dobu 1 měsíce v řízených podmínkách (osvit, závlaha, kontrolovaná teplota a vlhkost).

Výsledky práce prokázaly, že aplikace PGPR v hydrogelové formě nemá zásadní vliv na fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, ale může pozitivně ovlivnit mikrobiální aktivitu a tím přispět k dlouhodobé stabilitě půdních ekosystémů. Bylo potvrzeno, že enkapsulace PGPR do alginátových hydrogelů zlepšuje jejich stabilitu, životaschopnost a účinnost v půdním prostředí. Tyto poznatky potvrzují, že využití hydrogelových nosičů představuje ekologicky šetrný přístup pro moderní zemědělství zaměřené na udržitelnost a ochranu životního prostředí [1].

Literatura

[1] BARABOSZOVÁ, Tereza. Vliv aplikace alginátových hydrogelů s PGPR na charakteristiky půdy. Online, bakalářská práce. Michal KALINA (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2025. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/162544>. [cit. 2025-05-24].

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Leoně Kubíkové za provedení TGA a panu Ing. Jaromíru Pořízkovi, Ph.D., za provedení ICP-OES. Dále bych chtěla poděkovat Grantové agentuře České republiky za finanční podporu prostřednictvím projektu GAČR (GA23-06757S).

Biouhel jako nosič rhizobakterií pro aplikace do půdy

Petr Haleš¹, Martin Súkeník¹, Michal Kalina¹

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Česká republika, 236857@vutbr.cz

Biouhel je organický materiál vznikající pyrolytickou transformací biomasy. Díky vysokému obsahu stabilního uhlíku a pórovité struktuře se nabízí jeho aplikace do půdy, kde zlepšuje fyzikálně-chemické vlastnosti (pH, obsah organické hmoty, zastoupení minerálů, strukturu a kationtově-výměnnou kapacitu). Zároveň biouhel poskytuje vhodné prostředí pro půdní mikrobiotu. Tento materiál lze proto využít nejen jako půdní kondicionér, ale také jako nosič půdních rhizobakterií, které následně mohou pozitivně působit na efekty podporující růst rostlin (PGP) půdních rhizobakterií jako je biologická fixace atmosférického dusíku, solubilizace nerozpustných fosforečnanů a komplexaci železa, produkce hormonů a stimulantů růstu a obecně zvyšovat mikrobiální aktivitu v rhizosféře.

Pro imobilizaci bakterií do struktury biouhlu lze využít různé přístupy lišící se načasováním jeho přidavku – od současné kultivace bakterií v suspenzi biouhlu, přes dvoufázovou metodu s navázáním odseparovaných buněk v salinním prostředí, až po postkultivační přidání biouhlu k bakteriálnímu inokulu [1].

V této práci byla hodnocena vhodnost vybraných biouhlů Carbohran (tvrdé dřevo, 680–740 °C, Srbsko), Sonnenerde GmbH (kukuřičné a slunečnicové slupky + ovocný kal, >650 °C, Rakousko), Novocarbo GmbH (měkké dřevo, >720 °C, Německo) a Zera (čistírenské kaly, INTEKO) jako nosičů rhizobakterie kmene *Azotobacter vinelandii* CCM 289.

Pro experimentální ověření byla zvolena postkultivační metoda imobilizace, při níž byl biouhel přidán k dříve připravené kultuře bakterií. Optimalizace koncentrace u biouhlu Carbohran (5–50 hm.%) potvrdila jako vhodnou aplikační dávku 20–25 hm.%. Pro následný experiment byla zvolena koncentrace 25 hm.%, při níž byly připraveny bakteriální lyofilizované gely s jednotlivými typy biouhlu a aplikovány do půdy s modelovou rostlinou *Zea mays* L. var. *saccharata*.

Kultivační experiment je naplánován na 90 dnů a v době konání konference nebyl dosud ukončen. V jeho průběhu jsou průběžně sledovány pH půdy a agronomické parametry rostlin (výška, počet listů, výskyt květenství a počet klasů). Dosavadní výsledky naznačují, že z pohledu agronomických vlastností vykazuje nejlepší odezvu ošetření lyofilizovaného gelu Carbohranu s bakteriální kulturou, následované lyofilizovaným gelem Novocarba s bakteriální kulturou. Naproti tomu ošetřené rostliny lyofilizovaným gelem ze Zery s bakteriální kulturou vykazuje pomalejší růst v porovnání s ošetřeními biouhly bez PGPR i kontrolními vzorky bez ošetření.

Po ukončení experimentu budou dále rovněž vyhodnoceny vlivy jednotlivých ošetření biouhlů a biouhlů s PGPR bakteriemi na fyzikálně-chemické parametry (pH, vodivost, TGA, ICP-OES), mikrobiologické charakteristiky půdy (post-kultivační ověření růst podporujících efektů, BIOLOG™ EcoPlate) a růstové charakteristiky rostlin (biomasa nadzemních a podzemních částí, kořenová morfologie, chlorofyl). Získané výsledky umožní komplexně posoudit interakci biouhlu, mikrobiálních inokulantů a rostlin v půdním prostředí s ohledem na potenciální využití těchto materiálů jakožto půdních stimulantů.

Literatura

- [1] SCHOMMER, Vera Analise; VANIN, Ana Paula; NAZARI, Mateus Torres; FERRARI, Valdecir; DETTMER, Aline et al. Online. *Science of The Total Environment*. 2023, vol. 881, s. 163385. ISSN 0048-9697.

Vliv aplikace půdních inokulantů nové generace na mikrobiální charakteristiky půdy

Barbora Hlaváčková¹, Martin Súkeník², Michal Kalina²

- ¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 464/118, 612 00, Brno, Česká republika, 236863@vutbr.cz
- ² Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 464/118, 612 00, Brno, Česká republika

Rhizobakterie podporující růst rostlin (PGPR) se řadí do skupiny půdních bakterií, které mohou svými mechanismy ovlivňovat růst rostlin. V posledních letech dochází k nárůstu používání různých typů půdních kondicionérů s obsahem PGPR ve formě bioinokulantů s cílem zvýšit výnosy a zlepšit růst plodin v nepříznivých podmínkách, ekologicky šetrným způsobem. Enkapsulace mikroorganismů do vhodně zvoleného polymerního nosiče ve formě hydrogelu přináší kromě lepší manipulace se vzorky (oproti kapalné formulaci) i celou řadu dalších výhod. Mikroorganismy jsou lépe chráněny proti stresovým faktorům (změna podmínek, osmotický stres) a postupná degradace polymerní matrice umožňuje jejich řízené uvolňování, což jednak zvyšuje šanci na přežití a tím dochází ke zvýšení účinnosti jejich působení [1].

Tato práce se zaměřuje na studium vlivu aplikace různých forem PGPR (gel, lyofilizovaný gel, biomasa v PBS, gel bez PGPR, v porovnání s kontrolou bez ošetření) na fyzikálně-chemické charakteristiky půdy (vlhkost, pH, obsah organického a minerálního podílu TGA analýzou), na vybrané PGP mechanismy (solubilizace fosfátů, produkce sideroforů), mikrobiální aktivitu půdy pomocí komerční sady BIOLOG EcoPlate a na růst lokiky seté (*Lactuca sativa*) v řízeném kultivačním experimentu. Růstové charakteristiky rostlin (počet listů, výška, šířka) byly sledovány kontinuálně v průběhu kultivace a rovněž po jejím ukončení (délka rostliny, čerstvá hmotnost a hmotnost sušiny, hustota a větvení kořenů obrazovou analýzou). V kultivačním experimentu byla použita umělá půda s nízkým obsahem organického podílu simulující málo úrodnou půdu v období sucha a na přípravu všech aplikačních forem PGPR byl použit kmen rhizobakterie *Azotobacter vinelandii* CCM 289. Pro ověření vlivu aplikace jednotlivých forem PGPR na mikrobiální charakteristiky půdy bylo provedeno respirometrické měření biologické spotřeby kyslíku.

Z výsledků vyplývá, že všechny formy aplikace PGPR měly pozitivní vliv na mikrobiální aktivitu v použité půdě. U přidavků PGPR ve formě gelu a lyofilizovaného gelu došlo k nárůstu hmotnosti sušiny jednotlivých částí rostlin v porovnání s neošetřenými vzorky. Výsledky rovněž ukázaly, že přidávky PGPR neměly statisticky významný vliv na růstové parametry (počet listů, délka a čerstvá hmotnost) modelových rostlin a na hodnocené fyzikálně-chemické vlastnosti půdy v porovnání s negativní kontrolou bez přidavku. Přidávky gelu s bakteriální kulturou a přidavek jeho lyofilizované verze představují potenciálně atraktivní formy aplikace PGPR pro budoucí experimenty posuzující agronomický potenciál těchto preparátů.

Literatura

- [1] SZOPA, Daniel; MIELCZAREK, Małgorzata; SKRZYPCZAK, Dawid; IZYDORCZYK, Grzegorz; MIKULA, Katarzyna; et al. Encapsulation efficiency and survival of plant growth-promoting microorganisms in an alginate-based matrix – A systematic review and protocol for a practical approach. Online. *Industrial Crops and Products*. 2022, vol. 181. ISSN 09266690. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114846>.

Poděkování

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Petrovi Sedláčkovi Ph.D. a Grantové agentuře České republiky za finanční podporu prostřednictvím projektu GAČR (GA23-06757S).

Vliv biouhlu na fyzikálně-chemické a mikrobiální charakteristiky půdy

Adéla Ostrčilová¹, Martin Súkeník¹, Michal Kalina¹

¹ Ústav fyzikální a spotřební chemie, Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, 612 00
Česká republika, Adela.Ostrcilova@vut.cz

Současnými zemědělskými postupy dochází k nadměrnému užívání syntetických hnojiv což ovlivňuje fyzikálně-chemické i mikrobiální charakteristiky půdy. V poslední době jsou tendence dávky anorganických hnojiv snižovat. Nabízí se jejich kombinace s dalšími půdními doplňky jako například biouhel (BC), které umožňují efektivnější působení anorganických hnojiv v půdě. Biouhel je látka připravená tepelným rozkladem biomasy. Na základě pyrolytických podmínek a typu použité biomasy lze upravit vlastnosti BC pro docílení co možná nejlepšího efektu při jeho aplikaci.

V rámci práce byly nejprve charakterizovány použité vzorky BC (NovoCarbo, Sonnenerde, Karbohran, Zera). Následně byla sledována jejich biokompatibilita pro zvolené půdní rhizobakterie (*Azotobacter vinelandii* CCM 289, *Azotobacter vinelandii* DSM 87) a byly optimalizovány techniky stanovení efektů růst-podporujících rhizobakterií (PGPR) – schopnost produkce sideroforů, fytohormonu kyseliny indol-3-octové (IAA) a schopnost rozpouštění fosfátů. Fyzikálně-chemické charakteristiky biouhlů (obsah organické a anorganické složky) byly studovány pomocí termogravimetrické analýzy (TGA). Na vodných výluzích z BC bylo měřeno pH a konduktivita. Pro zjištění prvkového složení byla použita optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES). Biokompatibilita biouhlů byla posuzována pomocí metody průtokové cytometrie. Na základě získaných dat bylo ověřeno, že byly použité biouhly netoxické vůči půdním mikroorganismům a mohly tak být aplikovány do půdy.

Studované biouhly byly následně použity v kultivačním experimentu (celková délka 3 měsíce), pro který byla zvolenou modelovou rostlinou kukuřice setá cukrová (*Zea mays L. convar. Saccharata* Koern.). Byl sledován vliv aplikace biouhlu na růstové charakteristiky kukuřice (výška, počet listů). Po ukončení experimentu byly získané půdní vzorky analyzovány metodami TGA, ICP-OES a pomocí měření pH a konduktivity. Připravená živná agarová média pro sledování mikrobiální aktivity byla zaočkována výluhy ze získaných rhizopůd. Mikrobiální aktivita byla rovněž pozorována s využitím komerční sady BIOLOG EcoPlate™. Na připravených agarových plotnách byla následně sledována schopnost produkce sideroforů a rozpustnosti fosfátů PGPR bakterií. Schopnost produkce IAA byla stanovena spektrometricky při vlnové délce 530 nm.

Bylo prokázáno, že půdy ošetřené biouhlem obsahovaly vyšší podíl organické složky než půda neošetřená. Aplikace biouhlu do půdy výrazně neovlivnila výšku rostliny ani počet listů. U ošetření s BC byl pozorován vliv na délku a hmotnost kořenů, kdy kořeny byly delší a mohutnější než ošetření bez BC. Rovněž bylo zjištěno, že biouhel podpořil rozpouštění fosfátů, produkci sideroforů a IAA, což z něj ve výsledku dělá vhodný půdní kondicionér.

Poděkování

Ráda bych poděkovala Bc. Petru Halešovi a Bc. Barboře Hlaváčkové za pomoc při řešení experimentální části práce. Poděkování patří i paní Leoně Kubíkové a Ing. Jaromírovi Pořízkovi, Ph.D. za provedení měření TGA a ICP-OES.

Nové trendy vo výskume a vývoji nosičov mikroorganizmov pre poľnohospodárske aplikácie

Martin Roháč¹, Petr Sedláček¹, Martin Súkeník¹

1) Vysoké učení technické v Brně, Fakulta Chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Česká republika

Nosičové systémy pôdnych rizobaktérií podporujúcich rast rastlín (PGPR) predstavujú moderný spôsob náhrady konvenčných hnojív v poľnohospodárstve. PGPR sa prirodzene vyskytujú v pôde a disponujú pozitívnym vplyvom na rast a vývoj rastliny. Problémom konvenčných hnojív je ich nešetrnosť k pôde, ktorá s ich použitím stráca na kvalite. Tradičné hnojivá na báze dusíka a superfosfátové hnojivá nepriamo spôsobujú eutrofizáciu priľahlých vodných telies. Zároveň syntetické dusíkaté hnojivá zvyšujú kyslosť pôdy, čím nepriaznivo vplyvajú na výskyt mikrobiálnych kultúr v pôde. Pre zachovanie kvality pôdy sa javí ako vhodná alternatíva dopraviť PGP mikroorganizmus do pôdy, ktorý je enkrustovaný v polymérnom nosičovom systéme na prírodnej báze. Enkrustácia je potrebná pre zachovanie životaschopnosti mikroorganizmu pred aplikáciou bioinokulantu do pôdy.

Cieľom práce bolo navrhnuť a pripraviť rôzne formulácie bioinokulantu s použitím mikroorganizmu *Azotobacter vinelandii* a nosičom preň bol alginátový hydrogél. Hydrogél bol chemicky sieťovaný pomocou roztoku CaCl_2 . Modelovou rastlinou pre testovanie účinnosti bioinokulantov bol hlávkový šalát *Lactuca sativa*. Základnými formuláciami bioinokulantu boli tie, pripravené tzv. „mokrou cestou“. To znamená, že semeno šalátu bolo namáčané najskôr do kultúry *A. vinelandii*, a potom do sieťovacieho činidla CaCl_2 . Pre tento typ bioinokulantov sa pracovalo s kmeňmi *A. vinelandii* CCM 289, DSM 87 a DSM 720. Zároveň boli niektoré semená vrstvené viacnásobne, a súčasne boli pozorované rozdiely v použití rôznych koncentrácií roztoku CaCl_2 (2 % hm.; 1 % hm.; 0,5 % hm.). Taktiež boli bioinokulanty pripravené vrstvením práškom lyofilizovaných kultúr, ktorý bol resuspendovaný vo vode. V tomto prípade sa jednalo len o naniesenie vrstvy alebo viacerých vrstiev a vysušenie. Každé ošetrenie bolo vykonané vo viacerých opakovaniach pre kvantifikáciu. Všetky semená ošetrené bioinokulantmi boli zasadené do priehľadného agarového gélu, ktorý bol umiestnený do skúmaviek. Pre kontrolu boli do agaru zasadené aj neošetrené semená šalátu. Všetky skúmavky boli po dobu experimentu umiestnené v prostredí s vysokou vlhkosťou a každý deň prebehla dokumentácia a kvantifikácia rastu šalátu.

Bolo zistené, že najvhodnejším kmeňom sa javil CCM 289. Najvhodnejším bioinokulantom z hľadiska povahy vzniknutého gélu sa ukázal ten vzniknutý sieťovaním s 2 % hm. CaCl_2 . Rýchlosť rastu neošetrených kultúr bol pozorovaný ako negatívna kontrola. Rýchlosť rastu semien ošetrených lyofilizovanými kultúrami bola veľmi podobná rýchlosti rastu negatívnej kontroly. V prípade bioinokulantov pripravených mokrou cestou neboli výsledky medzi jednotlivými ošetreniami dostatočne spoľahlivé, aby bolo možné stanoviť presný trend vplyvu koncentrácie sieťovacieho činidla a počet vrstiev bioinokulantu na rast rastliny. Podozrením na pomalší trend rastu u bioinokulantov pripravených mokrou cestou bola prítomnosť Cl^- iónov v bezprostrednej blízkosti semena, a tým dochádzalo k určitej forme inhibície rastu.

Na záver experimentu bola vykonaná morfológická analýza pripravených vrstiev oboch typov bioinokulantov metódou rastrovacej elektrónovej mikroskopie (SEM). Zároveň boli stanovené vybrané PGPR efekty pripravených bioinokulantov.

Prínosom práce bola príprava a optimalizácia bioinokulantov sledovaním ich efektu na modelovej rastline a polozenie podkladu pre budúcu činnosť v tejto problematike.

Poděkování

Za mnohé teoretické a praktické rady som vdáčný môjmu vedúcemu, doc. Ing. Petrovi Sedláčkovi PhD., ktorý ma vždy vedel posunúť správnym smerom pri diskusii nápadov. Zároveň ďakujem môjmu konzultantovi Ing. Martinovi Súkeníkovi, ktorý mi vždy dokázal vysvetliť všetky nezrovnalosti do podrobnosti a aj za jeho pomocnú ruku pri experimentoch. V neposlednom rade chcem poďakovať Bc. Barbore Bečkovéj za podporu a za pomoc pri fotení experimentu. Táto práca bola podporená Grantovou agentúrou Českej republiky (projekt GAČR GA23-06757S).

Biotransformácia kyseliny ferulovej pomocou vybraných extrémofilných prokaryotov

Sandra Betušová¹, Xenie Hájková², Vendula Hrabalová³, Stanislav Obruča²

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika, e-mail: 251015@vutbr.cz

² Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika

³ Delong Instruments a.s., Palackého třída 153, 612 00 Brno, Česká republika

Kyselina ferulová (FA) patří mezi najrozšířenější fenolické kyseliny rostlinného původu a představuje významný meziprodukt při biosyntéze vanilínu, vanilylalkoholu a kyseliny vanilovéj – **zlúčenín s** pridanou hodnotou pre potravinársky a kozmetický priemysel. Ich biotechnologická výroba predstavuje ekologicky udržateľnú alternatívu k chemickej syntéze, no vyžaduje mikroorganizmy schopné tolerovať a transformovať tieto aromatické substráty.

V rámci tejto štúdie bola skúmaná biotransformácia FA vybranými halofilnými a termofilnými mikroorganizmami. Bol sledovaný a zhodnotený biotransformačný potenciál týchto mikroorganizmov pri premene FA na jej deriváty, ako aj schopnosť syntetizovať polyhydroxyalkanoáty (PHA) v podmienkach prítomnosti FA.

Polyhydroxyalkanoáty (PHA) sú biologicky odbúrateľné polyméry, ktoré mikroorganizmy syntetizujú ako intracelulárne zásobné látky za podmienok nadbytku uhlíka a obmedzenia iných živín, napríklad dusíka, fosforu alebo kyslíka. V tejto **štúdii** boli sledované preto, že produkty biotransformácie kyseliny ferulovej sú extracelulárne, zatiaľ čo PHA sa akumulujú vo vnútri bunky. Cieľom teda bolo overiť, či prítomnosť FA ovplyvní nielen vonkajšie produkty biotransformácie, ale aj vnútrobunkovú syntézu zásobných polymérov.

Boli testované baktérie rodov *Halomonas*, *Aneurinibacillus*, *Caldimonas* a *Brevibacillus*, ktoré boli kultivované v minerálnych a komplexných médiách doplnených 0,5 g/l FA. Bol meraný mikrobiálny rast, zmena pH, kvantitatívna a kvalitatívna analýza biotransformácie pomocou HPLC a produkcia PHB pomocou GC-FID.

Na základe výsledkov boli za najľubnejšie kmene zvolení **zástupcovia** *Halomonas salina* a *Aneurinibacillus* sp. AFŇ II, ktoré vykazovali vysokú konverziu FA a súčasne produkovali PHB. Kmeň *Halomonas salina* konvertoval FA najmä na vanilylalkohol a v nižších koncentráciách aj vanilín. *Aneurinibacillus* sp. AFŇ II konvertoval FA taktiež najmä na vanilylalkohol, no súčasne produkoval aj relatívne vysoké koncentrácie polyhydroxybutyrátu (PHB). Charakter použitého produkčného média mal tiež výrazný vplyv na biotransformáciu.

Využitie extrémofilných baktérií v tomto type biotechnologických procesov je perspektívne, pretože dokážu rásť a metabolizovať aj v náročných podmienkach prítomnosti inhibičných látok, akou je kyselina ferulová, ktorá sa nachádza aj v lignocelulóзовých odpadoch. Extrémofilné mikroorganizmy by mohli roveň premieňať kyselinu ferulovú na látky s pridanou hodnotou a syntetizovať biologicky odbúrateľné polyméry, ako sú polyhydroxyalkanoáty. Takýto prístup spája spracovanie odpadovej biomasy s princípmi cirkulárnej bioekonomiky a predstavuje ekologicky udržateľnú cestu k výrobe cenných bioproduktov.

***Aneurinibacillus* sp. AFN2 ako platforma pre syntézu polyhydroxyalkanoátov a optimalizácia jeho kultivačných podmienok**

Viktória Sklárová¹, Iva Buchtíková¹, Veronika Řeháková¹, Stanislav Obruča¹

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 464/118, 612 00, Brno, Česká Republika, 237311@vutbr.cz

Globální rast produkcie plastov na báze fosílnych palív a ich environmentálna záťaž zvyšujú potrebu vývoja udržateľných alternatívnych materiálov. Jednou z najperspektívnejších skupín sú biodegradovateľné biopolyméry polyhydroxyalkanoáty (PHA), ktoré mikroorganizmy syntetizujú ako zásobné látky uhlíka a energie. Termofilné baktérie, ako *Aneurinibacillus* sp. AFN2, umožňujú efektívnu produkciu PHA pri vyšších teplotách, čím znižujú riziko kontaminácie a môžu znížiť cenu priemyselných procesov. Cieľom tejto práce bolo identifikovať kľúčové komponenty kultivačného média a optimalizovať podmienky kultivácie s cieľom maximalizovať produkciu polyhydroxybutyrátu (P(3HB)) týmto novým termofilným kmeňom.

Experimentálna časť práce zahŕňala sériu kultivácií na komplexnom (Nutrient Broth, NB) a minerálnom (MM) médiu s glukózou ako zdrojom uhlíka. Hodnotil sa vplyv zloženia média, inokulačného pomeru, doby kultivácie inokula a teploty inokula na rast biomasy a produkciu P(3HB). Produkcia polyméru bola stanovená gravimetricky a plynovou chromatografiou (GC-FID), pričom výsledky boli štatisticky vyhodnotené metódou ANOVA.

Výsledky ukázali, že *Aneurinibacillus* sp. AFN2 dosahoval výrazne vyššiu produkciu P(3HB) na komplexnom médiu, pričom optimalizácia (NB bez NaCl, inokulačný pomer 10 %, 24-hodinové inokulum) zvýšila výťažnosť z 0,83 g/l na 1,32 g/l, čo predstavuje nárast o 60,4 %. Pri minerálnom médiu (MM) bolo zachované pôvodné zloženie, keďže sa preukázalo ako najvhodnejšie pre rast kultúry. Experimenty, v ktorých bol vynechaný $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, však viedli k výraznému poklesu produkcie P(3HB) (z 0,24 g/l na 0,05 g/l), čo potvrdilo esenciálnu úlohu horčíka (Mg^{2+}) ako nevyhnutného kofaktora v biosyntetických procesoch. Optimálny inokulačný pomer pre MM bol stanovený na 15 %, čo viedlo k zvýšeniu produkcie P(3HB) na 0,32 g/l (nárast o 31 %). Zistenia poukazujú na význam vhodne zvoleného média a podmienok kultivácie pre efektívnu biosyntézu PHA termofilnými mikroorganizmami a potvrdzujú biotechnologický potenciál kmeňa *Aneurinibacillus* sp. AFN2.

INTEGRATION OF PH SENSING IN OPEN-SOURCE BIOREACTOR

Borys Aleksandrenko¹, Martin Súkeník², Karel Sedlář³

¹ Brno University of Technology, Faculty of Electrical Engineering and Communication, Department of Biomedical Engineering, Technická 616 00 Brno, Czechia, 240481@vutbr.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Physical and Applied Chemistry, Purkynova 118, 612 00 Brno, Czechia.

³ Brno University of Technology, Faculty of Electrical Engineering and Communication, Department of Biomedical Engineering, Technická 616 00 Brno, Czechia.

Current cultivation of microorganisms utilizes modern, semi-automated platforms with various sensors monitoring the whole process. One of the examples is Chi.Bio, an open-source bioreactor, originally developed as a small and affordable platform for *in situ* cultivation [1]. Unfortunately, its measuring capacity is limited to mostly optical and thermal sensors. Some of the basic and useful parameters, including pH, are not available in commercially available setup. In our study, we expanded Chi.Bio's capacity for a pH measurement allowing continuous monitoring with a commonly available pH probe.

Our approach builds on recently published work by Denton et al. (2024) [2]. However, we introduced numerous hardware and software modifications to both, the original Chi.Bio system and the augmentation by Denton et al. The project began as a breadboard prototype that combined the original bioreactor hardware with an Atlas Scientific Embedded pH Circuit, an Arduino Nano, and a Mikroe pH Click board. This basic hardware setup was used to develop and improve the software components, implemented in Python, HTML, and JavaScript. The final assembly, however, eliminated the need for any additional microcontroller, and the integration of a voltage transformer reduced the pH-electrode hardware to a compact 5 × 5 cm low-cost module with a single connection cable to the bioreactor.

The resulting setup was tested in a simple two-day *in vitro* experiment based on *E. coli* cultivation, evaluating the relationship between sample optical density (used as a proxy for cell number) and externally modified pH achieved by gradual additions of 30% NaOH. During the experiment, five additions of lye were performed (10, 20, 30, 80, and 200 µL). Each addition resulted in a stepwise pH increase accompanied by a moderate decrease in optical density. Results showed that the pH module can be reliably used for experimental purposes. It provides stable readings, is easy to handle, and allows straightforward retrieval of pH data directly from the data table after the experiment.

Thus, our custom-made Chi.Bio platform now supports real-time pH monitoring in a small-scale, low-cost setup, and represents a perfect platform to integrate additional sensors in our future work.

References

- [1] H. Steel, R. Habgood, C. L. Kelly, A. Papachristodoulou, *PLOS Biology* 18 (2020) e3000794.
- [2] M. C. R. Denton, N. P. Murphy, B. Norton-Baker, M. Lua, H. Steel, G. T. Beckham, *Biochemistry* 63 (2024) 1599.

Acknowledgement

The study was supported by the grant project GACR GM25-17459M of The Czech Science Foundation.

Basic Blue 7 jako nová duální matrice pro zobrazovací hmotnostní spektrometrii MALDI

Michal Javorek¹, Michal Hendrych^{2,3}, Kateřina Ondráková¹, Jan Preisler¹, Antonín Bednařík¹

¹ Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kamenice 5, 625 00 Brno, Česká republika; 534260@mail.muni.cz

² 1. ústav patologie, Fakultní nemocnice u sv. Anny

³ 1. ústav patologie, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita

Získání vysoce kvalitních map analytů pomocí zobrazovací hmotnostní spektrometrie s laserovou desorpčí/ionizací za účasti matrice (MALDI MSI) a reprodukovatelnost této techniky silně závisí na protokolu přípravy vzorku. Kritickým krokem je aplikace MALDI matrice na vzorek biologické tkáně, který se často spoléhá na drahé sprejovací nebo sublimační aparatury.

V této práci představujeme novou duální matrici pro MALDI MSI: Basic Blue 7 (BB7), která patří do skupiny triarylmethanových barviv. Díky své dobré rozpustnosti ve vodě tato matrice umožňuje rychlý a jednoduchý protokol přípravy vzorku bez nutnosti sofistikované instrumentace: ponoření skla s tkání do roztoku barviva. Tato technika se velmi podobá metodám barvení používaným v klasické histopatologii. Technika je demonstrována na MSI lipidů v řezech myšího mozku v pozitivním a negativním ionizačním módu za použití subatmosférického MALDI zdroje spojeného s hmotnostním spektrometrem s orbitální pastí. Výsledky jsou porovnány s tradičními matricemi, jako je kyselina 2,5-dihydroxybenzoová (DHB) a 1,5-diaminonafthalen (DAN).

BB7 vyniká zejména v režimu negativních iontů, nabízí nízké signály pozadí a vysokou intenzitu signálu mnoha tříd lipidů. Obarvená tkáň umožňuje snadnou vizuální kontrolu včetně základní histopatologické anotace před MSI. V práci demonstrujeme, že barvení nabízí vynikající kvalitu MS zobrazení, reprodukovatelnou přípravu vzorku, potenciál pro automatizaci a využití pro MSI s vysokým prostorovým rozlišením.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat prof. Klausovi Dreisewerdovi a doc. Jensovi Soltwischovi z Münsterské univerzity za analýzu vzorku pomocí MALDI-2 MSI. Prof. Přemyslu Lubalovi z Masarykovy univerzity za pomoc při měření UV-Vis spektra a Mgr. Michaelovi Killingerovi, Ph.D. za preparaci myších mozků.

Také Grantové agentuře ČR (projekt 24-10924S) a Masarykově univerzitě (projekt MUNI/A/1559/2023) za financování.

Enantioselektivní SERS detekce hexahydrokanabinolu s použitím zlatých chirálních nanočástic

Nadiia Silina¹

¹ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav inženýrství pevných látek, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice, silinan@vscht.cz

Vibrační spektroskopie sice běžně nepatří do domény chiroptických metod, nicméně použitím chirálních agentů nebo nanočástic lze dosáhnout rozlišení enantiomerů pomocí povrchem zesílené Ramanovy spektroskopie (SERS) [1].

Jako chirální agenty a zesilovače signálu byly v této práci použity zlaté chirální nanočástice (AuNPs) helikoid IV, připravené v přítomnosti enantiomerů cysteinu jako chirálních selektorů [2]. Modelovým analytem byly zvoleny *R*- a *S*-epimery hexahydrokanabinolu (HHC). AuNPs byly charakterizovány pomocí spektroskopie cirkulárního dichroismu pro prokázání chiralitu a pomocí dynamického rozptylu světla a skenovací elektronové mikroskopie pro potvrzení rozměru a tvaru nanočástic. Analyty byly proměřeny v čtyřech různých kombinacích, každý epimer HHC s L-AuNPs nebo D-AuNPs. Jako podložka byla použita destička nevodivého křemíku. Každá z kombinací analytu a nanočástice byla proměřena v čtyřech různých koncentracích pro ověření limitů enantioselektivní detekce.

Bylo zjištěno, jaké kombinace NPs a analytu poskytují spolehlivé výsledky pro detekci enantiomerů. Získané výsledky mohou sloužit jako základ pro detekci jiných organických sloučenin, zejména v oblasti analýzy léčiv, kde enantiomery stejné látky mohou vykazovat odlišnou aktivitu na organismus.

Literatura

- [1] Guselnikova, O.; Elashnikov, R.; Švorčík, V.; Záruba, K.; Jakubec, M.; Žádný, J.; Storch, J.; Lyutakov, O. *Sensors and Actuators B: Chemical* 394 (2023) 134332.
- [2] Lee, H. E.; Kim, R. M.; Ahn, H. Y.; Lee, Y. Y.; Byun, G. H.; Im, S. W.; Mun, J.; Rho, J.; Nam, K. T. *Nature Communications* 11 (2020) 263.

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Anastasii Skvortsové, Ph.D. za pomoc s provedením experimentů a také doc. Mgr. Oleksiyi Lyutakovovi, Ph.D. za odborné vedení a věcné připomínky k dané práci.

Kombinace SERS a ANN pro detekci farmaceutických polutantů ve vodním prostředí

Bc. Šárka Zapletalová¹, Mgr. Elena Miliutina, Ph.D.¹, Ing. Jana Rosenkranzová¹, prof. Ing. Václav Švorčík¹, Ing. Andrii Trelin, Ph.D.doc. Mgr. Oleksiy Lyutakov, Ph.D.¹

¹ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemické technologie, Ústav inženýrství pevných látek, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, Česká republika, zapletas@vscht.cz

Rozvoj metod strojového učení, zejména umělých neuronových sítí (ANN), otevírá nové možnosti v oblasti monitoringu polutantů ve vodním prostředí. Mezi významné zástupce těchto polutantů patří farmaceutické látky, které se do vodních ekosystémů dostávají převážně v důsledku exkrece pacientů nebo nevhodného nakládání s nepoužitými léčivými [1]. Díky své chemické stabilitě a biologické aktivitě mohou již ve stopových koncentracích ovlivňovat jak vodní organismy, tak i lidské zdraví [2]. Proto je zapotřebí vyvinout spolehlivé a expresní metody detekce polutantů

V této práci jako modelová látka byl zvolen diklofenak. Pro jeho detekci byla využita povrchově zesílená Ramanova spektroskopie (SERS). Jako plazmon aktivní materiál sloužilo mezoporézní zlato (porAu), připravené elektrochemickou depozicí z roztoku HAuCl_4 a blokového kopolymeru PS-b-PEO. Mezoporézní zlato poskytuje vysoký specifický povrch, velkou vodivost, homogenní distribuci pórů a výraznou plasmonovou rezonanci, která zajišťuje silný SERS signál [3]. Při testování excitační vlnové délky 532 nm byla pozorována výrazná fluorescence, která omezovala kvalitu spekter, proto byla pro měření zvolena vlnová délka 785 nm. Nově byla zavedena i elektrochemická depozice cílového analytu ze simulovaných odpadních vod ($10 \text{ ng} \cdot \text{l}^{-1}$ – $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) přímo na porAu substrát. Získaná SERS spektra byla použita pro trénink ANN, která umožnila spolehlivou identifikaci diklofenaku i v nízkých koncentracích a v komplexní matici. Dále byla ověřena přenositelnost metody depozice také pro další farmaceutické polutanty – karbamazepin a ibuprofen. Elektrochemická depozice u obou sloučenin poskytla reprodukovatelný spektrální výstup, vhodný pro následné experimenty.

Navržená kombinace SERS, elektrochemické depozice a ANN tak představuje univerzální a efektivní přístup k tvorbě spektrálních databází farmaceutických látek s potenciálem využití v automatizovaném environmentálním monitoringu.

Literatura

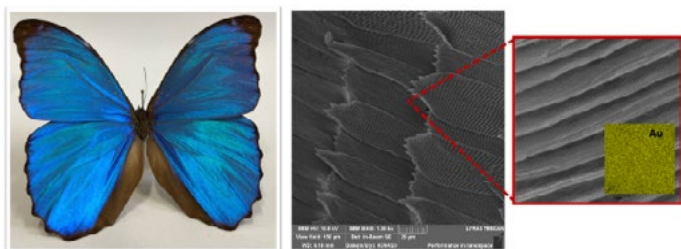
- [1] Sathishkumar, P.; Meena, R. A. A.; Palanisami, T.; Ashokkumar, V.; Palvannan, T.; Gu, F. L. Occurrence, interactive effects and ecological risk of diclofenac in environmental compartments and biota - a review. *Sci Total Environ* 2020, 698, 134057. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134057 From NLM.
- [2] Sathishkumar, P.; Mohan, K.; Meena, R. A. A.; Balasubramanian, M.; Chitra, L.; Ganesan, A. R.; Palvannan, T.; Brar, S. K.; Gu, F. L. Hazardous impact of diclofenac on mammalian system: Mitigation strategy through green remediation approach. *Journal of Hazardous Materials* 2021, 419, 126135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126135>.
- [3] Ni, M.; Sun, L.; Liu, B. Mesoporous Gold Nanostructures: Synthesis and Beyond. *The Journal of Physical Chemistry Letters* 2022, 13 (20), 4410-4418. DOI: 10.1021/acs.jpcllett.2c01092.

Bioinspirované SERS substráty z křídel motýlů rodu Morpho

Bc. Emma Houfková¹, Mgr. Elena Miliutina, Ph.D.¹, Ing. Jana Rosenkranzová¹, prof. Ing. Václav Švorčík, DrSc.¹, doc. Mgr. Oleksiy Lyutakov, Ph.D.¹

¹ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemické technologie, Ústav inženýrství pevných látek, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, Česká republika, houfkove@vscht.cz

V posledních letech je velká pozornost věnována vývoji bio-inspirovaných SERS (surface enhanced Raman spectroscopy) substrátů, které kombinují vysokou výkonnost s nižšími výrobními náklady a ekologickou udržitelností. Jedním z přístupů je využití motýlích křídel jako přírodních šablon. Křídla motýlů vykazují unikátní mikro- a nano-struktury, které díky své hierarchické morfologii fungují jako efektivní fotonické povrchy [1,2]. Po pokovování plazmonickým kovem, například zlatem, dochází při osvětlení těchto struktur ke vzniku hotspotů, tedy míst se silným lokálním elektromagnetickým polem, která jsou klíčová pro povrchové zesílení Ramanova signálu [3]. Tato práce se zabývá přípravou a charakterizací bio-inspirovaných SERS substrátů založených na strukturách křídel motýlů rodu Morpho pro detekci sulfanu (H_2S). Z hlediska medicíny je sulfan významná plynná signální molekula, která se podílí na řadě fyziologických procesů, včetně regulace krevního tlaku, zánětlivých odpovědí a neuroprotektce [4]. V prvním kroku práce byly stanoveny optimální podmínky přípravy substrátů, respektive replik mikro- a nano-struktur motýlích křídel. Repliky byly nanášeny na vodivá FTO sklíčka a pokoveny tenkou vrstvou zlata pomocí různých metod (naprašování nebo elektrochemickou depozicí). Cílem bylo dosáhnout maximální intenzity Ramanova signálu. Prostřednictvím modelového analytu krystalové violety byla stanovena SERS odezva při vlnových délkách 532, 633 a 785 nm. Všechny připravené vzorky byly charakterizovány metodami SERS, SEM-EDX a UV-Vis spektroskopie. Ve druhém kroku byla prováděna funkcionizace substrátů s nejvyšší intenzitou SERS signálu pomocí diazoniové soli ADT- NH_2 [5], která po diazotaci vytvářela $-\text{Ph}-\text{N}\equiv\text{N}^+$ skupinu působící jako ligand pro selektivní interakci s H_2S . V důsledku toho se při použití získaných SERS aktivních substrátů podařilo detekovat H_2S již při koncentraci 8 μM .



Obr. A - motýl rodu Morpho, B - SEM (skenovací elektronový mikroskop) snímek křídla, C - SEM snímek vyššího rozlišení motýlího křídla s naprášenou vrstvou zlata.

Literatura

- [1] Johnson, A. P.; Sabu, C.; Nivitha, K. P.; Sankar, R.; Shirin, V. K. A.; Henna, T. K.; Raphey, V. R.; Gangadharappa, H.; Kotta, S.; Pramod, K. Bio-inspired and Biomimetic Micro- and Nanostructures in Biomedicine. *J. Control. Release* **2022**, *343*, 724–754. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.02.013>.
- [2] Niu, S.; Li, B.; Mu, Z.; Yang, M.; Zhang, J.; Han, Z.; Ren, L. Excellent Structure-Based Multifunction of Morpho Butterfly Wings: A Review. *J. Bionic Eng.* **2015**, *12* (2), 170–189. [https://doi.org/10.1016/S1672-6529\(14\)60111-6](https://doi.org/10.1016/S1672-6529(14)60111-6).
- [3] Han, X. X.; Rodriguez, R. S.; Haynes, C. L.; Ozaki, Y.; Zhao, B. Surface-Enhanced Raman Spectroscopy. *Nature Reviews Methods Primers* **2022**, *1* (1), 87. <https://doi.org/10.1038/s43586-021-00083-6>.
- [4] Huang, C. W.; Moore, P. K. H_2S Synthesizing Enzymes: Biochemistry and Molecular Aspects. In *Chemistry, Biochemistry and Pharmacology of Hydrogen Sulfide*; Springer, Cham, 2015; pp 3–25. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18144-8_1.
- [5] Guselnikova, O.; Postnikov, P.; Elashnikov, R.; Trusova, M.; Kalachyova, Y.; Libansky, M.; Barek, J.; Kolska, Z.; Svorcik, V.; Lyutakov, O. Surface Modification of Au and Ag Plasmonic Thin Films via Diazonium Chemistry: Evaluation of Structure and Properties. *Colloid Surf. A-Physicochem. Eng. Asp.* **2017**, *516*, 274–285. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2016.12.040>.

Poděkování

Tato práce byla podpořena Grantovou agenturou České republiky (GAČR) v rámci projektu č. 2307445S.

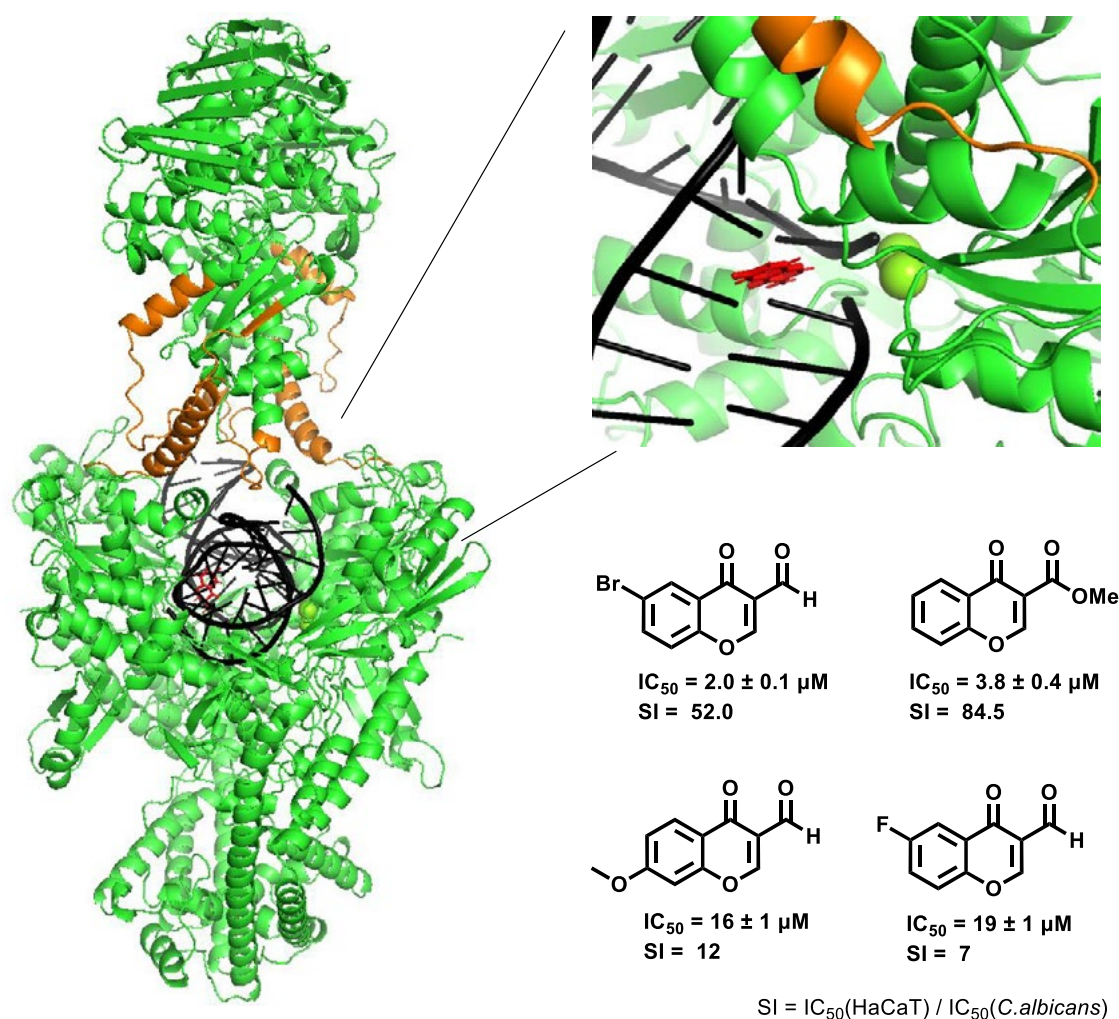
Chromones as *C. Albicans* Inhibitors: From Library Repurposing to Target Protein Identification

Bc. Vít Novotný

Ročník studia: M1

Školitel: Ing. Petra Ménová, Ph.D.

Candida albicans is the most prevalent cause of opportunistic yeast infections, which can enter the bloodstream in immunocompromised patients, drastically increasing mortality. This work presents new *C. albicans* inhibitors identified from a 26member library of chromonebased compounds, synthesised via a multistep route from variously substituted hydroxyacetophenones. Using the broth microdilution method, four derivatives displayed the IC_{50} values below 20 μM , with the most potent compound showing an IC_{50} of $2.0 \pm 0.1 \mu M$. The inhibitors demonstrated significant selectivity over human cells. Building on literature evidence, *C. albicans* topoisomerase II is hypothesized as the molecular target. This hypothesis was refined using machine learning and molecular dynamics methods, which provided insight into the observed selectivity and suggested structural optimizations of the hits. The library was originally purposed to target the DCSIGN receptor, a lectin of major importance in the human immune response. Despite the activity of structurally similar quinolones, the chromones did not bind the receptor, as shown by the chemical shift perturbation method (HSQC NMR).



Role mikroRNA v regulaci buněčné plasticity

Dominika Hanušová

Ústav fyzikální a spotřební chemie, Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, Česká republika, Dominika.Dvorakova@vut.cz

Totipotence buněk je jednou z klíčových podmínek pro vývoj nového mnohobuněčného organismu. Živočišné buňky tuto vlastnost v průběhu ontogenetického vývoje ztrácejí, avšak u rostlin zůstává zachována i v diferenciovaných pletivech. Přeprogramování specializovaných buněk při procesu dediferenciace je ovšem velmi složitý biologický proces vyžadující přesné regulační mechanismy. Navíc je spojován s genetickou i epigenetickou nestabilitou. Rostliny v tomto ohledu disponují pozoruhodnou schopností buněčné plasticity. Složitá síť genů zapojených do vývojových drah rostlin může být významně ovlivněna právě funkcí nekódujících mikroRNA (miRNA). Tyto krátké molekuly mají schopnost regulace genové exprese na několika úrovních – transkripční, posttranskripční i translační.

Cílem studie byla identifikace a charakterizace mikroRNA izolovaných v průběhu různých stádií kultivace rostliny *Nicotiana tabacum* (rostlina, kalus, regenerant). Vzorky byly sekvenovány a následně bioinformaticky vyhodnoceny. Pozornost byla zaměřena zejména na potenciální miRNA ovlivňující proces dediferenciace a regenerace. Pomocí diferenční expresní analýzy DESeq2 byly stanoveny odlišně exprimované miRNA v jednotlivých stádiích kultivace. Při sledování početnosti konkrétních molekul v rostlinném pletivu a u prvních mikrokalusů (proces dediferenciace) byl pozorován statisticky významně vyšší výskyt u skupiny miR172 a miR156. Tyto molekuly se pravděpodobně přímo podílejí na indukci a udržování kalusu (linie dediferencovaných buněk). Dále byly jako zvýšené identifikovány miRNA související se stresem, a to zejména miR397, miR398 nebo miR408. Naopak nižší exprese byla pozorována například u miR171, pravděpodobně související s giberelinovou signální dráhou.

Výzkum řídící role miRNA v procesech dediferenciace somatických buněk v kalus a jeho opětovné regenerace má zásadní význam například v oblasti biotechnologické produkce, genového inženýrství nebo také enviromentální adaptace. Z pohledu biotechnologií mohou být kalusy využívány pro produkci cenných sekundárních metabolitů. Zejména v tomto ohledu je nutné popsat a zajistit podmínky pro udržení epigenetické a metabolické stability kalusu. Dále i samotné molekuly miRNA mohou být potenciálním cílovým produktem s ohledem na jejich studovaný terapeutický potenciál. Zájem o studium této problematiky roste tedy nejen v oblasti rostlinné biologie a biotechnologie, ale také v medicínském a farmaceutickém výzkumu.

Modelování buněčných membrán v kanálovém a komůrkovém čipu

Petr Tesák¹

¹ Petr Tesák Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav potravin a biotechnologií, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, 226036@vutbr.cz

Má práce se zabývá modelací membrán v mikročipech na bázi PDMS a CYTOP. Popisuje rozdíly mezi jednokanálovými čipy a novým designem čipu s mikrokomůrkami. Mikrofluidní čipy jsou výhodná malá zařízení, které je možné použít k provedení daných laboratorních postupů v menším měřítku, což je energeticky méně náročné. Čipy jsou také levné na výrobu, přenosné a lehce aplikovatelné. K realizaci různých chemických procesů je potřeba jen malé množství roztoku, v rozmezí nano až pikolitru [1,2].

Cílem práce je zhotovit mikročip, který bude umožňovat vznik membrán v mikrokomůrkách, vyleptaných do polymeru CYTOP. Pak je třeba porovnat nový čip se starým jednokanálovým, vyrobeným z PDMS, vybrat vhodnějšího kandidáta a doporučit úpravy či nové postupy, které by umožnili lepší sledování membrán nebo prostup látek skrz ně. Například by se mohlo jednat o inkorporaci transportních proteinů do natažených membrán [3].

K vytváření membrán jsou použity pufrční roztoky, které slouží jako fyziologické prostředí, a roztoky s lecitinem, jakožto zdrojem fosfolipidů. Do čipu se tyto roztoky injektují v tomto pořadí: fyziologický roztok, roztok lecitinu a opět fyziologický roztok. Vzniklé membrány lze poté sledovat za pomoci konfokálního mikroskopu. V případě čipu s mikrokomůrkami lze pouze použít fluorescenční sondy [3,4].

V případě jednokanálového čipu byla vyhodnocována tvorba membrán, ve třech různě velkých kanálcích. V nich bylo experimentováno se třemi různými průtoky. Membrány byly sledovány konzistentně na třech místech v čipu. Do tabulky bylo zaznamenáno zda a kolik membrán vzniklo. Bylo zjištěno, že vhodná šířka kanálku je 200 μm , ve kterém lze použít průtok až 300 $\text{nl}\cdot\text{min}^{-1}$ aniž by nastaly komplikace při natahování membrán. Měření u čipu s mikrokomůrkami bude doprovázené spíše obrázky, jelikož se v tomto druhu čipu vyskytuje příliš mnoho dírek.

Oba typy čipů lze vyrobit vcelku jednoduše a zároveň jsou velmi flexibilní co se týká využití. Avšak jednokanálové čipy jsou méně časově náročné na výrobu. Kdežto čip s polymerem CYTOP je třeba dlouho zahřívat a vyleptávání samotné struktury je náročnější. Jednokanálové čipy mají přibližně 200 prohlubní pro natažení membrány, zatímco čipy na bázi CYTOP může mít až 1000 komůrek podle toho, jak je nastavený design pro leptání. Avšak tyto komůrky jsou hůře detekovatelné a v případě kdy jsou v nich natažené membrány, tak je třeba použít fluorescenční sondu na rozdíl od jednokanálového čipu, kde lze sledovat membrány pouhým okem.

Literatura

- [1] COLINKS, A. Terrence. *Essentials of micro- and nanofluids: With Applications to the Biological and Chemical Sciences* [online]. 32 Avenue of the Americas, New York, NY 10013-2473, USA: Cambridge University Press, 2013 [cit. 2025-11-15]. ISBN 978-0-521-88168-5.
- [2] *Microfluidics and microfluidic devices: a review* [online]. Elveflow. [cit. 2025-11-15].
- [3] WATANABE, Rikiya; SOGA, Naoki; YAMANAKA, Tomoko a NOJI, Hiroyuki. High-throughput formation of lipid bilayer membrane arrays with an asymmetric lipid composition. Online. *Scientific reports*. 2014, vol. 4, no. 1, s. 7076-7076. ISSN 2045-2322.
- [4] VARGOVÁ, A. *Pokročilé membránové systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2017. 52 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Filip Mravec, Ph.D.

Sekce studentů bakalářských a magisterských studijních programů

„Materiálová a organická chemie“

Fotokatalytické povlaky na bázi grafitického karbonitridu s řízenou porozitou

Pavel Čechmánek

Fakulta chemická (FCH), Ústav fyzikální a spotřební chemie, Vysoké učení technické v Brně (VUT), Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Česká republika, Pavel.Cechmanek@vut.cz

Tato práce se zabývá vlivem porozity a tloušťky vrstev grafitického karbonitridu ($g\text{-C}_3\text{N}_4$) na jeho fotokatalytickou aktivitu. Materiál $g\text{-C}_3\text{N}_4$ představuje perspektivní bezkovový polovodič s možností absorpce viditelného světla a širokým uplatněním při rozkladu organických polutantů či produkci vodíku [1; 2]. Jeho praktické využití však limituje kompaktní, málo porézní struktura a rychlá rekombinace fotogenerovaných nábojů [1; 3]. Zvýšení porozity patří mezi efektivní způsoby, jak zlepšit dostupnost aktivních míst a podpořit fotokatalytické procesy [3]. Jedním z přístupů je použití porogenních činidel, například kafru, který se díky nízké teplotě sublimace dokáže z prekursorové směsi odstranit a vytvořit póry v pevné matici [4].

V rámci experimentální části byly připraveny čtyři typy vrstev $g\text{-C}_3\text{N}_4$: tenké a tlusté, vždy v porézní a neporézní variantě. Porozita byla zajištěna přidávkou kafru do kapalně formulace a jeho následnou sublimací. Pro ověření vlivu povrchové úpravy podložek byla použita mikroskopická sklíčka s mělkými a hlubokými gravírovanými vaničkami, jejichž zdrsňený povrch měl zlepšit přilnavost vrstev. Porézní struktura a rozdíly v tloušťce vrstev byly charakterizovány pomocí SEM a profilometrie.

Fotokatalytická účinnost byla hodnocena při rozkladu modelových látek: azobarviva AO7 (sledován pokles absorbance) a resazurinu (sledován nárůst fluorescence produktu resorufinu). Přestože použití kafru mělo vést ke vzniku výrazně porézních struktur, výsledky ukázaly jen omezenou tvorbu pórů. Fotokatalytické testy dále odhalily pouze minimální rozdíly mezi porézními a neporézními vrstvami, a to jak u tenkých, tak tlustých variant. Tyto výsledky naznačují nutnost optimalizace kapalně formulace $g\text{-C}_3\text{N}_4$, případně úpravy způsobu nanášení vrstev pro dosažení požadované porozity a zvýšení fotokatalytické aktivity.

Literatura

- [1] WANG, Yong; WANG, Xinchun a ANTONIETTI, Markus. Polymeric Graphitic Carbon Nitride as a Heterogeneous Organocatalyst: From Photochemistry to Multipurpose Catalysis to Sustainable Chemistry. Online. *Angewandte Chemie International Edition*. 2012, roč. 51, č. 1, s. 68-89. ISSN 1433-7851. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/anie.201101182>. [cit. 2025-05-15].
- [2] LEE, Joon Seok; YOU, Kyeong Hwan a PARK, Chan Beum. Highly Photoactive, Low Bandgap TiO_2 Nanoparticles Wrapped by Graphene. Online. *Advanced Materials*. 2012, roč. 24, č. 8, s. 1084-1088. ISSN 0935-9648. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/adma.201104110>. [cit. 2025-05-15].
- [3] SHALOM, Menny; INAL, Sahika; FETTKENHAUER, Christian; NEHER, Dieter a ANTONIETTI, Markus. Improving Carbon Nitride Photocatalysis by Supramolecular Preorganization of Monomers. Online. *Journal of the American Chemical Society*. 2013, roč. 135, č. 19, s. 7118-7121. ISSN 0002-7863. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/ja402521s>. [cit. 2025-05-15].
- [4] STAVAREK, Petr; SCHIMON, Dominik; PATAKYOVA, Sylvia; DZIK, Petr; HOMOLA, Tomas et al. Visible-light-sensitive coatings of graphitic carbon nitride with an inherent porosity induced by a camphor porogenic body for oxidative decomposition of tetracycline. Online. Institute of Chemical Process Fundamentals Czech Academy of Sciences CZECH REPUBLIC. [cit. 2025-05-21].

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce doc. Ing. Petru Dzikovi, Ph.D., konzultantce Ing. Sylvii Patakyové a kolektivu laboratoře fotochemie za vedení, zaučování a rady nezbytné ke vytvoření mé práce.

Optimization of the 3D printing process of inorganic materials using the Direct Ink Writing method

Tadeáš Havran, Eva Bartoníčková, Přemysl Menčík

Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Materials Science,
Purkyňova 464, 612 00 Brno, Czech Republic, Tadeas.Havran@vut.cz

Direct Ink Writing (DIW) is an emerging Additive Manufacturing (AM) technique with potential within multiple fields of materials research. DIW printers utilize extrusion of paste or gel from a reservoir through a nozzle. The materials used are generally referred to as inks. Desired objects are then printed on a build platform in a layer-by-layer fashion, same as with other 3D printing methods. Due to its inherent simplicity, versatile ink materials such as metals [1], ceramics [2] and much more [3] can be printed using DIW.

The spread of this method requires the ability to predict how different materials will behave during printing. The printing of ink is therefore divided into three sub-functions, which are described separately with their specific features [3]. (i) Extrusion/printability: How continuous and uniform is the flow of ink. (ii) Solidification: The bead must retain its as-deposited shape according to physical-chemical processes proceeded (drying, gelation etc.). (iii) Layer support/buildability: The material must hold the weight of subsequent layers. How well the ink will perform while printing can be predicted if its rheology is known [4].

In this work an FDM 3D printer was custom-modified to operate as a DIW. A nozzle with a diameter of 1.8 mm was used. The suspension of metakolin and alumina with carboxymethyl cellulose as an additive to modify rheology were used as ink's starting materials. To tailor the rheology of suspensions, different water-to-solid ratios with varying concentrations of carboxymethyl cellulose (CMC) were used. The conducted experiments led to preparation of inks that mainly met the requirements of the first sub-function, extrusion. A satisfactory solidification and layer support has been approaching.

References

- [1] XU, Chao; QUINN, Bronagh; LEBEL, Louis Laberge; THERRIAULT, Daniel a L'ESPÉRANCE, Gilles, *ACS Applied Materials* 11(8) (2019) 8499.
- [2] RUESCHHOFF, Lisa; COSTAKIS, William; MICHIE, Matthew; YOUNGBLOOD, Jeffrey a TRICE, Rodney, *International Journal of Applied Ceramic Technology*, 13(5) (2016) 821.
- [3] Daniel A. Rau, Christopher B. Williams, Michael J. Bortner, *Progress in Materials Science* 140 (2023) 101188.
- [4] M'BARKI, Amin; BOCQUET, Lydéric a STEVENSON, Adam, 2017. *Scientific Reports* 7(1) (2017).

Příprava podvojných vrstevnatých hydroxidů na kompozitních Mghydroxyapatit substrátech

Milan Knoflíček

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie materiálů

Purkyňova 464, 612 00 BrnoMedlánky

Email: 236767@vutbr.cz

Předmětem této práce byla příprava a charakterizace povlaků na bázi podvojných vrstevnatých hydroxidů (LDH) na Mg kompozitních substrátech připravených práškovou metalurgií. Jako plnivo byl použitý hydroxyapatit (HAp). Depozice MgAlLDH povlaků na povrch kompozitů proběhla v reakční směsi obsahující $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ při pH 10 a teplotě 95 °C. Morfologie a struktura vzorků byly charakterizovány pomocí rastrovací elektronové mikroskopie (SEM). Prvkové složení jak samotných kompozitů, tak i připravených povlaků, bylo charakterizováno energiově disperzní spektroskopií (EDS). Analýzou struktury MgHAp kompozitů bylo zjištěno, že se vzrůstající koncentrací výztuže docházelo k nárůstu četnosti aglomerátů HAp. Nejvyšší četnost aglomerátů byla detekována ve vzorcích obsahujících 20 a 50 hm. % HAp plniva, u kterých bylo zároveň zaznamenáno na rozdíl od ostatních vzorků výrazné zhoršení korozních vlastností. Naopak nejlepší korozní odolnost vykazoval vzorek s 1 hm. % plniva. Ostatní vzorky s obsahem plniva od 0 do 10 hm. % byly z hlediska korozní odolnosti relativně podobné.

Potenciodynamické testy prokázaly, že povlakované vzorky vykazují řádově vyšší korozní odolnost ve srovnání se vzorky nepovlakovanými. U povlakovaných vzorků s obsahem HAp do 10 hm. % včetně byla pozorována uniformní vrstva LDH. Na vzorcích s vyšším obsahem výztuže, tj. s 20 a 50 hm. % HAp, byla detekována přítomnost trhlin související s přítomností objemných HAp aglomerátů. V těchto místech byla pozorována i nižší adheze povlaku.

Bylo zjištěno, že pro dosažení vysokých kvalit LDH povlaků je optimální množství HAp výztuže míchaných a následně lisovaných MgHAp kompozitů do 5 hm. % HAp. Vyšší obsah HAp ve vzorcích vedl zpravidla ke vzniku defektů nebo zhoršení korozních vlastností.

Štúdium transportných vlastností semiinterpenetrovaných hydrogélů na báze polyetylén glykolu

Júlia Mišíková¹, Jitka Krouská¹, Ján Sokolínsky¹

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Česká republika 250978@vutbr.cz

Hydrogély sú trojrozmerné polymérne materiály schopné absorbovať veľké množstvo vody bez narušenia svojej štruktúry, vďaka čomu aj pri vysokom hydratovanom stave zachovávajú svoje mechanické vlastnosti a pružnosť. **Vďaka tejto vlastnosti nachádzajú uplatnenie v medicíne (napríklad ako nosiče liečiv**, kryty rán, v tkanivovom inžinierstve), farmácii či poľnohospodárstve, kde sú cenené najmä pre svoju biokompatibilitu. Zaujímavosťou hydrogélů je možnosť cielene ovplyvňovať ich transportné vlastnosti a regulovať difúzie látok do alebo z polymérnej matrice, čo umožňuje optimalizovať ich použitie v aplikáciách s požiadavkou na presné dávkovanie alebo uvoľňovanie účinných látok.

Hlavným cieľom práce bolo štúdium transportných vlastností hydrogélů na báze polyetylén glykol diakrylátu (PEGDA) a ich modifikácií semi-interpenetrujúcimi polymérnymi sieťami (semi-IPN) s využitím polystyrénsulfonátu sodného (PSS). Práca zahŕňala optimalizáciu prípravy PEGDA hydrogélů, pričom bol kladený dôraz na opakovateľnosť syntézy a rovnomerné pôsobenie UV žiarenia počas fotopolymerizácie.

Zavedením semi-IPN štruktúry s PSS v nízkych koncentráciách (0,001 a 0,0001 g/cm³) bola sledovaná zmena fyzikálno-chemických a transportných vlastností hydrogélů. Charakterizácia zahŕňala hodnotenie napučiacieho správania, kinetiky uvoľňovania fotoiniciátora Irgacure 2959 a transportu metylénovej modrej. Výsledky experimentov preukázali, že prídavok PSS v testovaných koncentráciách významne neovplyvnil schopnosť hydrogélů napučiať. Na druhej strane, už nízke koncentrácie PSS spomalili difúziu metylénovej modrej, čo poukazuje na to, že semi-IPN sieť **umožňuje cielene** ladiť transportné vlastnosti pomocou prídavku vhodného polyelektrolytu aj vo veľmi malej koncentrácii. Tento efekt možno pripisovať elektrostatickým interakciám medzi kladne nabitou metylénovou modrou a záporne nabitými zložkami semi-IPN siete.

Zistenia naznačujú, že modifikácia PEGDA hydrogélů semi-IPN štruktúrou môže byť efektívnym nástrojom pre riadenie difúzie aktívnych látok, čo je významné pre vývoj systémů s kontrolovaným uvoľňovaním. Výsledky poskytujú pevný základ pre ďalší výskum v oblasti dizajnu funkčných hydrogélůvých materiálov s optimalizovanými transportnými vlastnosťami.

Poly(ethylen glykolové) hydrogely s gradientovou strukturou

Kateřina Provazníková ¹, Jiří Smilek ², Jan Sokolínský ²

Vysoké učení technické v Brně; Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 464, 612 00 Brno Medlánky; 251105@vutbr.cz

Vysoké učení technické v Brně; Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 464, 612 00 Brno Medlánky

Práce je zaměřena na optimalizaci přípravy hydrogelů na bázi PEG (poly(ethylen glykol)) s gradientovou strukturou a jejich následnou charakterizací vhodnými instrumentálními technikami s ohledem především na prokázání gradientu mechanických vlastností. Při přípravě hydrogelů byla použita metoda UV fotopolymerizace za použití fotoiniciátoru Irgacure 2959 s cíleným řízením expozice za pomoci clony, přičemž délka osvitů se v jednotlivých částech lišila. To umožnilo vytvořit materiály s rozdílným stupněm zesíťení v různých oblastech struktury. Experimentální část byla zahájena přípravou vzorků s uniformní strukturou za účelem optimalizace doby osvitů při fotopolymerizaci, na kterou následně navázala příprava hydrogelů s gradientem zesíťení. Hodnocení vzorků zahrnovalo měření viskoelastických vlastností pomocí metody oscilační reometrie, stanovení obsahu pevného podílu ve vzorcích hydrogelů (sušiny), botnací testy (v podobě resorpce disperzního prostředí) a sledování transportních vlastností na základě difúze barviva Rhodaminu 6G. Prostřednictvím reologických měření byly prokázány rozdíly v mechanických vlastnostech mezi jednotlivými částmi gradientových hydrogelů, kdy delší doba osvitů vedla ke zvýšení komplexního modulu. Stanovení sušiny jednoznačně gradient nepotvrdilo, avšak botnací testy prokázaly rozdíly ve schopnosti jednotlivých částí gradientových hydrogelů absorbovat vodu, což souvisí s proměnnou hustotou polymerní sítě. Výsledky této práce ukazují, že řízenou UV fotopolymerizací lze připravit hydrogely s rozdílnými vlastnostmi v rámci struktury, které jsou perspektivní zejména v oblasti tkáňového inženýrství a systémů řízeného uvolňování aktivních látek.

Investigation of Carbonation Activity in Individual Phases of Ladle Furnace Slag

Lukáš Sadílek¹, Jiří Másilko¹, Jitka Krouská², Jiří Švec¹

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Material Science, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Czech Republic, Lukas.Sadilek@vutbr.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Physical and Applied Chemistry, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Czech Republic

Ladle furnace slag (LFS) is one of the by-products of secondary steelmaking processes. Its composition is inconsistent, and it contains a large amount of γ -C₂S compared to β -C₂S, which has a very negative effect on its ability to react with water. For this specific reason, ladle furnace slag lacks a wider-scale utilization, and currently, most of the ladle furnace slag produced is landfilled. However, the problem, which is its utilization might be solved by accelerated carbonation to form insoluble carbonates, and this method could also lead to the utilization of industrially produced CO₂ and its sequestration.

This work deals with the investigation of the carbonation properties of ladle furnace slag and, in particular, the individual phases of which it is composed. The main phases of LFS, namely γ -C₂S, β -C₂S, C₄AF, C₁₂A₇, and also α' -C₂S, were prepared in a pure state and their carbonation activity was then studied together with the carbonation activity of LFS itself. By far the highest carbonation activity was observed in the γ -C₂S sample, and increased carbonation activity was also observed in α' -C₂S, LFS and β -C₂S. For the aluminate phases, i.e. C₄AF and C₁₂A₇, carbonation activity was observed only to a very small extent or not at all. As the main carbonation product, carbonates, resp. CaCO₃ in various modifications and forms, were observed. To a smaller extent, hydration products were also formed, especially in the case of aluminate phases, which reacted very quickly with the added water even before the onset of the carbonation.

The results hence indicate that the carbonation activity of ladle furnace slag is primarily caused by the presence of calcium silicate phases, mainly γ -C₂S.

Acknowledgement

This work was supported by the Grant Agency of the Czech Republic under the project GA24-12423S – Carbonation curing as a new approach for the development of alternative binders.

Návrh fotovoltaického systému pro studentskou kolej s integrací fluidních technologií ke snížení emisí

Bc. Anton Skubko

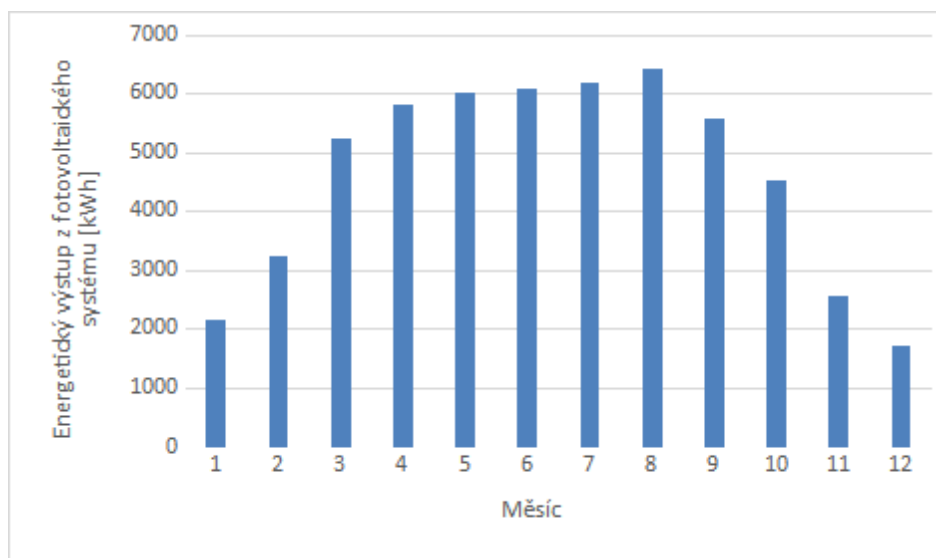
Ing. Mykyta Prokopchuk

Afiliace:

- ¹ Energetický ústav, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2896/2, 616 69 Brno, Česká republika; e-mail: 278934@vutbr.cz
- ² Energetický ústav, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2896/2, 616 69 Brno, Česká republika; e-mail: 278932@vutbr.cz

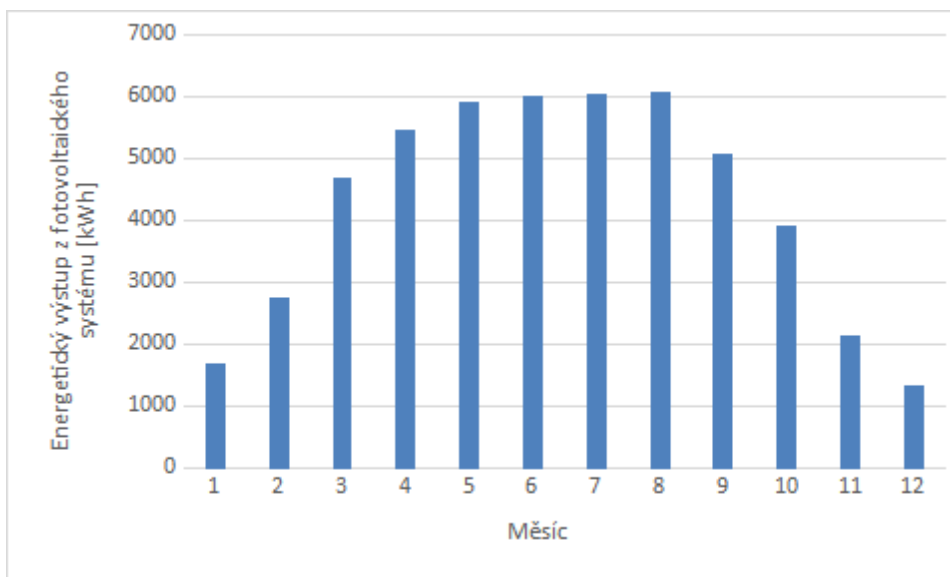
V kontextu globální klimatické změny je přechod na obnovitelné zdroje energie klíčový [1]. Přestože emise skleníkových plynů v České republice mezi lety 1990 a 2023 klesly o přibližně 50 % [3], zůstává výzva splnit cíl EU o 55% snížení do roku 2030 [1]. S ročními emisemi přibližně 99 milionů tun CO₂ ekvivalentu a nízkým hodnocením v CCPI (Index výkonnosti v oblasti změny klimatu) 2025 [12] je nutné urychlit instalaci systémů jako fotovoltaika [1,3]. Tato práce analyzuje přínosy fotovoltaického systému. [2,3]. Zaměřuje se na problém znečišťování životního prostředí, zejména emisí do ovzduší způsobených spalováním fosilních paliv za účelem výroby elektrické energie, s cílem navrhnout fotovoltaický systém pro studentské koleje k podpoře udržitelného rozvoje a zvýšení výroby energie z obnovitelných zdrojů [6-9].

Na základě analýzy spotřeby elektrické energie, stejně jako s ohledem na technické možnosti instalace a dispoziční podmínky střechy, byl navržen optimalizovaný systém s 125 fotovoltaických panelů [9]. Pomocí softwaru PVGIS [11] byl simulován fotovoltaický systém s celkovým ročním výkonem 51 134,7 kWh, přičemž jednotlivé panely měly výkon 400 Wp a byly umístěny pod úhlem sklonu 50° s orientací na jih. Na obrázku číslo 1 vidíme graf výkonu fotovoltaického systému [5].



Obr. 1 Očekávané množství vyrobené elektřiny při instalaci panelů pod úhlem 50° s orientací na jih

Druhý systém měl celkový roční výkon 55 643,5 kWh s orientací na jihovýchod (obr. 2) [5].



Obr. 2 Očekávané množství vyrobené elektřiny při instalaci panelů pod úhlem 50° s orientací na jihovýchod

V návaznosti na původní návrh byla zohledněna integrace s fluidními systémy, konkrétně systém chlazení vodou zezadu, kde se voda cirkuluje v paralelních trubkách připevněných k zadní straně panelů, což odvádí teplo a snižuje teplotu panelů o 10 až 20 °C, zvyšuje elektrickou účinnost až o 10 až 15 % oproti nechlazeným modulům [4,5]. Tento systém je integrován s čerpadlem pro cirkulaci vody propojeným s bazénem nebo zásobníkem teplé vody, kde zachycuje tepelnou energii s tepelnou účinností přes 40 % [4,6-8].

Na základě reálných údajů získaných měření bylo vypočítáno snížení uhlíkové stopy o přibližně 21 tun CO₂ ročně [1,3]. Návrh ukazuje současný směr rozvoje fotovoltaiky v České republice. Po nárůstu nové kapacity přes 1 GW v roce 2023 a obdobném tempu v roce 2024 došlo v roce 2025 ke zpomalení instalací. Přesto se očekává přidání až 1 GW, přičemž tento růst je podporován právními předpisy zaměřenými na velké i střešní systémy. [2,3]. K ceně investice 1 645 000 Kč s DPH se předpokládá zvýšení o 23,2 %, což vede k celkovým nákladům přibližně 2 024 000 Kč, což není podstatné [2]. Návrh přináší environmentální přínosy, včetně snížení závislosti na fosilních palivech a zlepšení kvality energetické spotřeby budovy prostřednictvím snížení tepelného zatížení, integrace solární ventilace a zvýšení výkonu panelů [10]. Celkově příspěvek hodnotí efektivitu systému, ekonomickou návratnost a jeho přínos pro snížení emisí CO₂, zlepšení energetické třídy budovy [1-3]. Toto navýšení nákladů je kompenzováno vyšší energetickou účinností a delší životností systému, což ukazuje na přechod k udržitelnějšímu energetickému mixu s důrazem na integraci obnovitelných zdrojů [4,5].

Literatura

- [1] Moderní energetika (ed.). (2024). *Magazín Moderní energie*. Praha : Moderní energetika. Dostupné z <https://www.modernienergetika.cz/wp-content/uploads/2024/07/Moderni-energie-2024.pdf>
- [2] Solar energy ESCO. (2025, 25. duben). *Novinky a trendy ze světa fotovoltaiky (FVE) v roce 2025*. Dostupné z <https://solarenergiesco.cz/blog/aktuality/novinky-a-trendy-ze-sveta-fotovoltaiky-fve-v-roce-2025/>
- [3] *Solární asociace*. (2024). *Výroční zpráva 2023*. Praha.
Dostupné z https://solarniasociace.cz/wp-content/uploads/2025/04/Vyrocní-zpráva-2023_final.pdf
- [4] Herez, A., Jaber, H., Ramadan, M., Lemenand, T., El Hage, H., Khaled, M., Salameh, T., Hamid, A. K. & Hussein, M. (2025). *Recent advances in hybrid photovoltaic/thermal (PVT) systems: A comprehensive review of performance, configurations, and emerging technologies*. *Energy Conversion and Management*: X, 28, 101235.
Dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174525003678>
- [5] Vela Solaris AG. (2025). *Solar PVT: Benefits, Use Cases, Design and Optimization*.
Dostupné z <https://www.velasolaris.com/en/solar-pv-t/>
- [6] CIHELKA, J.: Solární tepelná technika. Praha: Malina, 1994. 203 s. ISBN 80-900759-5-9
- [7] HALAHYJA, M. – VALAŠEK, J.: Solárna energia a jej využitie. Bratislava: ALFA, 1983. 291 s
- [8] RIMÁR, M a kol.: Využitie OZE v multivalentných termodynamických systémoch. Prešov : TUKE, 2021. 353 s. ISBN 978-80-553-3884-2.
- [9] MURTINGER K. – BERANOVSKÝ J. – TOMEŠ M.: Fotovoltika: elektřina ze slunce. Brno: ERA, 2007. 81 s. ISBN 978-80-7366-100-7
- [10] VELUX Commercial. (2025). *How to improve indoor air quality with natural, mechanical or hybrid ventilation*.
Dostupné z <https://commercial.velux.com/blog/comfort-ventilation-and-shev/how-to-improve-indoor-air-quality-with-natural-mechanical-or-hybrid-ventilation>
- [11] JOINT RESEARCH CENTRE. PVGIS: Calculation of PV power output. [online].
Dostupné z: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/getting-started-pvgis/pvgis-data-sources-calculation-methods_en?prefLang=sk#ref-5-calculation-of-pv-power-output
- [12] Burgherr, P., Burgherr, J., Legner, C., & Simon, F. (2024). *Climate Change Performance Index 2025*. Germanwatch, NewClimate Institute & Climate Action Network.
Dostupné z: <https://ccpi.org/download/climate-change-performance-index-2025/>

Poděkování

Rád bych poděkoval společnosti NUCLEAR POWER ENGINEERING, s.r.o. za poskytnutí cenných konzultací a odborné podpory při zpracování této práce.

Studium derivátů flavinu pro využití v ekologických bateriích

Eva Jazmína Tomečková¹, Jan Truksa², Jan Richtár², Lucia Ivanová², Jozef Krajčovič²

¹ Fakulta chemická, Purkyňova 464/118, Královo Pole, 61200 Brno 12, 237313@vutbr.cz

² Fakulta chemická, Purkyňova 464/118, Královo Pole, 61200 Brno 12

So zvyšujícím dopytem po prenosných zariadeniach rastie potreba nájsť udržateľné redoxne aktívne materiály pre batérie. Inšpiráciou pre takéto materiály môžu byť priamo živé organizmy, ktoré na prenos elektrónov využívajú kofaktory obsahujúce vitamín B₂, riboflavín. Deriváty riboflavínu a jemu podobných molekúl sa označujú ako flavíny a vykazujú podobné elektrochemické vlastnosti.

Táto práca pokladá prvý krok ku flavínovým batériám vytvorením postupu, pomocou ktorého je možná predpoveď redoxných potenciálov derivátov flavínu. V práci bolo skúmaných deväť derivátov flavínu, ktorých redoxný potenciál bol získaný experimentálne pomocou cyklickej voltampérometrie a teoreticky pomocou metódy teórie funkcionálu elektrónovej hustoty.

Pri výpočtovom postupe bola uvažovaná jednoelektrónová redukcia flavínov na redukovaný radikál. Boli využité dva funkcionály, B3LYP a M062X, a dve sady báz, Aug-CC-pVDZ a def2SVP. Redoxný potenciál bol získaný použitím termodynamického cyklu, pričom bol využitý solvatačný model SMD.

Najvyšší koeficient determinácie dosahovala korelácia experimentálnych dát v acetonitrile a výpočtovej metódy s využitím Bornovho-Haberovho cyklu, a to 0,91. Zahrnutie solvatácie vo výpočtovom procese prinieslo zanedbateľné zlepšenie korelácie.

Termooxidace vulkanizátů přírodního kaučuku za přítomnosti příměsí železa

Bc. Marika Julie Gregorová

Ing. Drahomír Čadek, Ph.D.

Přírodní kaučuk patří mezi klíčové technické polymery díky svým výjimečným mechanickým vlastnostem, které umožňují jeho využití v širokém spektru aplikací. Jeho dlouhodobou stabilitu však významně omezuje citlivost k termooxidačnímu stárnutí. Tyto degradační procesy mohou být výrazně zrychleny přítomností stopových přechodných kovů – tzv. kaučukových jedů – jež i při velmi nízkých koncentracích katalyzují tvorbu radikálů. Mezi nejběžnější kontaminanty patří železo, které se do kaučuku dostává jak z technologického prostředí, tak z použitých surovin.

Prezentovaná práce se zaměřuje na systematické studium vlivu různých chemických forem železnatých sloučenin na termooxidační degradaci přírodního kaučuku. Porovnávány jsou rozdíly v chování anorganických i organických komplexů železa. Hodnoceny jsou změny mechanických vlastností po definovaných dobách tepelného namáhání a dále je diskutována role jednotlivých sloučenin při iniciaci radikálových reakčních drah ($\text{RO}\cdot$, $\text{ROO}\cdot$) a štěpení polymerních řetězců.

Získané poznatky mohou přispět k lepšímu pochopení procesů stárnutí kaučuku a k vývoji směsí s vyšší odolností vůči oxidačním vlivům, což má praktický význam v oblasti výroby a dlouhodobé stability elastomerů.

Úprava optické aktivity chirálních nanomateriálů

Ivan Kirishiantsev¹, Oleksiy Lyutakov¹, Václav Švorčík¹

¹ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemické technologie, Ústav inženýrství pevných látek, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, Česká republika, kirishii@vscht.cz

V oblasti materiálového inženýrství se příprava a výzkum chirálních nanomateriálů v posledních letech stává důležitým tématem pro řadu výzkumných zaměření a aplikací. MoS_2 , který i sám o sobě představuje perspektivní materiál pro široké spektrum uplatnění, se dá připravit ve formě chirálních struktur s vynikající optickou aktivitou a také řadou vlastností, které jsou dané morfologií vzniklého nanomateriálu [1]. V rámci této práce bylo zjištěno, že dotování chirálního MoS_2 atomy přechodných kovů (Fe, Ni, Co, Mn, Rh) vede ke změnám jak jeho morfologie, tak i optické aktivity. Tato práce je zaměřená na sledování korelace mezi těmito změnami a také na hledání původu vzniku optické aktivity u zkoumaného materiálu.

Chiralita u připravených materiálů, která pochází z jejich struktury, poskytuje možnost ovládat spinovou orientaci elektronů pomocí CISS efektu (angl. Chirality-Induced Spin Selectivity) [2], dotované atomy působí jako redox-aktivní centra, což dohromady přináší možnost využití těchto nanomateriálů pro ukládání a konverzi energie. Vzorky dotované atomy niklu se projevily jako efektivní katalyzátor pro reakci OER (vývoj kyslíku během elektrochemického štěpení vody), zatímco vzorky dotované rutheniem ukázaly svoji aktivitu při reakci NRR (elektrochemická redukce dusíku na amoniak). Elektrochemické reakce nejsou jediným uplatněním pro chirální MoS_2 , ten může být využit i pro analytické účely v rámci detekce chirálních sloučenin.

Literatura

- [1] L. Branzi, L. Fitzsimmons, Y. K. Gun'ko, *Angew. Chem. Int. Ed.* 63 (2024) 41.
- [2] B. Bloom, Y. Paltiel, R. Naaman, D. Waldeck. *Chem. Rev.* 124 (2024) 4.

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem OP JAK_ Eco&Stor, NoCZ.02.01.01/00/22_008/0004617, Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, který je spolufinancován Evropskou unií.

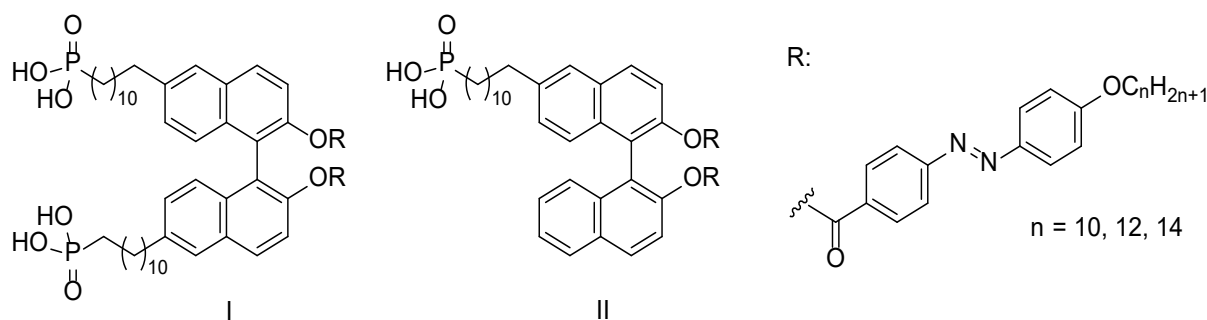
Pokročilé hybridní materiály na bázi modifikovaných nanočástic

Autor: Bc. Marek Novák¹

¹ VŠCHT Praha, Ústav organické chemie, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice, novaba@vscht.cz

Pokročilé funkční organické materiály představují významný směr současného materiálového výzkumu s vysokým aplikačním potenciálem. Významnou úlohu v moderních optických a fotonických aplikacích hrají dynamické materiály, které lze připravit s využitím kapalných krystalů – látek vykazujících fluidní uspořádání s molekulární organizací podobnou krystalickým látkám. Reakce kapalných krystalů na vnější podněty se výrazně zvyšuje zavedením chirálních, fotosenzitivních či magnetických skupin do jejich molekulární struktury. Další možností je rozpuštění multifunkčních látek v komerčně dostupných kapalných krystalech (např. 5-CB), čímž dojde k přenosu požadovaných vlastností dopantu na hostitelský systém [1].

V této práci byly připraveny dopanty na bázi opticky čistého 1,1'-binaftalen-2,2'-diolu (BINOLu) jako chirální jednotky. Do poloh 2 a 2' BINOLu byly zavedeny fotosenzitivní skupiny, zatímco do poloh 6 a 6' byla připojena postranní ramena nesoucí terminální fosfonovou skupinu umožňující vazbu na magnetické nanočástice kobalt ferritu (CoFe_2O_4). Pro porovnání afinity ligandu k nanočásticím byla připravena druhá série ligandů obsahující pouze jedno postranní rameno v poloze 6.



Obrázek 1: Struktura připravených ligandů

Literatura

[1] *ACS Nano* **2022** 16 (8), 11833-11841

Syntéza a charakterizace opticky aktivních spiropyranových fotopřepínačů s rigidní strukturou

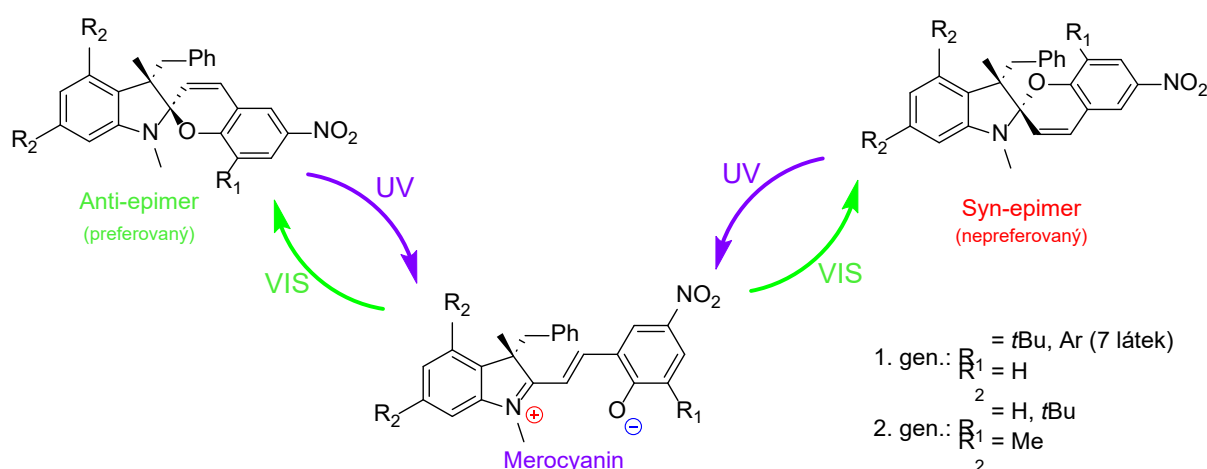
Bc. Vojtěch Boháček¹

¹ Ústav organické chemie, Vysoká škola Chemicko-Technologická v Praze, Technická 5, Praha 6, 166 28, bohacekv@vscht.cz

Spiropyran jsou chytré organické materiály známé zejména jako fotopřepínače, tedy molekuly podléhající světlem řízené reverzibilní transformaci. Svoji pozornost si v dnešní době získávají hlavně proto, že během fotopřepínání mění nejen svoji geometrii, ale rovněž dochází i k zásadní změně polarity molekuly.

Spiropyran jsou zároveň nositelem chiralitu díky asymetrickému spiro-uhlíku. Izolace opticky čistého spiropyranu, který otevírá prostor pro novou dimenzi potenciálních aplikací, je však u běžných látek nemožná, jelikož samotná povaha fotochemického přepínání spiropyranů vede k jejich spontánní racemizaci. Naší strategií pro řešení tohoto problému je zavedení definovaného sekundárního centra chiralitu do polohy 3', čímž je získána dvojice stereoizomerů s rozdílnou relativní konfigurací (*anti*, *syn*). Rozdíl energií těchto epimerů poté definuje jejich relativní zastoupení. V krajním případě tak lze získat téměř výhradně jeden opticky čistý epimer.

Na základě dříve získaných výsledků (1. generace) [1] byla připravena série spiropyranů 2. generace substituovaných v poloze 4'. Použitý strukturní rys má za následek zvýšení sterické repulze minoritního *syn*-epimeru, čímž dochází ke značnému navýšení diastereomerního poměru (*de* = 86 %) oproti dříve studovaným materiálům (*de* ≤ 58 %).



Obrázek: Rovnováha epimerního páru spiropyranu.

Literatura

[1] Boháček, V., Erbenová, T., Malina, J. D., Kloubcová, M., Šmahel, M., Eigner, V., & Tůma, J. (2024). *RSC Advances*, 14(50), 37370–37379.

Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A2_FCCHT_2025_073 a projektu podpořeného Fondem Dagmar Procházkové (projekt SALSA 2023-2024).

Testing the organometallic coordination grids as multivalent ligands in protein degradation

Danylo Dementiev¹

¹ University of Chemistry and Technology, Prague; Department of Inorganic Chemistry, Coordination Chemistry group; Technická 5, 160 00, Prague 6 – Dejvice; dementid@vscht.cz

The ability of specific chemical sequences to selectively bind to or interact with only selected other specific chemical motives or metal cations is a key feature in supramolecular chemistry[1]. Specifically, the ability to select appropriate metal cation is a key for metallo-driven self-assembling coordination complexes. The synergistic coordination between metal nodes and ligands gives rise to well-defined multivalent structures, such as supramolecular grids[2].

Multivalency is a concept in molecular interactions, which refers to the ability of a molecule to simultaneously bind to multiple sites[3]. This principle finds applications in various bioactive compounds such as Proteolysis Targeting Chimeras (PROTACs)[4], a newly emerging class of pharmaceutically interesting drugs. They work by binding a target protein and E3 ubiquitin ligase to produce a ternary complex, which leads to ubiquitination and degradation of the respective protein[5]. Unlike classic inhibitors, the big advantage of PROTACs is their catalytic mode of action. In this work it is hypothesized that these molecular recognition features could be enhanced by increasing binding valency using coordination architectures as multivalent platforms.

Two sets of organic compounds functionalized with a protein-degrading moiety have been prepared, coupled with bis(hydrazone) foundation and self-assembled into grids. The products were characterized using analytical methods, particularly ¹H NMR, ¹³C NMR and ESI-MS. Activity of the prepared motifs was evaluated and compared with the literature-known model compound in cooperation with the Department of Biochemistry and Microbiology of UCT Prague.

References

- [1] J.-M. Lehn, *Science* 260 (1993) 1762.
- [2] J. Holub, A. Santoro, M.-A. Stadler, and J.-M. Lehn, *Inorganic Chemistry Frontiers* 8 (2021) 5054.
- [3] M.J. Chmielewski, E. Buhler, J. Candau, and J.M. Lehn, *Chemistry* 20 (2014) 6960.
- [4] J. Yan, et al., *Journal of Medicinal Chemistry* 65 (2022) 8798.
- [5] C. Cecchini, S. Pannilunghi, S. Tardy, and L. Scapozza, *Frontiers in Chemistry* 9 (2021) 672267.

Acknowledgement

I'd like to sincerely thank the supervisor of this project, Ing. Jan Holub, Ph.D., for his dedicated guidance, efforts to teach me invaluable chemical skills, patience and pieces of advice regarding laboratory work. Special thanks to Ing. Irena Hoskovcová, CSc. for her support and teaching me theoretical foundations of coordination chemistry, and to the other members of Coordination Chemistry group (Ing. Alice Kulagová, Ing. Martin Pižl, Ph.D., and Ing. Hana Kotoučová, Ph.D.) for their help during the experiments.

Microwave assisted direct arylation: A green and efficient approach

Martina Šefarová¹, Dominik Veselý², Martin Cigánek², Jozef Krajčovič²

¹ Institute of Physical and Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Czech Republic, Martina.Sefarova@vut.cz

² Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Czech Republic

Microwave-assisted direct arylation offers a promising route toward more sustainable C–C bond formation by combining improved energy efficiency with the inherent atom economy of direct arylation. This project investigated the microwave-promoted arylation of pivalic acid with iodobenzene and selected substituted iodobenzenes, with the goal of optimizing the reaction (Figure 1) while applying green chemistry principles. Reaction parameters such as catalyst type, solvent choice, and reaction setup were systematically explored.

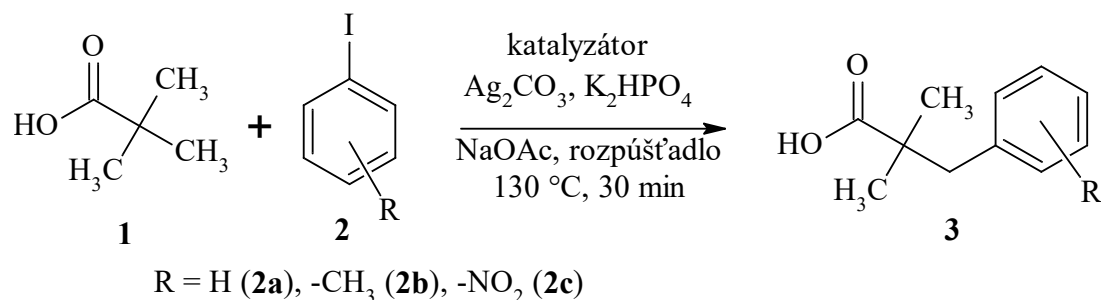


Figure 1: Reaction scheme - Direct arylation of pivalic acid

Screening of greener solvent systems identified γ -butyrolactone (GBL) and γ -valerolactone (GVL) as particularly effective media, providing higher yields than the solvents used in conventional thermal protocols [1] and offering advantages in terms of safety and environmental impact. Although efforts to replace palladium with more environmentally benign catalysts were unsuccessful, optimization allowed the palladium loading to be significantly reduced without loss of efficiency.

Overall, the results demonstrate that microwave irradiation can enhance both the performance and sustainability of direct arylation processes. The optimized conditions offer a greener and efficient approach that highlights the value of integrating alternative heating methods with careful solvent and catalyst selection in modern synthetic methodology.

References

[1] Giri, R. et. al. JACS. 2007, 12. DOI 10.1021/ja0701614

Acknowledgement

I would like to express my sincere gratitude to my consultant, Ing. Dominik Veselý Ph.D., for his guidance, support, and invaluable insights throughout this project. I am also grateful to my supervisor, Ing. Martin Cigánek Ph.D., for expert oversight and for fostering an encouraging research environment.

I also thank Synthon for supporting my participation in this conference, and the Faculty of Chemistry for providing the facilities and resources that made this work possible.

Syntéza pokročilých 1,2-diketonů pro novou generaci přírodou inspirovaných fotosenzitizérů

Bc. Vojtěch Viceník¹, Mgr. Jan Richtár Ph.D.², prof. Ing. Jozef Krajčovič Ph.D.²

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika, xvicen09@vutbr.cz

² Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika

Interakce světla s organickými látkami je využívána v mnoha biologických, chemických i medicínských aplikacích. Absorpce světla viditelné oblasti spektra může vést k excitaci elektronů do vyšších elektronových stavů a následné deexcitaci řadou zářivých či nezářivých procesů. Fotosenzitizéry využívají těchto dějů ať už ke tvorbě singletového kyslíku nebo jiných reaktivních forem kyslíku. Této schopnosti je využíváno ve fotodynamické terapii, kdy jsou po ozáření fotosenzitizéru světlem specifické vlnové délky produkovány ROS, který poté ničí buňky patologické tkáně [1]. Mezi v přírodě se vyskytující fotosenzitizéry patří kromě porfyrinu nebo kurkuminu také flaviny – skupina heterocyklických organických sloučenin odvozených od struktury riboflavinu (vitamínu B₂). Flaviny vykazují fotochemickou aktivitu, schopnost generovat singletový kyslík a možnost účastnit se redoxních reakcí jako přenašeče elektronů. Díky své inherentní biokompatibilitě jsou flaviny zkoumány jako potenciální fotosenzitizéry nové generace pro využití v ekologicky šetrných fotochemických procesech, například pro efektivní purifikaci odpadních vod [2], nebo medicíně [3].

Tento příspěvek se zabývá využitím nových flavinových derivátů jakožto fotosenzitizérů nové generace, jejich syntézou a charakterizací. Jako syntetická cesta byla navržena kondenzace 1,2-diketonu s 5,6-diaminouracilem. Podstatou syntetické modifikace je rozšíření konjugovaného aromatického systému 1,2-diketonů, čímž dochází ke změně optických vlastností a bathochromnímu posunu absorpce a emise molekuly. Pro syntézu 1,2-diketonů byla zvolena Sonogashirova cross-couplingová reakce s následnou oxidací trojné vazby. Byly vytipovány cílové nekondenzované flavinové deriváty, jejichž syntéza je doplněna optimalizací reakčních podmínek jednotlivých kroků syntézy.

Literatura

- [1] A, Alibasha a GHOSH, Mihir. Recent Developments of Porphyrin Photosensitizers in Photodynamic Therapy. Online. 2023. Dostupné z: <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2023-jtmfm>. [cit. 2025-11-07].
- [2] SACCHETTO, Julieta; GUTIERREZ, Eduardo; RETA, Guillermo F.; GATICA, Eduardo; MISKOSKI, Sandra et al. A novel eco-friendly polymeric photosensitizer based on chitosan and flavin mononucleotide. Online. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2023, vol. 22, no. 12, s. 2827-2837. ISSN 1474-905X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s43630-023-00489-z>. [cit. 2025-11-19].
- [3] RIBES, Jonathan; COSSARD, Pauline; AL YAMAN, Khaled; BESTEL, Isabelle a BADARAU, Eduard. Investigating the photosensitization activities of flavins irradiated by blue LEDs. Online. *RSC Advances*. 2023, vol. 13, no. 4, s. 2355-2364. ISSN 2046-2069. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/d2ra07379j>. [cit. 2025-11-07].

Sekce studentů doktorských studijních programů

„Life sciences“

Antioxidant-Active Bacterial Cellulose via *In Situ* Phenolic Modification

Marie Dohnalová¹, Radim Stříž², Adriana Kovalčík²

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Food Science and Biotechnology, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Marie.Dohnalova@vutbr.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Food Science and Biotechnology, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno

Bacterial cellulose (BC) is a pure nanostructured polysaccharide that is produced predominantly by acetic acid bacteria of the genus *Komagataei-bacter* through aerobic fermentation. BC differs from plant cellulose not only in the absence of lignin and hemicellulose, but also in its specific mechanical and physical properties. These include exceptional tensile strength, high flexibility, the ability to retain large amounts of water, and excellent biocompatibility. Its unique properties make BC an attractive biomaterial for biomedical, pharmaceutical, food, and cosmetic applications [1, 2]. BC is most commonly produced in carbohydrate- and nitrogen-containing media such as Hestrin–Schramm medium or media based on food-industry by-products. The composition of the culture medium and fermentation conditions can significantly influence the final structure and functionality of BC.

This work focuses on bacterial cellulose as a carrier of bioactive compounds with antioxidant activity. We investigated *in situ* modification of BC during its biosynthesis using catechin and caffeic acid at concentrations of 0.1–1.0 mg/ml. The obtained BC-based composites were characterized for their antioxidant properties. Depending on the concentration of the incorporated phenolic compounds, the antioxidant activity increased in the range of [169.17–338.31 mg_{TE}/mg] compared to neat BC, while the content of bound polyphenols in the BC matrix reached [0.014–0.044 mg_{GAE}/mg].

The results confirm that *in situ* functionalization of bacterial cellulose with catechin or caffeic acid is a suitable method for obtaining BC-based materials with high antioxidant activity without negatively affecting BC production. It was shown that *in situ* functionalization of bacterial cellulose with catechin or caffeic acid enables the production of BC with significant antioxidant activity while maintaining yield and quality.

References

- [1] GIRARD, Vincent-Daniel, Jérémie CHAUSSÉ a Patrick VERMETTE. Bacterial cellulose: A comprehensive review. *Journal of Applied Polymer Science* [online]. Wiley, 2024, 2024-1-31, 141(15) [cit. 2025-11-10]. ISSN 0021-8995. Dostupné z: doi:10.1002/app.55163
- [2] PORTELA, Raquel, Catarina R. LEAL, Pedro L. ALMEIDA a Rita G. SOBRAL. Bacterial cellulose: a versatile biopolymer for wound dressing applications. *Microbial Biotechnology* [online]. Wiley, 2019, 2019-3-5, 12(4), 586-610 [cit. 2025-11-10]. ISSN 1751-7915. Dostupné z: doi:10.1111/1751-7915.13392

Acknowledgement

This study was funded by the project GA 25-15806S of the Czech Science Foundation (GACR) and the internal scientific grant of Brno University of Technology (FCH-S-25-8818).

The use of microcalorimetry in the study of microbial life in soil

Ing. Drápalová Karolína¹, Ing. Krouská Jitka, Ph.D.², prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.³

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Czech Republic, 225684@vutbr.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry

³ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry

This diploma thesis deals with the investigation of microbial activity in soil using microcalorimetric methods. The main objective of the work was to closely monitor the thermal manifestations of the metabolism of various soil microorganisms. Furthermore, the thesis provides a comprehensive evaluation of the influence of different conditions on their activity. Experiments were carried out using isothermal microcalorimetry (TAM III) together with respirometry (OxiTop IDS B6). The reaction of microbial communities in soil to storage, temperature changes and different nutrient additions was also assessed. The results show that microcalorimetry is suitable method to monitor changes in microbial activity in soil, with the initial energy flow related to sample hydration and the subsequent signal progression indicating the metabolic activity of microbial communities.

References

- [1] *TA Instruments TAM III Isothermal Calorimeter*. Online. TA Instruments. 2016. Dostupné z: <https://researchpark.spbu.ru/en/equipment-thermo-eng/900-cat-tainstrumentstamiii-eng>. [cit. 2023-10-02].
- [2] *OxiTop®-IDS B 6 Measurement System for Soil Respiration - WTW*. Online. Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG. 2019. Dostupné z: <https://www.xylemanalytics.com/en/general-product/id-1577/oxitop®-ids-b-6-measurement-system-for-soil-respiration---wtw>. [cit. 2025-03-12].
- [3] YAO, Jun; XU, Chaoqian; WANG, Fei; TIAN, Lin a WANG, Yanxin. An in vitro microcalorimetric method for studying the toxic effect of cadmium on microbial activity of an agricultural soil. Online. 2007, roč. 16, č. 1, s. 503-509. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10646-007-0157-x>. [cit. 2023-10-01].
- [4] BARROS, Nieves; FEIJOO, Sergio; SIMONI, Jose A.; PRADO, Alexandre G. S.; BARBOZA, Fernando et al. Microcalorimetric study of some Amazonian soils. Online. *Thermochimica Acta*. 1999, roč. 328, č. 1-2, s. 99-103. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040603198006297>. [cit. 2023-10-01].

Acknowledgement

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor, Ing. Jitka Krouská, Ph.D., for her patience, willingness, and professional guidance, as well as for the time she gave me during the writing of this thesis. I also greatly appreciate the support of prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

Development of antimicrobial cosmetic products based on nanostructures

Barbora Dribňáková¹, Lucia Dzurická¹, Ivana Márová^{1x}

Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Food Chemistry and Biotechnology, Purkyňová 464/118, 612 00 Brno, barbora.dribna-kova@vut.cz

Antimicrobial agents play a key role in combating pathogenic microorganisms not only in medicine but also in the cosmetic and pharmaceutical industries. Due to the growing problem of antibiotic resistance, research increasingly focuses on natural plant-derived antimicrobial compounds, which often also exhibit antioxidant properties. Combining such agents can enhance their overall efficacy through synergistic effects while reducing the risk of resistance. Promising delivery systems include nanofiber materials and emulsion gels, which enable controlled release, improved stability, and better interaction with the skin.

This study investigates the synergistic effects of antimicrobial agents, their encapsulation into composite nanofibers, and incorporation into emulsion gels, aiming to evaluate their potential for cosmetic and pharmaceutical applications. Four plant-derived antimicrobials (eugenol, carvacrol, thymol, berberine) and three antibiotics (gentamicin, erythromycin, streptomycin) were tested for antioxidant activity, minimum inhibitory and lethal concentration against two gram-positive and one gram-negative bacteria. Among eighteen tested combinations, the strongest synergistic effects were observed in pairs berberine-thymol, carvacrol-eugenol, and berberine-streptomycin.

These synergistic combinations were successfully encapsulated into multilayer nanofibers, which exhibited pronounced antioxidant and antimicrobial activity. In contrast, incorporation into emulsion gels led to significantly lower efficiency. Biocompatibility tests confirmed that the prepared nanofibers are non-toxic and suitable for skin application.

Overall, the results demonstrate the potential of the developed materials for their use in cosmetic and pharmaceutical formulations such as facial masks, acne patches, or wound dressings. Moreover, the observed synergistic combinations suggest a promising strategy to prevent the development of antibiotic resistance.

Acknowledgement

This study was funded by the internal scientific grant of Brno University of Technology (FCH-S-25-8818)

Optimisation of Hydrolytic Processing of Brewer's Spent Grains for Biotechnological Applications

Daniela Doubkova¹, Petr Kastanek², Barbora Branska¹

¹ University of Chemistry and Technology Prague, Department of Biotechnology, Technická 5, Dejvice – Praha 6, 160 00, Czech Republic, doubkovd@vscht.cz

² EcoFuel Laboratories s.r.o., Ocelarska 9, Praha 9, 190 00, Czech Republic

Brewer's spent grain (BSG), a by-product of beer production, is a rich source of lignocellulose containing valuable polysaccharides, proteins and phenolic compounds. The carbohydrate fraction contains up to 48% of complex polysaccharides and oligosaccharides, including approximately 8.1% arabinose, 25.2% xylose and 8.6% glucose, which are all bound within polymers [1,2]. To utilise these components in biotechnologies effectively, it is necessary to pretreat the BSG, for example by using chemicals to make the polysaccharides accessible for enzymes and increase hydrolysis yields [3,4].

However, the pretreatment of BSG can also lead to the formation of lignocellulose-derived inhibitors, which may have a negative effect on the growth of microorganisms [5].

Several methods were tested to find the most efficient way to hydrolyse brewer's spent grain in terms of time and financial costs, while achieving maximum release of carbohydrates such as glucose, xylose and arabinose. These monosaccharides then serve as the main source of carbon for the growth of microorganisms. The experiments compared methods using dry and raw BSG, as well as optimising acid pretreatment and enzymatic hydrolysis.

The results showed that the most effective in achieving a high carbohydrate yield was acid hydrolysis using spent grain with a solid content of 22% and a sulfuric acid solution of 3%. Correlation analysis confirmed a strong positive linear relationship between glucose and xylose production. Regarding enzymatic hydrolysis, it was demonstrated that the duration of enzyme action significantly impacts the quantity of carbohydrates released, and that the quantity of enzyme employed has a statistically significant impact on the yield of glucose and xylose, though not arabinose. During the analysis, relatively low concentrations of inhibitors, including hydroxymethylfurfural, ferulic acid, coumaric acid and furfural, were detected in the hydrolysates. Selected hydrolysates were subjected to cultivation experiments to verify their potential for microbial cultures.

References

- [1] M. A. Kabel, H. A. Schols and A. G. J. Voragen, Carbohydrate Polymers 50 (2002), 191-200.
- [2] K. M. Lynch, E. J. Steffen and E. K. Arendt, Journal of the Institute of Brewing 122 (2016), 553-568.
- [3] J. A. Robertson, K. J. A. l'Anson, J. Treimo, C. B. Faulds, T. F. Brocklehurst, V. G. H. Eijnsink and K. W. Waldron, LWT - Food Science and Technology 43 (2010), 890-896.
- [4] S. I. Mussatto, G. Dragone and I. C. Roberto, Journal of Cereal Science 43 (2006), 1-14.
- [5] C. B. Faulds, S. Collins, J. A. Robertson, J. Treimo, V. G. H. Eijnsink, S. W. A. Hinz, H. A. Schols, J. Buchert and K. W. Waldron, Journal of Cereal Science 50 (2009), 332-336.

Acknowledgement

This research was supported by the TACR NCK project no. TN02000044.

Living Gels: Self formed alginate matrices for sustainable agriculture by *Azotobacter vinelandii*

Martin Súkeník¹, Diana Černayová², Barbora Hlaváčková², Petr Sedláček¹, Michal Kalina¹

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Physical and Applied Chemistry, Purkyňova 464/118, Královo Pole, 612 00 Brno, Czech Republic, Martin.Sukenik@vut.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Food Science and Biotechnology, Purkyňova 464/118, Královo Pole, 612 00 Brno

The increasing pressure for sustainable and environmentally friendly farming practices has created a strong demand for innovative technologies capable of achieving yields comparable to those obtained with conventional fertilizers, while preserving soil health and preventing irreversible degradation of fertile land. Among such approaches are biofertilizers that inoculate soil with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), a diverse group of microorganisms known for their beneficial contributions to plant nutrition and stress resilience. These include nitrogen fixation, phosphate solubilization, and the synthesis of siderophores and phytohormones. Many PGPR, including *Azotobacter vinelandii*, also produce protective extracellular polysaccharides such as alginate and intracellular polyhydroxyalkanoates (PHA), which serve as carbon storage granules under stress conditions.

This study presents an innovative method for biofertilizer production using *Azotobacter vinelandii* capable of in situ self-encapsulation within a gel carrier formed through the crosslinking of alginate produced during bacterial cultivation. This self-gelation concept, proposed by our group, simplifies the preparation of bioinoculants, reduces production costs, and enhances the efficiency and sustainability of bacterial formulation. To validate this approach, selected *A. vinelandii* strains (DSM 87, DSM 720, and CCM 289) were subjected to gelation experiments under alginate crosslinking conditions, using 2% (w/w) CaCl₂ as a cross-linker. Among them, *A. vinelandii* CCM 289 demonstrated superior alginate production, gelation performance, and plant growth-promoting potential.

The biological activity of the produced bioinoculants was assessed by wide variety of plant-growth promoting experiments (qualitative assays for phosphate solubilization, and spectrophotometric determinations of indole-3-acetic acid and siderophore production).

Plant cultivation experiments were carried out using lettuce and maize under controlled irrigation and illumination, employing different carrier compositions (cells in PBS, gel without cells, gel with cells, freeze-dried gel with cells, and negative control without inoculation). Variations in soil quality and irrigation frequency were found to influence plant growth response and soil microbial composition. As these conditions became more limiting, the benefits of the bacterial treatments became increasingly evident, reflected in higher fresh and dry biomass, longer plant components, and favorable shifts in the soil microbiome.

The root architecture of the plant was subsequently examined employing ImageJ analysis. Through this methodology, the variations in root system morphology were documented. The results confirm that self-encapsulated *Azotobacter vinelandii* bioinoculants produced by in situ alginate gelation offer a promising, sustainable alternative for enhancing plant growth and soil health in green agriculture.

Acknowledgement

This work was supported by the Grant Agency of the Czech Republic (GACR project GA23-06757S).

Martin Súkeník, Brno Ph.D. Talent scholarship holder - funded by the Statutory City of Brno.

PHASEOLUS VULGARIS ALPHAENDORNAVIRUS 1 (PvEV-1): A MODEL FOR STUDYING NON-TRADITIONAL PLANT VIRUSES

Tatiana Dobiasová¹, Peter Alaxin², Miroslav Glasa²

¹ Department of Biology and Biotechnology, Faculty of Natural Sciences, University of Ss. Cyril and Methodius in Trnava, Námestie J. Herdu 2, 917 01 Trnava; dobiasova2@ucm.sk

² Biomedical Research Center of the Slovak Academy of Sciences, Institute of Virology, Dúbravská cesta 9, 845 05 Bratislava

Endornaviruses represent an unusual and still underexplored group of persistent RNA viruses that inhabit plants and fungi without inducing typical disease symptoms [1,2]. Unlike most plant viruses, which are pathogenic and cause yield losses, endornaviruses form long-term, vertically transmitted associations with their hosts—often resembling symbiotic rather than parasitic interactions [3,4,5]. These features make them an intriguing model for studying coevolution and molecular adaptation between viruses and plants.

This study focuses on *Phaseolus vulgaris alphaendornavirus 1* (PvEV-1), a member of the family *Endornaviridae* found in various cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) [6,7,8]. The main objectives were to detect and characterize the genomic structure of PvEV-1, assess its prevalence among Slovak commercial and local bean cultivars, and evaluate its molecular variability. Viral RNA was extracted from bean leaf samples and analyzed using a two-step RT-PCR approach with newly designed primers targeting conserved regions of the helicase and RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) genes [9]. Amplified fragments were verified through agarose gel electrophoresis and sequenced using the Sanger method, while next-generation sequencing (NGS) of total RNAs on the Illumina platform enabled a comprehensive genomic characterization. Subsequent bioinformatic analyses included sequence alignment, domain annotation, and phylogenetic reconstruction based on reference sequences available in GenBank.

The results confirmed a high prevalence of PvEV-1 across several tested bean cultivars, indicating its stable vertical transmission through seeds [2,7]. Comparative and phylogenetic analyses revealed limited genomic variability, suggesting a long-standing coevolutionary relationship between the virus and its host [5]. Conserved enzymatic domains typical of *Alphaendornavirus*—including methyltransferase, helicase, glycosyltransferase, and RdRp—were identified, supporting the close taxonomic affiliation of Slovak isolates with known PvEV-1 sequences worldwide [10].

These findings contribute to a broader understanding of persistent, asymptomatic plant viruses and their subtle yet potentially beneficial roles in plant physiology. The characterization of PvEV-1 provides a valuable framework for future research into virus–host symbiosis, genome evolution, and the ecological relevance of nonpathogenic members of the plant virome.

References

- [1] T. FUKUHARA, *Virus Genes* (2019) Endornaviruses: persistent dsRNA viruses with symbiotic properties in diverse eukaryotes, issue 55, pp. 165–173. Doi: 10.1007/s11262-019-01635-5.
- [2] R.A. VALVERDE, M.E. KHALIFA, R. OKADA, T. FUKUHARA, S. SABANADZOVIC, *Journal of General Virology* (2019) ICTV Virus Taxonomy Profile: Endornaviridae, issue 100, pp. 1204–1205. Doi: 10.1099/jgv.0.001277.
- [3] M. J. ROOSSINCK, *Virology* (2010) Plant virus ecology and the concept of mutualism, pp. 271–277. Doi: 10.1016/j.virol.2015.03.041.
- [4] M.J. ROOSSINCK, *Book: Viruses: Essential Agents of Life*. Dordrecht: Springer (2012) Persistent Plant Viruses: Molecular Hitchhikers or Epigenetic Elements? pp. 177–186, ISBN 978-94-007-4899-6.
- [5] M.J. ROOSSINCK, *Journal of Virology* (2015) Move Over, Bacteria! Viruses Make Their Mark as Mutualistic Microbial Symbionts, issue 89, pp. 6532–6535. Doi: 10.1128/JVI.02974-14.
- [6] R. OKADA, C.K. YONG, R.A. VALVERDE, S. SABANADZOVIC, N. AOKI, S. HOTATE, E. KIYOTA, H. MORIYAMA, T. FUKUHARA, *Journal of General Virology* (2013) Molecular characterization of two evolutionarily distinct endornaviruses co-infecting common bean (*Phaseolus vulgaris*), issue 94, pp. 220–229. Doi: 10.1099/vir.0.044487-0.
- [7] S. KHANKHUM, R.A. VALVERDE, M.A. PASTOR-CORRALES, J.M. OSORNO, S. SABANADZOVIC, *Archives of Virology* (2015) Two endornaviruses show differential infection patterns between gene pools of *Phaseolus vulgaris*, issue 160, pp. 1131–1137. Doi: 10.1007/s00705-015-2335-0.
- [8] S. KHANKHUM, R.A. VALVERDE, *Archives of Virology* (2018) Physiological traits of endornavirus-infected and endornavirus-free common bean (*Phaseolus vulgaris*) cv Black Turtle Soup, issue 163, pp. 1051–1056. Doi: 10.1007/s00705-018-3702-4.
- [9] D.C. RIO, M.JR. ARES, G.J. HANNON, T.W. NILSEN, *Cold Spring Harbor Protocols* (2010) Purification of RNA using TRIzol (TRI reagent), issue 6. Doi: 10.1101/pdb.prot5439.
- [10] N. NORDENSTEDT, D. MARCENARO, D. CHILAGANE, B. MWAIPOPO, M-L. RAJAMÄKI, S. NCHIMBI-MSOLLA, P.J.R. NJAU, D.R. MBANZIBWA, J.P.T. VALKONEN, *Plos One* (2017) Pathogenic seedborne viruses are rare but *Phaseolus vulgaris* endornaviruses are common in bean varieties grown in Nicaragua and Tanzania, issue 12. Doi: 10.1371/journal.pone.0178242.

Acknowledgement

This research was supported by grant VEGA 2/0036/24 from the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education and Slovak Academy of Sciences and grant APVV-24-0226 from the Slovak Research Development Agency.

Study of the biological degradation of waste streams from the production of methylolalkanoic acids

Paulína Wolfová (presenting and corresponding)¹, Barbora Jankovičová¹, Miroslav Hutňan¹

¹ Department of Environmental Engineering, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, paulina.wolfova@stuba.sk

Waste streams (WS) from the production of methylolalkanoic acids are highly saturated solutions of the target product, from which solid crystals of the desired compound are separated. In this study, we investigated the biodegradability of crystallization waste streams, which contain water (54.6%), DMPA (10.3%), trimethylolpropane and syrups (18.2%), N,N-dimethylcyclohexylamine (DMCHA) (10.0%), formic acid (2.8%), propionic acid (1.5%), formaldehyde (0.07%), and inorganic components (2.6%). Due to the high chemical oxygen demand (COD), it is assumed that the WS could be partially biodegradable and suitable for biogas production.

In the experiments, the chemical constituents of the waste streams (WS) were analyzed, and six WS samples originating from three collections were examined – from each collection, one sample after a single (“/1”) and after a double (“/2”) centrifugation was tested. To assess the anaerobic biodegradability, a biochemical methane potential (BMP) test was performed according to the methodology of Angelidaki et al. [1] in triplicates. The composition of the produced biogas was determined using a portable gas analyzer. Aerobic biodegradability was evaluated based on BOD₅, COD, and respirometric measurements.

The highest cumulative specific biogas production (SBP) among the components was achieved by propionic acid — 402.5 mL/g COD. Although propionic acid shows the highest potential for anaerobic degradation, its content in WS is only 1.5%, and therefore its influence on the overall biodegradability of the WS is negligible. Conversely, the dominant components — syrups, DMPA, and DMCHA — showed lower SBP values. Among the components, the highest methane content was obtained for formic acid (41.2%) and DMPA (38.5%), but due to the low gas yields, their contribution is not significant. All six WS samples achieved similar cumulative SBP values, and their biogas production curves over time followed a similar trend. The difference between samples after the first and second centrifugation was not significant.

The results of BOD₅ tests and BOD₅/COD ratios revealed substantial differences among individual components. Propionic acid (0.628) and formic acid (0.636) proved to be well biodegradable, while DMPA, TME, and DMCHA exhibited negligible values, indicating poor aerobic degradability. For the WS samples themselves, the BOD₅/COD ratios were very low (0.032–0.049), meaning that only about 3–5% of the organic matter is biodegradable. WS after the first centrifugation showed slightly better biodegradability than after the second one, but they can still be classified as poorly biodegradable materials. Respirometric tests confirmed these findings. DMPA exhibited an inhibitory effect, and with increasing substrate dosage, the respiration rate decreased. WS after the second centrifugation showed even lower activity, confirming their biological inertness.

Based on these results, aerobic treatment is also not a suitable method for processing these WS, as no sufficient degradation of organic compounds occurs. Future research should focus on optimization of pretreatment processes and on the potential application of advanced oxidation methods to enhance the biodegradability of these specific wastewater streams.

References

- [1] I. Angelidaki, et al., *Water Sci. Technol.* 59 (5) (2009) 927–934.

Study on metabolic properties and stress robustness of selected strains of *Caldimonas thermodepolymerans*

Ing. Matyáš Berger¹, Ing. Viktorie-Alexandra Pacasová², prof. Ing. Stanislav Obruča, Ph.D.²

¹ Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Institute of Physical and Applied Chemistry, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Czech Republic, Matyas.Berger@vut.cz

² Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic

This work focuses on evaluating the stress tolerance and metabolic properties of selected strains of the thermophilic bacterium *Caldimonas thermodepolymerans*, a producer of polyhydroxyalkanoates (PHA). Three strains were studied: the wild type DSM 15344 and two mutant strains ***ΔphaC*** (deficient in PHA synthesis) and ***ΔphaZ*** (lacking intracellular PHA depolymerase). The aim was to compare their responses to acute and mild stress conditions and to assess the role of PHA metabolism in the resistance of thermophilic microorganisms.

In the first part of the experiments, the viability of cultures was evaluated after short-term exposure to extreme temperatures (80 °C and 10 °C) and during repeated cycles of freezing and thawing. Viability was determined by flow cytometry. Subsequently, growth characteristics and poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) accumulation were monitored during cultivation in production and complex media at different temperatures (40–55 °C); PHB content was analyzed by GC-FID.

The results show significant differences in stress tolerance among the individual strains. The ***ΔphaZ*** mutant showed the best growth performance under mild osmotic and cold stress, but was the most sensitive to repeated freezing cycles. In contrast, the ***ΔphaC*** strain was the most resistant to freezing, but showed the poorest growth and accumulated almost no PHB. The wild type strain was most sensitive to thermal shock, but achieved stable growth and the highest PHB production, especially in the production medium.

The study provides a detailed insight into the link between PHA metabolism and stress resistance in *C. thermodepolymerans* and confirms the importance of these mechanisms for the biotechnological use of thermophilic PHA producers.

Production of poly-3-hydroxybutyrate from sucrose by *Cupriavidus necator*

Ľubomíra Jurečková¹, Daniela Chmelová², Miroslav Ondrejovič³

^{1,2,3}Department of Biotechnology, Institute of Biology and Biotechnology, Faculty of Natural Sciences, University of Ss. Cyril and Methodius in Trnava, Nám. J. Herdu 2, SK-917 01, Trnava, Slovak Republic, jureckova1@ucm.sk

Poly-3-hydroxybutyrate (P3HB) is a biopolymer from the polyhydroxyalkanoate (PHA) family, a class of biodegradable bioplastics. Owing to its favorable technological and functional characteristics, including biocompatibility, biodegradability, non-toxicity, hydrophobicity, and low gas permeability, P3HB represents a suitable alternative to petroleum-derived plastics, whose major drawback is their long-term persistence in the environment and the associated ecological risks. Industrial P3HB production relies on microbial fermentation, with the most commonly used production strain being the bacterium *Cupriavidus necator*, which is capable of accumulating the biopolymer up to 80% (w/w) of its dry cell mass. The primary barrier to broader commercial deployment of P3HB is its production cost, which remains three- to four-fold higher than that of conventional plastics, largely due to the price of carbon feedstocks. Consequently, current research focuses on the valorization of low-cost secondary raw materials and waste streams as alternative carbon sources. However, a key limitation in using such substrates with *C. necator* is its restricted range of utilizable components due to the absence of key enzymes required for the hydrolysis of oligo- and polymeric compounds necessary for efficient metabolic uptake. Therefore, the aim of this work was to investigate the feasibility of a simultaneous process combining the fermentation-based production of P3HB with the enzymatic hydrolysis of sucrose as a model carbon source representative of secondary feedstocks intended for cost-efficient P3HB production.

Acknowledgement

Funded by the EU NextGenerationEU through the Recovery and Resilience Plan for Slovakia under the projects no. 09I03-03-V05-00004 and 09I03-03-V04-00499.

Multifunctional molecules for application in ophthalmic surgery

Mario Monaco¹

¹ University of Padova, Department of Chemical Sciences, Via Marzolo 1, 35131, mario.monaco@phd.unipd.it

Ophthalmic surgery is an ever-evolving discipline, with a constant commitment to finding innovative solutions to improve the effectiveness and safety of the procedures for the treatment of several eye problems[1,2]. There are numerous opportunities to optimize the performance of substances for use in ophthalmic surgery. Currently, particular attention is paid to polymeric substances with adhesive and sealing properties, especially for the treatment of retinal breaks[3]. These materials represent a promising perspective in retinal detachment treatment due to their ability to give chemical or physical crosslinking[4,5]. They can also be functionalized with various molecules to provide additional benefits, such as inflammation reduction or acceleration of the healing process. Depending on their specific application and anatomical parts involved in the medical intervention, the designed materials should respect some fundamental requirements, such as biocompatibility, non-toxicity, adhesion to the ocular tissue mimicking its mechanical and permeability properties.

Adhesives can be designed starting from natural (e.g., proteins, polysaccharides) or synthetic (e.g., cyanoacrylates, PEG, dendrimers) polymers to adapt to the physical properties of the native ocular tissue and to adjust their adhesion strength[4,5]. While natural-derived adhesives possess a more limited pool of starting polymers, those obtained from synthetic molecules have a higher degree of variety and tunability. Another interesting category is that of biomimetic adhesives, polymers inspired to the adhesive mechanisms observed into the animal kingdom[7]. Among them, particular attention can be put on mussel inspired adhesives: they rely on L-3,4-dihydroxyphenylalanine (DOPA) and Fe(III) to perform a rapid catechol-Fe³⁺ complexation.

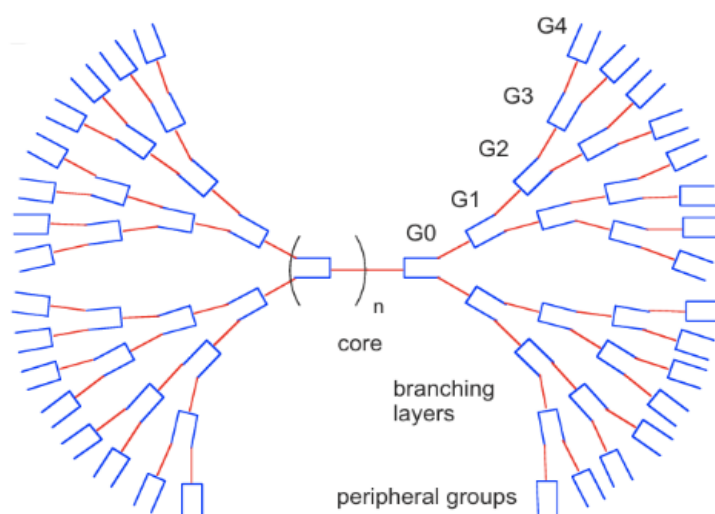


Figure 1. Schematic structure of a dendrimer. A dendrimer is composed of three main structural zones: a central core (G_0), the internal branching layers (G_1 - G_{n-1}), and peripheral groups(G_n)[8].

Study of the Physical Properties of Vesicular Membranes Using Advanced Fluorescence Techniques.

Ivana Málková¹, Filip Mravec²

¹ Institute of Physical and Applied Chemistry, Faculty of chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, CZ, Ivana.Malkova@vut.cz

² Institute of Physical and Applied Chemistry, Faculty of chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, CZ

This contribution focuses on the advanced characterization of new membrane systems using fluorescence spectroscopy. The subject of interest is vesicular system based on ionpair amphiphiles (IPA), which, due to physical stabilization, form pseudodoublechain surfactants that are capable of forming colloidal systems in aqueous solutions [1]. The chosen IPA is SeptonexDBS, and the vesicles are formed by injecting a concentrated ethanolic solution of IPA into water. In the vesicles prepared in this way, the physical properties of the membrane are investigated, such as fluidity, determined using the fluorescence anisotropy of the DPH probe, and the degree of membrane solvation, quantified using the Laurdan fluorescence probe. The fluidity and solvation of the membrane are investigated at various temperatures and compositions [2]. The method of studying the lifetime of the excited state is also used to interpret the degree of solvation, which allows obtaining a timeresolved emission spectrum (TRES), a timeresolved areanormalized emission spectrum (TRANES), and a decay associated spectrum (DAS). These techniques allow to distinguish different fluorophores and their possible relaxation processes due to water relaxation in the immediate vicinity of the probe [3]. By subsequent analysis of the change in the centroid of the TRES spectrum during the lifetime, the rate constant of water relaxation in the membrane can be determined, which is associated with the change in water mobility due to the change in compactness due to temperature and composition.

References

- [1] Fukuda H, Kawata K, Okuda H, Regen SL. Bilayerforming ion pair amphiphiles from singlechain surfactants. *Journal of the American Chemical Society*. 1990 Feb;112(4):1635–7.
- [2] Havlíková M, Szabová J, Ludmila Mravcová, Tereza Venerová, Chang CH, Miloslav Pekař, et al. Cholesterol Effect on Membrane Properties of Cationic Ion Pair Amphiphile Vesicles at Different Temperatures. *Langmuir*. 2021 Feb 5;37(7):2436–44.
- [3] Rama S, M. Bala Krishna, N. Periasamy. TimeResolved AreaNormalized Emission Spectroscopy (TRANES): A Novel Method for Confirming Emission from Two Excited States. *Journal of Physical Chemistry A*. 2001 Feb 16;105(10):1767–71.

Synthesis of vitamin B₂-inspired substances for photochemical processes in medical application

Nikola Švarcová¹, Lucia Ivanová¹, Jan Richtár¹, Jan Truksa¹, Jozef Krajčovič¹

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika

In medicine, photochemical reactions serve as non-invasive alternatives to difficult cancer treatment methods such as an operation, chemotherapy or radiotherapy. The most famous method based on photochemical reactions is called photodynamic therapy (PDT), which is used for skin, prostate, lungs, breast, and even head and neck cancer treatment. Photodynamic therapy is based on the reaction of light-activated photosensitizer (PS) with molecular oxygen or a biomolecule, to form singlet oxygen and other reactive oxygen species (ROS). These photochemical products have cytotoxic effects on cancer cells, and/or can start a reaction cascade, leading to cancer cell destruction [1]. Photothermal therapy (PTT) is an alternative procedure. Its principle states in molecular bond vibrations of PS by infra-red irradiation, to produce released heat and leads to cancer cell destruction. For the effective course of this method, the presence of oxygen isn't necessary, and can take place with PDT in the exact same moment [2].

This research focuses on the synthesis of PS and its intermediate products, suitable for photochemical reactions in medical application. Synthesis of PSs was inspired by the structure and properties of vitamin B₂, riboflavin, which is already used as a PS in medical application [3]. During research, synthetic approaches were suggested for the final structures. Flavins were prepared by a condensation reaction of diketones from chosen materials, with uracil hydrochloride, with the focus on two main structural archetypes from acenaphthene [4] and isatin [5] systems. From the point of view of researched properties, acenaphthene flavin is predicted for PDT usage, whereas flavins with indole motive show a potential for PTT usage.

Literature

- [1] FITZGERALD, Flora. *Photodynamic Therapy (PDT): Principles, Mechanisms and Applications*. 1. USA: Nova Science Publishers, Inc., 2017.
- [2] BLAU, Rachel; KRIVITSKY, Adva; EPSHTEIN, Yana a SATCHI-FAINARO, Ronit. Are nanotheranostics and nanodiagnostics-guided drug delivery stepping stones towards precision medicine? Online. *Drug Resistance Updates*. 2016, roč. 27, s. 39-58.
- [3] CARDOSO, Daniel R.; LIBARDI, Silvia H. a SKIBSTED, Leif H. Riboflavin as a photosensitizer. Effects on human health and food quality. Online. 2012, roč. 3, č. 5.
- [4] RICHTAR, Jan, Patricie HEINRICHOVA, Dogukan APAYDIN et al. Novel Riboflavin-Inspired Conjugated Bio-Organic Semiconductors. *Molecules* [online]. 2018, roč. 23, č. 9
- [5] ELKALYOUBI, Samar a FAYED, Eman. Synthesis and Evaluation of Antitumour Activities of Novel Fused Tri- and Tetracyclic Uracil Derivatives. Online. *Journal of Chemical Research*. 2016, roč. 40, č. 12, s. 771-777.

Acknowledgement

I would like to thank my supervisor, prof. Ing. Jozef Krajčovič Ph.D., for making it possible to work in his team and leading this research with an attractive topic. I would also like to thank my supervisor expert, Ing. Lucia Ivanová Ph.D., who is an amazing support and a great team member. And thanks to the whole organic team for the great atmosphere and giving a helpful hand in need. Finally, I want to thank the faculty of chemistry for its financial support for working in the laboratory on this research.

Microcalorimetry as a simple tool to better understand plasma activated water interactions in soil environment

Kateřina Šťastná, Vojtěch Enev, Zdenka Kozáková, Jitka Krouská, František Krčma

Faculty of Chemistry Brno University of Technology, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno

e-mail: Katerina.Liskova@vut.cz

In this work, we studied the complex response of soil environment to long-term (90 days) irrigation of model plants *Allium schoenoprasum* with plasma activated water (PAW). Simultaneously, the effect of PAW on the model plant vitality was also assessed using photosynthetic pigments and polyphenols determination. This study brings a new perspective on the PAW interactions with soil environment, which need to be characterized before PAW utilization in agriculture.

Microcalorimetry is a reliable method for studying the thermodynamics and kinetics of physicochemical interactions in soil. The following parameters were determined from the measured dependences of the normalized heat flow on time: the maximum normalized heat flow P_{max} , the time t_{max} when the maximum value of the normalized heat flow was reached, the thermodynamic parameter X_0 , which is related to the initial amount of soil microorganisms, and the microbial growth rate constant k [1]. These data were used together with soil dehydrogenase activity to evaluate the metabolic profiles of soil microorganisms.

References

[1] XU, Jiangbing; FENG, Youzhi; BARROS, Nieves; ZHONG, Linghao and CHEN, Ruirui, 2016. Online. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2016-11-16, roč. 127, č. 2. ISSN 1388-6150. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5952-2>. [accessed 2025-11-18].

IMAGING EXTRACELLULAR VESICLES USING ELECTRON MICROSCOPY

Simona Kožnarová¹, Michaela Vašinová Galiová¹, Roman Hrstka², Klára Mrázová², Jaromír Bačovský³

¹ Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Czech Republic, Simona.Koznarova@vut.cz

² Research Center for Applied Molecular Oncology (RECAMO), Masaryk Memorial Cancer Institute, Žlutý kopec 7, 656 53, Brno, Czech Republic

³ Delong Instruments a.s., Palackého třída 153, 612 00, Brno, Czech Republic

Extracellular vesicles are membrane-bound sacs that are secreted by all cells. These vesicles are involved in cell-to-cell communication, among other processes. One specific type that is currently attracting a great amount of interest is exosomes. They are typically tens of nanometers in size. Exosomes play an important role in oncology. For instance, it is known that one mechanism by which cells resist treatment is the excretion of drugs via exosomes. However, if the parental cells and culturing conditions for exosomes are appropriately selected, they could potentially be used in the future as targeted carriers for non-specific drugs, such as platinum derivatives. Compared to synthetic nanomaterials, exosomes have the advantage of better bioavailability because they carry surface protein tags that enhance cell endocytosis, making drug delivery more likely. In addition to drugs, exosomes can also carry anti-cancer proteins or other substances that can further enhance treatment. However, using exosomes derived from unsuitable cells or inappropriately engineered exosomes may put patients at risk, as the lipid bilayer membrane of exosomes, which carries protein tags and receptors on its surface, is similar to the membrane of the source cells and thus may not properly target exosomes. This means that under the incorrect procedure, healthy cells could be targeted for treatment instead of cancerous ones. One cause of this inappropriate phenomenon may be associated with changes in exosome morphology during cultivation and isolation from the culture medium.

One of the first steps is to characterize the morphology of exosomes. This requires reliable imaging methods. This is challenging given that they are nanoparticles of biological origin. The aim was to find an efficient method of imaging extracellular vesicles that did not require immunolabelling or cryo-techniques. Although cryogenic techniques enable highly sensitive imaging, they are disadvantageous in that they are time-consuming and costly. Additionally, the resulting images have low contrast, which can hinder the successful imaging of vesicles. Furthermore, samples prepared using this method are highly susceptible to electron beam damage.

The first experiments examined the use of SEM, but this solution was deemed unsuitable as it required the sample to be coated, which prevented sufficient resolution when imagining such fragile structures. For this reason, STEM and TEM microscopes began to be used. Various procedures were tested in the preparation of samples for analysis, including comparing the effect of rinsing samples before staining.

In the end, a procedure was successfully developed that enables the rapid and effective visualization of vesicles. This made it possible to compare different populations of exosomes based on size. No significant morphological differences were observed between the populations.

Acknowledgement

The work was supported by the project FCH-S-25-8807 of Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

Molecular modeling investigation of selected antiviral drug candidates and their mechanism of action

Jakub Harvalík¹, Andrea Brancale¹

¹ University of Chemistry and Technology Prague, Department of organic chemistry, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice, Czech Republic; harvalia@vscht.cz

Dengue virus (DENV) and Yellow Fever virus (YFV) are mosquito-borne members of the Flavivirus genus. Both possess a positive-sense, single-stranded RNA genome and are primarily transmitted through *Aedes aegypti* mosquitoes. While both pathogens represent significant public health threats in tropical and subtropical regions, Yellow Fever has been effectively controlled by the live-attenuated 17D vaccine. In contrast, dengue prevention remains largely dependent on vector control measures and the limited use of available vaccines. In recent years, however, the global spread of *Aedes*-mosquitoes—driven by climate change and globalization—has facilitated the expansion of these diseases into previously unaffected temperate regions, leading to a rising incidence of infections in the Western world. Despite ongoing efforts, there is still no fully effective antiviral therapy available.

Although DENV and YFV differ in certain biological aspects, their replication cycles share substantial similarities. Notably, both viruses employ a mechanism of immune evasion that involves virion maturation within the endoplasmic reticulum (ER), where non-infectious immature particles are initially assembled. A critical component in this process is the membrane-associated polyprotein segment NS4A–2K–NS4B, which is subsequently cleaved by the viral protease complex NS2B/NS3 [1]. Inhibition of these proteins can severely disrupt viral replication, representing a promising strategy for therapeutic intervention.

In this study, we investigate the mechanism of action (MoA) of selected antiviral candidates using molecular modeling approaches. Experimental data supported the identification of binding sites via molecular docking, and complex stability between protein and ligand was evaluated through molecular dynamics simulations and binding free energy analyses. Comparative studies between DENV and YFV proteins revealed differences in ligand affinity despite structural homology. Furthermore, protein–protein interaction simulations provided insights into the loss of binding affinity following complex formation, leading to a proposed mechanistic hypothesis for the observed variations in antiviral activity.

References

- [1] Fang Guo et al., J. Virol. 23 (2016) 90.

Sekce studentů doktorských studijních programů

„Material sciences“

Thermal and rheological analysis of non-kaolinitic calcined clays

Vojtěch Florian¹, Pavel Šiler¹, Patrik Sokola¹

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Materials Science, Purkyňova 464, 612 00 Brno, Czech Republic, Vojtech.Florian1@vut.cz

For decades, research on clays and calcined clays has primarily centred on kaolinite and calcined kaolinite. However, recent economic fluctuations have significantly increased the cost of these materials. Consequently, scientists and the industry have begun developing alternatives to reduce cement cost and CO₂ emissions.

This work presents the potential of locally sourced non-kaolinitic clays as SCM in blended cements. A comprehensive characterization of these clays was conducted using techniques such as isothermal and isoperibol calorimetry, thermogravimetric analysis (TGA) coupled with differential thermal analysis (DTA), evolved gas analysis (EGA) and rheological measurements. These methods were employed to assess hydration kinetics, calcination behaviour, flow kinetics, and CO₂ emissions during calcination. Based on these results, mixtures with different levels of cement replacement were prepared and evaluated for workability and compressive strength over time. Results indicate, that calcined non-kaolinitic clays can improve early hydration strength and speed. Additionally, dynamic viscosity increased, however absence of sheer-thickening behaviour was observed [1]. Our results indicate a strong potential for further applications of non-kaolinitic clays.

References

[1] Bosis and Brady, *Journal of fluid mechanics*, (2006) 155.

Acknowledgement

3D PRINTABLE POLY(ETHYLENE GLYCOL) BASED HYDROGELS AS AUSPICIOUS MATERIAL FOR DRUG DELIVERY SYSTEMS

Jan Sokolínský¹, Monika Kreuzerová², Petr Sedláček¹, Lenka Michlovská²

¹Institute of Physical and Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Czech Republic

²Central European Institute of Technology, Brno University of Technology, Purkynova 656/123, Brno 612 00, Czech Republic

Hydrogels are three-dimensional polymer networks with a high water content and broad possibilities for tailoring their properties. Owing to their soft texture, elasticity, biocompatibility, and responsiveness to external stimuli, they are regarded as promising materials for biomedical applications, including drug delivery systems [1]. Chemically cross-linked hydrogels based on poly(ethylene glycol) (PEG) are among the most widely used due to their non-toxicity, excellent solubility, and high flexibility [2]. Moreover, PEG diacrylate (PEGDA) enables rapid and spatially controlled photopolymerization, making it highly suitable for extrusion-based 3D printing [3].

The aim of this study was to formulate an ink suitable for 3D printing hydrogels and to evaluate its printability, rheological properties, and gelation behavior. Various concentrations and molecular weights of sodium alginate were tested as thickening agents, with the optimal formulation identified as 3 wt.% SA (313 kDa) and 6 wt.% PEGDA with an added photoinitiator. This formulation exhibited pronounced thixotropic behavior, excellent stress relaxation, and stable flow characteristics required for extrusion printing. Subsequently, UV–Peltier rheology was used to investigate the polymerization of PEGDA directly within the ink, including systems containing a semi-interpenetrating polymer network (semi-IPN) component. The results demonstrated that the presence of the semi-IPN phase does not influence the gelation time.

The optimized ink enabled successful 3D printing of multilayer hydrogel structures without deformation prior to complete network formation. These findings confirm that the prepared hydrogels possess properties suitable for future investigations of transport phenomena and controlled release, where the concentration of the semi-IPN component may serve as a tool for tuning diffusive parameters.

References

- [1] YAHIA, LHocine. A Comprehensive Examination of the History and Applications of Hydrogels. Online. Journal of Biomedical Sciences. 2015, vol. 04, no. 02. ISSN 2254609X
- [2] YANG, Dayong; HARTMAN, Mark R.; DERRIEN, Thomas L.; HAMADA, Shogo; AN, Duo et al. DNA Materials: Bridging Nanotechnology and Biotechnology. Online. Accounts of Chemical Research. 2014, vol. 47, no. 6, s. 1902-1911. ISSN 0001-4842.
- [3] D'souza AA, Shegokar R. Polyethylene glycol (PEG): a versatile polymer for pharmaceutical applications. Expert Opin Drug Deliv. 2016 Sep;13(9):1257-75.

Acknowledgement

This research was financially supported by the SPECIFIC RESEARCH BUT
(Project CEITEC VUT/FCH-J-25-8842).

Chemicals Of Concern In Vehicles - Sources And Potential For Human Exposure

Author 1

Petra Svobodová

(author 1 is presenting and corresponding)¹, author 2 Lisa Melymuk¹, author 3 Simona Rozárka Jílková¹, Jiří Kohoutek¹, Ondřej Audy¹, Petr Šenk¹

¹ RECETOX - Faculty of Science, Masaryk University, Brno, Czech Republic, petra.svobodova@recetox.muni.cz

Vehicles are complex unique indoor environments composed almost entirely of synthetic materials containing a wide range of plastic additive chemicals. High concentrations of flame retardants (FRs) have been consistently reported in vehicles interiors, reflecting their extensive use to meet flammability requirements. Compared to homes or offices, vehicles are unique microenvironments subject to frequent temperature fluctuations, solar radiation, and material ageing, all of which can influence the release and degradation of polymer additives. Substances such as FRs, per- and polyfluoro-alkyl substances (PFAS) and plasticisers can migrate from interior materials into air and dust through volatilisation, abrasion, or direct transfer between solid and gaseous phases [1,2]. Their semi-volatile nature enables partitioning between air and surfaces, and several studies have demonstrated that elevated temperature accelerates emissions of these compounds [3–5]. This work examines how both the age of vehicles and environmental conditions affect FR concentrations, profiles, and emission behaviour.

First, the variability of FRs and PFAS according to vehicle age was investigated using dust samples from ten cars of different production years. To reduce variability associated with different manufacturing practices, all cars were deliberately selected from a single manufacturer and included two commonly produced models representing a broad production timeline and final assembly in Europe. The results revealed consistently high FR levels without clear time trends, suggesting continued use of halogenated flame retardants in vehicle interiors. Considerable heterogeneity was observed, even among cars of similar age and model, indicating inconsistent use of additives across production periods. Low but measurable levels of restricted FRs were detected, suggesting the possible reintroduction of banned compounds through recycling.

Secondly, seasonal influences on FR emissions to car interiors were investigated through real-world scenario sampling during contrasting winter and summer conditions. Air, dust and car material samples were analysed to assess how temperature and solar radiation affect chemical distribution within the cabin. Elevated temperatures markedly increased FR concentrations in air, while levels in dust were relatively stable, reflecting long-term accumulation and indicating background levels that are important for assessing chronic exposure.

References

- [1] C. Rauert, S. Harrad, *Science of the Total Environment* 536 (2015) 568.
- [2] T. Schettler, *International Journal of Andrology* 29 (2006) 134.
- [3] M. Wensing, E. Uhde, T. Salthammer, *Science of the Total Environment* 339 (2005) 19.
- [4] Y. Dubowski, et al., *Journal of Environmental Sciences* 72 (2018) 112.
- [5] R. Hoehn, et al., *Environmental Science & Technology* 58 (2024) 10440.

Acknowledgement

The authors acknowledge support of the Research Infrastructure RECETOX RI (No LM2018121) financed by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic (MEYS).

Insight into the behavior of deep eutectic solvents as efficient extraction media and their interaction with analytes

Petra Lišková¹, Katarína Hroboňová¹

¹ Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology, Institute of Analytical Chemistry, Radlinského 9, 812 37, Bratislava; petra.liskova@stuba.sk

Deep eutectic solvents (DES) are innovative, environmentally friendly liquids formed by mixing hydrogen bond donors and acceptors such as sugars, organic acids, urea, or choline chloride at specific molar ratios. Their low toxicity, biodegradability, and biocompatibility make them promising green alternatives to traditional organic solvents [1]. Cinnamon, obtained from the dried inner bark of *Cinnamomum* trees, contains characteristic compounds such as cinnamaldehyde, cinnamic acid, eugenol, and coumarin (regulated in certain cinnamon food products due to its proven toxicity) [2]. Recently, DES have been gaining considerable attention as extraction media for plant and food samples, yet the mechanisms of DES–analyte interactions remain insufficiently understood. This study explores DES as unconventional solvents for extracting phenolic compounds and coumarin from cinnamon containing foodstuffs and as model systems for investigating analyte–solvent interactions.

Several DES mixtures with different molar ratios of choline chloride and lactic acid (1:2–1:5) were tested as solvents in ultrasoundassisted extraction (UAE) and microwaveassisted extraction (MAE). Extraction methods were optimized by evaluating the effects of solvent composition, water content (DES/H₂O: 90/10–50/50, v/v), temperature, microwave power and extraction time. The highest extraction efficiency for target compounds (coumarin, cinnamaldehyde, cinnamic acid and eugenol) was achieved using UAE with DES 1:5/H₂O 70/30; at 55°C for 20 minutes and MAE with DES 1:5/H₂O 90/10; at 231 W for 1 minute. Extracts were analyzed using developed and validated HPLCDAD method.

Cyclic voltammetry (CV) was employed to investigate DES–analyte interactions, using coumarin as a model compound. In the first stage, electrochemical response of coumarin in different pH (212) of Britton–Robinson buffer was studied. Then CV measurements were carried out for DES (choline chloride–lactic acid 1:21:5; mol/mol), DES/water mixtures (70/30, v/v), and DES–coumarin systems using a glassy carbon working, platinum counter, and argentochloride reference electrode. Voltammograms were monitored over time to further elucidate analytesolvent interactions, where the results revealed different redox behavior compared to traditional solvents (methanol).

The results demonstrated that choline chloride–lactic acid DES are efficient green solvents for extracting phenolic compounds from cinnamonbased food samples. Moreover, CV offered valuable insight into the redox behavior of analytes in DES, contributing to a deeper understanding of DES–analyte interaction.

References

- [1] Á. SantanaMayor, R. RodríguezRamos, A. V. HerreraHerreraet, B. SocasRodríguez, M. Á. RodríguezDelgado, *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 134 (2021) 116108.
- [2] M. Lončar, M. Jakovljević, D. Šubarić, M. Pavlić, V. Buzjak Služek, I. Cindrić, M. Molnar, *Foods* 9 (2020) 5 645.

Acknowledgement

This work was supported by Slovak Research and Development Agency under contract number VEGA 1/0332/24, and the Project of Young researcher at FCHFT STU in Bratislava (Environmentally friendly extraction and separation of substances from plant and food samples with emphasis on the investigation of interaction mechanisms). Authors thanks to Ing. Veronika Majová, PhD. from the Department of Wood, Pulp and Paper – FCHPT STU for providing DES.

Why PTCR Ceramics Degrade—and How to Make It Happen Faster.

Kryštof Koller¹, Petr Ptáček²

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Materials Chemistry;
Purkyňova 464/118, 61200 Brno, Czech Republic; krystof.koller@vut.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Materials Chemistry; Purkyňova 464/118, 61200 Brno

Barium titanate (BaTiO_3), renowned for its robustness and structural simplicity, has played a pivotal role in the development of ferroelectric ceramics. It was the first material employed in the fabrication of multilayer ceramic capacitors (MLCs) and remains a cornerstone of dielectric technology. When appropriately doped with donor and acceptor ions, BaTiO_3 serves as the functional base material for Positive Temperature Coefficient of Resistance (PTCR) ceramics used in self-regulating heaters, inrush current limiters, and SMD temperature sensors [1,2].

Over time, ferroelectric materials undergo gradual degradation, commonly referred to as aging. Although the exact microscopic mechanisms responsible for aging are still under discussion, the prevailing hypothesis attributes it primarily to the behavior of stable charged defects, such as oxygen vacancies $V^{\bullet\bullet}$ [3,4]. Aging effects are typically less pronounced in high-purity or “soft” compositions but become significantly more evident in “hard” materials containing acceptor dopants [5].

Unexpectedly, when the PTCR ceramics were subjected to accelerated degradation at elevated temperatures of 100 °C and 150 °C, the electrical resistance increased rather than decreased, contrasting with the typical behavior observed at room temperature (25 °C). In contrast, moderate heating to 50 °C resulted in a more stable and predictable evolution of resistance, consistent with conventional aging mechanisms. Similar temperature-dependent behavior has been reported in studies of donor–acceptor-doped BaTiO_3 ceramics, where the interplay between oxygen vacancy mobility and grain boundary potential barriers critically determines the PTC response [6].

References

- [1] A.K. Bain and P. Chand, “Principles and Applications”, in *Ferroelectrics*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2017, p. 195.
- [2] M. Park and S. Kim, “Heating Performance Characteristics of High-Voltage PTC Heater for an Electric Vehicle”, *Energies*, vol. 10, no. 10, 2017.
- [3] P. Erhart, P. Träskelin, K. Albe and K. Albe, “Formation and switching of defect dipoles in acceptor-doped lead titanate: A kinetic model based on first-principles calculations”
- [4] L. Zhang and X. Ren, “Aging behavior in single-domain Mn-doped BaTiO_3 crystals: Implication for a unified microscopic explanation of ferroelectric aging”, *Physical Review B*, vol. 73, no. 9, 2006.
- [5] V. Koval, G. Viola, and Y. Tan, “Biasing Effects in Ferroic Materials”, *Ferroelectric Materials - Synthesis and Characterization*, Jul. 2015.
- [6] Li, Z. C.; Bergman, B., “Effect Of Ageing On The Electrical Resistivities Of $(\text{Ba}_{0.69}\text{Pb}_{0.31})\text{TiO}_3$ PTCR Ceramic Thermistors. *Ceramics International* 2005, 31 (3), 375-378

Acknowledgement

This work was supported by TDK Electronics s.r.o.

Study of non-thermal plasma treatment effect on onion seeding bulbs planted in fields

Lenka Krejsová¹, Zdenka Kozáková¹, Jana Šimečková², Ludmila Čechová³, František Krčma¹

¹ Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, Purkyňova 118/464 Brno, Czech Republic, Lenka.Krejsova@vut.cz

² Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1752, 613 00 Brno, Czech Republic

³ Central European Institute of Technology (CEITEC), Brno University of Technology, Purkyňova 123 Brno, Czech Republic

Conventional agriculture relies on pesticides and chemical fertilisers that negatively affect the environment and human health. Non-thermal plasma offers a sustainable alternative. In agricultural applications, the reactive species generated during cold plasma discharge play a pivotal role, particularly reactive oxygen and nitrogen species (ROS and RNS). These reactive compounds can improve seed germination, plant growth, and pathogen resistance. [1] Plasma-activated water (PAW) further enables easy application under field conditions, and recent trials with several crops have shown improved germination, root development and yield.[2]

The aim of this study was to determine whether plasma treatment could enhance onion growth while maintaining or increasing the concentration of key volatile compounds, especially propanal and dimethyl sulfide. The work also includes the characterization of soil and PAW, as well as analytical methods for determining and characterizing volatile substances, such as UV–VIS spectrometry, atomic absorption spectrometry (AAS), proton transfer reaction time-of-flight mass spectrometry PTR-TOF-MS and gas chromatography-mass spectrometry GC–MS.

Planting experiments were carried out in 2022 at seven locations using five treatment variants: untreated control, corona discharge plasma treatment with two 10-second applications or two 40-second applications, soaking in distilled water for 24 hours, and soaking in PAW for 24 hours. After harvest, twenty onions from one site were weighed, converted into liquid samples, and analysed by PTR-TOF-MS to quantify volatile compounds; selected samples were further examined by GC–MS.

Although statistical significance was not achieved, all plasma treatments showed consistent positive trends compared to the control. The most notable improvement in onion growth and fragrance content was observed after two sequential 10-second corona discharge treatments. Future research should include larger experimental replication across multiple sites and seasons to confirm these effects with stronger statistical reliability.

References

[1] D. Dilip, N. Modupalli, M.M. Rahman, R. Kariyat, Scientific Reports, 15, (2025), 1–16

[2] I. Tamošiūnė, D. Gelvonauskienė, P. Haimi, V. Mildažienė, K. Koga, M. Shiratani, et al., Frontiers in Plant Science, 11, (2020), 568924

Raman-Active Polymer/Clay Nanocomposites: Preparation and Thermal Characterisation

Mariia Kostenko¹, Christina Walliser^{2,3}, Alexandra Dorofeeva⁴, Ian Teasdale², David Schäffl¹, Sabine Hild¹, Uwe Rinner⁴, Yuriy Stetsyshyn⁵, Yurii Kryvenchuk⁵, Milan Kracalik¹

¹Johannes Kepler University Linz, Institute of Polymer Science, Altenberger Str. 69, 4040 Linz, Austria, mariia.kostenko@jku.at, milan.kracalik@jku.at

²Johannes Kepler University Linz, Institute of Polymer Chemistry, Altenberger Str. 69, 4040 Linz, Austria, EU

³Johannes Kepler University Linz, School of Education, STEM Education, 4040 Linz, Austria, EU

⁴IMC Krems University of Applied Sciences, Institute Applied Chemistry, Piaristengasse 1, 3500 Krems, Austria, EU

⁵Lviv Polytechnic National University, 3/4 St. Yura Square, 79013 Lviv, Ukraine

Developing functional nanocomposites that can non-invasively monitor material structure is an important area of modern materials science. Clay nanofillers are of particular interest because they can serve as well-dispersed structural fillers and as carriers for embedded analytical markers after intended chemical modification. This study presents nanocomposites containing functionalized clay with integrated Raman-active alkyne functionalities. These nanocomposites allow for local spectroscopic analyses without destroying the sample or requiring special preparation.

The nanocomposites were prepared by melt extrusion to ensure uniform phase distribution in a polystyrene matrix. Raman spectroscopy confirmed the effective incorporation and preservation of alkyne functionalities; the spectra demonstrated distinct peaks in the spectral silent region. This region is typically free from interfering signals, which allows for the precise detection of these functional markers and confirms their stability within the nanocomposite structure.

Additional thermal analysis using thermogravimetric analysis (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC) was carried out to evaluate the thermal stability and structural transitions of the nanocomposites. These methods corroborated the Raman findings, revealing the modified clay's good stability and measurable influence on the polymer matrix's thermal behavior.

These results suggest that these materials are suitable for use in intelligent condition monitoring systems, such as polymer packaging, sensor coatings, and adaptive composites for engineering applications.

Acknowledgement

We want to express our gratitude for the financial support provided by the LIT Institute of Technology at Johannes Kepler University Linz, project number: LIT-2022-11-SEE-123.

The Effect of Electron Beam Irradiation on the Properties of Black-and-White Negative Films Based on Cellulose Triacetate

Dušana Grešová¹, Viera Jančovičová¹

¹ Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology, Department of Graphic Arts Technology and Applied Photochemistry, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, dusana.gresova@stuba.sk

Protection of film materials against microbial contamination is essential for the preservation of cultural heritage. More than 80 % of the stored film material in the Slovak National Archives has a polymer support made of cellulose acetate. The physicochemical stability of such films is limited by vinegar syndrome, which accelerates their degradation and increases the risk of microbial contamination. When microbial contamination is detected, effective decontamination is required. Ionizing radiation in the form of an electron beam could represent an effective and promising solution for the mass decontamination of film materials due to its precise, controlled application and the absence of residual substances [1].

The aim of this study was to determine how electron beam irradiation affects the stability of black-and-white negative films based on cellulose triacetate (CTA). Black-and-white Fomapan 100 Classic films (Foma Bohemia Ltd., Czech Republic) with different optical densities were irradiated in air on one side at ambient temperature with doses of 5, 10, and 25 kGy using a 10 MeV electron beam generated by the linear electron accelerator Elektronika 10/10 at the Radiation Sterilization Plant of Medical Devices and Allografts (Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland). Dosimetry was carried out using a graphite calorimeter according to ISO/ASTM 51631:2020. Colorimetry, densitometry, and FTIR spectroscopy were used to characterize the films.

The results showed that color changes were proportional to the irradiation dose and depended on the initial state of the sample and the optical density of the photographic image. The film with high initial optical density (D) was minimally affected by irradiation (ΔD at 25 kGy $\approx$ 0.5 %), whereas the film with low initial optical density showed a decrease in D of 4 % under the same conditions. Partially exposed films were most susceptible to irradiation with a maximum $\Delta E^*_{ab} \approx 4.8$. Overall, changes at the studied doses were minimal, consistent with the literature reporting that irradiation doses up to 10 kGy are safe and do not significantly alter the properties of CTA-based photographic and cinematographic films [2].

References

- [1] Cicero, C.; Vadrucchi, M.; Doni, G.; Trogu, E. Sustainability 2024, 16, 9303.
- [2] Nagai, M. L. E.; de Souza Santos, P.; Otubo, L.; Oliveira, M. J. A.; Vasquez, P. A. S. Radiat. Phys. Chem. 2021, 182, 109395.

Acknowledgement

We would like to thank the management of the Radiation Sterilization Plant of Medical Devices and Allografts for their cooperation and the Slovak National Archives for the opportunity to publish the results of the material survey.

Shaping Nanocrystals to Understand Catalysis: Case Study of Fe_2O_3 and In_2O_3

Jatin Chauhan, Stephen N. Myakala, Dominik Eder, Alexey Cherevan

Institute of Materials Chemistry, Technische Universität Wien (TU Wien), Vienna, Austria

Faceted metal oxide nano/microcrystals have gained significant attention in fields like sensing, catalysis, and energy conversion. Recently, the focus has shifted to the exposed facets of these crystals, which are more critical for achieving enhanced catalytic performance compared to other characteristics such as their size, or shape. However, a major challenge in harnessing facet-dependent performance lies in the successful synthesis of polyhedral crystals with well-defined Miller index facets. Each facet exposes a unique atomic arrangement, and it directly influences surface energy, electronic structure, and reactivity, ultimately impacting the catalytic behaviour. Metal oxide crystals have different facets depending on their Miller indices, which can be categorized into low-index and high-index facets. Low-index facets, such as (001), (111), and (110), are more thermodynamically stable, however featuring less reactivity, while high-index facets, like (012), have higher surface energy, making them more reactive and offering more active sites. Achieving a balance between these properties is essential for designing materials that optimize both performance and durability in photo/electrochemical (PEC) water splitting, CO_2 reduction and alcohol oxidation reactions [1].

Faceted metal oxides, particularly indium oxide (In_2O_3) and iron oxide (Fe_2O_3), are crucial in various applications, including catalysis, energy storage, and photoelectrochemical processes [2]. In our work, we successfully synthesized Fe_2O_3 (hematite) cubes with exposed (012) facets and In_2O_3 cubes using a solvothermal method (**Fig. 1**) [3], [4] and characterized by SEM, HRTEM and temperature dependent XRD. Both nanostructures feature narrow size distribution and high uniformity, which has been difficult to achieve before. We further explore photocatalytic properties of the Fe_2O_3 cubes towards light-driven alcohol oxidation, primarily focusing on methanol oxidation. In future work, we plan to utilize faceted- In_2O_3 cubes modified with co-catalytic Pd, Ag, etc. for electrochemical CO_2 reduction. Overall, these findings offer valuable insights into the design of faceted- In_2O_3 and Fe_2O_3 materials for advanced energy and environmental applications while also bridging the “materials gap” important to connect surface science and real-world applications [5].

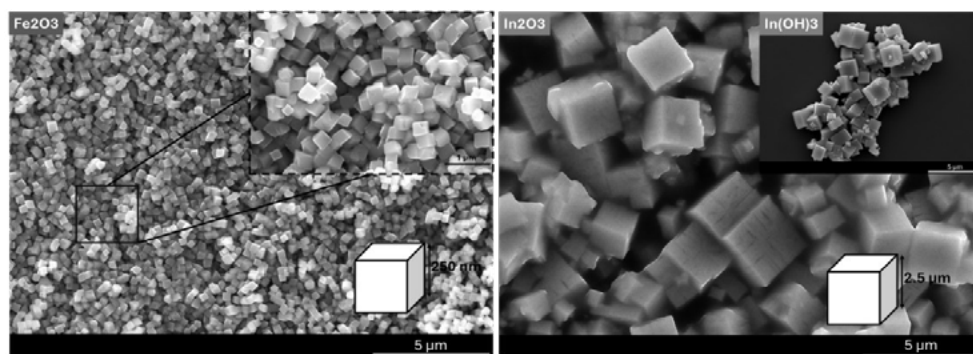


Fig. 1. SEM images of (012) Fe_2O_3 and In_2O_3 with average size of 250 nm and 2.5 μm respectively.

References

- [1] P. Sharma, J.-W. Jang, J.S. Lee, ChemCatChem. 11 (2019) 157.
- [2] T. Wissink, F.A. Rollier, V. Muravev, J.M.J.J. Heinrichs, R.C.J. vander Poll, J. Zhu, D. Anastasiadou, N. Kosinov, M.C. Figueiredo, E.J.M Hensen, ACS Catal. 14 (2024) 16589.
- [3] W. Wu, S. Yang, J. Pan, L. Sun, J. Zhou, Z. Dai, X. Xiao, H. Zhang, C. Jiang, CrystEngComm. 16 (2014) 5566.
- [4] H. Zhu, X. Wang, F. Yang, X. Yang, Cryst. Growth Des. 8 (2008) 950.
- [5] Nat Catal. 1 (2018) 807.

Acknowledgements

This work has received financial support from FWF Cluster of Excellence “Materials for Energy Conversion and Storage” (MECS, 10.55776/COE5).

Rheological Behaviour, Stability, and Mineralogical Evolution of Red Gypsum and Fluidized Bed Fly Ash Water Grouts for Sustainable Geotechnical Applications

Tomáš Jurásek, Vlastimil Bílek, Jiří Másilko, Patrik Sokola, Tomáš Opravil

Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Materials Science, Purkyňova 464, 612 00 Brno, Czech Republic

The sustainable utilization of industrial byproducts is a key strategy for reducing environmental impact and promoting circular economy principles. This study explores the use of two secondary materials – red gypsum and fluidized bed fly ash – as sustainable material for geotechnical applications. Utilizing these materials reduces reliance on primary raw materials, thereby lowering the ecological footprint of construction and remediation activities. The research focuses on three critical aspects: **(i)** rheological characterization, **(ii)** grouts stability analysis **(iii)** and in situ Xray diffraction (XRD). By integrating these methods, the study provides a comprehensive understanding of the performance of these materials under realistic conditions of recultivation and throughout aging after placement. Preliminary results indicate a positive effect of fly ash on the rheology of red gypsum grouts and confirm the crystallization of ettringite during hydration, which supports structural stability. The findings contribute to the development of environmentally responsible formulations that support sustainable infrastructure and land rehabilitation.

Acknowledgements

This study was conducted in collaboration with Precheza a.s.

Analysis of PAHs in road asphalt samples and new asphalt mixtures with recycled material using optimized GC/MS

Miroslav Prchal¹, Helena Zlámalová Gargošová², Radek Komenda³

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Czech Republic, Miroslav.Prchal@vut.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Czech Republic,

³ Institute of Road Structures, Faculty of Civil Engineering, Brno University of Technology, 602 00 Brno, Czech Republic

Contaminants in construction and demolition waste represent one of the largest waste streams and pose a significant environmental and health risk. These materials may contain heavy metals, petroleum hydrocarbons, persistent organic pollutants, and other toxic substances that limit the possibilities for their safe reuse. Special attention is devoted to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), a key group of persistent organic pollutants primarily associated with asphalt mixtures. The historical use of coal tar in road construction constitutes a long-term source of contamination, which, due to recycling and changes in production technology, may also be present in newly manufactured materials.

To select a suitable method for assessing PAH content in asphalt mixtures, the existing methodology for sludge and soil was optimized to provide fast, robust, and cost-effective asphalt sample preparation and analysis. The chosen method was used to study contamination levels in roads with different traffic loads located in the Czech Republic. Over 300 core-drilled asphalt samples were collected, and each construction layer was separated. Mixed samples were created from up to four core drills. Various sample types were also tested, including fine and coarse pieces of asphalt from demolition.

The results showed that a significant amount of contaminated asphalt material is still present in older road construction layers. Roads with heavier traffic loads were generally less contaminated than roads with lighter traffic. The largest differences in PAH concentrations were found between construction layers, with lower asphalt layers showing contamination levels more than ten times higher.

Additionally, newly produced asphalt containing recycled material collected from construction sites as well as from asphalt plants was tested. These samples also contained PAHs; however, the concentrations did not exceed 12 mg/kg (sum of 16 PAHs).

Acknowledgement

This work was supported by Colas CZ, a. s.

Advancing 3D-Printed Auxetics through Frontal Polymerization for Structural and Biomedical Applications

Filip Bečka¹, Veronika Sevriugina², Petr Lepcio³, Martin Weiter¹

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Physical and Applied Chemistry, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Czech Republic, Filip.Becka@vut.cz

² Brno University of Technology, Central European Institute of Technology, Brno, Czech Republic

The advancement of innovative materials with enhanced structural and functional characteristics is crucial for a wide range of fields, including construction, engineering, personal protective equipment and biomedical applications. This study presents an advanced strategy for fabricating 3D-printed biomimetic structural composites via frontal polymerization (FP), a self-sustaining and energy-efficient polymerization technique that offers distinct advantages over conventional methods.

FP offers an advantage through its rapid, localized polymerization front, which promotes uniform curing, strong interfacial adhesion, and excellent integration even within complex architectures. The feasibility of this process is demonstrated by the fabrication of 3D-printed biomimetic auxetic structures reinforced with frontally polymerized epoxy resin infill. The combination of frontal polymerization with polyethylene terephthalate glycol-based auxetic scaffolds allows for precise control over scaffold architecture and optimization of mechanical performance. Notably, bioinspired reinforcement significantly enhances specific energy absorption, with auxetic structures outperforming non-auxetic counterparts. Compression tests reveal approximately a 2.5-fold increase in specific yield strength in filled versus hollow scaffolds, alongside strong interfacial bonding confirmed by adhesion measurements. This synergy overcomes the common limitations of brittleness and low toughness inherent to individual components, resulting in composites with superior mechanical strength, remarkable energy absorption, and robust structural integrity.

Importantly, this approach is versatile and not limited to specific material. Demonstrated by the fabrication of biodegradable polylactic acid scaffold filled with acrylic-based hydrogels, the approach holds promise for biomedical engineering, regenerative medicine and tissue engineering applications.

Acknowledgement

This work was supported by the Internal Grants of BUT (Specific Research) Reg. No. BD162502001.

Synthesis of calcium silicate hydrate gels by sol-gel method

Ondřej Kunovský¹, Tomáš Opravil², Eva Bartoníčková¹

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Materials Science, Purkyňova 464, 612 00 Brno, Czech Republic, Ondrej.Kunovsky@vut.cz

² Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Materials Research Center, Purkyňova 464, 612 00 Brno, Czech Republic

Portland cement is the most widely used binder in the world, and calcium silicate hydrate (C-S-H) gels are the main binding phase within hydrated cement. A comprehensive understanding of C-S-H gel formation mechanisms is essential for predicting the material's mechanical properties. In this study, C-S-H gels were synthesized via the sol-gel method, employing calcium nitrate as the calcium source and various silicon precursors, including tetraethyl orthosilicate (TEOS), sodium metasilicate pentahydrate, aqueous potassium silicate (commonly known as “potassium water glass”), and colloidal silica. The syntheses were performed under various conditions, including varying initial pH in an unbuffered system and different aging temperatures. An inert atmosphere was maintained throughout the procedures to inhibit the formation of undesired carbonate species. Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy served as the principal characterization technique to differentiate between bridging and non-bridging Si–O bonds. The aim of this work is to elucidate the correlation between synthesis parameters and the molecular structure of the resulting synthetic C-S-H gels, thereby advancing understanding of hydration processes and primary C-S-H formation within cementitious systems.

Acknowledgement

This research was funded by the Czech Science Foundation under the project number GA25-16766S: “Engineering spatial distribution of hydrates in low-carbon cements”.

Study of the influence of carbon monoxide on electrical discharge initiated chemical processes in prebiotic atmospheres

Jana Veselá¹, František Krčma¹

¹ Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Czech Republic, Email: Jana.Vesela3@vut.cz

Electric discharges in gaseous mixtures offer a controlled way to study how atmospheres on various cosmic bodies may originate and evolve. Such experiments can also mimic chemical processes thought to occur in Earth's prebiotic environment, where simple inorganic molecules, activated by an electrical discharge, can transform into more complex organic compounds. The conditions of different atmospheres depend primarily on temperature, pressure, chemical composition and the discharge used.

Carbon monoxide is a common constituent of interstellar space and planetary atmospheres. Some studies [1,2] suggest that carbon monoxide in mixtures with other gases could be a suitable precursor for the synthesis of more complex organic compounds, that are considered to be direct precursors of life.

This work investigates how varying the composition of CO-rich reaction mixtures affects both the type and yield of plasma-generated products. The plasma was characterized using high-resolution optical emission spectroscopy, while the gaseous products formed through discharge-initiated chemical reactions were analyzed in situ by proton transfer reaction ionization mass spectrometry with a time-of-flight detector. The investigated systems included pure CO, binary mixtures of CO with either nitrogen or hydrogen, and CO mixed with both nitrogen and hydrogen.

The presence of many hydrocarbons, nitriles, amines, aldehydes and alcohols was confirmed by means of mass spectrometry. Optical emission analysis revealed that the main reactive species in plasma were atomic hydrogen, carbon and oxygen, along with the C₂ molecule and CN radical. The largest amount and the broadest range of compounds were formed in a mixture of CO with an admixture of both hydrogen and nitrogen.

These findings provide a good basis for future research aimed at better understanding the chemistry of Earth's early atmosphere, as well as chemical processes in interstellar space and in the atmospheres of exoplanets.

References

- [1] G. Schlesinger, S. L. Miller, *Journal of Molecular Evolution* 1983, 19(5), 376-382
- [2] M. Guelin, J. Cernicharo, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 16 Jan 2022

Vydavatel/Published by: Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta chemická,
Purkyňova 464/118
612 00 Brno

Vydání/Edition: 1
Brno 2025

Počet stran/Pages: 91

ISBN: 978-80-214-6388-2