

APVV.SK

SK



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

SK



ISBN 978-80-99991-04-1

9 788099 991041

2021 VÝSKUMNÉ PROJEKTY S VYNIKAJÚCOU ÚROVŇOU

Vydané v roku 2021

VÝSKUMNÉ PROJEKTY S VYNIKAJÚCOU ÚROVŇOU

OBSAH

Príhovor	6	Interagujúce dvojhviezdy – kľúč k porozumeniu Vesmíru / APVV-15-0458	28	a muskuloskeletálnych ochorení / APVV-15-0029	50	Modulárny výkonový menič pre kompaktné aktuátory s presnou prevodovkou / APVV-15-0750	72	APVV-15-0006	90	APVV-15-0179	110
Úvod	8	Topologické aspekty biosyntézy mykobakteriálneho arabinogalaktánu / APVV-15-0515	30	Inovatívne technológie v oblasti kalibrácií a overovania meracích zariadení / APVV-15-0164	52	Bezkontaktná detekcia a kvantifikácia povrchových deformačných polí v miestach diskontinuit silového toku v stavebných nosných konštrukciách / APVV-15-0777	74	Vplyv nepriepustného pokrytia pôdy na klímu miest v kontexte klimatickej zmeny (pedo-city-klima) / APVV-15-0136	92	Prax v centre odborovej didaktiky, odborová didaktika v centre praktickej prípravy / APVV-15-0368	112
Prírodné vedy		Inteligentné nanopórovité systémy ako nosiče liečiv / APVV-15-0520	32	Zlepšenie funkčných vlastností obalového papiera modifikáciou mikro a nanoštruktúry povrchu / APVV-15-0178	54			Vplyv flavonoidov a mykotoxínov na tukové tkanivo v závislosti od celkového metabolického stavu, zápalu a oxidačného stresu / APVV-15-0229	94	Hodnoty v dynamike spoločenských zmien na Slovensku a v Európe / APVV-15-0653	114
Nukleo-proteínové interakcie ako základ udržiavania stability genómu / APVV-15-0022	12	Numerické metódy pre vývoj kriviek a plôch a ich aplikácie / APVV-15-0522	34	Smart mestá a ich inteligentná energetická chrbtica / APVV-15-0326	56			Nové metódy v integrovanej ochrane lesa zahrňajúce využitie entomopatogénnych húb / APVV-15-0348	96	Viacdielny tréningový posilňovací systém trupu pre športovcov a netréňovaných jedincov s funkčnými bolesťami chrbta / APVV-15-704	116
Elektrochemicky a fotochemicky iniciované reakcie koordinačných zlúčenín s biologicky aktívnymi ligandmi / APVV-15-0053	14	Fotochemicky indukovaná meďou sprostredkovaná radikálová polymerizácia s prenosom atómu / APVV-15-0545	36	Výskum zvárania progresívnych ľahkých zliatin lúčovými technológiami / APVV-15-0337	58	Lekárske vedy		Počítačom podporovaná optimalizácia manažmentu lesných porastov v podmienkach meniacej sa klímy / APVV-15-0413	98	Humanitné vedy	
Transformácia integrálneho membránového proteínu na vo vode rozpustnú formu: prípad GPCR / APVV-15-0069	16	Interakcie elektrónov a iónov s molekulami a ich aplikácie v oblasti analytických a diagnostických metód / APVV-15-0580	38	Komplexné využitie röntgenovej difraktoetrie na identifikáciu a kvantifikáciu funkčných vlastností dynamicky namáhaných konštrukčných prvkov z významných technických materiálov / APVV-15-0405	60	Poruchy autistického spektra z pohľadu genotypovo – fenotypových korelácií / APVV-15-0045	78	Viróm gastrointestinálneho traktu ošipáných a diviakov: Identifikácia a analýza vírusových agensov / APVV-15-0415	100	Kognitívne prehodnotenie krásy: Zjednotenie filozofie a kognitívnych štúdií estetického vnímania / APVV-15-0294	120
Experimentálne a teoretické štúdium molekulovej štruktúry, elektrónových vlastností, reaktivity a biologickej aktivity komplexných zlúčenín redoxne aktívnych kovov / APVV-15-0079	18	Úloha medziorganelových interakcií v lipidovej homeostáze / APVV-15-0654	40	Keramické materiály pre použitie v extrémnych podmienkach / APVV-15-0496	62	Ochrana srdca v situáciách zvýšenej produkcie voľných kyslíkových radikálov: radiačné a reperfúzne poškodenie / APVV-15-0376	82	Dopad prírodných rizík na lesné ekosystémy Slovenska v meniacich sa klimatických podmienkach / APVV-15-0425	102	Individuum a spoločnosť – ich vzájomná reflexia v historickom procese / APVV-15-0349	122
Štrukturálne a chromatické charakteristiky grafov / APVV-15-0116	20	Technické vedy		Prediktívny systém monitorovania a vyhodnocovania účinnosti výroby a dodávky tepla s využitím techník výpočtovej inteligencie / APVV-15-0602	64	Nové regulačné účinky oxidu dusnatého a ich úloha v rozvoji esenciálnej hypertenzie / APVV-15-0565	84	Analýza modulačných účinkov biologicky aktívnych zlúčenín na fyziologické a patologické oxidatívne procesy v bunkových modeloch / APVV-15-0543	104		
Rekonštrukcia fylogeny a vymedzenie druhov prvkov a živočíchov / APVV-15-0147	22	Optimálne riadenie pre procesný priemysel / APVV-15-0007	44	Atomárna štruktúra a unikátne vlastnosti intermetalík, amorfných, nanokryštalických a komplexných kovových zliatin / APVV-15-0621	66	Úloha CA IX v adaptácii na nádorové mikroprostredie a v rezistencii na protinádorovú terapiu: molekulárne mechanizmy a klinické implikácie / APVV-15-0697	86				
Analýza nervových zakončení sprostredkujúcich vnútornú bolesť pomocou optogenetických metód a multifotónovej mikroskopie / APVV-15-0163	24	Kompozitné vrstvy pre vysokoteplotnú protikoróznú ochranu kovov / APVV-15-0014	46	Výskum nového kompozitného materiálu na výrobu CNC strojov pre progresívne obrábanie výrobkov z práškových materiálov vyrábaných aditívnou technológiou DMLS / APVV-15-0700	68			Spoločenské vedy			
Prevenca a eradikácia mikrobiálnych biofilmov vo vzťahu k nanomateriálom / APVV-15-0347	26	Výskum komparatívnych zobrazovacích metód na báze magnetickej rezonancie na diagnostiku neurologických		Multimodálna interakcia človek-robot s využitím cloudových prostriedkov / APVV-15-0731	70	Pôdohospodárske vedy		Autizmus vo svetle emočných, kognitívnych a biologických kontextov / APVV-15-0085	108		
						Zvýšenie bezpečnosti a kvality tradičných slovenských syrov na základe aplikácie moderných analytických, matematicko-modelovacích a molekulárno-biologických metód a identifikácia inovačného potenciálu /		Spolahľivosť záchranných systémov na infraštruktúre s neistou funkcionalitou kritických prvkov /			

PRÍHOVOR

Milí priatelia,
radi by sme vás pozvali k prečítaniu už piateho vydania publikácie Výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou, ktorou Agentúra na podporu výskumu a vývoja prezentuje výsledky riešenia projektov dosahujúcich vynikajúcu úroveň. Publikácia by tak mala slúžiť vám všetkým, ktorí máte záujem vedieť viac o podpore výskumu na Slovensku. V publikácii sa dočítate o realizácii a výsledkoch niekoľkoročnej práce slovenských odborníkov na projektoch za obdobie rokov 2016 až 2020 v základnom a aplikovanom výskume v prírodných, technických, lekárskech, pôdohospodárskych, spoločenských a humanitných vedách. Samozrejme, že publikácia svojím obsahom môže ťažko konkurovať a byť porovnávaná s elektronickými zdrojmi najnovších informácií, ktoré sú podstatne rýchlejšie a aktuálnejšie. Má však niekoľko predností, keďže nám umožnila zhrnúť a bilancovať, čomu sa celé riešiteľské kolektívy a spoluriešiteľské organizácie vo vedeckej komunite na Slovensku venovali. Pretože ide už o piatu publikáciu svojho druhu, veríme, že už môžeme jasnejšie prezentovať pokrok v jednotlivých vedných odboroch, v ktorých boli realizované projekty prezentované v tejto publikácii. Agentúra na podporu výskumu a vývoja sa od svojho vzniku stala významnou súčasťou štátneho systému podpory základného a aplikovaného výskumu a vývoja na Slovensku. Na teritóriu výskumu a vývoja sa dnes veľmi ťažko nájde niekto, kto by nepoznal názov našej agentúry, čo nás veľmi teší. Na záver naše poďakovanie patrí všetkým riešiteľom projektov prezentovaných v publikácii, a tiež všetkým tým, ktorí prispeli k príprave piateho vydania publikácie Výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou 2021.



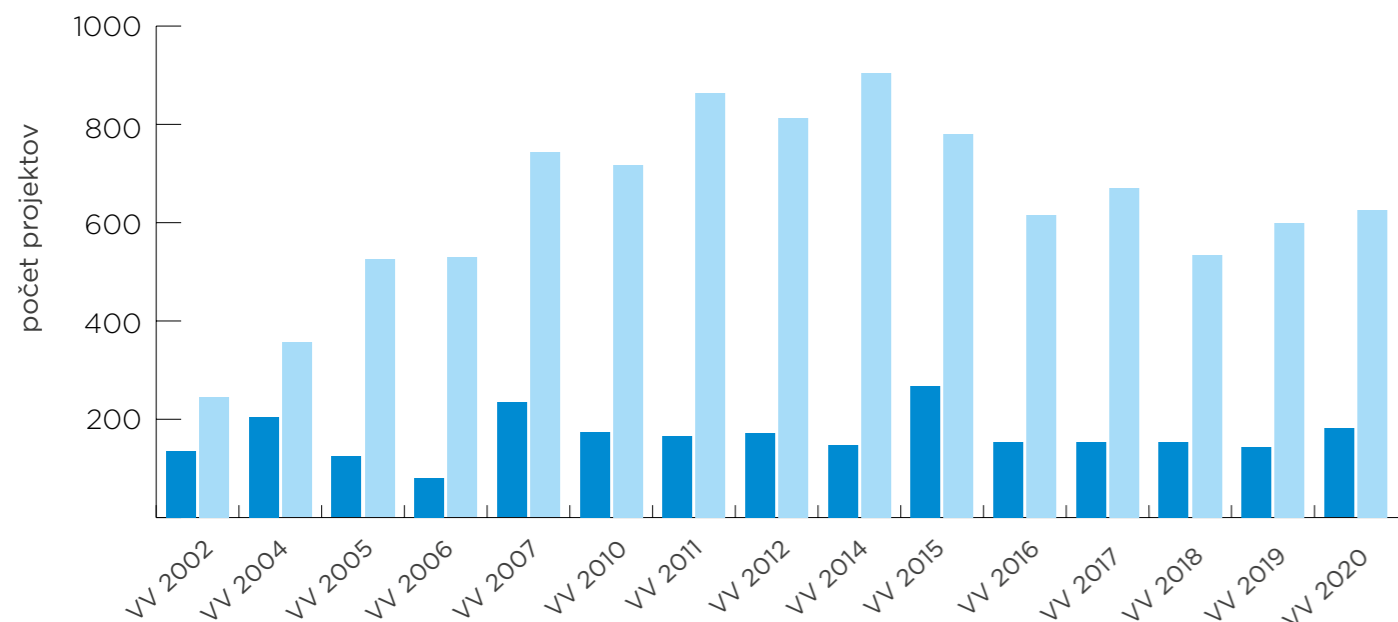
JUDr. Stanislav Mydlo
riaditeľ APVV



prof. RNDr. Jozef Masarik, DrSc.
predseda predsedníctva APVV



ÚVOD



Odbor vedy a techniky	Zaregistrované žiadosti	Financované projekty	Úspešnosť (%)
Prírodné vedy	177	65	36,7
Technické vedy	265	86	32,5
Lekárske vedy	90	30	33,3
Pôdohospodárske vedy	104	34	32,7
Spoločenské vedy	100	37	37,0
Humanitné vedy	46	16	34,8
Spolu	782	268	34,3

Úspešnosť podporených žiadostí VV2015 podľa vedných odborov.

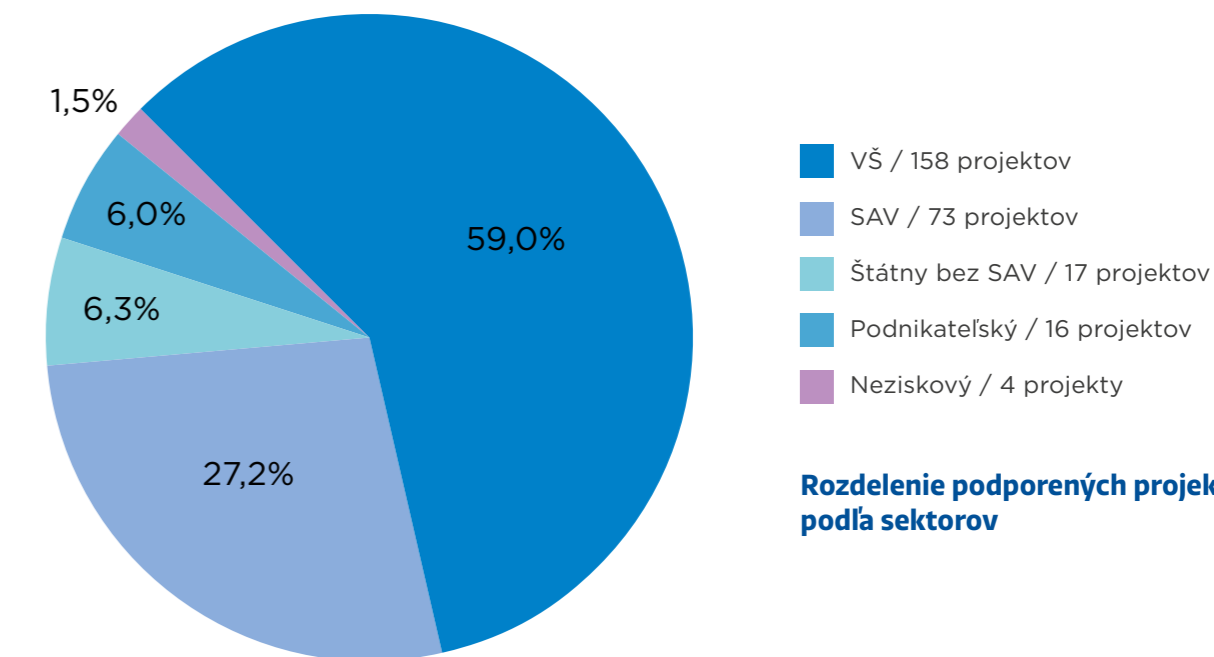
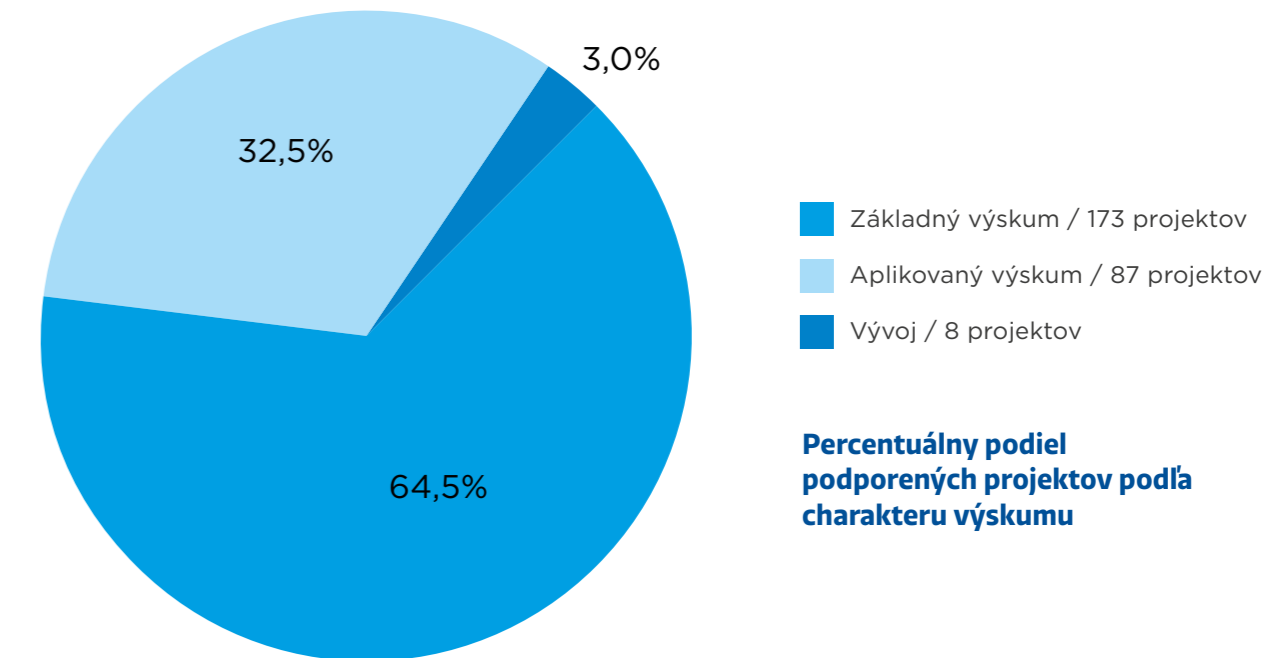
Prehľad podaných žiadostí a podporených projektov vo všeobecných výzvach v rokoch 2002 až 2020

- Počet financovaných projektov
- Počet podaných žiadostí

Projekty prezentované v tejto publikácii boli podané v rámci všeobecnej výzvy Agentúry na podporu výskumu a vývoja s označením VV 2015. Všeobecná výzva VV 2015 nemala žiadne obmedzenia týkajúce sa vecného zamerania projektov. Konkrétne zameranie, ciele a vecnú náplň výskumu a vývoja určoval sám žiadateľ. Žiadosti mohli predkladať právnické osoby a fyzické osoby – podnikatelia bez obmedzenia príslušnosti k sektoru výskumu a vývoja. V rámci verejnej výzvy VV 2015 bolo celkovo prijatých a zaregistrovaných 781 žiadostí o finančné prostriedky na riešenie projektov výskumu a vývoja a podporených bolo 268 žiadostí. Začiatok riešenia projektov bol 1.7.2016. Najneskorší dátum ukončenia riešenia projektov bol 31.12.2020.

V roku 2021 následne prebehlo vyhodnotenie ukončených projektov jednotlivými odborovými radami na základe predložených záverečných správ o riešení projektov, ktoré predkladajú zodpovední riešitelia do 30 dní od ukončenia riešenia.

Touto publikáciou Agentúra na podporu výskumu a vývoja prezentuje výber najúspešnejších ukončených a následne vyhodnotených projektov zo všeobecnej výzvy VV 2015 vo všetkých odvetviach slovenskej vedy a techniky.



PRÍRODNOÉ
VEDY



Nukleo-proteínové interakcie ako základ udržiavania stability genómu

Predmet výskumu

Nukleové kyseliny v bunkách interagujú s rôznymi typmi proteínov, ktoré ovplyvňujú ich štruktúru, prístupnosť k enzýmom a vnútrobunkovú lokalizáciu. Zmeny v sekvencii nukleotidov v oblasti DNA/RNA, na ktorú sa viaže príslušný proteín, môžu mať pre bunku patologické následky, včítane genomickej nestability sprevádzajúcej nádorovú transformáciu. V evolučnej perspektíve však niektoré zmeny v cieľovej sekvencii nukleovej kyseliny môžu podliehať pozitívnej selekcii, ak priaznivo ovplyvnia väzbu príslušného proteínu. Výsledkom ko-evolúcie substrátov DNA/RNA a DNA/RNA-viažucich proteínov je druhovo-špecifická modifikácia vlastností oboch interagujúcich partnerov. Predmetom výskumu projektu bolo porozumieť molekulárnym princípom ko-evolúcie nukleových kyselín a ich proteínových partnerov. Konkrétne sme sa zamerali na štúdium interakcií medzi telomerickou DNA a teloméru-viažucimi proteínmi u viacerých modelových systémov od rôznych druhov askomycétnych húb po bunky cicavcov.

Ciele projektu

Cieľmi projektu bolo: (1) Identifikovať spoločné štruktúrne charakteristiky telomerických repetícií a telomerázových RNA (TER) kvasiniek; (2) Analyzovať biochemické vlastnosti vybraných teloméru-viažucich proteínov (TBP) kvasiniek a na ich základe odhaliť princípy ko-evolúcie TBP a telomerických repetícií; (3) Študovať štruktúrne vlastnosti telomerickéj DNA a interakcií rôznych štruktúr s TBP; a (4) Porozumieť molekulárnym mechanizmom vedúcim k štruktúrnym zmenám, ktoré sú asociované s transakciami DNA zúčastnenými v udržiavaní telomér.

Dosiahnuté výsledky

Projekt prispel k pochopeniu úlohy nukleo-proteínových interakcií pri udržiavaní stability genómu v oblasti telomér. Konkrétne sme (1) participovali na identifikácii nového typu sekundárnej štruktúry (G-slučka, angl. *G-hairpin*) tvorenej oligonukleotidmi derivovanými z telomerickéj repetície kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*; (2) ukázali, že rôzne dlhé jednovláknové telomerické oligonukleotidy *S. cerevisiae* vy-

kazujú rozdielnú kinetiku skladania do sekundárnych štruktúr a navrhli sme model vysvetľujúci ako táto vlastnosť ovplyvňuje prístupnosť teloméry k telomeráze (Obr. 1); (3) predikovali sekundárnu štruktúru RNA komponentu telomerázy u viacerých druhov rodu *Yarrowia* a identifikovali sme niekoľko nových štruktúrnych elementov potrebných pre aktivitu telomerázy *in vivo*; (4) identifikovali gény, ktorých expresia sa mení v bunkách *Y. lipolytica* bez funkčnej telomerázy; (5) identifikovali sekvenciu telomerických repetícií, teloméru-viažucich proteínov a podjednotiek telomerázy a iniciovali štúdium ich ko-evolúcie (Obr. 2 & 3); (6) ukázali, že evolúcia interakcie medzi ligandom a proteínom preferuje kompromis medzi afinitou a flexibilitou väzby umožňujúci dynamický charakter DNA-proteínových komplexov; (7) identifikovali nový, od telomerázy-nezávislý mechanizmus replikácie telomér cicavcov, ktorý je založený na tvorbe telomerickéj slučky (Obr. 4) a využili sme ho na návrh scenára evolúcie telomér. Výsledky sme publikovali v 16 zahraničných časopisoch. Niektoré štúdie boli realizované v spolupráci so zahraničnými laboratóriami špecializovanými na analýzu štruktúr nukleových kyselín (Lukáš Trantírek, Masaryk University, Brno, Czech republic; Yehuda Tzfati, The Hebrew University of Jerusalem, Israel), štúdium DNA-proteínových interakcií (Jack D. Griffith, University of North Carolina, Chapel Hill, USA), analýzu mechanizmov udržiavania telomér (Katrin Paeschke, University Hospital Bonn, Germany; Raymund J. Wellinger, Université de Sherbrooke, Canada), a evolučnú genomiku (Cécile Neugeglis, Micalis Institute, France).

Prínos pre prax

Výsledky projektu, ktorý mal charakter základného výskumu, majú potenciálne využitie v biomedicíne pri dizajne terapeutík cielených na komponenty molekulárných komplexov zodpovedných za udržiavanie telomér. Okrem toho sme optimalizovali metódu na obohacovanie telomerických fragmentov z celkovej genomickej DNA ich precipitáciou prostredníctvom proteínu Tay1p objavenom v našom laboratóriu. Projekt prispel aj k výchove mladých vedeckých pracovníkov; na jeho riešení participovalo 7 doktorandov, z ktorých 6 úspešne obhájilo svoje dizertačné práce.

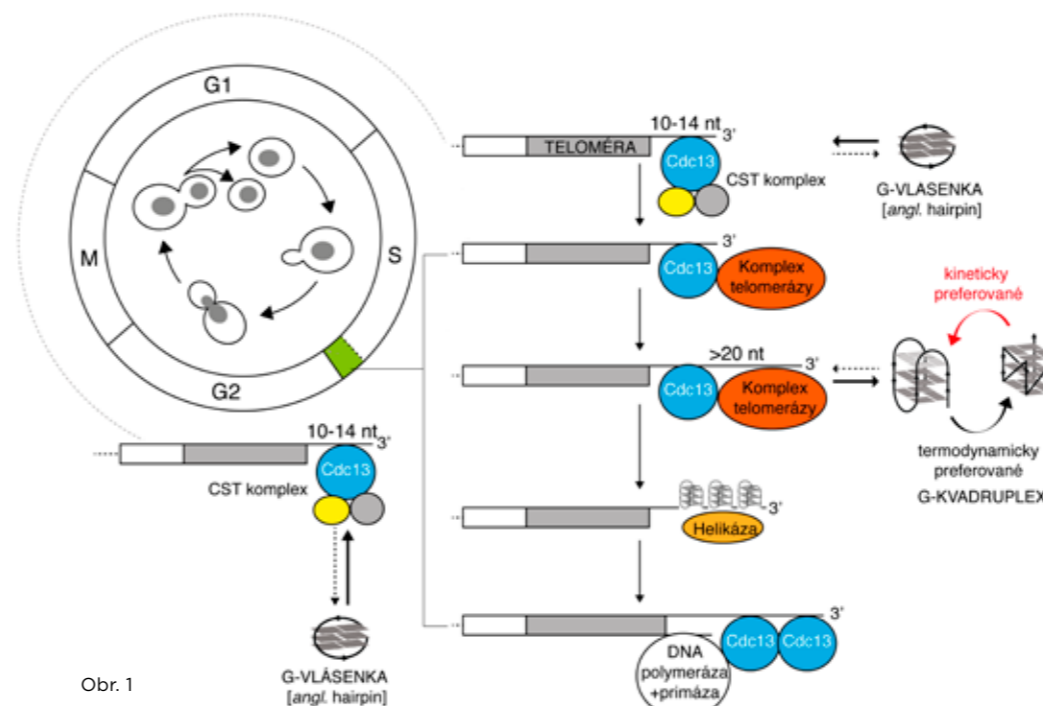
zodpovedný riešiteľ
prof. RNDr. Lubomír Tomáška, DrSc.
riešiteľská organizácia
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 12/2019
finančné prostriedky z APVV
232 400 €
číslo projektu
APVV-15-0022

Obr. 1. / Nekanonické štruktúry DNA tvorené jednovláknovým prečnievaním G-bohatého vlákna sa môžu podieľať na udržiavaní telomér u *S. cerevisiae*. V G2-M-G1 fáze je prečnievanie relatívne krátke, nie je schopné vytvárať sekundárne štruktúry, DNA ostáva v otvorenom stave a je viazaná proteínom Cdc13. Predĺženie prečnievania v S fáze vedie k tvorbe G-kvadruplexu a disociácii Cdc13p. Na konci S fázy dochádza k obnoveniu krátkeho prečnievania chráneného Cdc13p. [Juriková et al. Journal of Biological Chemistry 295: 8958-8971 (2020); doi: 10.1074/jbc.RA120.012914].

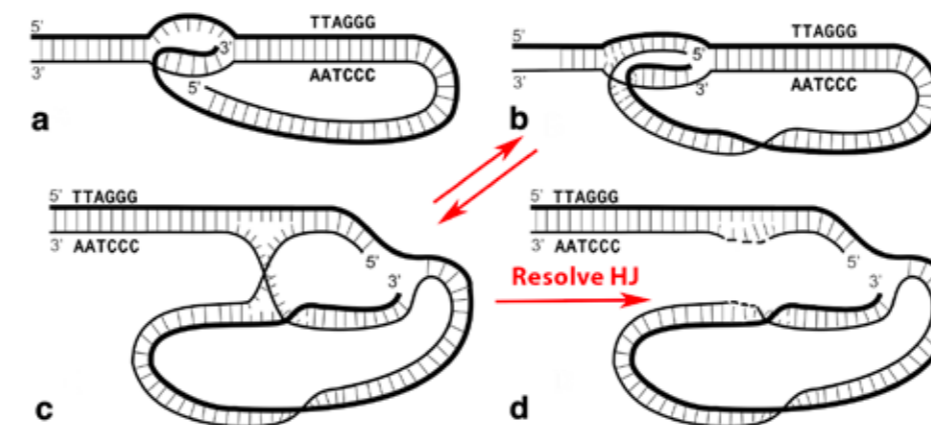
Obr. 2. / Štúdium evolúcie telomér môže viesť k odhaleniu všeobecných mechanizmov ko-evolúcie. Diverzifikácia telomerických repetícií u askomycétnych kvasiniek je sprevádzaná častou zmenou zloženia komplexu proteínov, ktoré chránia jednovláknovú, resp. dvojláknovú časť teloméry. Zároveň je zachovaná schopnosť tvoriť sekundárne štruktúry. [Podľa Tomáška & Nosek Journal of Molecular Evolution 88: 293-318 (2020); doi: 10.1007/s00239-020-09935-3].

Obr. 3. / Scenáre ko-evolúcie komponentov molekulárných komplexov. a) Mutácie postihujúce jedného partnera (B) sú vzhľadom k druhému partnerovi neutrálne. b) Konštruktívna neutrálna evolúcia biochemickej komplexity. c) Duplikácia génov alebo DNA-viažucich domén s ich následná špecializácia. d) "Permisívne" neutrálne mutácie (červená a zelená bodka) predisponujú proteín A pre interakciu s B, čo vedie k novej funkcii schopnosti komplexu (r). e) Znížená fitness spôsobená primárnou mutáciou, ktorá vedie k strate interakcie medzi A a B, môže byť potlačená sekundárnou kompenzačnou mutáciou. [Podľa Tomáška & Nosek Journal of Molecular Evolution 88: 293-318 (2020); doi: 10.1007/s00239-020-09935-3].

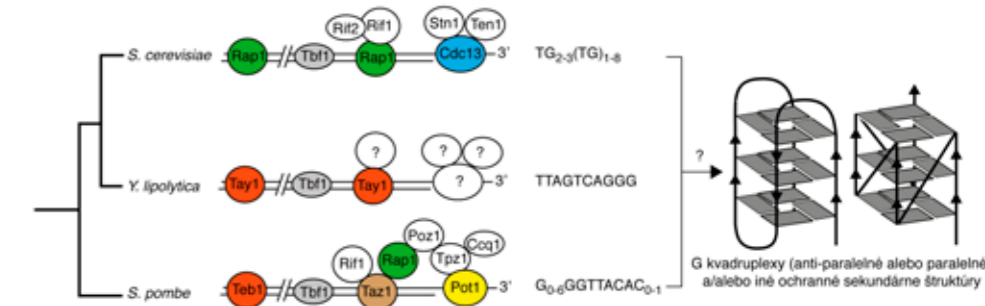
Obr. 4. / Štruktúra v t-slučke (angl. t-loop) obsahuje potenciálny štart replikácie a Hollidayov spoj. (a) Klasická štruktúra t-slučky. Štruktúry (b) a (c) sú topologicky ekvivalentné a ilustrujú typický Hollidayov spoj (HJ). Rezolúcia Hollidayovho spoja vedie k tvorbe templátu pre valivú kružnicu (d). [Podľa Tomáška et al. Frontiers in Genetics 10: 792 (2019); doi: 10.3389/fgene.2019.00792].



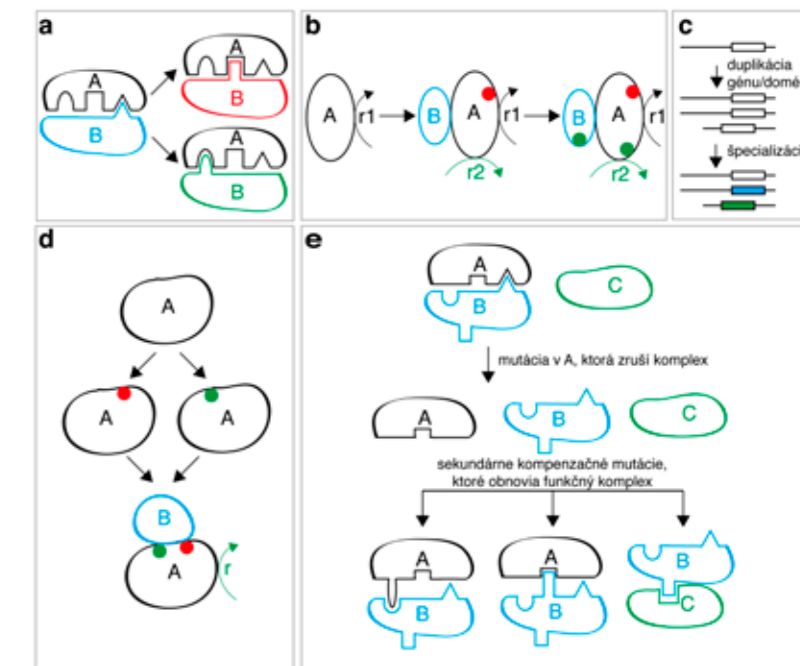
Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4

Elektrochemicky a fotochemicky iniciované reakcie koordinačných zlúčenín s biologicky aktívnymi ligandmi

Predmet výskumu

Štúdium elektrochemicky a fotochemicky iniciovaných reakcií koordinačných zlúčenín s preukázanou biologickou aktivitou a výskum reaktívnych medziproduktov vznikajúcich počas ich elektrochemickej a fotochemickej iniciácie v roztokoch, ako aj stabilita ich elektricky nabitých foriem.

Ciele projektu

- Štúdium oxidovaných a redukovaných foriem biologicky aktívnych koordinačných zlúčenín nesúcich rôzne centrálné atómy a sledovanie reaktívnych medziproduktov vznikajúcich počas elektrochemickej a fotochemickej iniciácie vo vodných a nevodných roztokoch.
- Spektroelektrochemické a teoretické štúdie oxidovaných a redukovaných foriem potenciálnych protirakovinových liečiv na báze komplexov osmia, ruténia, medi, železa alebo mangánu.
- Interpretácia experimentálnych výsledkov zo spektroelektrochemických a fotochemických štúdií pomocou kvantovochemických výpočtov.
- Navrhnutie reakčného mechanizmu oxidačných a redukčných dejov vybraných potenciálne biologicky relevantných zlúčenín, s dôrazom na identifikáciu reaktívnych medziproduktov a elektricky nabitých stavov, ktoré hrajú kľúčový význam pri ich účinku.

Dosiahnuté výsledky

Podarilo sa vyjasniť redoxné deje mnohých vybraných komplexov kovov a ich voľných ligandov a prekursorov ako potenciálnych biologicky účinných látok pomocou EPR spektroskopie a unikátnej in situ EPR/UV-vis-NIR spektroelektrochémie v rôznych rozpúšťadlách a pri rôznych teplotách. Kvantovochemické výpočty výrazne napomohli pri návrhu reakčných mechanizmov oxidácie a redukcie vybraných zlúčenín, simulácii EPR spektier paramagnetických medziproduktov, ako aj pri interpretácii ich UV-vis-NIR spektier. Podarilo sa identifikovať komplexné následné reakcie elektricky nabitých foriem skúmaných potenciálnych liečiv v oblasti protirakovinových látok. Sledovali sa štruktúra a vlastnosti širokej palety biologicky

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Peter Rapta, DrSc.

riešiteľská organizácia

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

termín riešenia

7/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

200 000 €

číslo projektu

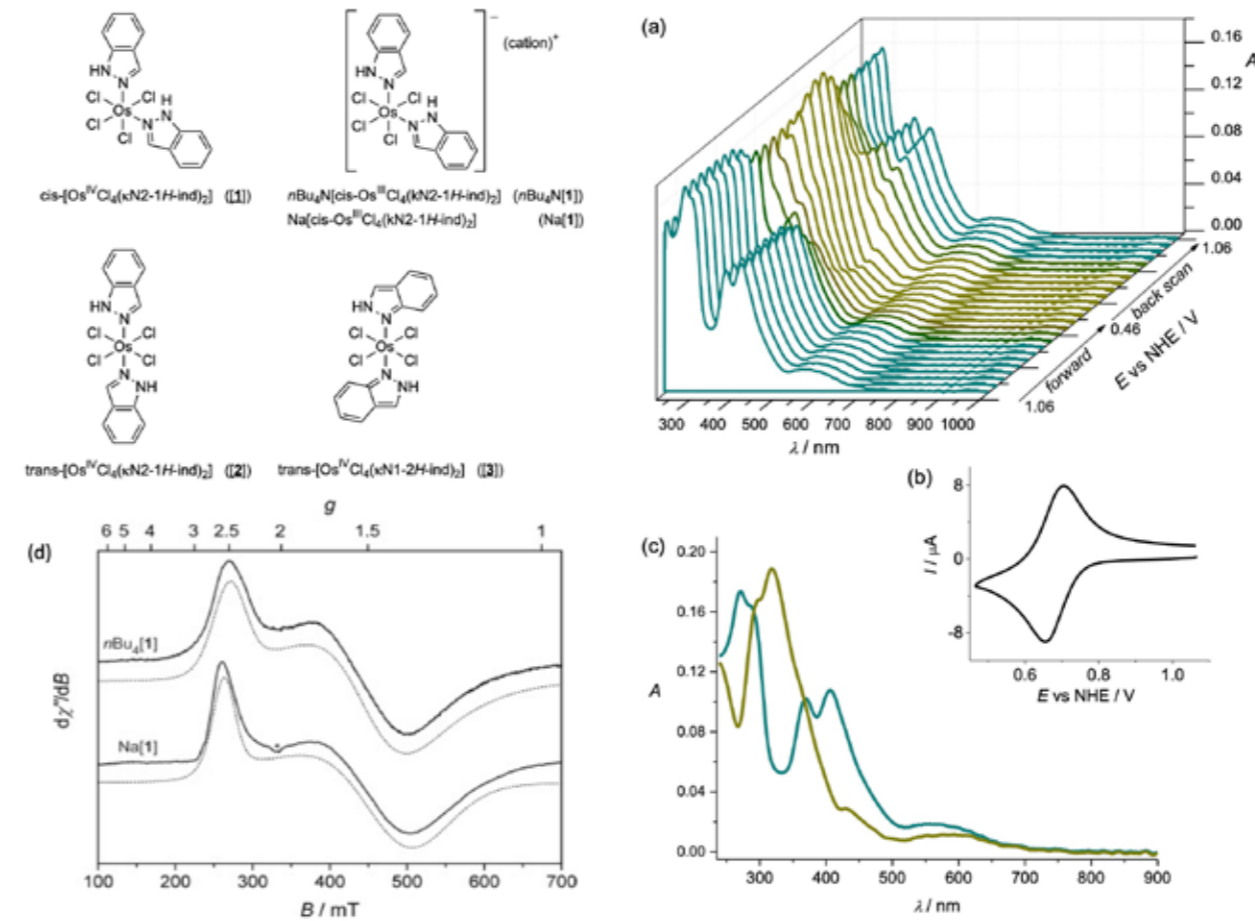
APVV-15-0053

aktívnych tiosemikarbazónov ako proligandov, ako aj ich mednatých a železnatých komplexov pomocou analytických, spektroskopických, elektrochemických a RTG metód. Počas celej doby riešenia sa študovali napríklad novo pripravené vodorozpustné sodné soli 5-sulfonát-salicylaldehyd tiosemikarbazónov a ich mednatých komplexov. Pre uvedené látky bola potvrdená antiproliferatívna aktivita voči ľudským rakovinovým bunkám, a v našich štúdiách sme sa zamerali na mechanizmus ich účinku. Publikované práce už zaznamenali aj významný citačný ohlas vo WOS (viac ako 300 SCI citácií bez autocitácií). Výskumy viac ako sto zlúčenín z oblasti biologicky aktívnych látok v rámci projektu viedli k publikovaniu viac ako 70-tich vedeckých článkov evidovaných vo Web of Science (Core Collection), prevažne v periodikách s vysokým impakt faktorom. Príkladom sú publikácie v takých významných vedeckých periodikách ako *Inorg. Chem.*, *J. Med. Chem.*, *Angew. Chem. Internat.*, *Dalton Trans.*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Organometallics* alebo *Macromolecules*. Výsledky práce boli propagované aj na početných významných medzinárodných vedeckých konferenciách.

Prínos pre prax

Preukázali sa významné protirakovinové vlastnosti novo pripravených derivátov α -N-heterocyklických tiosemikarbazónov (TSC), pričom sme preukázali, že TSC komplexy s meďou Cu(II) väčšinou vykazujú výraznú protirakovinovú aktivitu v porovnaní s nekoordinovanými tiosemikarbazónmi z dôvodu synergického efektu na R2 RNR-inhibíciu pomocou organického ligandu ako aj kovmi indukovanou generáciou reaktívnych foriem kyslíka (ROS). Podrobné štúdie pomocou EPR techniky spinových lapačov fotosenzitívnych mono-alyl a di-alyl sulfónových derivátov tioxantónu ukázali, že polymérna sieť vyrobená uvedenými fotoiniciátormi pre zmes monomérov acrylát/epoxid vykazuje po ožiarení viditeľným svetlom schopnosť podporovať množenie životaschopných buniek bez akejkoľvek cytotoxicity. Podarilo sa pripraviť dobre definované nanočastice oxidu železa pomocou metodiky tvorby nanočastíc Fe(O)

v prítomnosti aminokyselín, ktoré vznikali naviazaním železnatých iónov na aminokyselinový ligand v prostredí matrice hovädzieho albumínu pod argónom a ich následnej oxidácii kyslíkom. Predpokladáme, že uvedenou procedúrou sa dajú simulovať niektoré vlastnosti a reakcie feritínov, prebiehajúce v ľudskom organizme. Možnosť prípravy cis- aj trans-isomérov osmia(IV) a osmia(III), ktoré sú rozpustné vo vode umožnilo študovať *in vitro* ich protirakovinovú aktivitu.



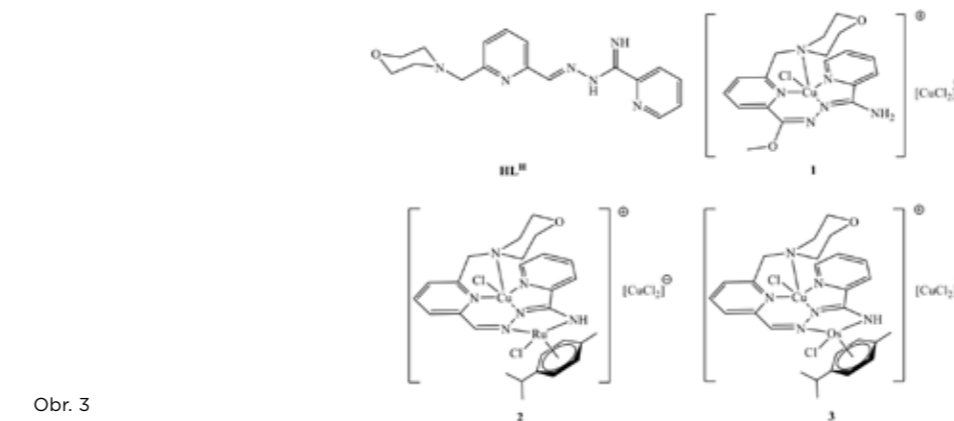
Obr. 1

Obr. 1 / UV-vis-NIR spektroelektrochémi komplexu osmia [1]. (a) Vývoj optických spektier v závislosti od vloženého potenciálu počas cyklickej voltampérometrie (b). (c) Optické spektrum [1] pred (tyrkysová čiara) a po jedoelektrónovej redukcii (tmavožltá čiara) v 0.1 M nBu₄NPF₆/acetonitrile. (d) EPR spektra redukovaných foriem [1] v zamrznutých roztokoch.

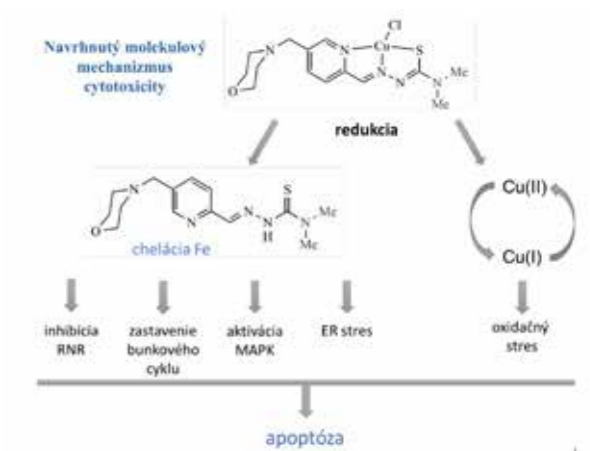
Obr. 2 / Navrhnutý mechanizmus účinku skúmaných vodorozpustných mednatých komplexov tiosemikarbazónov s morfolínovými jednotkami s výraznou antiproliferatívnu aktivitou

Obr. 3 / Študované nové proligandy pripravené z 2-pyridinamidrazónov a 6-(morfolínmetyl)-pyridín-2-karboxaldehydov a ich homo- a heterometalické komplexy s [CuCl₂]-protiiónom.

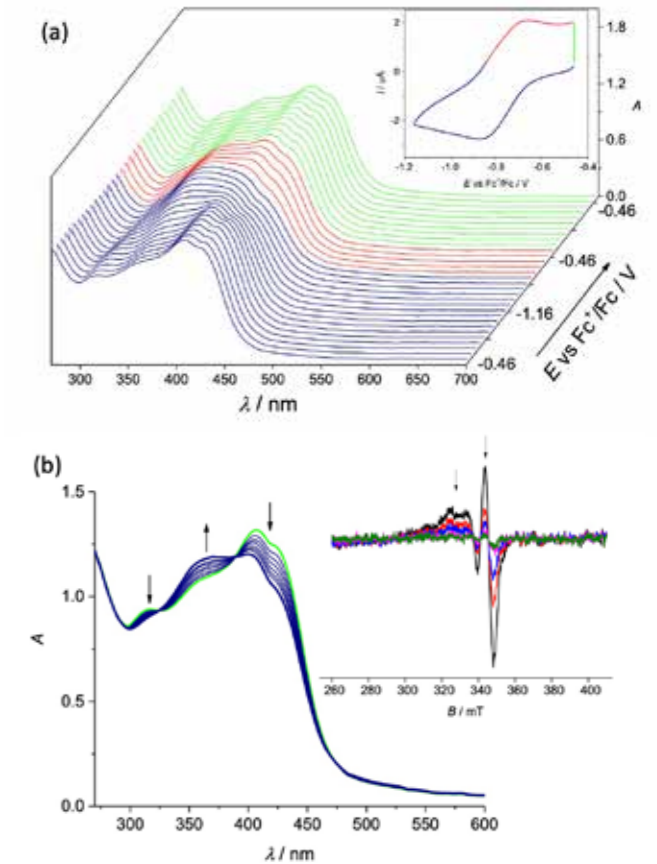
Obr. 4 Typická UV-Vis a EPR spektroelektrochemická odozva mednatých komplexov s tiosemikarbazónmi.



Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4

Transformácia integrálneho membránového proteínu na vo vode rozpustnú formu: prípad GPCR

Predmet výskumu

Výskum bol zameraný na proteíny z rodiny G-proteín spojených receptorov (GPCR), konkrétne kappa-opioid receptor a neurotenzín viažúci receptor. GPCR predstavujú najväčšiu skupinu receptorov nachádzajúcich sa na povrchu buniek spojených s mnohými metabolickými, kardiovaskulárnymi, mentálnymi, neurodegeneratívnymi ako aj nádorovými ochoreniami.

Cieľ projektu

Cieľom tohto projektu bolo poskytnúť „proof of principle“ týkajúci sa možnosti premeny integrálneho membránového proteínu na jeho vo vode rozpustný analóg. Produkcia GPCR analógov, ktoré by boli stabilné a vo vode rozpustné, by výrazne uľahčila biofyzikálne štúdie tejto skupiny proteínov na úrovni atómového rozlíšenia, ako aj dizajn liečiv pôsobiacich na GPCR. Navyše, podrobné porovnanie vlastností membránových a vo vode rozpustných proteínov pomocou proteínového inžinierstva by mohlo viesť k získaniu detailnejšieho pohľadu na problematiku zbaľovania a stability membránových proteínov s významom pre manipuláciu vlastností týchto proteínov.

Dosiahnuté výsledky

Projekt APVV výrazne prispel ku kvalitatívnemu rozvoju laboratórií Centra interdisciplinárnych bioviéd (CIB) na TIP UPJŠ v Košiciach.

- (i) Projekt APVV viedol k etablovaní metódy ribozómového displeja a súvisiacich techník molekulovej biológie, biochémie a biofyziky v laboratóriách CIB TIP-UPJŠ.
- (ii) Metóda ribozómového displeja viedla k purifikácii niekoľkých kappa-opioid analógov bez prítomnosti detergentov, t.j. vo vode rozpustnej forme, ktoré však vytvárajú hexamérne štruktúry. V súčasnosti pracujeme na identifikácii a purifikácii GPCR v monoménej, resp. diménej forme, ktorý by bol vhodný na štruktúrnu analýzu.
- (iii) Vedľajším produktom projektu je zavedenie metód purifikácie (membránových) proteínov z baktérie *Escherichia coli*.

(iv) Počas riešenia projektu došlo k výraznému zvýšeniu publikačnej a prezentačnej aktivity tímu zodpovedného riešiteľa. Bolo publikovaných 16 článkov v karentovaných časopisoch a 4 rukopisy boli zaslané (medzičasom boli všetky akceptované). Výsledky projektu boli prezentované na 17 prednáškach (2 pozvané), 38 plagátových oznámeniach na domácich a zahraničných konferenciách a na 8 popularizačných prednáškach pre študentov stredných škôl.

(v) Projekt vytvoril základy pre zavedenie techniky kvasinkového displeja, ktorá spolu s ribozómovým displejom má nesmierny potenciál pri vývoji nových proteínov a enzýmov aj pre biotechnologickú sféru.

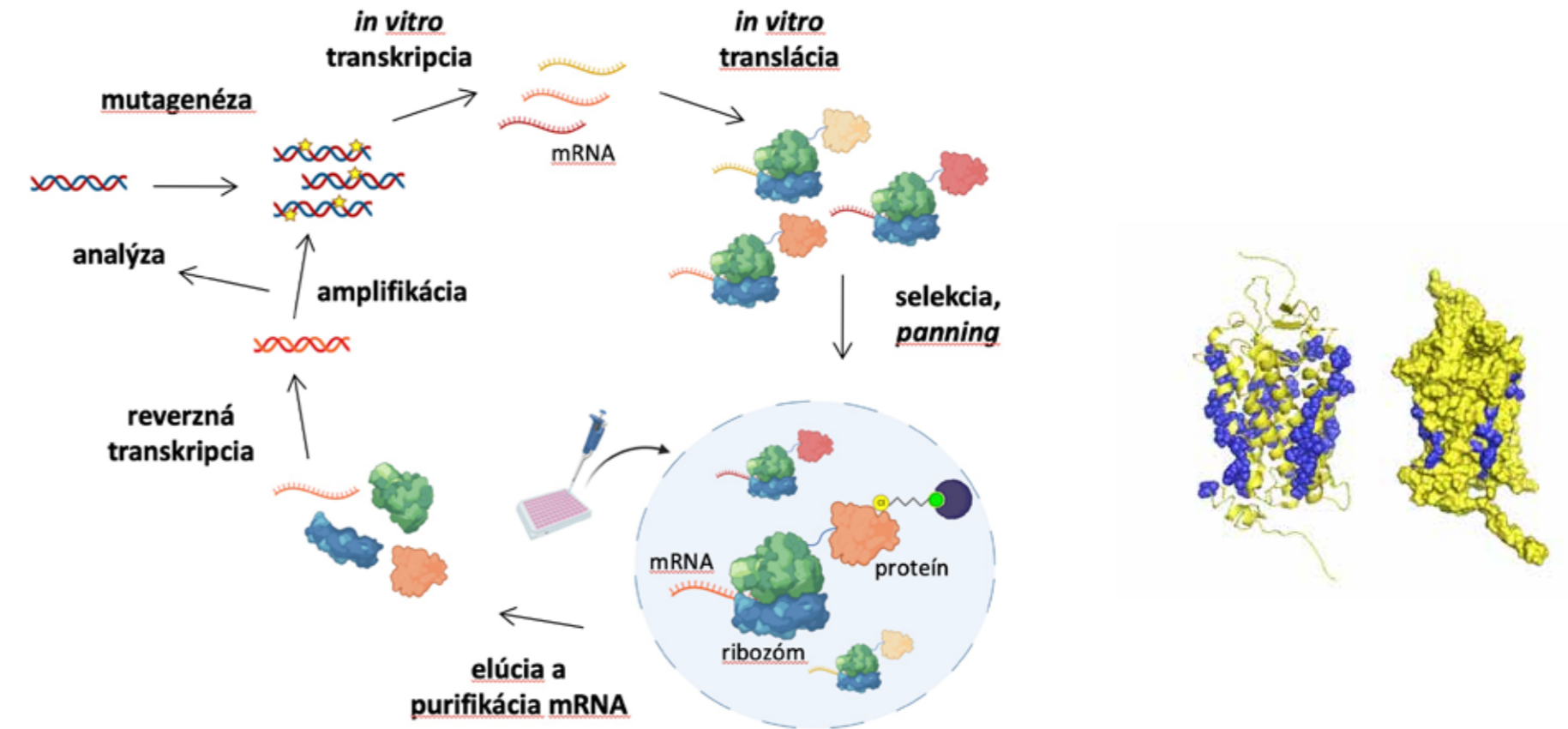
Prínos pre prax

Výsledky projektu viedli k prehĺbeniu medzinárodnej spolupráce v rámci akademického prostredia so skupinou:

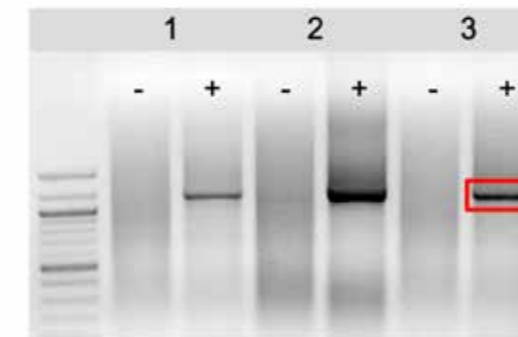
- (i) prof. Andreasa Plückthuna z Univerzity v Zurichu vďaka projektu CasProt (výzva H2020-WIDESPREAD-2018-2020), ktorý bol založený na výsledkoch projektu APVV. Hlavným cieľom projektu CasProt je posilniť oblasť výskumu proteínového inžinierstva v oblasti evolučných techník na UPJŠ s významom pre východné ale s dosahom na celé Slovensko.
 - (ii) prof. Jiřího Damborského, vedúceho Loschmidtových laboratórií na Masarykovej univerzite v Brne, na téme modifikácie vlastností skupiny enzýmov, haloalkánových dehalogenáz, pomocou evolučných techník. Haloalkánové dehalogenázy vďaka unikátnemu katalytickému mechanizmu majú vysoký aplikačný potenciál v bioremediácii toxických environmentálnych polutantov, dekontaminácii chemických bojových látok, na biomonitoring znečisťujúcich látok v prostredí, značenie proteínov pri bunkovom zobrazovaní a na prípravu opticky jednotných alkoholov vo farmaceutickom priemysle.
- Na základe dosiahnutých výsledkov v rámci tohto APVV projektu bolo vytvorené partnerstvo s podnikateľským subjektom Saftra Photonics, s.r.o., výsledkom ktorej je získaný spoločný projekt s názvom: Vývoj nanosenzorických fotonických systémov na rýchlu detekciu vírusov využitím

zodpovedný riešiteľ
doc. RNDr. Erik Sedlák, PhD.
riešiteľská organizácia
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
termín riešenia
7/2016 – 10/2020
finančné prostriedky z APVV
170 000 €
číslo projektu
APVV-15-0069

metód riadenej evolúcie proteínových platií: prípad SARS-CoV-2. Hlavným cieľom tohto projektu je vývoj modulovateľnej proteínovej platformy na detekciu vírusových častíc. Táto technológia je založená predovšetkým na evolučných technikách ako ribozómový a kvasinkový displej. Projekt tiež prispel k interdisciplinárnej výchove mladých vedeckých pracovníkov, pregraduálnych študentov a doktorandov UPJŠ v Košiciach (v programoch biochémie, biológia a biofyzika), ktorí sa podieľali na riešení projektu.



Obr. 1



Obr. 3

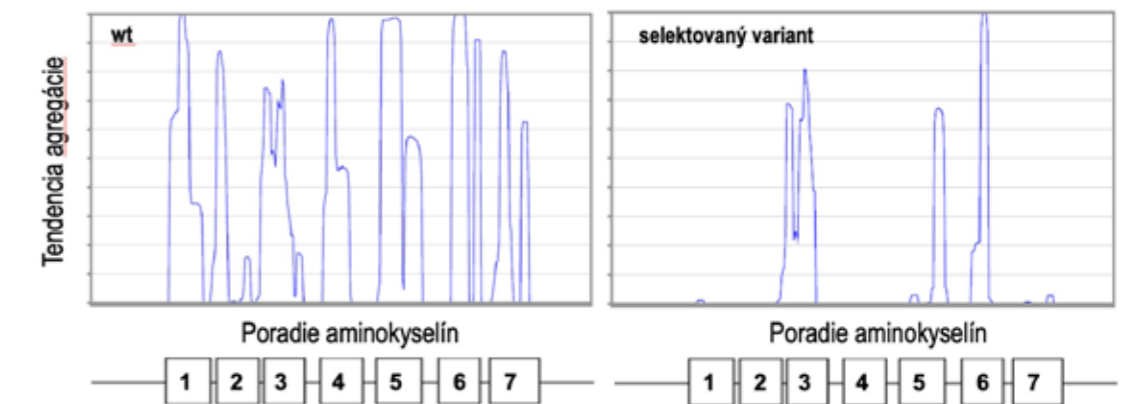
Obr. 1 / Schematické zobrazenie jednotlivých procesov tvoriacich selekčné kolo ribozómového displeja.

Obr. 2 / Kryštalová štruktúra k-opioid receptora s vyznačenými hydrofóbnymi aminokyselinami, ktoré boli modifikované za účelom vytvorenia vo vode rozpustného analógu tohto proteínu (vľavo – zobrazenie polypeptidového reťazca, vpravo – zobrazenie povrchu proteínu).

Obr. 3 / Ukážka výsledkov jedného selekčného kola ribozómového displeja s knižnicou pre k-opioid receptor. Červený obdĺžnik označuje pás na agarózovom geli zodpovedajúci génu proteínu, ktorý reprezentuje pozitívnu selekciju variantov proteínu s požadovanou vlastnosťou, t.j. špecifická väzba na ligand. Súčasť selekčného kola sú kontroly a to na prítomnosť nešpecifickej väzby (1) a degradáciu RNA (2). Znamienko -/+ označuje ne/uskutočnenie procesu reverznej transkripcie.

Obr. 4 / Analýza na detekciu častí proteínu náchylných na agregáciu, pomocou web aplikácie TANGO. Pod grafom je schematicky znázornená pozícia siedmich transmembránových helixov, typických pre GPCR. Po selekcii došlo k výraznému zníženiu počtu a rozsahu oblastí v proteíne s tendenciou agregovať – naľavo divoký typ (wt), napravo príklad k-opioid receptora po selekcii. y-ová os zodpovedá relatívnej schopnosti agregácie a na x-ovej osi je znázornené poradie aminokyselín v polypeptidovom reťazci k-opioid receptora.

Obr. 2



Obr. 4

Experimentálne a teoretické štúdium molekulovej štruktúry, elektrónových vlastností, reaktivity a biologickej aktivity komplexných zlúčenín redoxne aktívnych kovov

Predmet výskumu

V posledných dvoch dekádach sa počet biologicky aktívnych komplexných zlúčenín prechodných prvkov, ktoré našli uplatnenie v klinickej praxi, výrazne zvýšil. Komplexná zlúčenina kombinuje/využíva vlastnosti organického ligandu a súčasne iónu kovu, čo zvyšuje biologickú aktivitu tejto štruktúry. Komplexné zlúčeniny kovov sa uplatnili ako protirakovinové chemoterapeutiká, ako liečivá pri reumatoidnej artritíde, pri MR zobrazovaní a rádioterapii a iných chorobných stavoch organizmu.

Cieľ projektu

Predmetom štúdia v rámci riešenia grantu boli (i) komplexy prechodných prvkov s biologicky aktívnymi ligandami syntetického alebo prírodného charakteru, (ii) experimentálna elektrónová štruktúra komplexných zlúčenín prechodných prvkov a (iii) interakcia mednatých iónov Cu(II) s prírodnými látkami s fenolovou štruktúrou a antioxidantným/prooxidantným účinkom týchto látok na DNA v *in vitro* podmienkach oxidačného stresu.

Prínos pre prax

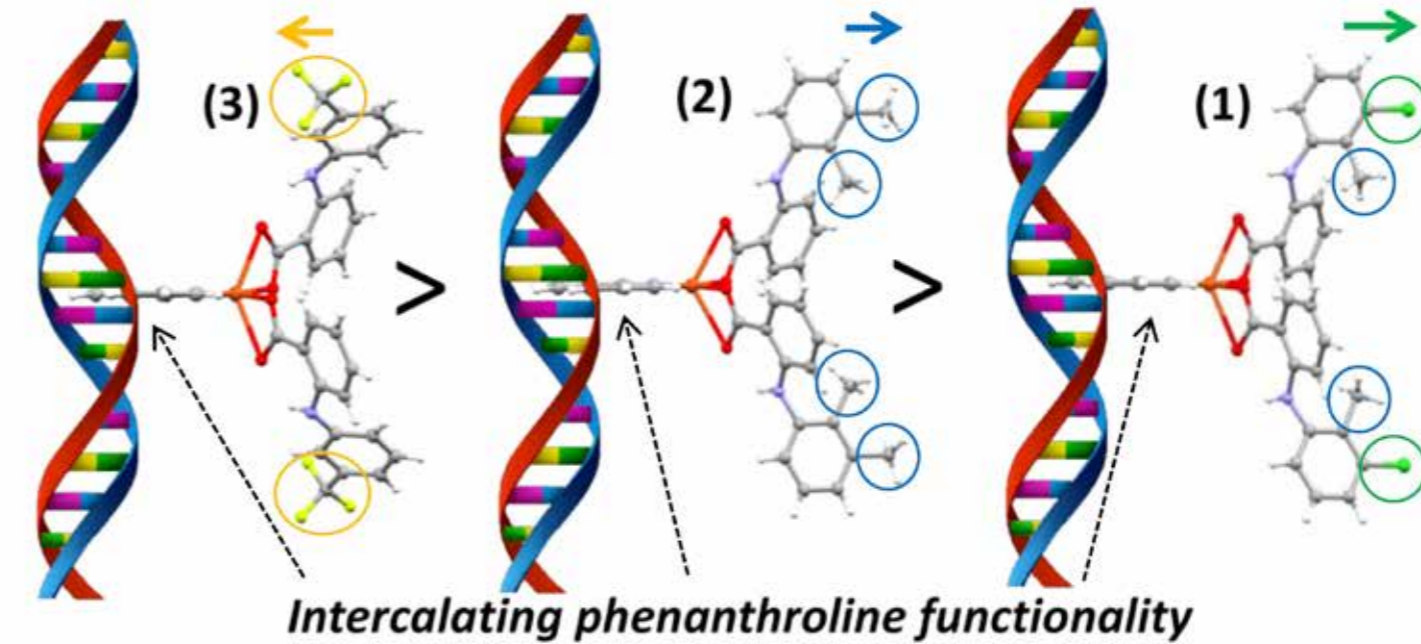
Viacere komplexy Cu(II) vykázali slubné terapeutické vlastnosti. Napríklad komplexné zlúčeniny Cu(II) s nesteroidnými flogistikami obsahujúcimi halogén (Obr. 1) vykázali interakciu s DNA a slubné výsledky na viacerých nádorových líniiach. Mechanizmus účinku takýchto liečiv má duálny charakter spočívajúci v redoxnom cyklovaní (tvorba voľných radikálov) a mechanizme interkalácie (mechanické poškodenie DNA). Viaceré komplexy Cu a Co vykázali aj antimikrobiálne vlastnosti študované na prokaryotických modelových organizmoch a protiplesňové aktivity študované na kvasinkách. Z dôvodu rôznych aplikácií komplexov (najmä chelátov) v biomedicínskej oblasti v budúcnosti bude potrebné študovať mnoho aspektov, ako sú faktory určujúce ich vznik a stabilitu, toxicitu, uvoľňovanie kovového iónu z komplexu a iné vlastnosti.

V rámci štúdia experimentálnej elektrónovej štruktúry komplexných zlúčenín prechodných prvkov štúdiom Ti(IV) peroxy komplexov Schiffových báz ukázalo, že väzbová elektrónová hustota O—O väzby je lokalizovaná v blízkosti Ti atómu. Vlastnosti O—O moiety možno modifikovať zmenou okolia centrálného atómu. Štúdium flavonoidov (Obr. 2) ukázalo, že napriek tomu, že študované látky vykazovali pri daných podmienkach antioxidantnú aktivitu, nie všetky dokázali efektívne zabrániť oxidačnému poškodeniu DNA, dokonca v niektorých prípadoch sme pozorovali mierne prooxidantnú aktivitu. Vychytávanie radikálov fenolovými zlúčeninami (ABTS test) súvisí s počtom hydroxylových skupín, planaritou molekulárneho skeletu a rozsahom delokalizácie (znižujú sa v poradí: myricetín > morín > 3',4'-dihydroxyflavón - 4- hydroxykumarín > taxifolín). Najnižšia schopnosť taxifolínu s 5 OH skupinami vychytávať radikály jasne dokumentuje význam delokalizovaného systému pre stabilitu vzniknutého radikálu flavonoidu. Účinná väzba mednatých iónov na fenolovú molekulu vyžaduje prítomnosť 3-OH a 4-CO skupín C-kruhu a nenasýtenej väzby C2-C3 zabezpečujúcej konjugáciu s B-kruhom (veľmi efektívna chelatácia medzi pozorovaná pri moríne a myricetíne). Hoci je chelatácia mednatých iónov považovaná za jeden z antioxidantných mechanizmov fenolových látok založenom na prevencii tvorby radikálov, metódou gélovej elektroforézy sme zistili najslabší ochranný účinok morínu voči oxidačnému poškodeniu DNA. Celkové výsledky naznačili, že najvýraznejšie poškodenie DNA bolo pozorované pre flavonoidy obsahujúce vyšší počet hydroxylových skupín (vrátane skupiny 3-OH v kruhu C), ako je myricetín (6), morín a taxifolín (5) v prítomnosti iónov Cu (II). Spektroskopická analýza (absorpčné titrácie s DNA) ukázala, že tieto látky tvoria stabilné Cu(II)-komplexy, ktoré môžu poškodiť DNA priamou interakciou. K tomuto mechanizmu poškodenia DNA prispievajú naviac ROS generované v prítomnosti peroxidu vodíka a medi (redox-cycling). Aplikáciu vychytávačov ROS sme potvrdili

zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Marián Valko, DrSc.
riešiteľská organizácia
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
Slovenskej technickej univerzity v Bratislave
spoluriešiteľská organizácia
Katedra chémie, Fakulta prírodných vied,
Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra
termín riešenia
7/2016 – 11/2020
finančné prostriedky z APVV
249 516 €
číslo projektu
APVV-15-0079

tvorbu singletových, superoxidových a hydroxylových radikálov a ich spoločný synergický účinok na DNA. Navrhovaný mechanizmus účinku, ktorým komplexy myricetínu, morínu a taxifolínu v Cu(II) komplexoch interagujú s DNA, predisponuje tieto látky vďaka miernym prooxidantným vlastnostiam k pôsobeniu ako potenciálne protirakovinové látky.

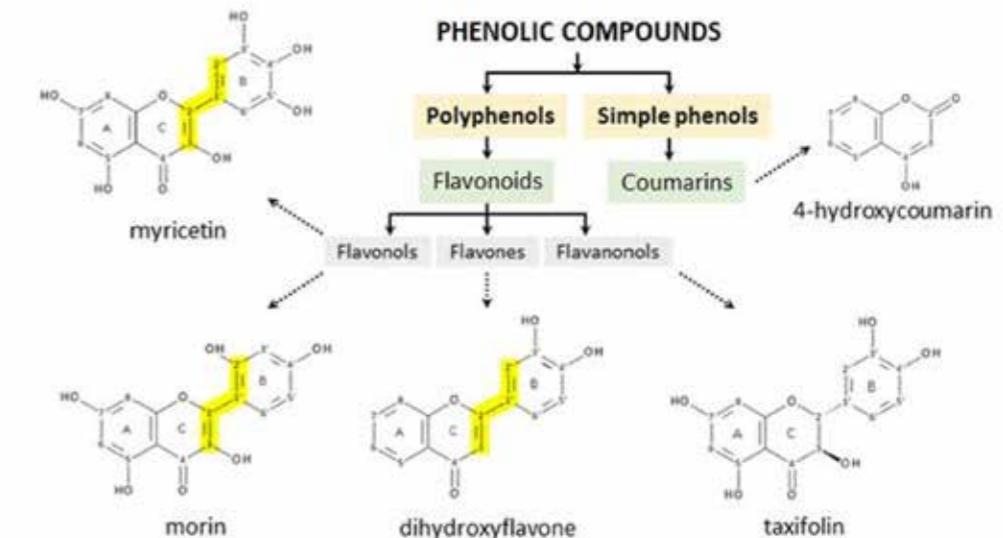
Orientation of substituents on the aryl ring in the direction of intercalation to the DNA



Obr. 1

Obr. 1 / Navrhovaná orientácia arylových substituentov komplexov 1-3 pri interakcii s DNA. (Len atómy fluóru (komplex 3) sú orientované v smere interkalácie k DNA). Atóm fluóru môže pôsobiť ako akceptor vodíkovej väzby. Legenda: [Cu (tolf-O, O')₂ (fen)] (1); [Cu (mef-O, O')₂ (fen)] (2); [Cu (fluf-O, O')₂ (fen)] (3)

Obr. 2 / Proposed orientation of aryl substituents of the complexes 1-3 in their interaction with DNA. (Only fluorine atoms (complex 3) are oriented in the direction of intercalation to the DNA). Fluorine atom may act as a hydrogen bond acceptor. Legend: [Cu(tolf-O,O')₂(phen)] (1); [Cu(mef-O,O')₂(phen)] (2); [Cu(fluf-O,O')₂(phen)] (3)



Obr. 2

Štruktúrne a chromatické charakteristiky grafov

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na výskum v dvoch vzájomne sa ovplyvňujúcich oblastiach diskretnej matematiky - chromatickej a štruktúrálnej teórii grafov. Pozornosť sa sústredila na štúdium rôznych chromatických invariantov (ich presných hodnôt a odhadov) viažucich sa ku klasickým a zovšeobecneným grafovým zafarbeniam resp. ohodnoteniam, ďalej na štúdium lokálnej štruktúry (vo vzťahu najmä ku konfiguráciám elementov grafu s ohraničenými stupňami) a globálnej štruktúry grafov (najmä existencie dlhých kružníc v špeciálnych vnoriteľných grafov).

Ciele projektu

V oblasti chromatickej teórie grafov bolo primárnym cieľom získanie nových poznatkov o vlastnostiach hranových zafarbení definovaných farebnými vlastnosťami sledov v grafoch, ďalej zafarbení rovinných grafov vymedzených požiadavkami na farebnú štruktúru stenových kružníc, či hranových resp. vrcholových zafarbení vzhľadom na lokálne vlastnosti vrcholových paliet; ďalším cieľom bolo nájsť nové spôsoby konštruovania supermagických a im príbuzných ohodnotení. Vo výskume štruktúry rovinných grafov sa riešiteľské úsilie sústredilo na získanie nových výsledkov o konfiguráciách elementov malých stupňov v rovinných grafoch vzhľadom na podmienky vymedzujúce dĺžky kružníc rôznych typov, a tiež na pokračujúce hľadanie nových výsledkov (analogických výsledkom pre rovinné grafy) pre neplanárne grafy s riedkym výskytom priesečníkov resp. lineárnym počtom hrán.

Dosiahnuté výsledky

Členom riešiteľského kolektívu sa podarilo splniť vytýčené ciele v oblasti chromatickej teórie grafov aj vo výskume štruktúry rovinných grafov. Výskum tém definovaných v rámci projektu priniesol celkovo viac ako 92 publikovaných článkov v kvalitných medzinárodných časopisoch, ktoré v horizonte posledných piatich rokov zaznamenali viac ako 90 citácií (vzhľadom na databázu Scopus); počas

doby trvania projektu predniesli členovia riešiteľského kolektívu celkovo 34 pozvaných prednášok k výskumným témam projektu.

Medzi najvýznamnejšie výsledky patrí potvrdenie posledného chýbajúceho prípadu hypotézy, že každý planárny graf s maximálnym stupňom Δ je incidenčne $(\Delta+5)$ -zafarbitelný, dôkaz existencie k -Thue postupnosti ľubovoľnej dĺžky pomocou $k+2$ symbolov pre $4 \leq k \leq 8$, konštrukcia hranových súčinových kordialných ohodnotení (modulo k) rôznych hexagonálnych mriežok (modelujúcich rozličné nanoštruktúry) až úplná charakterizácia grafov s týmto ohodnotením pre malé k , a dôkaz existencie hamiltonovskej kružnice v 3-súvislých lokálne maximálnych 1-planárnych grafoch s najviac tromi 3-rezmi. Veľkým prínosom je aj prehľadová práca o farbeniach definovaných stenami rovinných grafov, ktorá priniesla zjednocujúci pohľad na celú problematiku. Významným ocenením kvality výskumu bolo zaradenie členov riešiteľského kolektívu medzi špičkové tímy.

Prínos pre prax

Štruktúrne vlastnosti grafov majú presah do viacerých oblastí - spomeňme využitie fullerénov v nanoštruktúrach, či rôzne pravidelné štruktúry v chémii (azulenoidy, fullerény a pod.). Na druhej strane chromatické invarianty grafov pomáhajú v mnohých optimalizačných problémoch (dopravné úlohy, bezpečnosť sietí a pod.), prípadne pomáhajú identifikovať dôležité uzly v grafe (napr. sociálne siete). Je však potrebné uviesť, že projekt mal charakter základného výskumu.

Nezanedbateľným prínosom projektu je posilnenie medzinárodnej spolupráce riešiteľského kolektívu so silnými výskumnými skupinami v rámci Európy (TU Ilmenau, AGH Krakow, Univerzita v Ljubljane), získanie cenných vedeckých skúseností u deviatich doktorandov, ktorí boli postupne do projektu zapojení, zorganizovanie viacerých odborných podujatí s medzinárodnou účasťou a udržanie tradície etablovanej medzinárodnej konferencie „Cycles and Colourings“, pravidelne organizovanej od r. 1992.

zodpovedný riešiteľ

doc. RNDr. Roman Soták, PhD.

riešiteľská organizácia

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

spoluriešiteľská organizácia

Technická univerzita v Košiciach

termín riešenia

7/2016 — 10/2020

finančné prostriedky z APVV

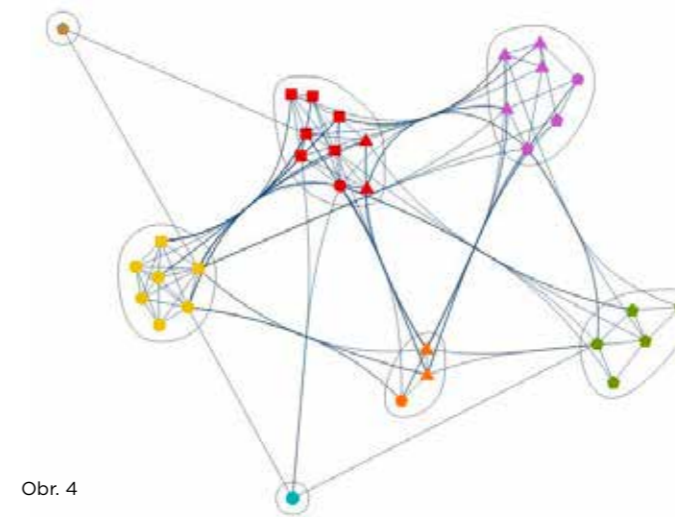
213 684 €

číslo projektu

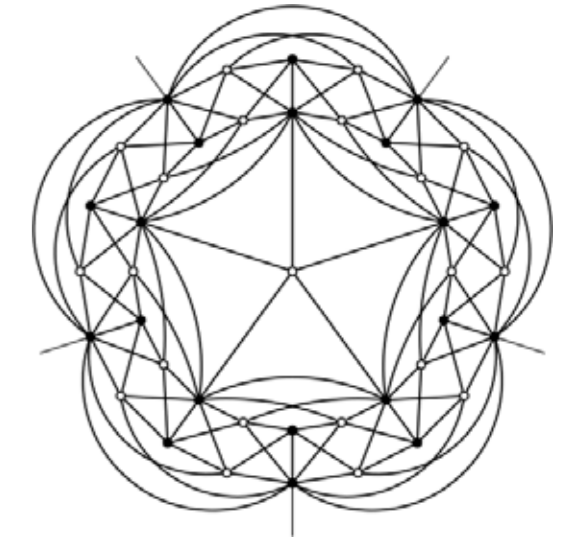
APVV-15-0116



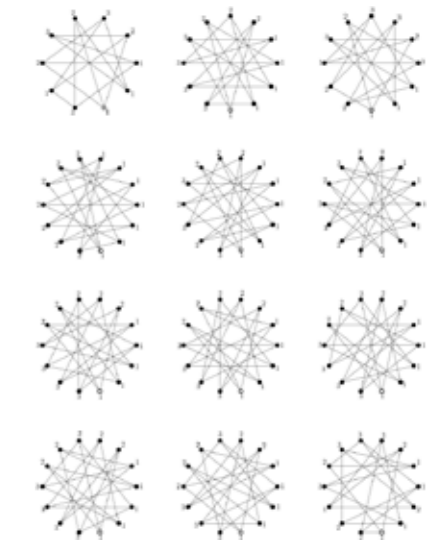
Obr. 1



Obr. 4



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Účastníci etablovanej medzinárodnej konferencie „Cycles and Colourings“ (September 2019)
 Obr. 2 / Konfigurácia pre konštrukciu nehamiltonovských 5-súvislých 1-planárnych grafov
 Obr. 3 / Kubické grafy s obvodom aspoň 5 na nanajvyš 14 vrcholoch sú adynamicky 3-zafarbitelné. Vrchol označený prázdny kružkom má monochromatické okolie.
 Obr. 4 / Komunitná štruktúra v sieti spolupráce členov výskumného tímu

Rekonštrukcia fylogeniezy a vymedzenie druhov prvkov a živočíchov

Predmet výskumu

Klasifikácia organizmov sa datuje až do čias antického Grécka. Na Zemi žije tri až päť miliónov druhov prvkov a živočíchov, pričom zatiaľ bolo pomenovaných a opísaných len 1,5 milióna druhov. Predmetom projektu bolo rekonštruovať evolúciu a skúmať druhové hranice vybraných skupín prvkov a živočíchov, predovšetkým článkonožcov, pomaliiek, obožživelníkov a plazov.

Cieľ projektu

Cieľom projektu bolo riešiť problematiku diverzity, klasifikácie, rekonštrukcie evolúcie a integrity druhov prvkov a živočíchov pomocou moderných taxonomických metód. Stanovené boli nasledovné ciele: (1) opísať a klasifikovať nové druhy pre vedu, (2) redeskribovať nedostatočne preskúmané druhy, (3) analyzovať fylogenetické vzťahy medzi druhmi s využitím morfologických znakov ako aj jadrových a mitochondriálnych genetických markerov a (4) napokon porovnať evolučné vzory a zákonitosti riadiace historický vývoj druhov prvkov a živočíchov.

Prínos pre prax

S využitím moderných morfologických (svetelná a elektrónová mikroskopia, mnohorozmerné štatistické a kladistické metódy) a molekulárnych metód sme významne prispeli k poznaniu biodiverzity, pričom sme objavili a detailne charakterizovali 34 nových druhov a ustanovili sme dva nové rody. Zistili sme, že vo morfologickom priestore vykazujú druhy prvkov rovnaký vzor ako výlučne pohlavne alebo nepohlavne sa rozmnožujúce živočíchy, aj napriek tomu, že majú zmiešaný spôsob rozmnožovania. Molekulárne fylogenetické analýzy však odhalili, že morfologické znaky značne podhodnocujú reálnu druhovú diverzitu prvkov, a to 3- až 5-násobne. Ďalej sme zistili, že evolúcia symbiontných prvkov do veľkej miery koreluje s evolúciou ich hostiteľov, pričom sa častokrát jedná o vzťah jeden na jedného. Hostitelia zároveň predstavujú ostro izolované ekologické niky, ktoré umožňujú diverzifikáciu prvkov, aj keď nie sú viditeľné žiadne markantné

morfologické rozdiely. Projekt tak významnou mierou prispel k poznaniu biodiverzity, vyriešil taxonomické problémy viacerých zložitých druhových komplexov a vygeneroval množstvo sekvenovaných dát. Nové sekvencie jadrových a mitochondriálnych génov boli deponované v medzinárodných bioinformatických databázach, a tak sú voľne prístupné a použiteľné na ďalšie porovnania a fylogenetické metaanalýzy.

zodpovedný riešiteľ
doc. Dr.rer.nat. Peter Vďačný, PhD.
riešiteľská organizácia
Univerzita Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 10/2020
finančné prostriedky z APVV
218 140 €
číslo projektu
APVV-15-0147

Obr. 1. / Nový druh nálevníka z rodu *Metopus*. Prevzaté z práce Vďačný P. & Foissner W. (2017): A huge diversity of metopids (Ciliophora, Armophorea) in soil from the Murray River floodplain, Australia. I. Description of five new species and redescription of *Metopus setosus* Kahl, 1927. European Journal of Protistology 57: 35–76. doi: 10.1016/j.ejop.2016.12.001

Obr. 2. / Výsledky mnohorozmerných štatistických analýz nálevníkov čeľade Clevelandellidae znázorňujúce, že každý morfoform tvorí homogénny zhluk, ktorý je dobre izolovaný od všetkých ostatných morfoformov. Prevzaté z práce Pecina L. & Vďačný P. (2020): Morphological versus molecular delimitation of ciliate species: A case study of the family Clevelandellidae (Protista, Ciliophora, Armophorea). European Journal of Taxonomy 697: 1–46. doi: 10.5852/ejt.2020.697

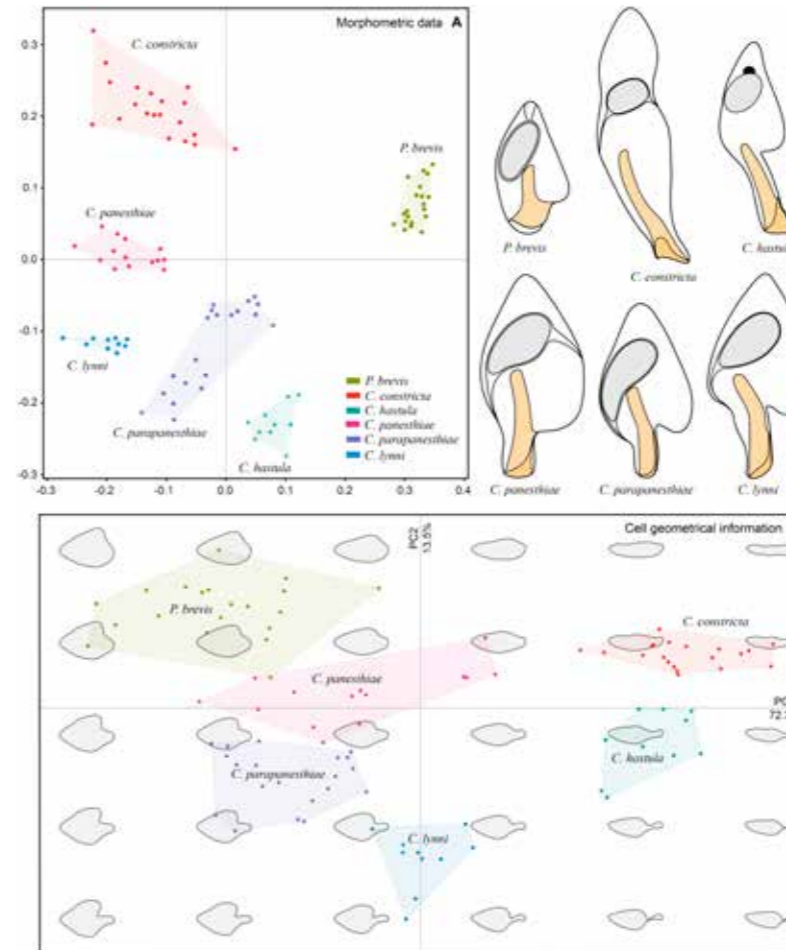
Obr. 3. / Redeskribovaný druh chrobáka z rodu *Elmomorphus*. Prevzaté z práce Kodada J. et al. (2021): Taxonomic revision of the genus *Elmomorphus* Sharp, 1888 I. Japanese and Korean species (Coleoptera: Dryopidae). European Journal of Taxonomy 758: 97–121. doi: 10.5852/ejt.2021.758.1427

Obr. 4. / Výsledky fylogenetických analýz dvoch morfologicky veľmi podobných druhov z rodu *Elmomorphus*. Prevzaté z práce Kodada J. et al. (2021): Taxonomic revision of the genus *Elmomorphus* Sharp, 1888 I. Japanese and Korean species (Coleoptera: Dryopidae). European Journal of Taxonomy 758: 97–121. doi: 10.5852/ejt.2021.758.1427

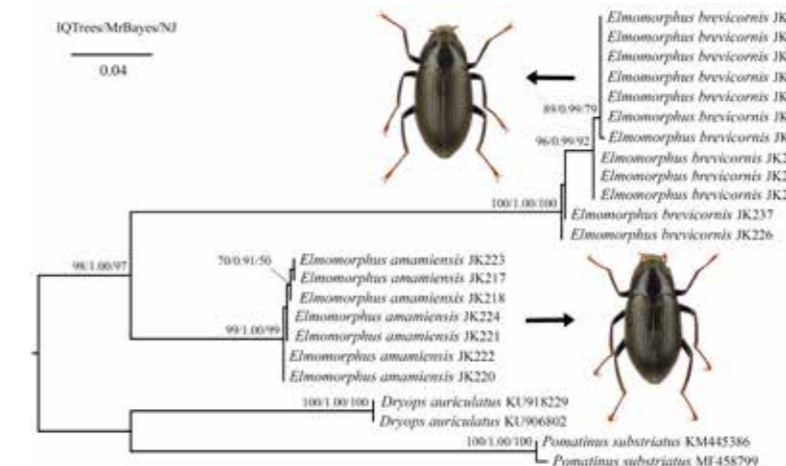
Obr. 5. / Nový druh ropuchy z rodu *Bufo*. Autor fotografie: Daniel Jablonski.



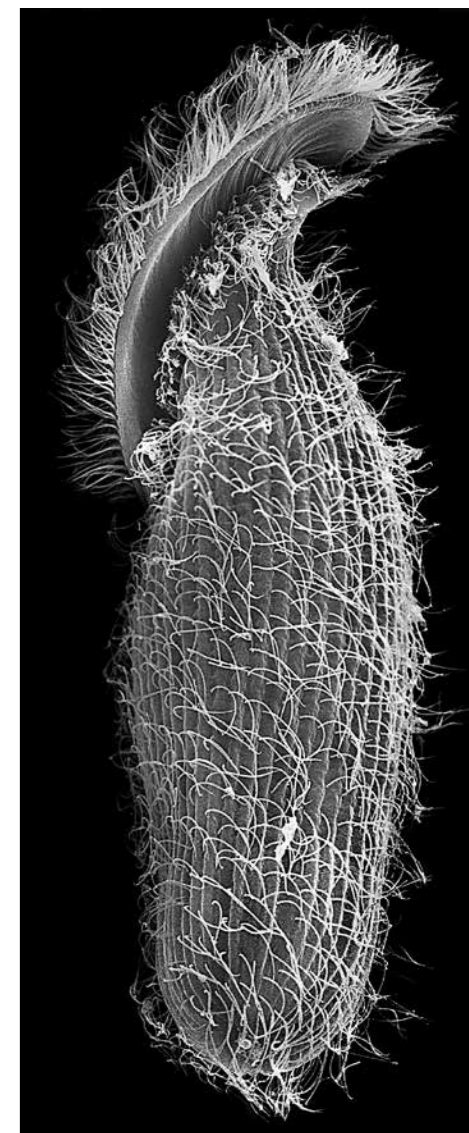
Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 1



Obr. 5

Analýza nervových zakončení sprostředkujících vnitřní bolest pomocí optogenetických metod a multifotónové mikroskopie

Predmet výskumu

Viscerálna bolesť (bolesť vnútorných orgánov) je vážny klinický problém, keď liečba príčiny je neúčinná, nie je k dispozícii, alebo je príčina bolesti je neznáma. Relevantné príklady ťažko liečiteľnej viscerálnej bolesti sú v rozmedzí od bolesti z neliečiteľných karcinómov a/alebo metastáz vnútorných orgánov, až po nesprávne označené skupiny ochorení charakterizovaných bolesťou za neprítomnosti hlavnej patológie (funkčné poruchy). Viscerálna bolesť ovplyvňuje široké spektrum populácie pacientov, zhoršuje ich kvalitu života, spôsobuje neznesiteľné utrpenie, a samozrejme spotrebúva zdroje v zdravotníctve. U týchto pacientov je potrebné okrem základnej príčiny liečiť aj samotnú bolesť. Bohužiaľ, dostupné liečebné možnosti sú vo väčšine prípadov neadekvátne, preto sú nové a účinnejšie liečebné stratégie urgentne potrebné. Hlavnou prekážkou pri vývoji týchto stratégií je nedostatočná znalosť a pochopenie mechanizmov bolesti, a to predovšetkým v oblasti viscerálnej bolesti.

Cieľ projektu

Základnou hypotézou projektu bolo, že neurokrestálne nociceptory (spinálne DRG a vagové jugulárne) a plakodálne nociceptory (vágové nodózne) inervujú odlišné vrstvy gastro-ezofágovej steny a exprimujú odlišné senzorické receptory. Predpokladali sme, že odlišné typy nociceptorov inervujú stenu pažeráku konkrétnym ne-prekrývajúcim spôsobom. A práve týmto mechanizmom sú informácie o noxických udalostiach a / alebo zápaloch z rôznych vrstiev tráviacej steny odovzdávané do rôznych častí CNS cez anatomicky a funkčne rôzne dráhy. Pri riešení projektu sme si stanovili konkrétne ciele:

Cieľ 1. Štrukturálna analýza nervových zakončení neurokrestálnych nociceptorov a plakodálnych nociceptorov v pažeráku a žalúdku pomocou „transgene neuronal tracing“ metódy a multifotónovej mikroskopie.
Cieľ 2. Funkčná analýza nervových zakončení neurokrestálnych nociceptorov a plakodálnych nociceptorov v pažeráku a žalúdku pomocou pomocou optogenetických metód a multifotónového zobrazovania v kombinácii s elektrofyziologickým záznamom.

Cieľ 3. Analýza exprese kľúčových senzorických receptorov a markerov v neurokrestálnych nociceptoroch a plakodálnych nociceptoroch v pažeráku a žalúdku pomocou „transgene neuronal tracing“ metódy, imunofarbenia a multifotónovej mikroskopie.

Dosiahnuté výsledky

Výsledky dosiahnuté v priebehu riešenia projektu možno sumarizovať takto:

- Zaviedli sme novú metódu vizualizácie nervových zakončení u myši s AAV-GFP transfekciou v spolupráci s Johns Hopkins University, Baltimore, MD, USA, ktorá vedie k brilantnej vizualizácii nervových zakončení (obrázok 1). Tieto štúdie úplne po prvýkrát odhalili štruktúru a distribúciu nociceptorov v pažeráku odvodených z neurálnej lišty a plakód, ktoré boli predtým neznáme. Po prvýkrát sme poskytli presvedčivý dôkaz, že žalúdok nie je inervovaný vágovými nociceptormi odvodenými z neurálnej lišty.
- Zaviedli sme nové elektrofyziologické postupy na funkčnú analýzu nervových zakončení odvodených z neurálnej lišty vs. nociceptorov odvodených z plakód. Pomocou týchto metód sme zistili, že i) DRG odvodené z neurálnej lišty projektujú do pažeráku výlučne len nociceptory; ii) tieto pažerákové DRG nociceptory majú vysoký prah pre stimuláciu sliznice; ii) podskupina pažerákových DRG nociceptorov reaguje na ezofageálnu distenziu a rozlišuje škodlivé úrovne tejto distenzie (obrázok 2 A-B); a iv) že pažerákové DRG nociceptory inervujú tak sliznicu, ako aj myenterickú vrstvu (obrázok 2 C).
- V spolupráci s Johns Hopkins University, sme sa podieľali aj na vývoji metódy na analýzu kompletného transkriptómu nociceptorov odvodených z neurálnej lišty vs. plakód pomocou technológie RNAseq. Zistili sme rozdielnú expresiu génov v populácii nodózných a jugulárnych C-vlákien (Obrázok 3).

zodpovedný riešiteľ

Mgr. Alžbeta Trančíková, PhD
riešiteľská organizácia
BioMed Martin, Jessniova lekárska fakulta
v Martine Univerzity Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 6/2019
finančné prostriedky z APVV
74 300 €
číslo projektu
APVV-15-0163

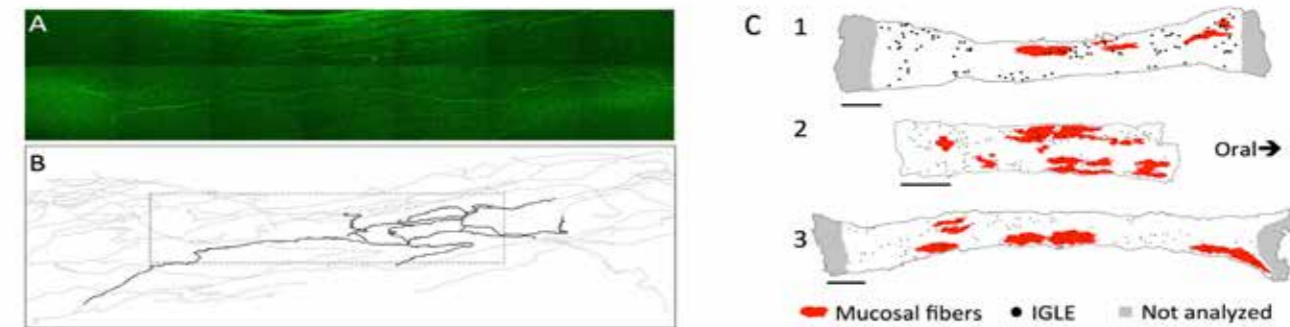
Prínos pre prax

Ako sme spomínali vyššie, súčasné terapeutické možnosti liečby viscerálnej bolesti sú vo väčšine prípadov neefektívne. Vývoj nových postupov však kriticky závisí od detailných morfológických a funkčných znalostí cieľových orgánov. Našími výsledkami sme výrazne prispeli k pochopeniu inervácie orgánov pažeráku a žalúdku, exprese špecifických receptorov v týchto oblastiach, a samozrejme pochopenia mechanizmov bolesti.

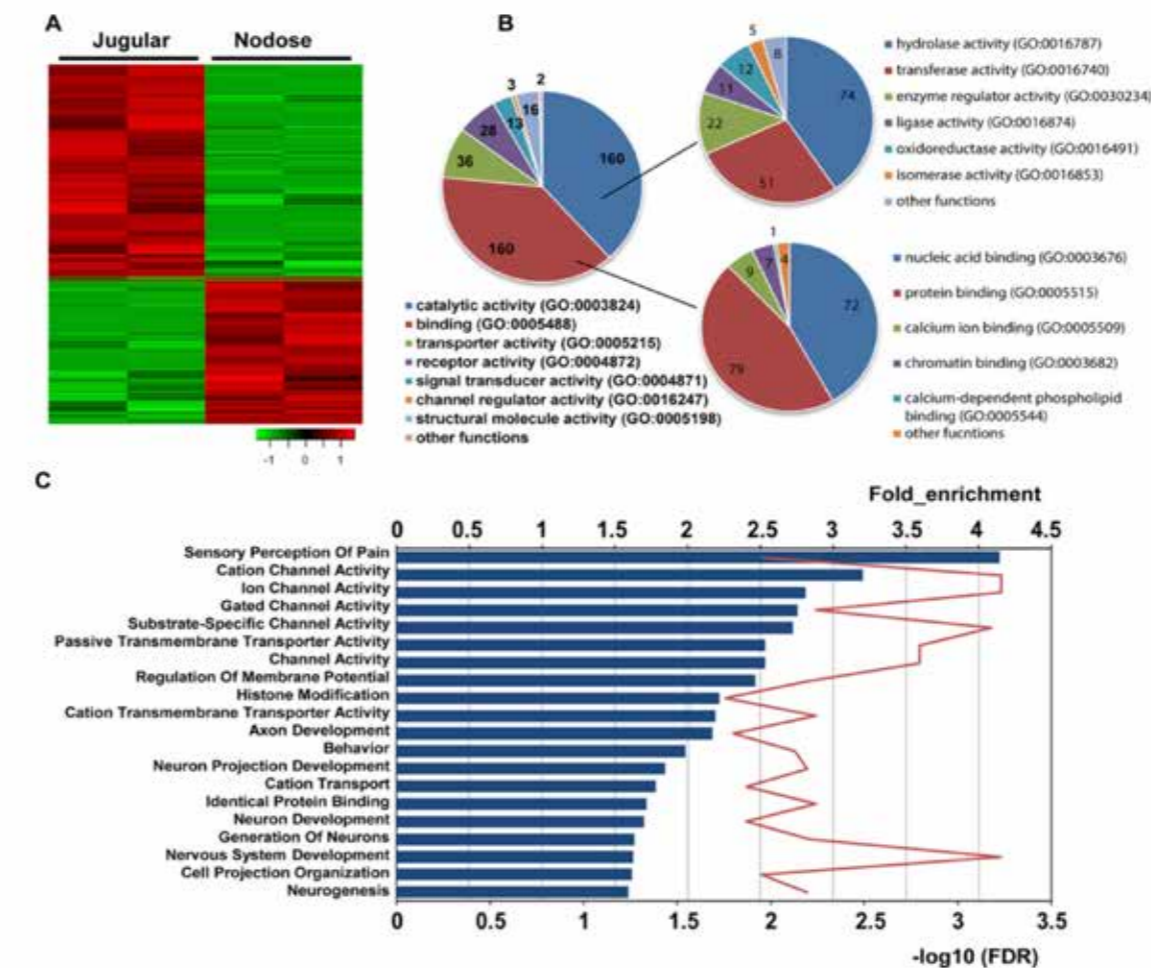
Obr. 1 / Mapovanie GFP-pozitívnych vlákien v sliznici pažeráku. (A) Reprezentatívny konfokálny obraz GFP-pozitívnych vlákien v študovanom tkanive. (B) Schematické znázornenie vetvenia pochádzajúce z jediného vlákna (čierna). Ostatné vlákna sú zobrazené šedou farbou. (C) Distribúcia slizničných vlákien a IGLÉ pozitívnych na GFP v rôznych preparátoch pažeráka očíslovaných 1-3.

Obr. 2 / Väčšina spinálnych DRG vlákien inervujúcich pažerák neodpovedajú na distenziu pažeráku. (A) Reprezentatívne vzorky spinálnych DRG C-vlákien a reagujúcich (horný záznam) a nereagujúcich (dolný záznam) na distenziu pažeráku a (B) zodpovedajúci medián reagujúcich (n = 30) a nereagujúcich (n = 72) analyzovaných C-vlákien. (C) Elektrofyziologický dôkaz vetvenia jedného DRG C-vlákna do mukózy a do svalovej vrstvy.

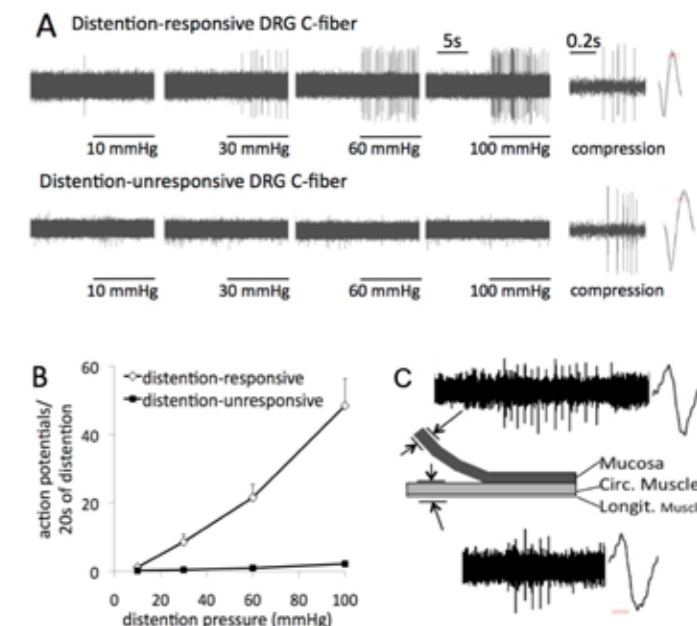
Obr. 3 / RNAseq analýza odhalila rozdielnú expresiu génov v populácii nodózných a jugulárnych C-vlákien. (A) Mapa znázorňujúca gény s vyššou (červená) a nižšou (zelená) expresiou. (B) Vyjadrenie funkčných vlastností a zastúpenie génov zo signifikantne odlišnou expresiou v porovnávaných populáciách C-vlákien. (C) Top 20 biologických dráh obohatených o gény so signifikantnou zmenou exprese v nodózných a jugulárnych C-vláknoch.



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2

Prevenca a eradikácia mikrobiálnych biofilmov vo vzťahu k nanomateriálom

Predmet výskumu

Štúdium bolo zamerané na inhibíciu biofilmov formovaných patogénnymi kvasinkami z rodu *Candida* a grampozitívnymi ako aj gramnegatívnymi baktériami. Na základe moderných poznatkov z nanotechnológií sa hľadali spôsoby eradikácie/inhibície mikrobiálnych biofilmov pomocou molekúl s bioaktívnym účinkom a ich funkcionalizácie do novo-dizajnovaných materiálov na báze silikátov, ich hybridných materiálov a nanokompozitov.

Cieľ projektu

V rámci cieľov projektu bola stratégia výskumu zameraná na dva prístupy: 1. testoval sa antibiofilmový účinok rôznych antimikrobiálnych látok; 2. pripravovali sa a následne charakterizovali a testovali nanomateriály s antimikrobiálnym účinkom.

Dosiahnuté výsledky

Výskum priniesol množstvo cenných výsledkov o príprave biofilmov na rôznych povrchoch, testovaní antimikrobiálnych vlastností, ako aj štúdiu exprese niektorých génov významných pre tvorbu biofilmu a rezistenciu. Priniesol ale aj poznatky z oblasti materiálových vied, najmä materiálovej chémie, pričom najväčšiu časť tvorili materiály s fotosenzibilizačným účinkom. V rámci štúdia biofilmov sa podarilo optimalizovať postupy pre testovanie a vyhodnocovanie jednodruhových ale aj zmiešaných biofilmov na rôznych povrchoch. Z výsledkov vyplynulo, že proces formovania biofilmov významne ovplyvňujú viaceré fyzikálno-chemické parametre materiálov. Dominantnými sa ukázali byť hydrofobicita a iónové interakcie medzi materiálom a mikroorganizmami. Predpokladaný mechanizmus účinku iového minerálu saponitu na bunky baktérie *Escherichia coli* je zhrnutý na Obr. 1.

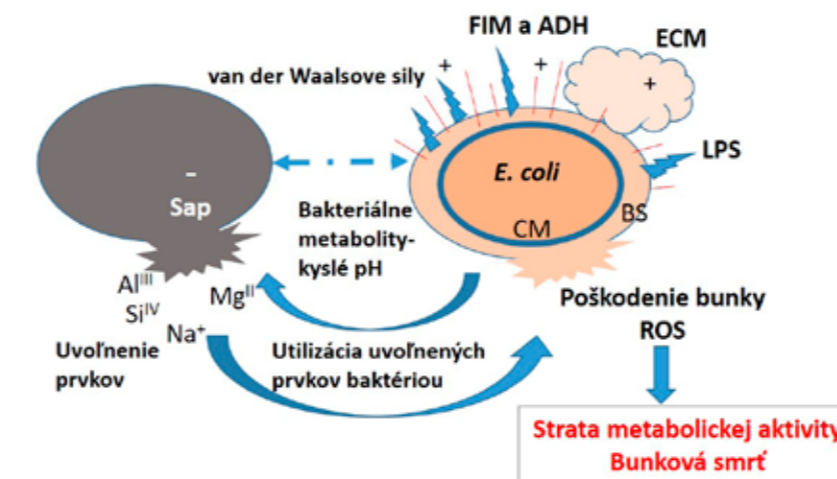
Okrem tohto vplyvu sa v eradikácii maturovaných biofilmov uplatnili aj fotosenzibilizátory (photosensitizer - PS), ktoré po aktivácii svetlom s vhodnou vlnovou dĺžkou zvyšujú aktivitu, čo sa prejavilo vo zvýšenej eradikácii mikroorganizmov. Tento vplyv bol významný hlavne na mikroorganizmy

a ich biofilmy rezistentné voči konvenčným terapeutikám. Príprava hybridného filmu s PS floxínom B je na Obr. 2. Najvýznamnejší pokrok sa dosiahol pri príprave bioaktívnych kompozitných materiálov s technickými polymérmi. Vďaka optimalizácii čiastkových krokov syntéz jednoduchých ale aj zložitejších materiálov, ako sú kompozity polymérov, sa dosiahli významné antimikrobiálne vlastnosti, najmä materiálov, v ktorých účinnou zložkou bol PS. Okrem experimentov zameraných na biologickú aktivitu, prebehla aj charakterizácia fyzikálno-chemických vlastností, ako je hydrofobicita a povrchová energia filmov, spektrálne vlastnosti, ako sú absorpcia svetla a luminiscenčné vlastnosti a rrtg difrakcia na určenie štruktúry materiálu. Okrem experimentálnych metód sa aplikovali aj teoretické metódy kvantovej chémie, najmä pre charakterizáciu medzimolekulových interakcií v modifikovaných materiáloch. Na obr. 3 je zhrnutý dizajn experimentu aj s výsledkami, ktoré potvrdzujú redukciu vo formovaní biofilmov rezistentných baktérií 1000 až 10⁴ krát oproti kontrolným biofilmom bez PS. Do projektu bol zahrnutý aj modelový organizmus *Galleria mellonella*, ktorý sa využil pri testovaní biokompatibility bioaktívnych molekúl a komponentov nanomateriálov, ako aj jednoduchých a polymikrobiálnych biofilmov.

Prínos pre prax

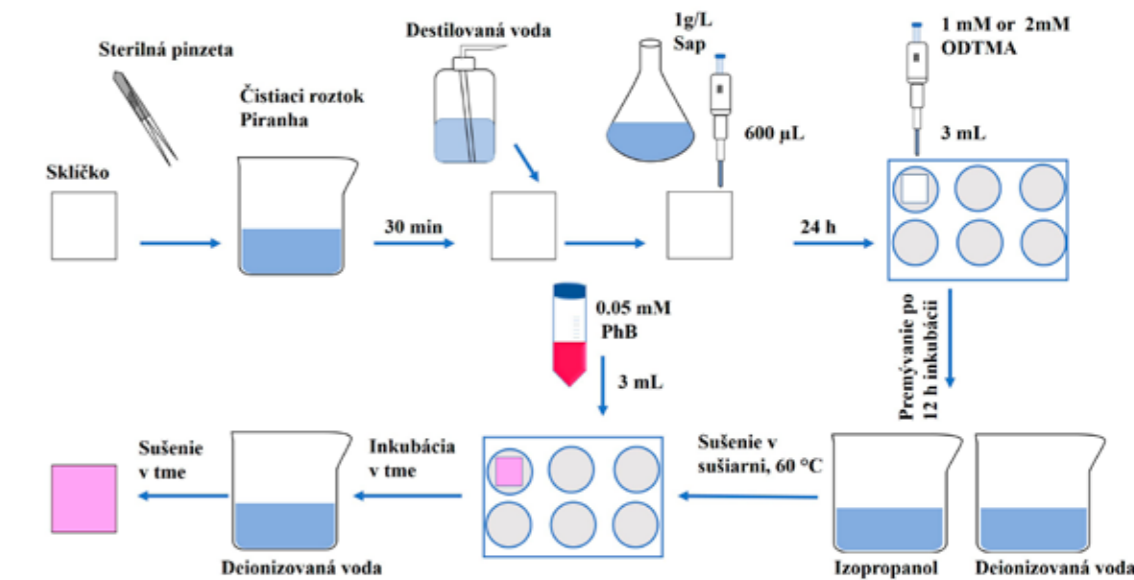
Okrem hlavných výstupov (30 vedeckých SCI publikácií, viac ako 90 citácií podľa databázy SCI), pracovalo na témach súvisiacich s témou projektu 15 diplomantov a 16 doktorandov. Z doktorandov úspešne na konci projektu ukončilo štúdium 9 študentov. Ako výsledok projektu bolo vyvolaných ďalších 7 projektov v SR, podala sa žiadosť niekoľkých zahraničných projektov a získal sa jeden prestížny EU projekt v rámci Horizon 2020 „Excellence in the research area of Combating and evaluation of mixed biofilms“, WIDESPREAD-05-2020; EU project 952398. V súčasnosti na základe získaných informácií prebieha optimalizácia hybridných filmov na polyuretáne, ktorý je hlavným materiálom v dizajne medicínskych pomôcok tak, čím sa nový materiál priblížil k možnému aplikačnému využitiu.

zodpovedný riešiteľ
prof. RNDr. Helena Bujdaková, CSc.
riešiteľská organizácia
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave
spoluriešiteľská organizácia
Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
220 000 €
číslo projektu
APVV-15-0347

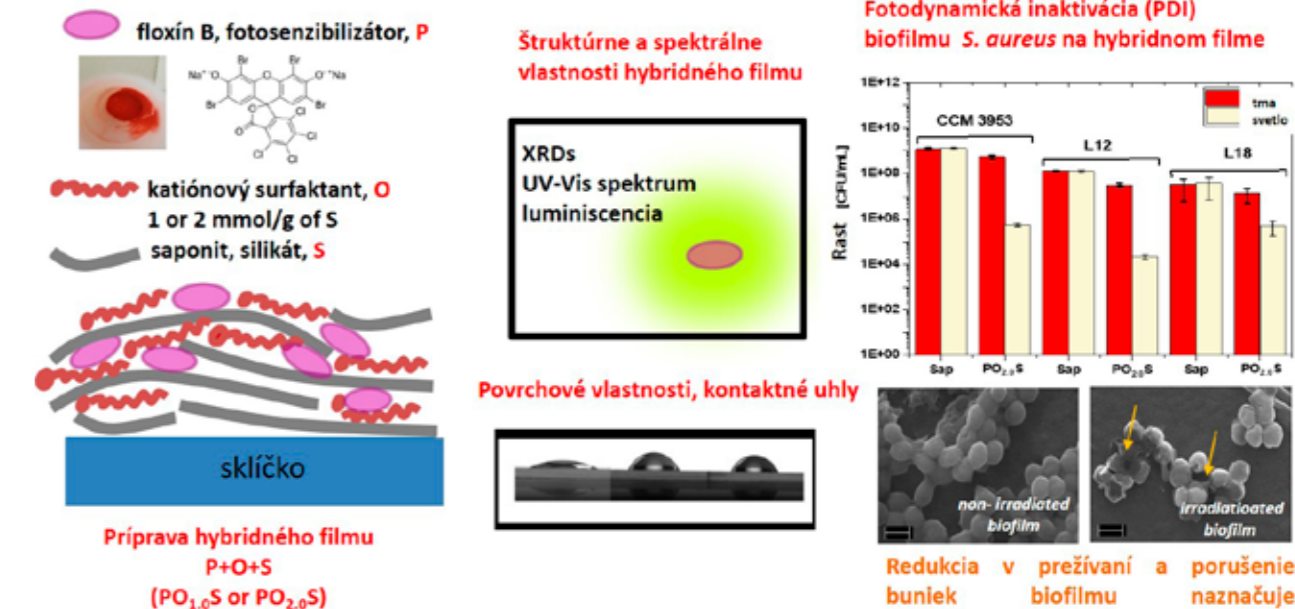


FIM – fimbrie, ADH – adhezíny, ECM – extracelulárny matrix, LPS – lipopolysacharidy, CM – cytoplazmatická membrána, BS – bunková stena, ROS – reaktívne formy kyslíka

Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1. / Názorná schéma vysvetľujúca interakciu medzi časticami silikátu a bunkami baktérie.

Obr. 2. / Postup prípravy hybridného filmu na báze saponitu a floxínu B.

Obr. 3. / Dizajn experimentu prípravy hybridného materiálu s antimikrobiálnym účinkom.

Interagujúce dvojhviezdy - kľúč k porozumeniu Vesmíru

Predmet výskumu

Cykľus vývoja hmoty od medzihviezdnych mračien až po hviezdy, a potom znova späť je základným motorom, ktorý poháňa vývoj hmoty vo vesmíre. Behom vývoja hviezd dochádza k obohacovaniu ich vnútra ťažšími chemickými prvkami, vzniku extrémnych podmienok, ktoré môžu viesť ku vzplanutiam hviezd na konci ich vývoja. Tieto sa stávajú darcami častíc, fotónov, a ťažkých prvkov v medzihviezdnom prostredí, čo má zásadný význam pre pochopenie cirkulácie hmoty v našom vesmíre. Kľúčovým prostriedkom pre lepšie pochopenie cyklu vývoja hmoty vo vesmíre je výskum takých hviezdnych sústav, v ktorých jednotlivé hviezdy sú vzájomne gravitačne viazané, a môžu tak medzi sebou interagovať - tzv. *interagujúce dvojhviezdy*.

Ciele projektu

Ústredným cieľom projektu bol výskum interagujúcich dvojhviezd v špecifických štádiách ich vývoja. Jednotlivé ciele projektu boli preto zamerané na výskum mladých hviezd typu *T Tauri*, *extrasolárnych planét*, ktoré môžu byť produktom vývoja *T Tauri* hviezd s rozsiahlym akréčnym diskom, *tesných dvojhviezd* a viac-násobných sústav, ktoré sa formujú po viac ako 100 miliónoch rokov ďalšieho vývoja mladých hviezdnych sústav. Nakoniec aj takých dvojhviezd, v ktorých jedna zložka už skončila svoj vlastný vývoj, zrútila sa do objektu s extrémne silným gravitačným poľom, avšak v interakcii so svojim súputníkom v dvojhviezde je zdrojom silných explózií sprevádzaných výronom hmoty do medzihviezdného prostredia - sú to tzv. *novy* a *symbiotické hviezdy*.

Dosiahnuté výsledky

Výskum mladých *T Tauri* hviezd nám umožnil lepšie porozumieť vývojovému štádiu gravitačne zrútených mračien medzihviezdnej hmoty až po normálne hviezdy, ktoré vo svojich centrách disponujú najefektívnejším zdrojom energie nukleárneho spaľovania vodíka na hélium. Nami ziste-

ná rýchla rotácia týchto objektov, nízky vek ich hviezdnej evolúcie a prítomnosť rozsiahlych akréčných diskov nám pomohli lepšie pochopiť aj vznik planetárnych sústav. Obrázok 1 ukazuje periodické zmeny svetla *T Tauri* hviezdy s označením *V410 Tauris*, ktoré nám pomohli odhadnúť vlastnosti tohto objektu.

V rámci výskumu extrasolárnych planét sa nám podarilo vysvetliť záhadu tzv. *Boyianovej hviezdy*, okolo ktorej obieha rozpadávajúca sa exoplanéta zahalená v prachových mračnách. Podobne, veľmi zaujímavým výsledkom je potvrdenie precesie obežnej dráhy exoplanéty *Kepler-13*, ktorá obieha okolo rýchlo rotujúcej sploštenej materskej hviezdy, ktorej rotačná os je sklonená voči rovine oblohy asi o 100 stupňov. Na obrázku 2 je zobrazená geometria prechodu exoplanéty popred materskú hviezdu (čierny pás na ľavom paneli) a odpovedajúci pokles jasnosti materskej hviezdy počas zákrytu (pravý panel).

V rámci výskumu tesných dvojhviezd sa nám podarilo vypracovať doteraz najkomplexnejší model silno-interagujúcej tesnej dvojhviezdy β Lyrae (obrázok 3). Skladá sa z dvoch hviezd obiehajúcich tesne okolo seba. Horúca a zároveň aj hmotnejšia hviezda je zahalená diskom a priamo ju skoro nie je vidieť. Chladnejšia a menej hmotná hviezda je deformovaná gravitačnou silou ťažšej hviezdy, čo spôsobuje premiestňovanie jej hmoty do disku, cez ktorý sa postupne dostáva na hmotnejšiu hviezdu. Obrázok 3 ukazuje náš numerický model sústavy ako ju vidíme z rôznych strán.

V rámci výskumu symbiotických hviezd sme analýzou termonukleárneho vzplanutia na povrchu bieleho trpaslíka (mŕtvej hviezdy s extrémnou gravitáciou) v symbiotickej dvojhviezde *Z And* zistili vysoko-rýchlostný úzko-smerovaný únik hmoty zo sústavy tempom niekoľkých miliontin hmotnosti nášho Slnka za rok. Tento jav sme vysvetlili zrútením sa vnútorných častí disku okolo bieleho trpaslíka v dôsledku jeho výrazného zvýšenia svietivosti počas vzplanutí (obrázok 4). Je to názorný príklad, ako sa

zodpovedný riešiteľ

RNDr. Augustín Skopal, DrSc.

riešiteľská organizácia

Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici

spoluriešiteľské organizácie

Prírodovedecká fakulta Univerzity Pavla Jozefa Šafarika v Košiciach / Vihorlatská hviezdáreň Humenné

termín riešenia

7/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

214 174 €

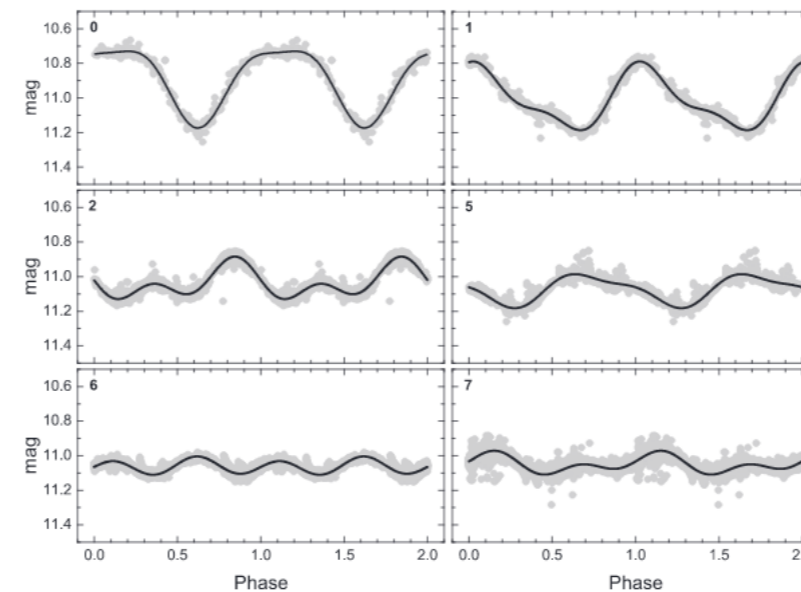
číslo projektu

APVV-15-0458

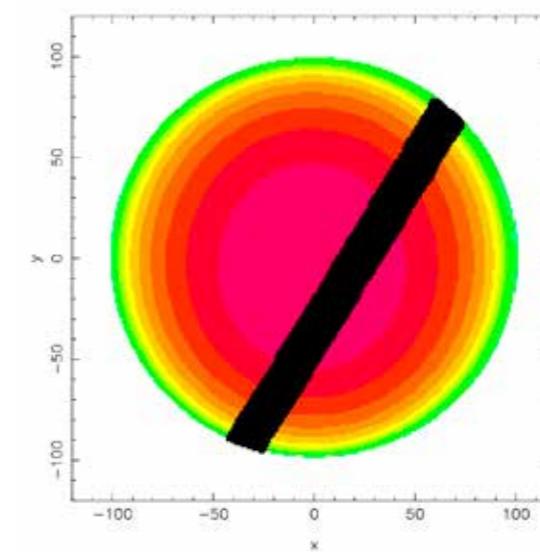
hmota zo súputníka (normálnej hviezdy) môže dostať cez akréčny disk do blízkosti a na povrch bieleho trpaslíka, odkiaľ je vyvrhnutá do medzihviezdného priestoru.

Prínos pre prax

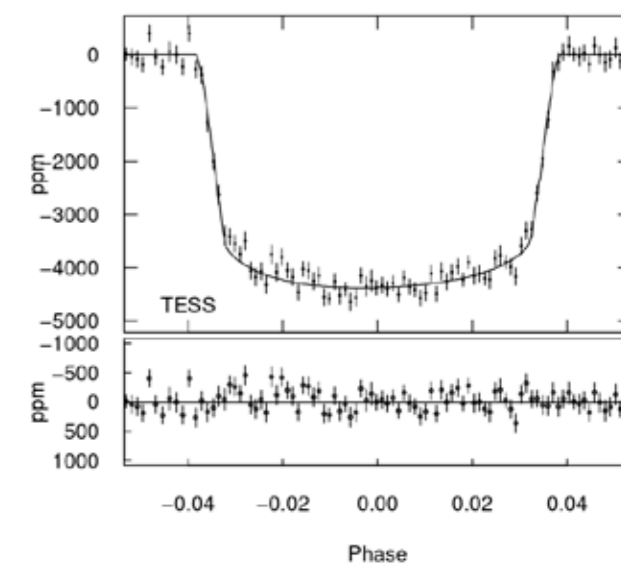
Výsledky, ktoré sme získali v rámci riešenia projektu, "Interagujúce dvojhviezdy - Kľúč k porozumeniu Vesmíru", prispeli k lepšiemu porozumeniu cyklu vývoja hviezd a ich planetárnych sústav, v ktorom kľúčovým procesom je akrécia hmoty na centrálny objekt, následná formácia akréčných diskov s možnosťou vzniku extrémnych vzplanutí, ktoré zabezpečujú cirkuláciu hmoty vo vesmíre. Publikované výsledky projektu budú použité pre ďalší vedecký výskum, ako aj na výuku v rámci doktorandského štúdia. Konkrétne, do študijného plánu doktorandského štúdia na Astronomickom ústave SAV bol od akademického roku 2021/22 zaradený nový predmet, "An Introduction to Extrasolar Planets and Brown Dwarfs". Prírodným prínosom výsledkov projektu je ich využitie pre popularizáciu vedy. Tento typ projektu (základný výskum) nemá v praxi okamžitý realizačný výstup.



Obr. 1



Obr. 2a



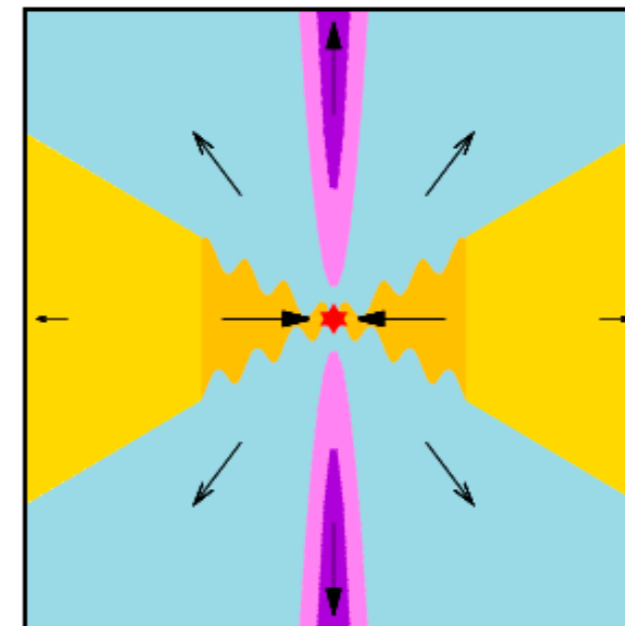
Obr. 2b

Obr. 1/ Evolúcia periodických svetelných zmien hviezdy typu *T Tauri* s označením *V410 Tauris*. Zmeny jasnosti spôsobené hviezdovými škvrnami umožňujú určiť rýchlosť rotácie objektu.

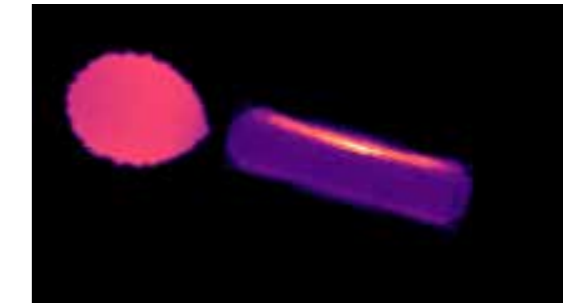
Obr. 2/ Naľavo: Geometria prechodu exoplanéty popred materskú hviezdu (čierny pás). Rôzne farby povrchu hviezdy znázorňujú jej rozdielne teploty. Napravo: pokles jasnosti materskej hviezdy počas zákrytu (plná čiara - model; body - pozorovania družicou TESS).

Obr. 3/ Numerický model silno-interagujúcej tesnej dvojhviezdy *Lyry* ako ju vidíme z rôznych strán, z boku (3a) a keď sú zložky dvojhviezdy za sebou (3b).

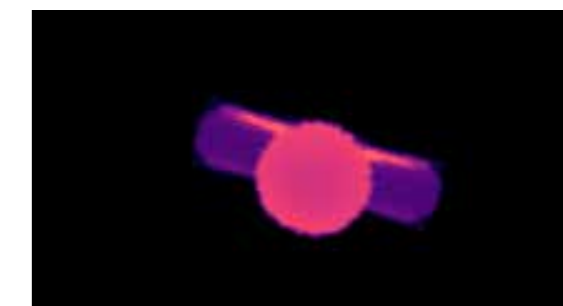
Obr. 4/ Ilustrácia vzplanutí na bielom trpaslíkovi (červená hviezda) v symbiotickej dvojhviezde *Z And*. Energetické žiarenie trpaslíka vyháňa rýchly hviezdny vietor (modrá) a spôsobí zrútenie vnútorných častí disku späť na jeho povrch. To spôsobí ejakciu hmoty vo forme úzko-smerovaných výtryskov do polárnych oblastí hviezdy (fialová).



Obr. 4



Obr. 3a



Obr. 3b

Topologické aspekty biosyntézy mykobakteriálneho arabinogalaktánu

Predmet výskumu

Tuberkulóza (TBC) je jedno z najzávažnejších ochorení v ľudskej histórii. Napriek tomu, že sa táto choroba dá poraziť, ak je včas diagnostikovaná a správne liečená, aj v dnešnej dobe TBC podľahnú každú minútu dvaja až traja ľudia. Predmetom nášho výskumu je štúdium vybraných metabolických procesov v *Mycobacterium tuberculosis*, patogénu, ktorý spôsobuje TBC. V projekte sme sa zamerali na štúdium špecifických aspektov výstavby bunkovej steny mykobaktérii, ktorá predstavuje osvedčený cieľ pre pôsobenie najúčinnějších antituberkulotík.

Cieľ projektu

Bunkový obal slúži ako hlavná ochranná bariéra *Mycobacterium tuberculosis* voči pôsobeniu liečiv, ako aj imunitnému systému hostiteľa. Jeho základom je jadro bunkovej steny zložené z kovalentne viazaného peptidoglykánu, rozvetveného heteropolysacharidu arabinogalaktánu a dlhých mastných kyselín, tzv. mykolových kyselín. Výstavba tejto štruktúry umiestnenej na povrchu baktérii vyžaduje zapojenie enzýmov pôsobiacich na oboch stranách plazmatickej membrány, ako aj translokáciu metabolických medziproduktov z cytoplazmy do periplazmatického priestoru. Hlavným cieľom projektu bolo objasniť topológiu vybraných reakcií biogenézy mykobakteriálnej bunkovej steny.

Dosiahnuté výsledky

K najdôležitejším výsledkom tohto projektu patrí funkčná charakterizácia ABC (z angl. *ATP-binding cassette*) transportéra Wzm-Wzt, ktorý katalyzuje translokáciu prekursorov galaktánu cez plazmatickú membránu. Galaktán je polymér, ktorý je v mykobaktériách zložený z približne 30 jednotiek galaktózy vo forme päťčlánkových kruhov, furanóz. Takáto forma galaktózy je v prírode relatívne vzácna a u človeka sa nevyskytuje vôbec, a preto metabolické dráhy, ktoré sa zúčastňujú na jej produkcii, ale aj na jej zabudovaní do komplexnejších štruktúr, predstavujú atraktívny cieľ pre vývoj nových antituberkulotík. Aktivovaná forma galaktofuranózy, glykozylnukleotid

uridíndifosfát galaktofuranóza (UDP-Galf) je produkovaná vo vnútri bunky, v cytoplazme, a predpokladalo sa, že v tomto priestore je syntetizovaný aj prekursor galaktánu, pred jeho začlenením do bunkovej steny. Otvorila sa teda otázka, akým spôsobom je galaktánový polymér translokovaný na povrch bunky. Zamerali sme sa na hľadanie funkcie ABC transportéra, o ktorom sa predpokladalo, že by mohol hrať úlohu v tomto procese a ktorý je vysoko konzervovaný vo všetkých doposiaľ sekvenovaných mykobaktériách. V projekte sme využili metódu CRISPR interferencie (CRISPRi) v nepatogénnom kmeni *Mycobacterium smegmatis* na prípravu kmeňov s regulovateľnou expresiou zložiek ABC transportéra, transmembránovej a nukleotid-viažucej podjednotky. Ukázali sme, že inhibícia ich produkcie vedie k závažným morfológickým zmenám buniek (obr. 1) a k akumulácii neobvykle dlhého galaktánového prekursora v mykobaktériách. V našej práci sa po prvýkrát podarilo izolovať tento materiál z buniek a charakterizovať jeho štruktúru. Na základe našich výsledkov sme navrhli model koordinovanej syntézy a exportu prekursora galaktánu v mykobaktériách, čo predstavuje zásadne nové informácie ohľadom biogenézy štruktúry kritickej pre prežitie patogénu (obr. 2). Okrem toho sme skúmali účinky vybraných zlúčenín navrhnutých našimi domácimi a zahraničnými spolupracovníkmi na metabolické dráhy zapojené do výstavby arabinogalaktánu s cieľom overiť ich inhibičný potenciál. Nové metódy vypracované v rámci tohto projektu budú použité v našom ďalšom úsilí o objasnenie aspektov biogenézy bunkovej steny mykobaktérii.

Prínos pre prax

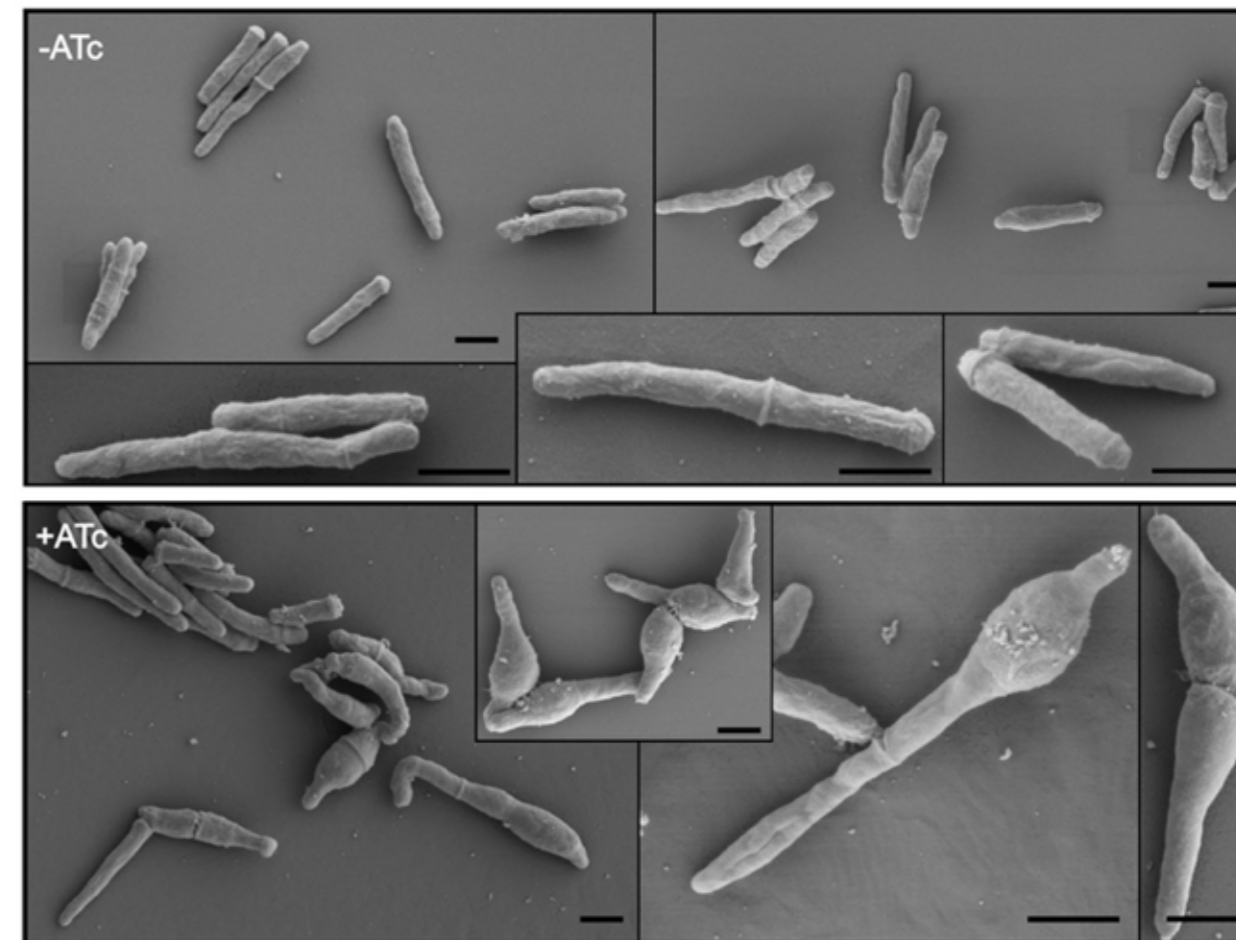
Výsledky projektu prispievajú k porozumeniu biosyntézy mykobakteriálnej bunkovej steny, ktorá predstavuje významný a citlivý cieľ pre vývoj nových antituberkulotík.

zodpovedný riešiteľ
doc. RNDr. Mikušová Katarína, DrSc.
riešiteľská organizácia
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
217 178 €
číslo projektu
APVV-15-0515

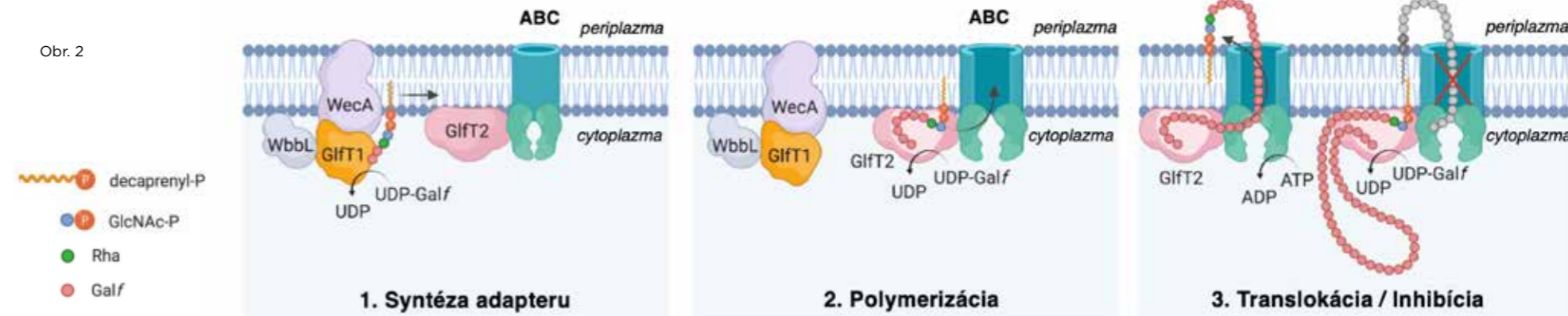
Obr. 1 / Zníženie expresie transmembránovej podjednotky transportéra Wzm v CRISPRi kmeni *Mycobacterium smegmatis* spôsobuje zmenu morfológie buniek. Snímky zo skenovacej elektrónovej mikroskopie CRISPRi kmeňa pestovaného v neprítomnosti (-ATc) a v prítomnosti anhydrotetracyklínu (+ATc), ktorý je induktorom genetickej interferencie. Mierka - 1 μm . (Obrázok prevzatý a upravený z publikácie Savková a kol.: An ABC transporter Wzm-Wzt catalyzes translocation of lipid-linked galactan across the plasma membrane in mycobacteria. *Proc Natl Acad Sci USA* 2021, 118, 17).

Obr. 2 / Hypotetický model koordinovanej syntézy a transportu galaktánu v mykobaktériách. Syntéza adaptéru, ktorá je zabezpečená enzýmami N-acetylglukóزامinyl-1-P-transferáza WecA, ramnozyltransferáza WbbL a galaktozyltransferáza Gift1 (1) je nasledovaná polymerizáciou galaktánu katalyzovanou galaktozyltransferázou Gift2 (2). Translokácia galaktánu cez plazmatickú membránu prostredníctvom ABC transportéra Wzm-Wzt začína z redukujúceho konca polyméru a je poháňaná hydrolyzou ATP v podjednotke Wzt (3). Neprítomnosť transportéra má za následok produkciu neobvykle dlhého galaktánového polyméru (3). Znázornené proteín-proteínové interakcie sú len hypotetické. (Obrázok prevzatý a upravený z publikácie Savková a kol.: An ABC transporter Wzm-Wzt catalyzes translocation of lipid-linked galactan across the plasma membrane in mycobacteria. *Proc Natl Acad Sci USA* 2021, 118, 17)

Obr. 1



Obr. 2



Inteligentné nanopórovité systémy ako nosiče liečiv

Predmet výskumu

Projekt APVV-15-520 (INSTAL) bol zameraný na výskum usporiadanej nanopórovitej siliky (SiO₂) ako nosiča liečiv. Boli pripravené usporiadané nanopórovité materiály rôznej symetrie a rozmerosti pórov, ako nemodifikované nanopórovité materiály, tak aj materiály nesúce na svojom povrchu funkčné skupiny umožňujúce uvoľňovanie liečiva vplyvom fyzikálnych a chemických stimulov (zmena pH, teploty, redoxného potenciálu, magnetických vlastností, zmena vlnovej dĺžky žiarenia, hydrofilnosti/hydrofóbnosti povrchu). V rámci projektu bol skúmaný vplyv morfológických vlastností a povrchovej modifikácie siliky na proces adsorpcie a uvoľňovania rôznych typov liečiv. Bola skúmaná cytotoxicita vybraných systémov, ako aj realizované experimenty in-vivo na experimentálnych zvieratách.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bola príprava, charakterizácia a biologické testovanie nových pokrokových nanopórovitých matric ako materiálov pre ciele transport a uvoľňovanie liečiv vplyvom fyzikálnych a chemických stimulov.

Dosiahnuté výsledky

Pripravili sme a študovali nosiče liečiv, ktoré uvoľňujú liečivo zmenou pH. Ako liečivo sme použili protirakovinové liečivo 5-fluorouracil (5-FU). Vývoj a použitie týchto systémov je založené na fakte, že pH rakovinových buniek je nižšie, ako pH zdravých buniek. Vyvinuli sme systém, ktorý bol tesný (uzatvorený) pri fyziologickom pH, a nedochádzalo by k uvoľneniu liečiva, ale poklesom pH sa póry nosiča otvorili a dochádzalo k uvoľneniu cytostatika, 5-fluorouracilu. Adsorpčné vlastnosti 5-fluorouracilu boli preskúmané konštrukciou adsorpčných izoterm ako aj pomocou mikrokolorimetrie. Ukázalo sa, že pri neutrálnom pH nedochádzalo k uvoľňovaniu liečiva a pri poklese na pH = 5 sa uvoľnilo viac ako 80% adsorbovaného množstva liečiva. Na tomto pripravenom systéme sme taktiež uskutočnili testy cytotoxicity s použitím humánnych U87 MG buniek.

Podobný systém, ktorý uvoľňuje liečivo zmenou pH sme použili aj na štúdium koadsorpcie dvoch liečiv, antiflogistika naproxénu (NAP) a protirakovinového liečiva 5-fluorouracilu (5-FU). Koadsorpcia dvoch liečiv je prístup, pomocou ktorého je možné zvýšiť účinnosť liečiv a prekonať rezistenciu organizmu na rôzne liečivá. Množstvo NAP adsorbovaného počas koadsorpcie bolo trikrát väčšie v porovnaní s čistým NAP, zatiaľ čo množstvo 5-FU adsorbovaného zo zmesi zostalo počas koadsorpcie nezmenené. S cieľom preskúmať účinnosť navrhovaného systému na dodávanie do biologického prostredia sa uskutočňovali experimenty biokompatibility a cytotoxicity s použitím rakovinových buniek U87 MG a SKBR3. Cytotoxicita 5-FU voči rakovinovým bunkám bola vyššia, keď sa 5-FU dodával v spoločnej adsorpcii s NAP, v porovnaní s experimentmi, keď sa 5-FU dodával samostatne. Pripravili a preskúmali sme aj redox-responzívny systém podávania liečiv. Ako modelové liečivo sme v štúdiu použili doxorubicín (DOX), chemoterapeutikum používané na liečbu rôznych druhov rakoviny. Naviazaný redox citlivý ligand s cystamínom, obsahujúci disulfidový linker, bol naviazaný peptidovou väzbou prostredníctvom skupín kyseliny tioglykovej a nanočasticami ZnS-COOH, ktoré uzavreli póry. Po rozštípení disulfidovej väzby sa nanočastice ZnS-COOH uvoľnili a otvorili sa póry, čím dochádzalo k uvoľneniu DOX. Venovali sme sa aj svetlocitlivým systémom uvoľňujúcim liečivo ožiarení UV-VIS svetlom, kompozitným systémom kde bolo liečivo dodávané a uvoľňované vplyvom magnetického poľa alebo teploty. Povolný rozsah príspevku neumožňuje popísať všetky pripravené a študované systémy.

Prínos pre prax

Vývoj nových, účinnejších systémov podávania liečiv je veľmi dôležitou otázkou, ktorú musí dnešná moderná spoločnosť riešiť. Osobitne liečivá s nízkou špecifickosťou a rozpustnosťou vedú k tomu, že pre dosiahnutie požadovaného terapeutického efektu sú pacienti nútení užívať ich vysoké dávky. Riešením načrtnutých problémov je

zodpovedný riešiteľ

prof. RNDr. Vladimír Zelenák, DrSc.

riešiteľská organizácia

Prírodovedecká fakulta Univerzity Pavla Jozefa Šafarika v Košiciach

spoluriešiteľská organizácia

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

termín riešenia

7/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

165 767 €

číslo projektu

APVV-15-0520

vývoj biokompatibilných nosičov liečiv, ktoré sú schopné prijať vysoké dávky molekúl liečiva a liečivo dopraviť ciele nebezpečného predčasného uvoľnenia. Využitie nosičov je obzvlášť prospešné v prípade liečiv, ktorých aplikácia je sťažená napr. ich hydrofóbnosťou. Vývoj nových systémov na podávanie liečiv má okrem spoločenských aspektov aj značné ekonomické benefity. Podľa publikovaných údajov, vytvorením účinnejších systémov na podávanie hydrofóbných liečiv by bolo možné ročne ušetriť až 8 miliárd USD.

Obr. 1 / Schematické znázornenie funkcie nosiča, ktorý uvoľňuje liečivo zmenou pH.

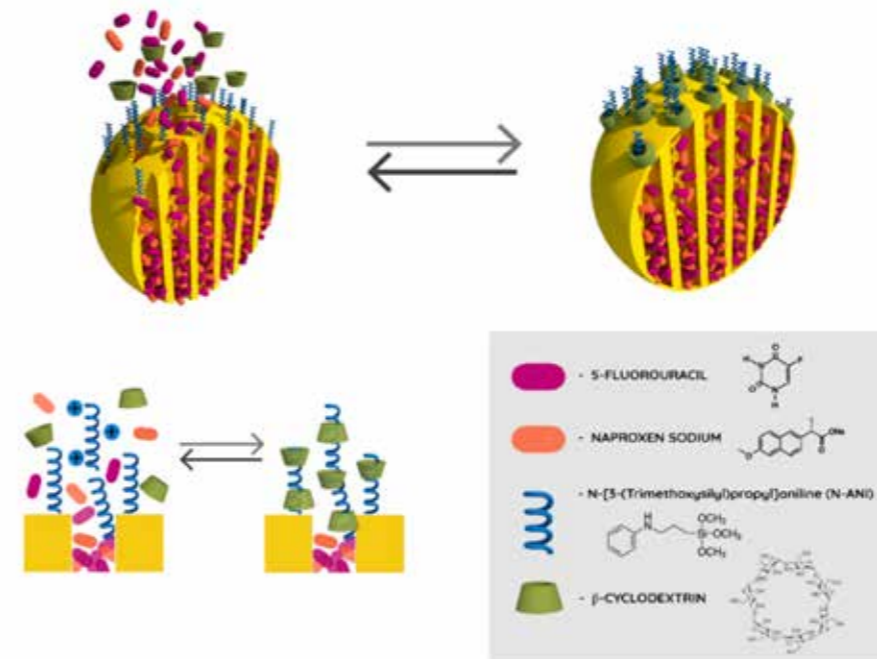
Obr. 2 / Štúdium biokompatibility a cytotoxicity pripravených systémov.

Obr. 3. / Profily uvoľňovania a) 5-fluorouracilu, b) naproxénu z vyvíjaných nosičov liečiv pri dvoch rozličných hodnotách pH (5 a 7.4).

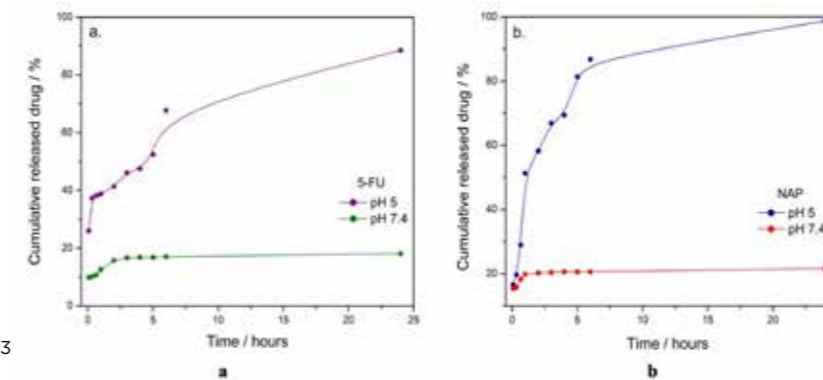
Obr. 4. a) / Adsorpčné/desorpčné izotermie dusíka na pripravených materiáloch a b) distribúcie veľkosti pórov pripravených vzoriek.

Obr. 5. / Schéma experimentov in-vivo a kvantitatívna/kvalitatívna analýza počas štúdie účinnosti otvárania pórov vo vyvíjaných systémoch in-vivo pomocou UV svetla.

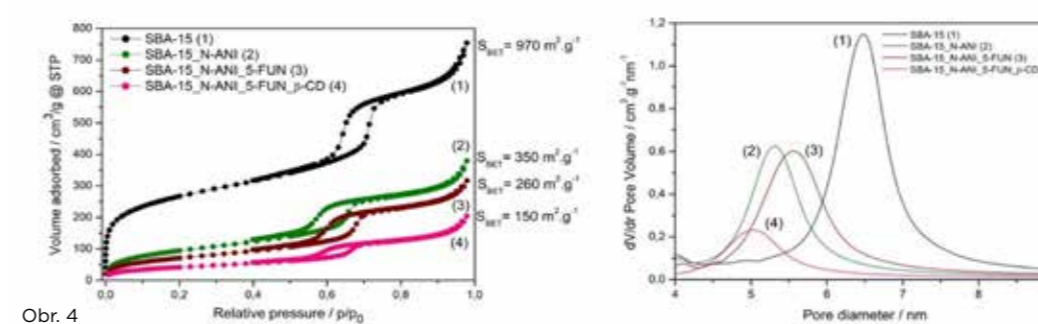
Obr. 1



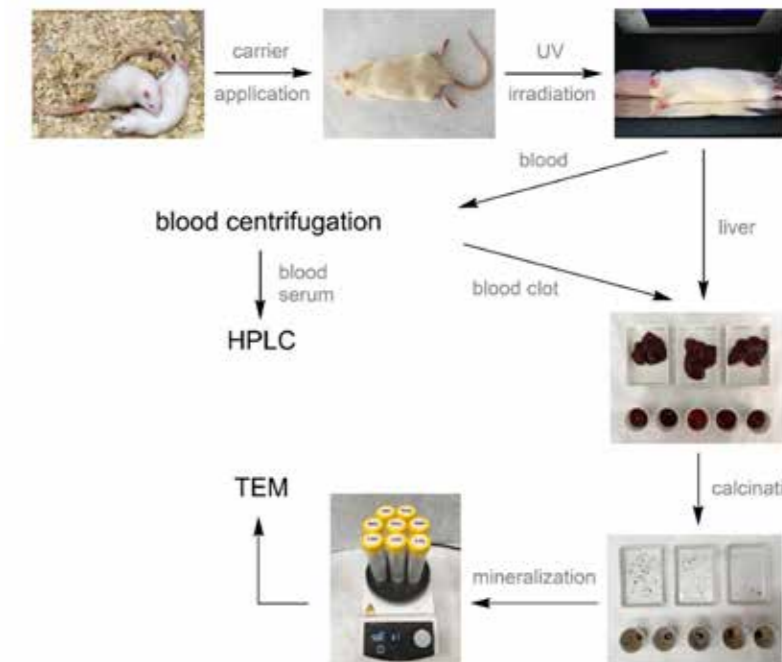
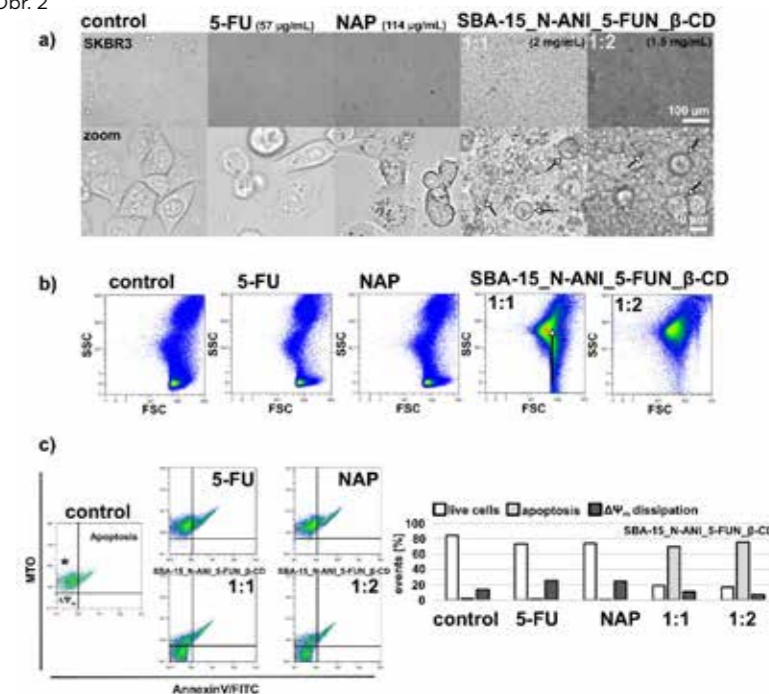
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 2



Obr. 5

Numerické metódy pre vývoj kriviek a plôch a ich aplikácie

Predmet výskumu

Projekt sa zaoberal štúdiom nových Lagrangeovských a Eulerovských metód na riešenie úloh vývoja kriviek a plôch v diferenciálnej geometrii a jej aplikáciách.

Ciele projektu

Cieľom projektu bol vývoj nových matematických modelov a numerických metód na riešenie úloh pohybu kriviek a plôch v širokej škále aplikácii – od spracovania a analýzy obrazu a počítačového videnia v informatike až po fyzikálne modelovanie v oblastiach ako sú simulácie horenia v spaľovacích motoroch, šírenie lesných požiarov alebo modelovanie tiažového poľa Zeme.

Dosiahnuté výsledky

Spoločným menovateľom študovaných aplikácií je ich matematický popis pomocou nelineárnych geometrických parciálnych diferenciálnych rovníc, na riešenie ktorých boli navrhnuté efektívne a robustné výpočtové algoritmy predovšetkým na báze metódy konečných objemov. Splnenie cieľov projektu môžeme zosumarizovať nasledujúcim spôsobom:

- boli vytvorené nové metódy spracovania obrazu v biológii a medicíne, aplikované na 3D a 4D mikroskopické dáta počiatočných štádií vývoja stavovcov, a to predovšetkým metódy na segmentáciu a trekking buniek a bunkových štruktúr v týchto dátoch, viď obrázky 1 a 2.
- boli vytvorené nové metódy na segmentáciu rozsiahlych viac-kanálových satelitných dát na báze pohybujúcich sa rovinných kriviek, viď obrázok 3.
- bol vytvorený nový model pre modelovanie šírenia lesných požiarov na báze evolúcie priestorových kriviek na ploche danej topografiou Zeme, ktorý zahŕňa vplyv paliva, rýchlosti a smeru vetra, sklonu terénu a normálnu a geodetickú krivosť hranice požiaru,
- bol vytvorený nový model pre rekonštrukciu plôch z 3D mračien bodov získaných laserovým skenovaním na báze level-set metódy pre pohyb plôch a tento bol tiež rozšírený na segmentáciu 3D obrazu s podporou

mračien bodov, metódy boli aplikované na rekonštrukciu archeologických dát a biologických štruktúr v 3D obrazoch,

- bol vytvorený nový Lagrangeovský algoritmus na báze metódy duálnych konečných objemov pre pohyb plôch s aplikáciami v architektúre a hľadanií minimálnych plôch,
- boli vytvorené nové tangenciálne redistribúcie bodov pri vývoji plôch podľa strednej a Gaussovej krivosti a podľa externého rýchlostného poľa s aplikáciami na optimálne diskretizácie plôch vo výpočtovej geometrii, CAD systémoch a fyzikálnom modelovaní úloh s voľnými hranicami,
- boli vytvorené nové level-set metódy na báze in-flow-implicit/outflow-explicit metódy konečných objemov pre pohyb plôch reprezentujúcich front horenia v spaľovacích motoroch, viď obrázok 4,
- boli vytvorené nové Lagrangeovské metódy vývoja plôch pre optimálnu tvorbu výpočtových sietí nad povrchom Zeme pre 3D modelovanie tiažového poľa Zeme vo vysokom rozlíšení pomocou riešenia geodetických okrajových úloh so šikmou deriváciou, viď obrázok 5,
- metódy boli sériovo a paralelne implementované, analyzované z hľadiska presnosti a stability a testované na reálnych dátoch z praxe.

Prezentované výsledky boli dosiahnuté a ciele splnené aj vďaka intenzívnej medzinárodnej spolupráci s biologickými pracoviskami CNRS Gif-sur-Yvette, University of Montpellier a University of Cambridge, matematickými pracoviskami na Monash University, Melbourne a University of Erlangen-Nurnberg a súkromnými spoločnosťami AVL List Graz a TatraMed Software Bratislava.

zodpovedný riešiteľ

prof. RNDr. Karol Mikula, DrSc.

riešiteľská organizácia

Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie, Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

termín riešenia

1/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

200 000 €

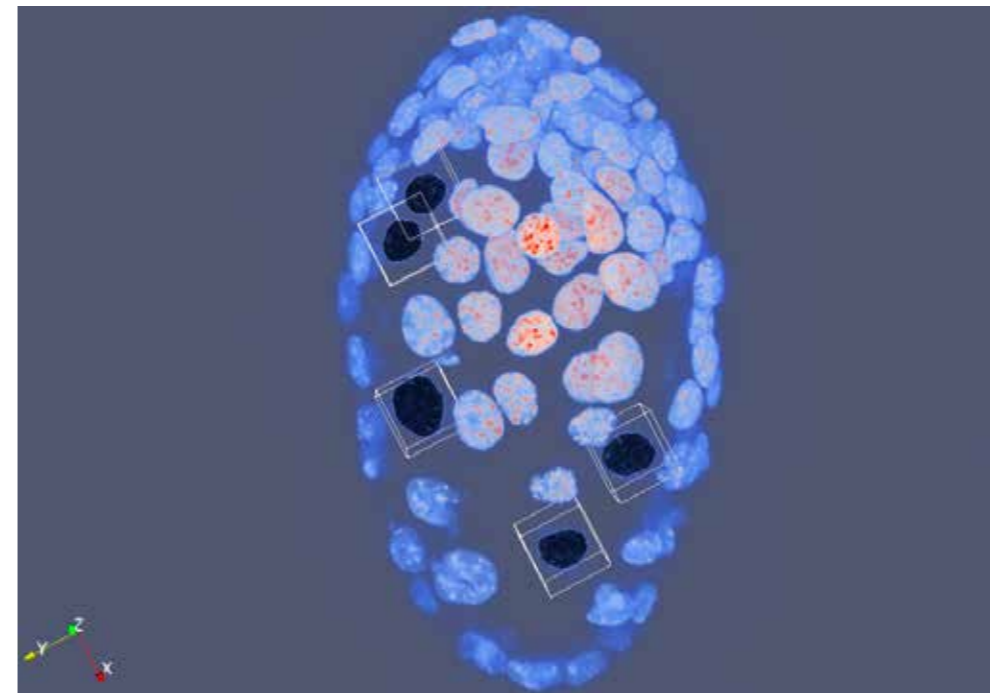
číslo projektu

APVV-15-0522

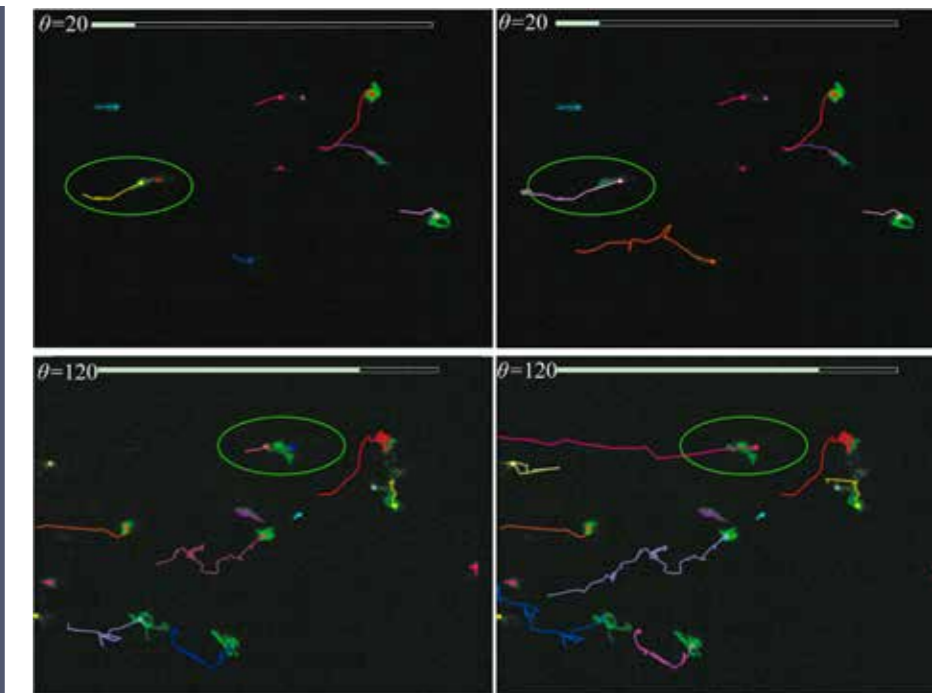
Prínos pre prax

Výsledky projektu nájdu uplatnenie v oblastiach, ako sú

- spracovanie satelitného obrazu pri detekcii a monitorovaní chránených území Natura 2000,
- spracovanie biomedicínskeho obrazu vo vývojovej biológii a výskume odozvy imunitného systému na zápalové a iné ochorenia,
- výpočtová geometria a tvorba optimálnych 3D sietí pre vedeckotechnické výpočty,
- optimálna diskretizácia plôch v CAD systémoch pre architektúru a stavebníctvo,
- spracovanie 3D mračien bodov z laserového skenovania a pri segmentácii obrazu,
- modelovanie šírenia lesných požiarov
- modelovanie a simulácie horenia v spaľovacích motoroch
- presnom určovaní tiažového poľa Zeme v geodézii.



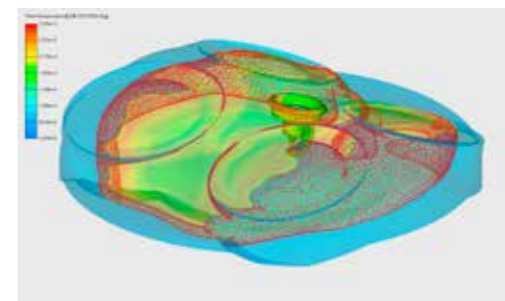
Obr. 1



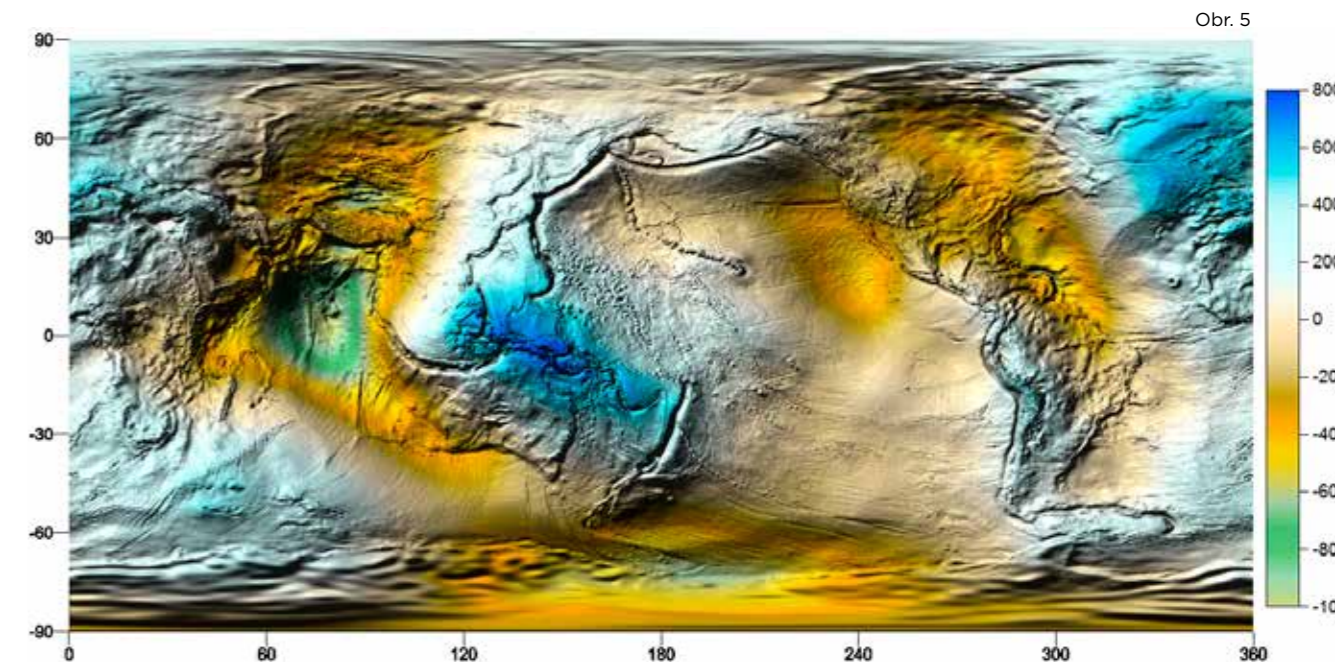
Obr. 1



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Obr. 1/ Segmentácia buniek v raných štádiách embryogenézy.

Obr. 2/ Trekking buniek makrofágov v mikroskopických obrazoch.

Obr. 3/ Automatická segmentácia územia tvrdého lužného lesa Natura 2000 z optickej snímky satelitu Sentinel-2.

Obr. 4/ Simulácia horenia v spaľovacom motore.

Obr. 5/ Modelovanie tiažového poľa Zeme vo vysokom rozlíšení.

Fotochemicky indukovaná meďou sprostredkovaná radikálová polymerizácia s prenosom atómu

Predmet výskumu

Živé/kontrolované polymerizácie majú obrovský význam nielen v polymérnej chémii a materiálovom výskume, ale taktiež v mnohých súvisiacich technológiách. Predmetom výskumu bolo vývoj novej obmeny polymerizačných techník aplikovateľnej aj v prítomnosti vzduchu využitím svetla ako redukčného činidla. Pri tejto polymerizácii je katalyzátor na báze prechodného kovu, ktorý sa používa len v ppm množstvách, regenerovaný fotochemickou redukcí oxidovanej formy katalyzátora.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bol vývoj nových, ekonomicky a ekologicky prijateľných a priemyselne jednoducho aplikovateľných techník na báze meďou sprostredkovanej fotochemicky indukovanej radikálovej polymerizácie s prenosom atómu (fotoATRP) a pochopenie mechanizmu meďou sprostredkovanej fotoATRP. Na dosiahnutie tohto cieľa bolo potrebné detailne preskúmať rozličné faktory, ktoré bezprostredne ovplyvňujú priebeh polymerizácie z pohľadu kontroly mólovej hmotnosti a živosti polymerizačného procesu.

Dosiahnuté výsledky

V priebehu riešenia projektu sa optimalizovali podmienky pre fotoATRP metakrylátov bez potreby odstránenia kyslíka z polymerizačnej zmesi a navrhol sa mechanizmus fotoATRP (Obr. 1) a vplyvu rôznych faktorov na spotrebu kyslíka prítomného v polymerizačnej zmesi, pred samotným naštartovaním polymerizácie (Obr. 2). Následne sa optimalizovali podmienky pre fotoATRP akrylátov, ako aj pre obnoviteľný vinylový monomér α -metylén- γ -butyrolaktón, ktorý zvyšuje ekologický význam výsledkov projektu.

Vysoká živosť ako aj iniciačná účinnosť vyvinutej fotoATRP v prítomnosti vzduchu sa potvrdila prípravou blokových kopolymérov (met)akrylátov. Tým sa potvrdilo že počiatočná prítomnosť kyslíka v polymerizačnej zmesi nemá zásadný vplyv na iniciáciu a nedochádza vo výraznej miere k nevratným reakciám medzi makroradikáliami

a kyslíkom počas procesu polymerizácie. Nasyntetizovali sa i ATRP iniciátory obsahujúce fotoaktívne skupiny pre následné štúdium iniciačnej účinnosti využitím gélovej permeačnej chromatografie s pripojeným fluorescenčným detektorom (Obr. 3).

FotoATRP akrylátov sa aplikovala i pri polymerizácii v prítomnosti uhlíkových nanotrubičiek, pričom sa stanovil limit koncentrácie nanotrubičiek, nad ktorým polymerizácia nie je aplikovateľná. Jasne sa však preukázala výhoda fotoATRP v prítomnosti nanotrubičiek v porovnaní s iným typom ATRP využívajúcim oktanoát cínu ako redukčné činidlo na obnovu katalyzátora. Okrem toho sa optimalizovala fotoATRP (met)akrylátov i na ekologickejšie podmienky, t.j. emulznú polymerizáciu, ktorá umožňuje použitie vody namiesto organického rozpúšťadla (Obr. 4). Výsledky získané v rámci riešenia projektu boli zosumarizované v 17 publikáciách v medzinárodných SCI časopisoch. Nový spôsob fotochemického sieťovania tenkých vrstiev polystyrénu, ktorý sa vyvinul v rámci riešenia projektu bol spísaný a podaný vo forme SK patentovej prihlášky.

Prínos pre prax

Kontrolované radikálové polymerizácie majú obrovský význam pri vývoji mnohých moderných technológií ako aj pri vývoji nových materiálov pre biomedicínu. Tieto polymerizácie umožňujú prípravu dobre definovaných polymérov s cieľovou molekulovou architektúrou a nanoštruktúrovanou morfológiou, čo umožňuje pripraviť polymérne materiály s požadovanými fyzikálnymi vlastnosťami pre špecifický typ aplikácie, preto je možné pripraviť nové materiály so zlepšenými alebo úplne novými vlastnosťami. Fotopolymerizácia predstavuje ekologickú alternatívu k tepelnému procesu, pretože pri tomto procese zvyčajne nevznikajú žiadne prchavé organické látky a jej výhodou je aj nízka aktivačná energia, čo umožňuje uskutočniť polymerizácie pri izbovej teplote, resp. i nižšej. FotoATRP technika, vyvinutá v rámci riešenia projektu využíva nízku koncentráciu katalyzátora a tým redukuje množstvo pre životné prostredie a zdravie škodlivých chemických

zodpovedný riešiteľ

Mgr. Jaroslav Mosnáček, DrSc.

riešiteľská organizácia

Ústav polymérov SAV

spoluriešiteľská organizácia

Fakulta chemickej a potravinárskej chémie

Slovenskej technickej univerzity

termín riešenia

7/2016 – 6/2020

finančné prostriedky z APVV

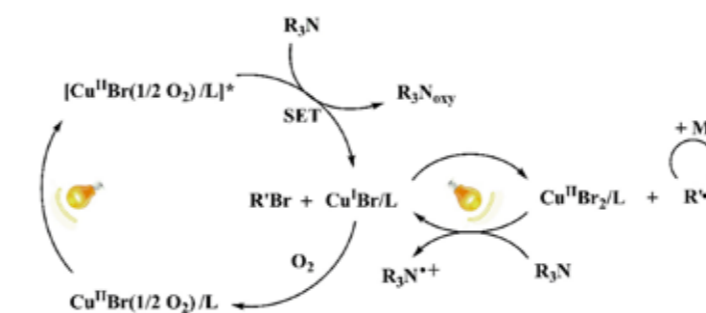
236 695 €

číslo projektu

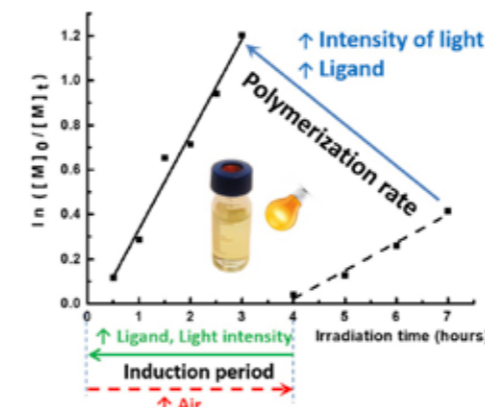
APVV-15-0545

činidiel a uľahčuje proces čistenia polymérneho materiálu od kovového katalyzátora. Napriek výhodám obdobných ATRP techník pri príprave nových polymérnych materiálov s cieľovými vlastnosťami, doteraz ATRP techniky nie sú využívané priemyselne pri veľkovýrobe polymérnych materiálov. Metodiky vyvinuté v rámci riešenia projektu výrazne prispeli k riešeniu problému s vysokou citlivosťou katalyzátora na prítomnosť vzduchu a tým môžu prispieť k tomu, že táto technika sa stane v blízkej budúcnosti viac ekonomicky a ekologicky rentabilnou a bude využívaná priemyselne pre široké spektrum aplikácií.

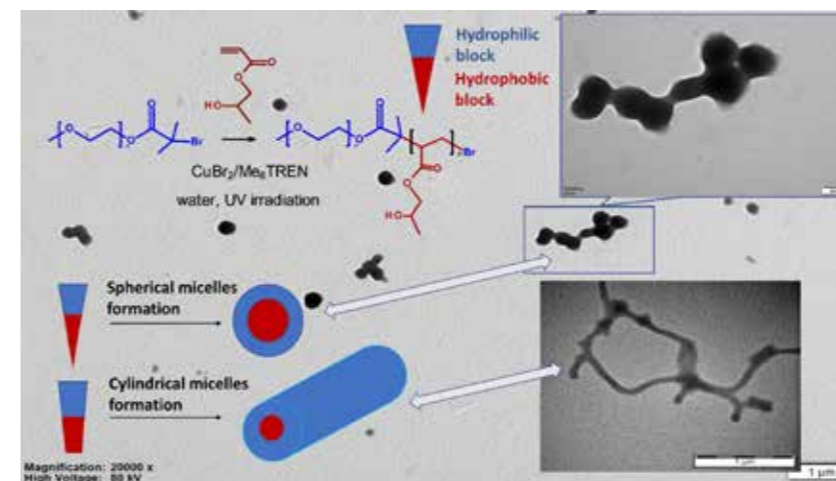
Obr. 1



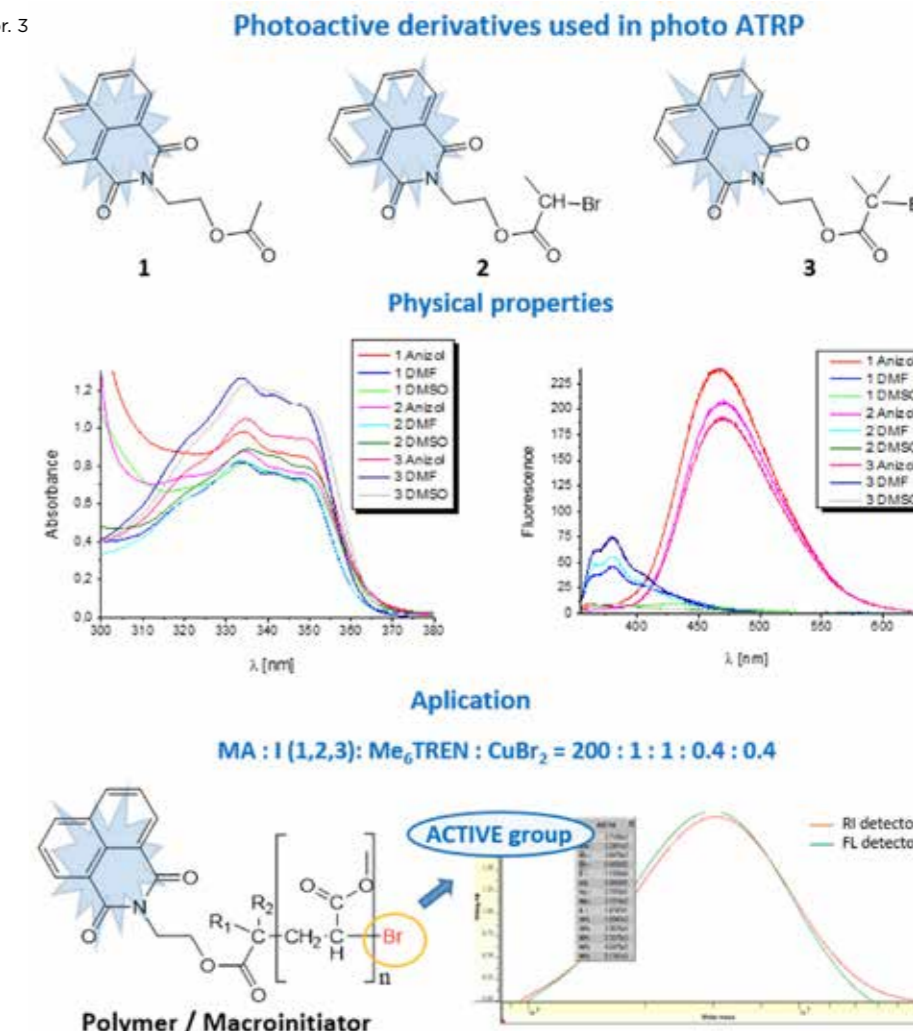
Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3



Obr. 5



Obr. 1 / Navrhnutý mechanizmus pre fotoATRP v prítomnosti kyslíka

Obr. 2 / Vplyv rôznych faktorov na na kinetiku fotoATRP a rýchlosť spotreby kyslíka prítomného v polymerizačnej zmesi pred samotnou iniciáciou polymerizácie

Obr. 3 / Chemická štruktúra syntetizovaných fotoaktívnych zlúčenín, ich spektrálne charakteristiky a využitie pri charakterizácii polymérov pomocou GPC s fluorescenčným detektorom.

Obr. 4 / Schématické znázornenie tvorby miciel z blokových kopolymérov počas fotoATRP vo vode a TEM fotografie vytvorených guľovitých a valcovitých miciel.

Obr. 5 / Fotografia procesu fotoATRP využitím lacných UV LED lúčov na nechty.

Interakcie elektrónov a iónov s molekulami a ich aplikácie v oblasti analytických a diagnostických metód

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na vývoj, výskum a aplikáciu nových ionizačných zdrojov pri atmosférickom tlaku pre extrémne citlivé analytické techniky založené na technike Iónovej Pohyblivosti Spektrometrie (IMS) a Hmotnostnej Spektrometrie (MS). V rámci projektu sme skúmali relevantné ionizačné a excitačné procesy elektrónov s molekulami a ión-molekulové reakcie dôležité pre činnosť iónových zdrojov, ale i pre iné oblasti vedy a techniky. Získané poznatky sme aplikovali v oblasti detekcie organických látok v prostredí (prchavé organické látky a ftaláty).

Ciele projektu

Ciele projektu boli rozdelené do troch hlavných okruhov, ktoré pokrývali dôležité aspekty výskumu elektrónových a iónových procesov v analytických metódach definovaných nasledovne:

- ▶ Vývoj nových ionizačných metód na báze elektrických výbojov a elektrónového dela a ich využitie v iónových spektrometrických metódach
- ▶ Štúdium elektrónových a iónových procesov relevantných pre ionizačné zdroje
- ▶ Aplikácia nových ionizačných zdrojov v oblasti vysokocitlivých spektrometrických metód, najmä v oblasti detekcie chemických látok.

Dosiahnuté výsledky

Vývoj nových ionizačných a excitačných metód pre analytické aplikácie spočíval v konštrukcii nových zdrojov iónov na báze výbojov a na báze elektrónového dela, pracujúcich pri atmosférickom tlaku. Bola postavená nová aparátúra na meranie charakteristík mikrovýbojov, ktorou sme študovali vznik výbojov a interakciu plazmy s povrchmi elektród. V rámci projektu bol vyvinutý iónový zdroj na báze elektrónového dela (Obr. 2) s využitím Si₃N₄ nano-membrán s hrúbkou 100, 150 a 200 nm. Bola overená jeho funkčnosť ako zdroja fluorescence pri atmosférickom tlaku a zroja iónov pre IMS, zároveň boli získané jeho charakteristiky pre transport elektrónov cez membránu a overený vplyv tenkých vrstiev zlata na transportné charakteristiky.

Významná časť projektu bola venovaná štúdiu reakcií elektrónov s molekulami, ktoré prebiehajú v iónových zdrojoch. Medzi uvedené reakcie patria ionizačné reakcie vedúce k vzniku záporných a kladných iónov. Študovali sme aj reakcie s molekulami relevantnými pre životné prostredie, plazmové technológie, nanotechnológie a astrofyziku. Príkladom ionizačných reakcií je záchyt elektrónov na organometalické látky (Co(CO)₃NO – Obr. 3), ktorý bol motivovaný využitím v oblasti nanotechnológií.

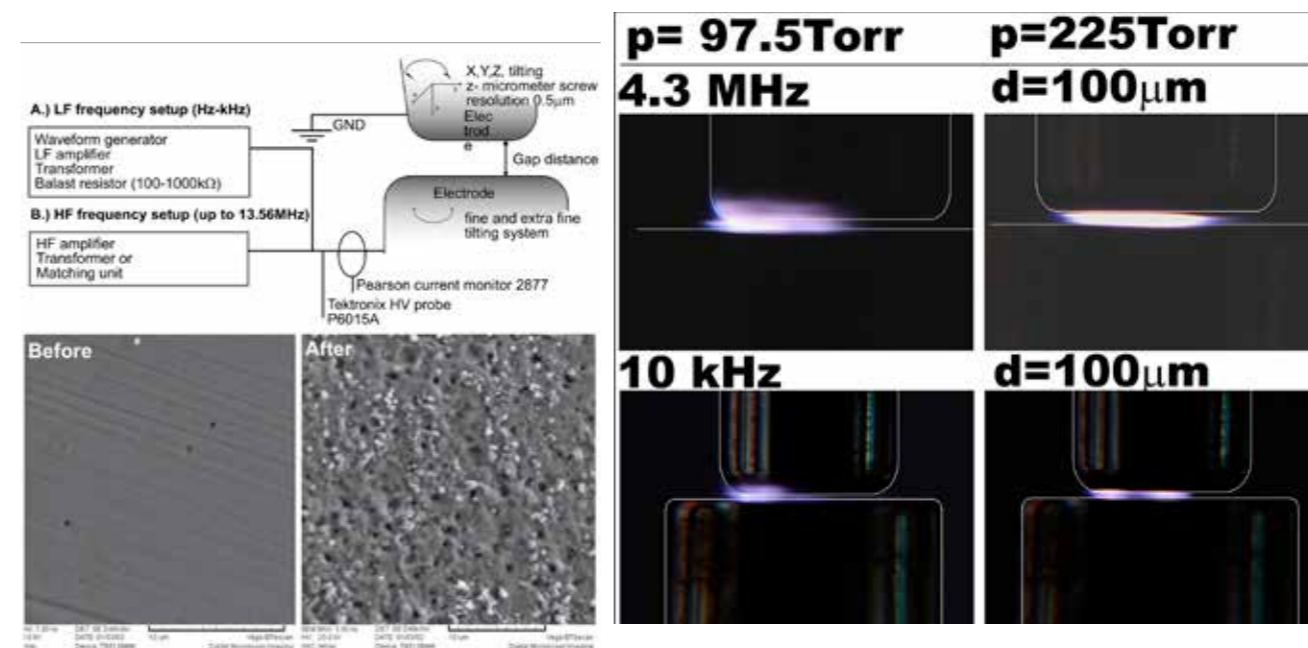
Excitačné reakcie elektrónov s molekulami vodíka, acetylénu, vody a pyridínu boli motivované ich využitím v oblasti astrofyziky (Obr. 4).

Ión-molekulové procesy pri atmosférickom tlaku sme študovali metódami IMS a IMS-MS. Nové ionizačné zdroje sme použili na detekciu prchavých látok pomocou IMS. V kladnej polarite sme detegovali ftaláty, vrátane ich izomérov, ako aj organické rozpúšťadlá, či látku whisky laktón (Obr. 5). Demonštrovali sme schopnosť IMS techniky rozoznávať izoméry chemických látok a vysvetlili fyzikálno-chemický mechanizmus zodpovedný za separáciu izomérov.

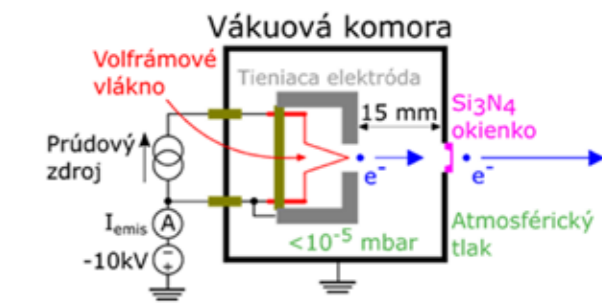
Prínos pre prax

V rámci výskumu excitačných reakcií elektrónov s molekulami detegovaných v kometárnych kómach a atmosférach iných telies vznikla spolupráca s Univerzitou Auburn v USA, s ktorou sme získali projekt financovaný americkou vesmírnou agentúrou NASA zameraný na interpretáciu výsledkov získaných misiou Rosetta ku kométe 67P/Churyumov-Gerasimenko. Analýza produktov ionizačných reakcií molekúl a klastrov prispieva k pokroku v oblastiach plazmových technológií (depozícia polymérnych vrstiev PECVD) a nanotechnológií (depozícia nano-štruktúr pomocou elektrónového zväzku EBID). Výsledky v oblasti ionizačných zdrojov a iónových procesov sú zamerané na zvyšovanie citlivosti moderných analytických metód (IMS a MS), ktorých využitie je predovšetkým v oblasti monitoringu životného prostredia, sledovania kvality potravín, kontroly chemických procesov v priemysle, farmácii a perspektívne aj v oblasti zdravotníctva. Väčšina dosiahnutých výsledkov už bola publikovaná v renomovaných zahraničných karentovaných časopisoch.

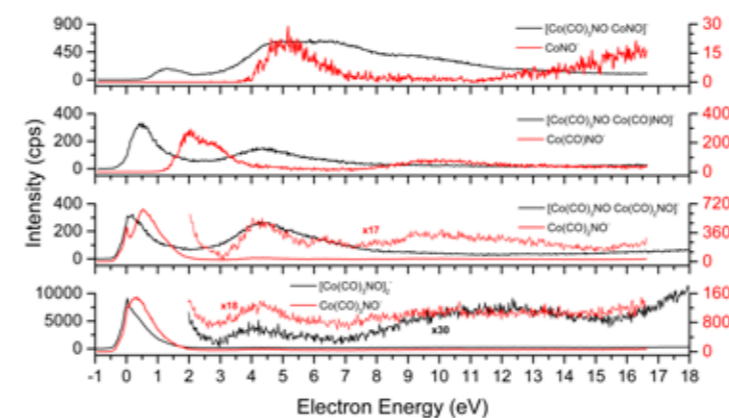
zodpovedný riešiteľ
prof.Dr. Štefan Matejčík, DrSc.
riešiteľská organizácia
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 10/2020
finančné prostriedky z APVV
248 275 €
číslo projektu
APVV-15-0580



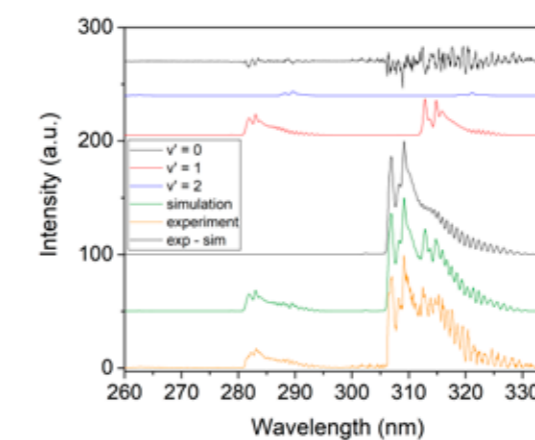
Obr. 1



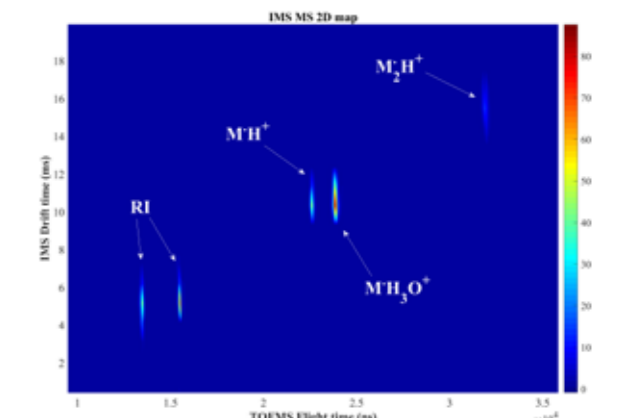
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Obr. 1 / Schéma zapojenia mikrovýboja a zmena povrchu elektródy pred a po zapálení výboja vo vzduchu. (vľavo), mikrovýboj vo vodíku v nízkofrekvenčnom a vysokofrekvenčnom režime (vpravo).

Obr. 2 / Schematický náčrt zostrojeného elektrónového dela, jeho vnútorných častí a elektrického zapojenia.

Obr. 3 / Ionizačné krivky disociatívneho záchytu elektrónov na molekulové klastre Co(CO)₃NO.

Obr. 4 / UV-VIS emisné spektrum H₂O, disociatívna excitácia vedúca k vzniku OH*(žltá krivka) a simulácie jednotlivých zložiek jeho spektra.

Obr. 5 / 2D IMS-MS spektrum molekuly whisky laktón.

Úloha medziorganelových interakcií v lipidovej homeostáze

Predmet výskumu

Predmetom nášho výskumu bola úloha interakcií medzi organelami eukaryotickej bunky v homeostáze lipidov. Homeostáza lipidov je komplexný proces, ktorý zahŕňa syntézu lipidov, transport lipidov z miesta syntézy do membrán ich konečnej lokalizácie, ako aj monitorovanie a reguláciu lipidového zloženia membrán. V projekte boli skúmané niektoré aspekty súvisiace s homeostázou lipidov a medziorganelovými interakciami u kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* ako modelovej eukaryotickej bunky. Výskum sa zameriaval hlavne na úlohu interakcií medzi endoplazmatickým retikulom (ER), Golgiho aparátom (GA), mitochondriami a lipidovými partikulami (LP).

Ciele projektu

Cieľom projektu bolo štúdium úlohy interakcií bunkových organel v homeostáze bunkových lipidov. Konkrétne sme študovali:

- ▶ účasť Pdr17p vo funkcii intermembránového komplexu medzi ER a GA, ktorý zabezpečuje konverziu fosfatidylserínu (PS) na fosfatidyletanolamín (PE);
- ▶ úlohu fosfatidylglycerol (PG)-špecifickej fosfolipázy Pgc1p v akumulácii a intracelulárnej distribúcii PG;
- ▶ funkciu LP v ochrane pred toxickými účinkami prekursorov ergosterolu pomocou ich sekvencie vo voľnej forme (skvalén) resp. v esterifikovanej forme (sterolestery);
- ▶ účasť interakcií ER-LP pri produkcii komerčne zaujímavej mastnej kyseliny – kyseliny punikovej.

Dosiahnuté výsledky

- ▶ Pdr17p je prenášač fosfatidylinozitolu (PI), ktorý je esenciálnou súčasťou komplexu zabezpečujúcom ex-tramitochondriálnu dekarboxyláciu PS na PE. Za esenciálnu funkciu Pdr17p v tomto komplexe je považovaný prenos PS z ER na miesto jeho dekarboxylácie (GA, endozómy). Cieľovou mutagenézou väzobného miesta

Pdr17p sme ukázali, že trvalá väzba PI na Pdr17p nie je potrebná pre jeho funkciu v premene PS na PE. Zároveň sme zistili, že Pdr17p viaže cholesterol a jeho prekuzory (Obr. 1).

- ▶ Fosfatidylglycerol (PG) je v kvasinkách *S. cerevisiae* minoritný fosfolipid, ktorý je syntetizovaný vo vnútornej mitochondriálnej membráne ako priamy prekursor kardiolipínu. Z mitochondrií môže byť PG prenášaný do ostatných bunkových membrán, kde je jeho nízka hladina udržiavaná PG-špecifickou fosfolipázou Pgc1p. Pgc1p je lokalizovaný na povrchu lipidových partikul ako inaktívny proteín. Podľa navrhnutého modelu (Obr. 2) lipidové partikuly kontrolujú funkčnosť Pgc1p a zároveň ho chránia pred degradáciou. V neprítomnosti Pgc1p sa koncentrácia PG zvyšuje a spúšťa sa jeho transport z mitochondrií do iných organel. Zistili sme tiež, že export a normálna homeostáza PG je dôležitá pre správnu funkciu mitochondrií.
- ▶ Skvalén (SQ) je prekursor syntézy sterolov, ktorý má vďaka svojim biologickým a fyzikálnym vlastnostiam široké uplatnenie vo viacerých priemyselných odvetviach. Obsah SQ v kvasinkách sa dá zvýšiť napr. inhibíciou skvalénepoxidázy, čo však môže byť spojené s toxicitou akumulovaného SQ. Pri štúdiu mechanizmov toxicity SQ sme zistili, že jeho akumulácia v bunkových membránach v bunkách s nedostatočnou skladovacou kapacitou LP je spojená s narušením integrity plazmatickej membrány a bunkovou smrťou (Obr. 3).
- ▶ Kyselina puniková (PuA) je komerčne zaujímavá mastná kyselina s pozitívnymi zdravotnými účinkami. Jej hlavným zdrojom je olej zo semien granátovníka. Pri pokusoch produkovať ju v rekombinantných kvasinkách sme zistili, že zvýšené hladiny PuA vedú k poruchám rastu. V granátovníku ako prirodzenom producentovi PuA sa zjavne vyvinuli adaptačné mechanizmy, ktoré zabezpečujú efektívny prenos PuA z miesta vzniku (fosfatidylcholínu v membránach ER) do TAG ako inertnej zásobnej formy v LP. Adaptácia

zodpovedný riešiteľ

RNDr. Ivan Hapala, CSc.

riešiteľská organizácia

Ústav biochémie a genetiky živočíchov,
Centrum biovied SAV Bratislava

spoluriešiteľské organizácie

Ústav molekulárnej biológie SAV Bratislava,
Prírodovedecká fakulta / Univerzity Komenského Bratislava

termín riešenia

7/2016 – 6/2020

finančné prostriedky z APVV

233 800 €

číslo projektu

APVV-15-0654

na produkciu PuA v granátovníku zahŕňa aktivitu enzýmov, ktoré by mohli byť identifikované aj za pomoci rekombinantných kvasiniek *S. pombe* produkujúcich PuA, ktoré sme pripravili v rámci projektu.

Prínos pre prax

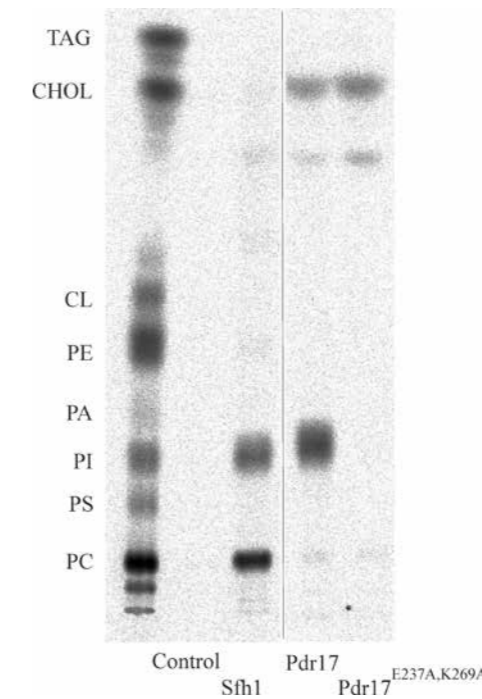
- ▶ Významným všeobecným prínosom projektu bolo publikovaniu dosiahnutých výsledkov v 11 článkoch v kvalitných časopisoch evidovaných v databázach WoS.
- ▶ Projekt mal pozitívny efekt na výchovu mladých vedeckých pracovníkov, keď sa na jeho riešení priamo podieľalo 8 diplomantov a 9 doktorandov.
- ▶ PG je dôležitou zložkou pľúcneho surfaktantu, kde zohráva významnú úlohu v imunitnej odpovedi organizmu. Pochopenie regulácie distribúcie PG v bunkových membránach môže prispieť k možnosti modulovať imunitnú odpoveď v závislosti od prítomnosti PG.
- ▶ Výsledky získané pri štúdiu akumulácie a lipotoxicity kyseliny punikovej (PuA) a skvalénu (SQ) by mohli prispieť zvýšeniu efektívnosti produkcie týchto komerčne zaujímavých lipidov v mikroorganizmoch.

Obr. 1. Väzba lipidov štandardným proteínom Pdr17 a mutantom Pdr17E-237A,K269A. Pdr17 proteíny boli inkubované s permeabilizovanými HL-60 bunkami, ktorých lipidy boli naznačené 14C-acetátom. Z proteínov repurifikovaných pomocou afinitnej chromatografie boli extrahované lipidy, ktoré boli delené pomocou tenkovrstvovej chromatografie (TLC). TAG – triacylglycerol, CHOL – cholesterol, NL – neznámy neutrálny lipid, PI – fosfatidylinozitol, PC – fosfatidylcholíln.

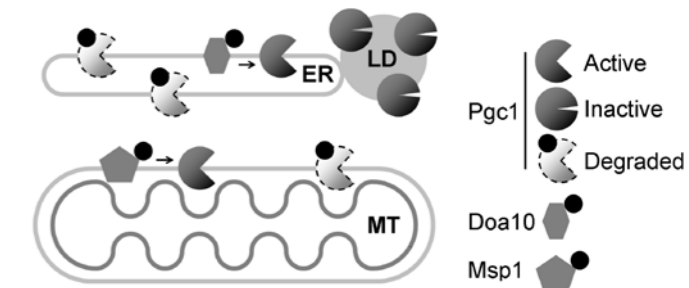
Obr. 2 Model homeostázy fosfatidylglycerolu (PG) v kvasinke *S. cerevisiae*. PG syntetizovaný vo vnútornej mitochondriálnej membráne je prenášaný do iných bunkových membrán, kde je jeho nízky obsah udržiavaný PG-špecifickou fosfolipázou Pgc1p. Pgc1p je v neaktívnej forme uskladňovaný na povrchu lipidových partikul (LP), odkiaľ difunduje do organel cez kontaktné miesta medzi LP a organelami. V membránach organel je Pgc1p aktivovaný, a zároveň degradovaný lokálnymi proteázami. Hladiny PG sú výsledkom rovnováhy procesov i) syntézy PG, ii) degradácie PG enzýmom Pgc1p a iii) turnoverom Pgc1p. ER – endoplazmatické retikulum, MT – mitochondrie, LP – lipidové partikuly

Obr. 3 Skvalén a integrita plazmatickej membrány v kvasinkách s narušenou biogéznou LP (a) Prijem rodamínu 6G (R6G) bunkami kvasiniek bol stanovený meraním špecifickej fluorescence R6G. (b) Vizualizácia príjmu R6G fluorescenčnou mikroskopiou kvasinkových buniek inkubovaných s R6G za rovnakých podmienok ako v (a). QM – mutant neschopný tvorby LP; WT – bunky divého typu s normálnou tvorbou LP; R6G – rodamín 6G; Terb – terbinafín (antimykotikum indukujúce akumuláciu skvalénu).

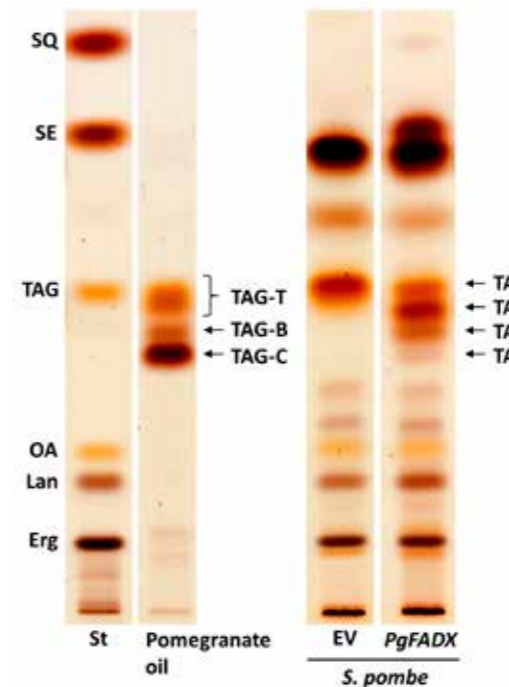
Obr. 4 Produkcia kyseliny punikovej (PuA) v kvasinkách *Schizosaccharomyces pombe*. TLC chromatogram ilustruje rozdielnu efektívnosť produkcie PuA a jej zabudovania v rekombinantnom kmeni kvasinky *S. pombe* schopnom syntetizovať PuA, a v prirodzenom producentovi PuA – granátovníku. PuA – kyselina puniková, TAG – triacylglyceroly obsahujúce jeden (TAG-A), dva (TAG-B), alebo tri (TAG-C) reťazce PuA.



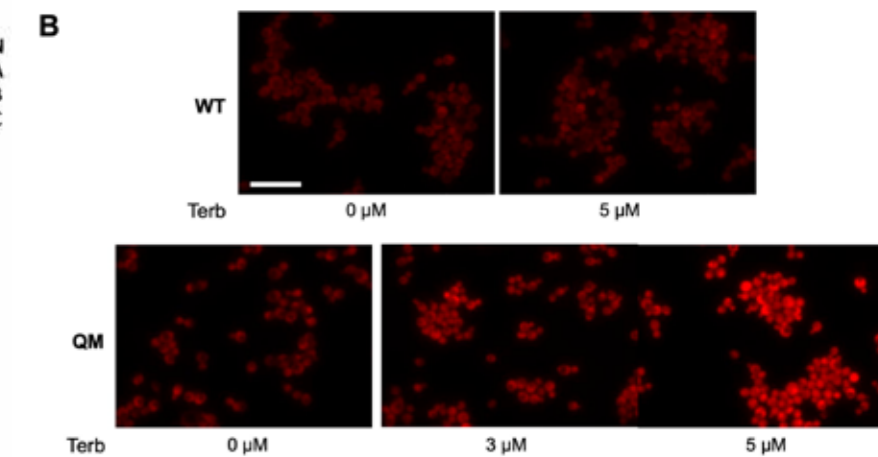
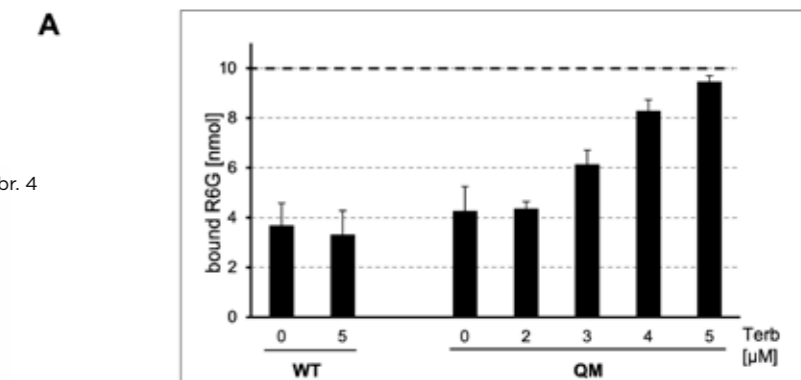
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3

TECHNICKÉ VEDY



Optimálne riadenie pre procesný priemysel

Predmet výskumu

Predmetom výskumu je návrh efektívnych a pokročilých metód procesného riadenia a štúdiu optimálnej operácie procesov zameraných najmä na procesy s prestupom látky a tepla. Tieto inherentne zložené procesy vykazujú veľkú mieru nelinearity a hybridné správanie spôsobujúce problémy s ich riadením. Optimálne riadenie zahŕňa dynamickú optimalizáciu v spojitých a diskretnej oblasti ako nástroj kvalitatívnej analýzy na vyššej úrovni a tiež syntézy na nižšej úrovni, kedy opakovaným aplikovaním dynamickej optimalizácie získame algoritmy prediktívneho riadenia. Výsledkom sú režimy optimálnej operácie a regulátory optimalizujúce procesy a väčšie celky z nich zložené. Dôraz je tiež kladený na softvérovú implementáciu navrhnutých riešení, ich sprístupnenie širokej odbornej verejnosti ako aj ich overenie v laboratórnych podmienkach.

Ciele projektu

Cieľom navrhovaného projektu bolo skúmanie a navrhovanie nových postupov v oblasti automatizácie a riadenia v procesnom priemysle tak, aby zvyšovali ziskovosť, bezpečnosť a konkurencieschopnosť. Zamerali sme sa na štúdium procesov, ktoré sú prevádzkované v neustálenom stave. Ich riadenie je v princípe príkladom optimálnej prevádzky, a to na viacerých úrovniach. V projekte sme sa zaoberali vertikálnou integráciou medzi vyššou a nižšou riadiacou vrstvou, bezpečnosťou komunikácie medzi vrstvami, znižovaním zložitosti a zvyšovaním inteligencie na základnej vrstve.

Dosiahnuté výsledky

Problémy optimálneho riadenia na vyššej úrovni sme riešili numerickými metódami transformácie originálneho problému na nelineárne programovanie s reálnymi a celočíselnými premennými. Využili sme techniky parametrizácie vektora riadenia a celkovej parametrizácie. Taktiež sme sa zamerali na analytické riešenie niektorých úloh, ktoré pomôže pri pochopení štruktúry výslednej optimálnej prevádzky. Tu sme využili Pontrjaginov princíp minima a získali hodnotné výsledky v oblasti duálneho riadenia

s množinovou (set-membership) adaptáciou. Pri problematike vertikálnej integrácie sme na nižšiu úroveň uvažovali nasadenie lineárneho a nelineárneho prediktívneho riadenia. V oblasti nelineárneho MPC sme uvažovali rozličné variácie suboptimálneho multi-stage prístupu, ktorý umožňuje uvažovať budúci vývoj predikcie neurčitosti. Neurčitosti boli tiež uvažované na základe techník LMI, robustného liftingu a invariantných množín. Spojenie vyššej a nižšej úrovne sme uvažovali pomocou tzv. optimálnych referencie governorov, čiže generátorov žiadaných veličín vyššou úrovňou pre nižšiu úroveň. V oblasti lineárneho MPC sme sa zamerali na explicitný variant, v skúmaní ktorého patrí naše pracovisko medzi popredné vo svete. Podarilo sa vyvinúť metódy, ktoré výrazne znižujú výpočtovú a pamäťovú náročnosť a rozširujú oblasť procesov, pre ktoré je táto trieda metód použiteľná. Jedná sa o tzv. bezregiónové explicitné MPC a tiež o paralelné MPC.

Navrhli sme viaceré metódy ochrany riadiacich algoritmov pred útokmi na sieťovú infraštruktúru. Boli využité techniky Lyapunovovej stability, invariantných množín a parametrickej optimalizácie. Tiež, aplikovali sme technológiu blockchain na garanciu nemennosti procesných údajov, pričom je možná alebo lokálna alebo globálna certifikácia. Táto bola implementovaná pomocou vnorených zariadení s nízkou finančnou náročnosťou (Arduino, Raspberry Pi).

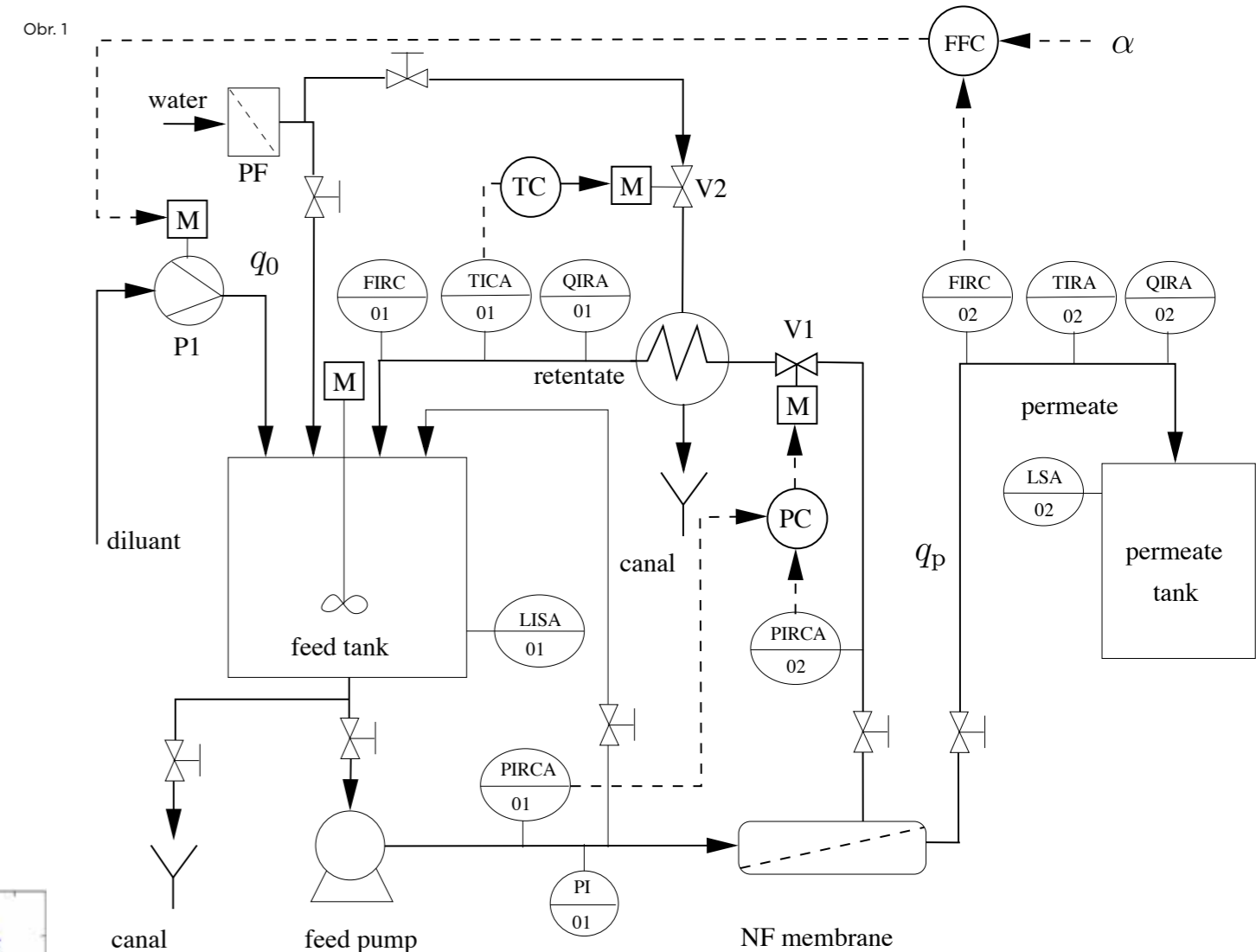
Prínos pre prax

Definovali sme optimálny režim operácie vsádzkovej membránovej separácie aplikovateľný s existujúcim hardvérom a bez nutnosti využívania optimalizačných solverov. Tento sme overili simulačne a aj na laboratórnej membránovej separačnej stanici. Silnou stránkou projektu bolo sprístupnenie výsledkov v podobe voľne dostupných softvérových balíkov. Tým najdôležitejším je MPT (<http://control.ee.ethz.ch/~mpt/>, Multi-Parametric Toolbox), ktorý bol počas riešenia projektu viackrát aktualizovaný a doplnený o aktuálne vyvinuté metódy. Druhým bol dynopt (https://github.com/miroslavfekar/dynopt_code), využiteľný na optimálne riadenie na vyššej úrovni a ktorý bol výrazne aktualizovaný.

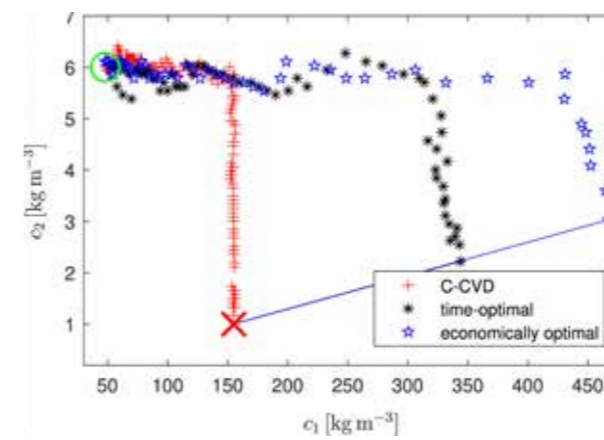
zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Fikar Miroslav, DrSc.
riešiteľská organizácia
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave
termín riešenia
1/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
245 156 €
číslo projektu
APVV-15-0007



Obr. 3



Obr. 2



Obr. 1 / Obr. 1 (schema.pdf): Schéma zapojenia laboratórnej membránovej stanice
Obr. 2 / (optoper.pdf): Porovnanie experimentálnych výsledkov tradičnej a navrhovanej optimálnej membránovej separácie zmesi laktóza-soľ
Obr. 3. / (valdice2018.jpg): Workshop riešiteľského kolektívu Valtice 2018.

Kompozitné vrstvy pre vysokoteplotnú protikoróznú ochranu kovov

Predmet výskumu

Predĺženie životnosti a zvýšenie koróznej odolnosti ocelí, z ktorých sú konštruované výfukové potrubia, výmenníky tepla v spaľovniach odpadov, zlievárenských prevádzkach a taviacich agregátoch v sklárňach je možné dosiahnuť aplikáciou vhodne zvoleného protikorózneho povlaku. Použitie organokremičitých prekursorov ako surovín na prípravu takýchto vrstiev umožňuje použiť pri nanášaní protikorózneho ochrany štandardné technológie, ako je striekanie, alebo namáčanie do tekutého prekursora, s následnou pyrolýzou a konverziou prekursora na amorfnú keramiku. Zvýšenie termickej stability, koróznej odolnosti, ako aj minimalizácia objemových zmien spojených s konverziou prekursora na keramiku sa dosiahne prídavkom aktívnych a pasívnych plnív na báze oxidových skiel s vysokou teplotou tavenia pripravených plameňovou syntézou vo forme mikrogulôčok. Riešený projekt je zameraný na vývoj takýchto nových typov hybridných korózne odolných vrstiev určených pre zvýšenie životnosti a koróznej odolnosti ocelí používaných pri vysokých teplotách v prostredí vysoko agresívnych spalín.

Cieľ projektu

Cieľom projektu je vývoj nového typu hybridných keramických vrstiev na kovových substrátoch (tzv. environmentálne bariérové povlaky) s teplotou použitia do 1000 °C, ktoré príslušný kovový substrát spoľahlivo a dlhodobo chránia proti degradácii v horúcich korozívnych plynch (spalínach) a v kvapalnom hydrotermálnom prostredí, s potenciálnym využitím vo výmenníkoch tepla v elektrárnach a v spaľovniach komunálneho odpadu.

Dosiahnuté výsledky

V rámci projektu sa podarilo vyvinúť niekoľko nových typov environmentálnych bariérových povlakov na báze keramiky pripravenej z organokremičitých prekursorov s pasívnymi sklenými a keramickými plnivami pre vysokoteplotnú ochranu nerezovej ocele, s hrúbkou niekoľko

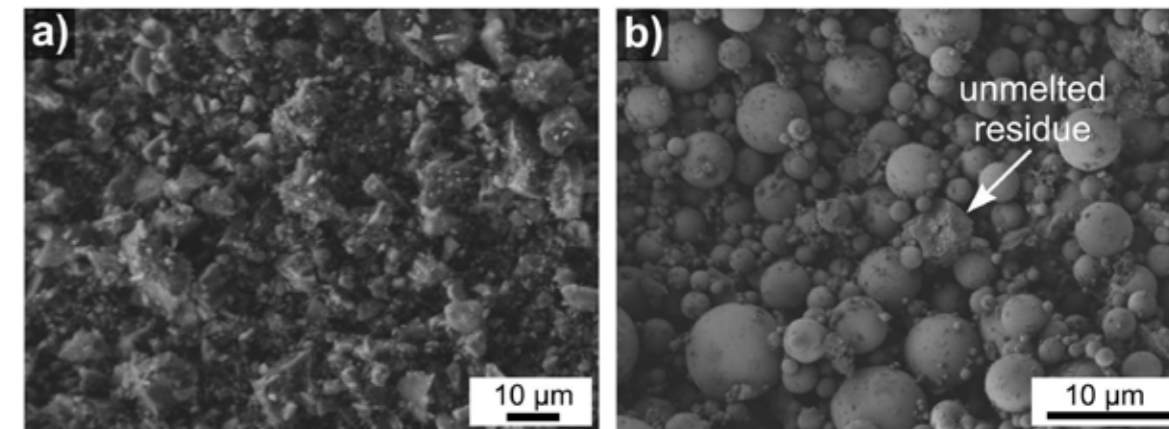
desiatok μm a s požadovanou adhéziou na kovovom substráte. Verifikovala sa odolnosť týchto povlakov voči korózii v horúcich plynch pri teplotách do 1000 °C, najmä v syntetickom vzduchu, v kyslíku, a vo vzduchu nasýtenom vodnou parou. Potvrdila sa vysoká ochranná schopnosť týchto povlakov pri uvedených podmienkach, ako aj odolnosť týchto povlakov vo vodnom prostredí v hydrotermálnych podmienkach pri teplotách do 200 °C. Optimalizoval sa aj spôsob povrchovej úpravy oceleového substrátu, ktorý zabezpečil optimálnu adhéziu povlaku k oceli a spôsob nanášania vrstvy, ktorá zabezpečila prípravu rovnomernej homogénnej vrstvy s vysokou protikoróznou účinnosťou.

Prínosy pre prax

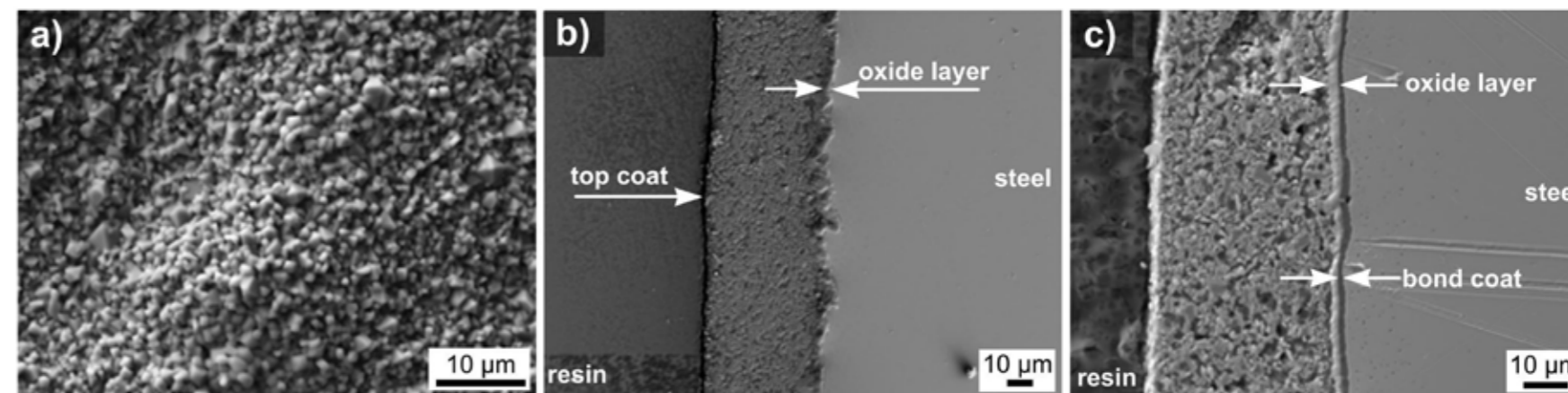
Získané výsledky je možné využiť pri konštrukcii zariadení používaných pri vysokých teplotách v prostredí agresívnych plynných spalín, najmä vo výmenníkoch tepla v tepelných elektrárnach a spaľovniach komunálneho odpadu. Vzhľadom na relatívnu jednoduchosť procesu nanášania vyvinutých antikoročných povlakov je možná pomerne jednoduchá konverzia laboratórnej technológie do priemyselnej výroby.

zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Dušan Galusek, DrSc.
riešiteľská organizácia
Ústav anorganickej chémie SAV
spoluriešiteľské organizácie
Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Ústav materiálového výskumu SAV
termín riešenia
7/2016 – 6/2020
finančné prostriedky z APVV
249 924 €
číslo projektu
APVV-15-0014

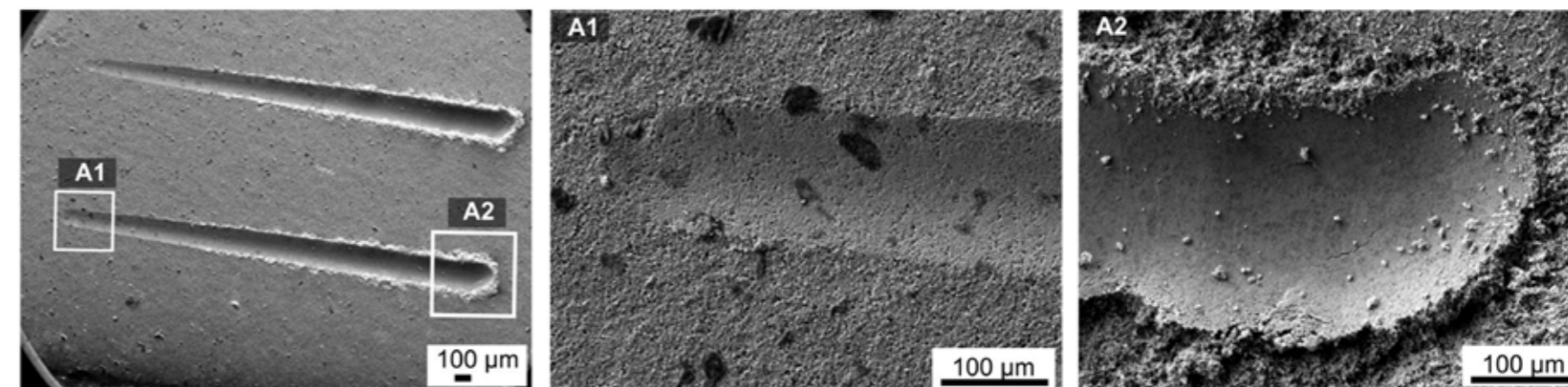
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 1 / SEM snímky pripravených plnív v systéme $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$: a) granulovaný prekursorový prášok, b) sklené mikroguličky s priemerom 1 – 10 μm pripravené z prekursorového prášku.

Obr. 2 / SEM snímky pripravených povlakov po oxidačných testoch pri 1000 °C/96h: a) povrch oceleového substrátu po testoch v syntetickom vzduchu, b) priečný rez povlaku po testoch v syntetickom vzduchu, c) priečný rez povlaku po testoch vo vodnej pare.

Obr. 3 / Morfológia vrypu v povlaku po pyrolýze pri 850 °C/1h. Absencia trhlín a delaminácie povlaku dokumentuje vysokú adhéziu povlaku na oceleovom substráte.

Výskum AntiMikroBiálneho NANO aditíva pre VLÁkna a Fólie akronym: AMB-NANO-VLAFO

Predmet výskumu

Projekt bol v rámci riešenia ČÚ-01 orientovaný na aplikovaný materiálový a technologický výskum inovatívnych technologických postupov prípravy originálneho antimikrobiálneho (AMB) nanoaditíva s využitím nanotechnológií, nanonosičov a AMB aktívnych nanočastíc. AMB nanoaditívum bolo aplikované v rámci ČÚ-02 projektu do nových progresívnych tuhých disperzií AMB nanoaditíva v PE a PP polymérnej matrici, určených pre progresívne AMB modifikované PP nanokompozitné vlákna a následne textílie a pre AMB nanokompozitné PE a PP obalové a ochranné fóliové materiály. Súčasne boli vypracované komplexné technologické podklady pre realizáciu vyššie uvedených nových progresívnych produktov a inovatívnych technológií pre realizáciu ich výroby v priemyselnej praxi.

Ciele výskumu

Vyriešiť inovatívne technológie prípravy a vypracovať komplexné technologické podklady pre realizáciu výroby nového progresívneho AMB nanoaditíva a originálnych jeho tuhých disperzií v PE a PP polymérnej matrici, určených pre inovované sortimenty AMB modifikovaných PP vlákien a textílií, s potenciálom ich uplatnenia aj v sektore inovovaných AMB modifikovaných PE a PP obalových a ochranných fólií.

Dosiahnuté výsledky

Celkom bola overená príprava 57 vzoriek antibakteriálnych nanoaditív, na ktorých bolo vykonaných 52 analýz obsahu striebra a na 46 vzorkách nanoaditív boli vykonané hodnotenia ich antibakteriálnej aktivity. Pre aplikáciu v PP vláknach sa ako najvhodnejšie preukázali nanoaditíva typu KM s nanonosičom CaCO_3 a ZnO s redukciami baktérií na úrovni 95-99 %. Nižšiu účinnosť preukázali nanoaditíva s nosičom SiO_2 pripravené PM technológiou. Pri hodnotení antibakteriálnej aktivity s použitím baktérie *S.aureus* sa dosiahla účinnosť redukcie na úrovni 85-95 %. Pre aplikáciu v PP a PE liatych fóliách sa ako najvhodnejšie prejavilo nanoaditívum pripravené KM metódou s nanonosičom CaCO_3 , dosiahnutá redukcia ma úrovni 60 % (PP fólie)

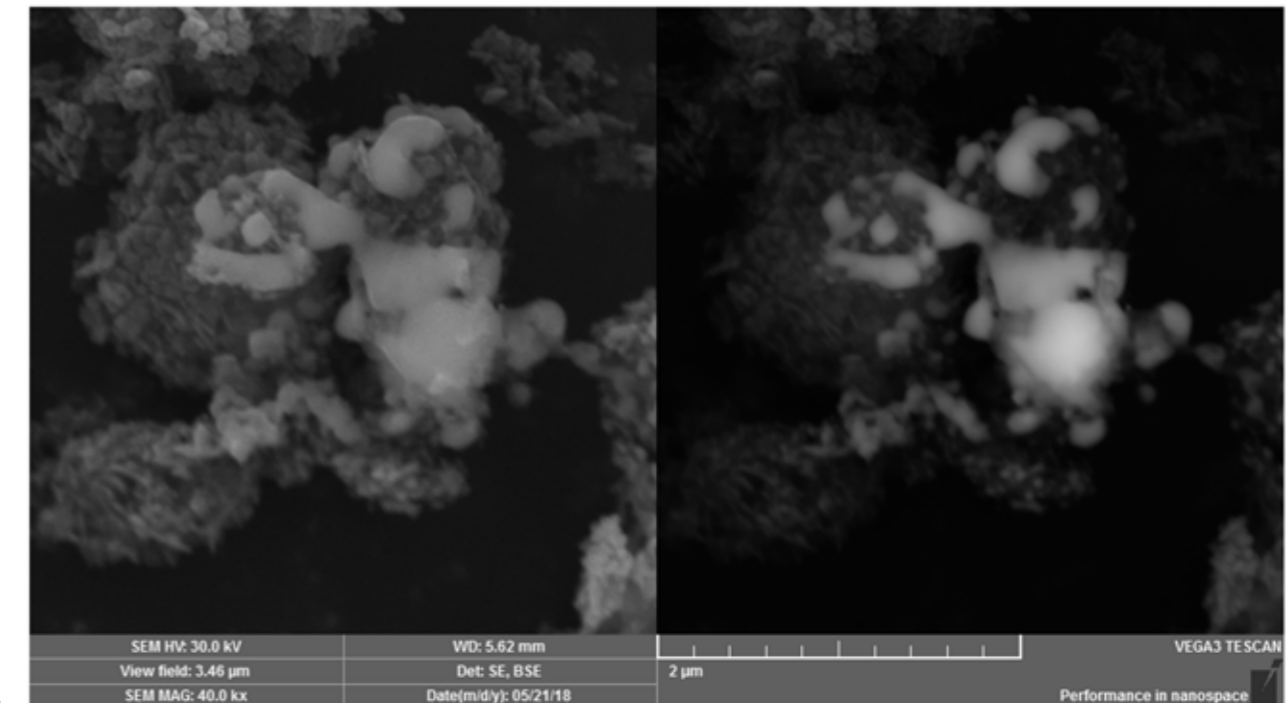
resp. 75 % (PE fólie). Pri využití PM metódy bola dosiahnutá bakteriostatická účinnosť na úrovni 15 - 25 % redukcie (PP fólie - *S.aureus*) resp. 10-20 % redukcie (PE fólie - *S.aureus*, *E.coli*). Zároveň boli vypracované tri technologické postupy pre výrobu antibakteriálnych nanoaditív. Pre potreby riešenia ČÚ 02 sme použili 5 typov komerčne dostupných PP a PE polymérnych matric PE homopolyméry 2 typy ; PP homopolyméry 3 typy , z anorganických nanonosičov nano CaCO_3 ; nano SiO_2 ; nano ZnO a nano TiO_2 . Výber dispergačných prípravkov sa zúžil na 4 typy: neutrálny silikónový olej ; kopolymérne vosky a antistatika na báze alifatických alkylamínov. Výskum a vývoj PP a PE tuhých disperzií AMB nanoaditíva bol ukončený vývojom troch typov tuhých disperzií podľa účelu finálnej aplikácie: COLORSVIT 9474-PP-20 P určený pre aditíváciu PP vlákien COLORSVIT 9474-PP-20 F určený pre aditíváciu BOPP fólií COLORSVIT 9474-PE-20 F určený pre aditíváciu PE vyfukovaných fólií. Bola vypracovaná technicko-technologická dokumentácia v plnom rozsahu definovanom legislatívou: Doplnok technologického reglementu Karta bezpečnostných údajov ; Špecifikácia produktu , Ekologický protokol a Validačný protokol riešenia.

Prínos pre prax

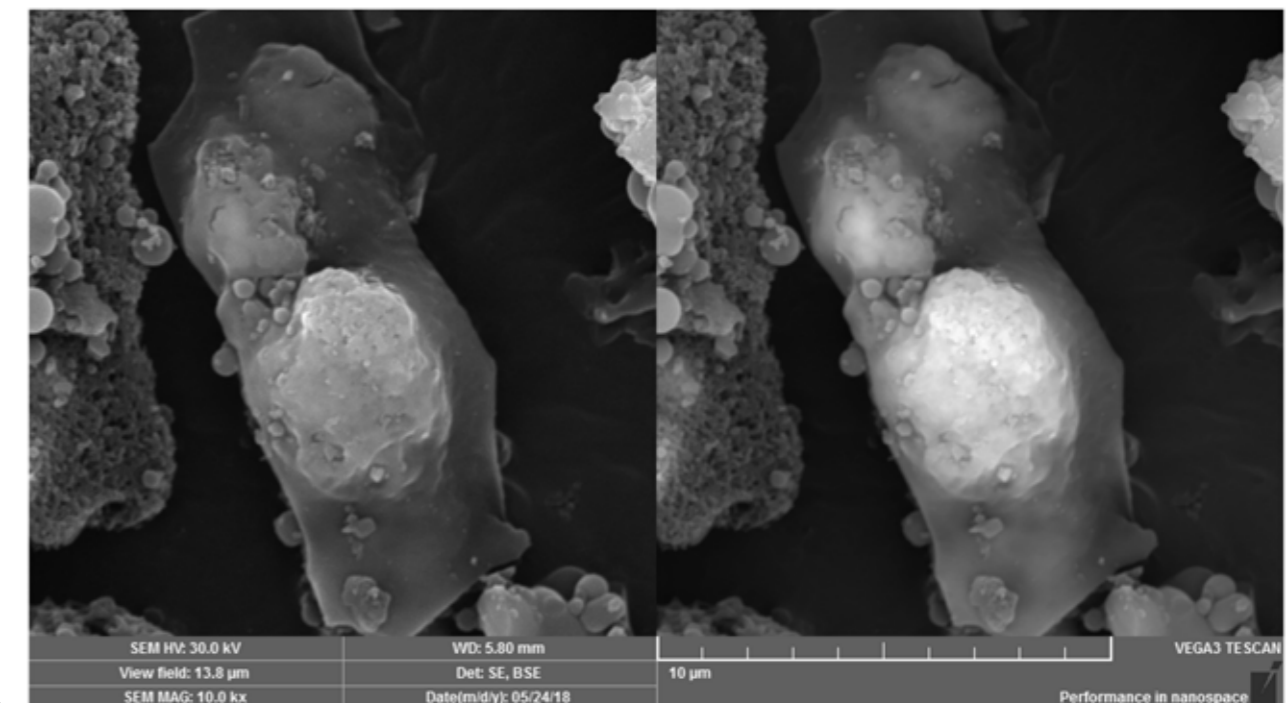
Výskumne pripravené antibakteriálne nanoaditíva môžu byť s výhodou využité pri výrobe syntetických vlákien s cieľom dosiahnutia ich antibakteriálnej účinnosti priamo vo finálnych textilných a odevných výrobkoch bez ohrozenia zmeny mikroflóry na ľudskej pokožke. Ich aplikáciu je možné rozšíriť aj do potravinárskych PP a PE fólií tam kde je dôležité zamedziť rozširovaniu a rastu baktérií na potravinárskych výrobkoch pri ich dlhodobom skladovaní. Antibakteriálne nanoaditíva je možné aplikovať aj s ekonomickou výhodnosťou keďže ich účinnosť je na rovnakej ak nie vyššej úrovni, ale pri použití 10 - 100 násobne nižšej hmotnosti oproti štandardným antibakteriálnym aditívam pripraveným na báze mikročastíc. Prihláška úžitkového vzoru PÚV 50113-2018 " Antibakteriálne nanoaditívum", prihlasovateľ VÚTCH-CHEMITEX, spol. s r.o., Žilina.

zodpovedný riešiteľ
Ing. Jozef Šesták, CSc.
riešiteľská organizácia
VÚTCH - CHEMITEX, spol. s r.o., Žilina
spoluriešiteľská organizácia
VÚCHV a.s., Svit
termín riešenia
7/2016 — 12/2018
finančné prostriedky z APVV
250 000 €
číslo projektu
APVV-15-0016

Obr. 1



Obr. 2



Obr. 1 / SEM snímka povrchu AMB nanoaditíva s nosičom nanoZnO s dosiahnutou antimikro-biálnou aktivitou v PP vlákne (redukcia baktérií) viac ako 90 %.

Obr. 2 / SEM snímka povrchu AMB nanoaditíva s nosičom nanoSiO2 s dosiahnutou antimikro-biálnou aktivitou v PP vlákne (redukcia baktérií) viac ako 80 % a v PP fólií viac ako 45 %.

Výskum komparatívnych zobrazovacích metód na báze magnetickej rezonancie na diagnostiku neurologických a muskuloskeletálnych ochorení

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na výskum neinvazívnych komparatívnych zobrazovacích metód na báze magnetickej rezonancie na diagnostiku neurologických a muskuloskeletálnych ochorení. Hlavným zámerom predkladaného projektu bol návrh progresívnych komparatívnych NMR zobrazovacích metód s využitím najmodernejšej škály zobrazovacích systémov.

Ciele projektu

Projekt bol orientovaný na najmodernejšie výskumné trendy, ktoré v súčasnosti riešia svetové laboratória vybavené najmodernejšou NMR zobrazovacou, spektroskopickou a meracou aparatúrou.

Hlavným zámerom predkladaného projektu bol návrh progresívnych komparatívnych NMR zobrazovacích metód s využitím najmodernejšej škály zobrazovacích systémov (s magnetickým polom 0,1, 0,2, 4,7 a 7,0 Tesla) s orientáciou na:

- ▶ teoretický a experimentálny výskum metód merania a mapovania vlastností špecifických fyzikálnych veličín organických a syntetických materiálov a objektov,
- ▶ zobrazovanie feritínu in-vivo a in-vitro na rôznych typoch tomografov, tvorba sekvencií, zhodnocovanie dát a následné zistenie vplyvu feritínu na výsledný MRI obraz. Zobrazovanie tkanív (mozog, pečeň), spracovanie dát a štandardizovanie MRI protokolu na zobrazovanie feritínu v laboratórnej a klinickej praxi,
- ▶ metódy zobrazovania chrupaviek a meniskov - diagnostika poškodení spojivových tkanív, mapovanie relaxačných časov pri určovaní stavu kolagénovej štruktúry,
- ▶ sledovanie depozície častíc pre transport liečiv do cieľových tkanív v podobe častíc zo superparamagnetického materiálu.
- ▶ výskum artefaktov pre rôzne zobrazovacie sekvencie, testovanie spektrálnych vlastností vibrácií a hluku vplyvom aktivity gradientných magnetických systémov; vývoj, aplikácia a atestovanie algoritmov pre potlačanie ich vplyvu.

Dosiahnuté výsledky

Významné pokroky boli dosiahnuté hlavne v oblastiach:

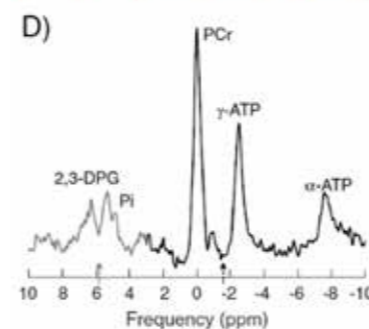
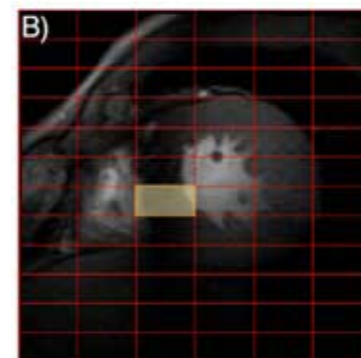
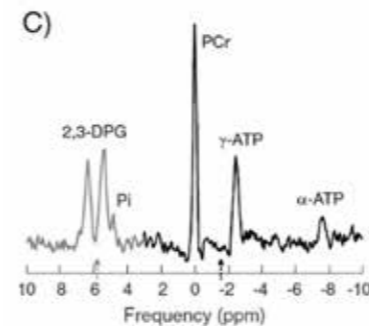
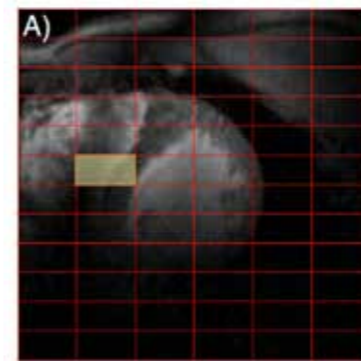
- ▶ vývoja nových metód NMR zobrazovania a analýzy spektrálnych vlastností akustických vibrácií a hluku vznikajúcich vplyvom činnosti gradientných systémov NMR tomografu;
- ▶ vývoja nových metód na kvantifikáciu biogénneho železa a zobrazovania chrupaviek a meniskov, ktoré našli uplatnenie v klinickom výskume a v diagnostike neurozápalových procesov v medicínskom výskume.

Celkove v rámci riešenia projektu treba oceniť výsledky publikované v 31 CC publikáciách. Pozitívnym výsledkom je aj vysoký počet citácií v karentovaných časopisoch. Významnou bola aktívna spolupráca so zahraničným pracoviskom Medical University of Vienna.

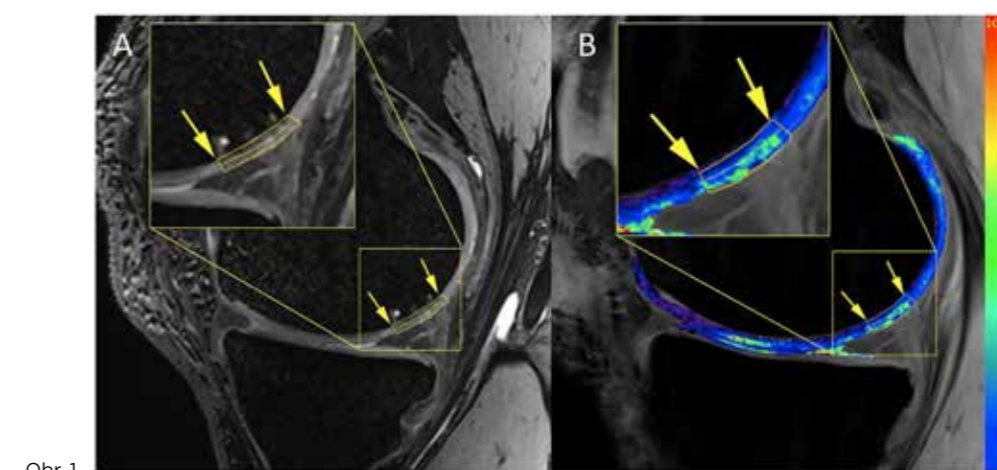
Prínos pre prax

Pridanou hodnotou riešených zobrazovacích metódik bude ich neinvazívny prístup, ktorý našiel uplatnenie pri skorej diagnostike chorobných procesov v medicínskom výskume a tiež v klinickej praxi na uvedenom zahraničnom pracovisku. Hlavne ide o výsledok týkajúci sa srdca. Zlyhávajúce srdce je možné prirovnat k pumpe bez paliva, kedy okrem znižovania energetickej zásobárne dochádza i acidifikácii tkaniva. Bola vyvinutá nová metóda využívajúca dlhý čas opakovania meraní a adiabatickú excitáciu na vysokopolevom systéme o sile 7 Tesla, ktorá umožňuje so 100 % úspešnosťou detekovať signál anorganického fosfátu Pi a teda merať pH v srdci. Metóda bola demonštrovaná i na malej skupine pacientov s hypertropickou kardiomyopatiou, kde odhalila zvýšenú koncentráciu Pi. Táto nová technika umožní riešiť rad klinicky relevantných otázok týkajúcich sa úlohy Pi a pH pri rôznych srdcových a systematických ochoreniach. Bola tiež demonštrovaná vysoká reprodukovateľnosť merania energetického metabolizmu srdca na 7 Teslových systémoch. Popísaná nová metóda bude zdrojom pre ďalší výskum srdečného metabolizmu.

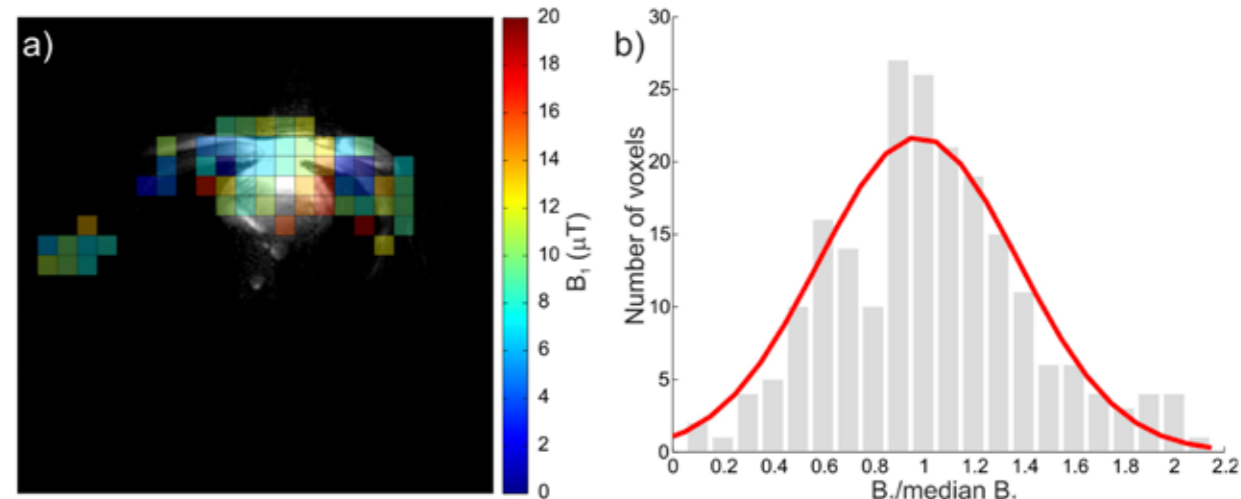
zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Frollo Ivan, DrSc.
riešiteľská organizácia
Ústav merania SAV
spoluriešiteľská organizácia
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
Slovenskej technickej univerzity v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 6/2019
finančné prostriedky z APVV
236 707 €
číslo projektu
APVV-15-0029



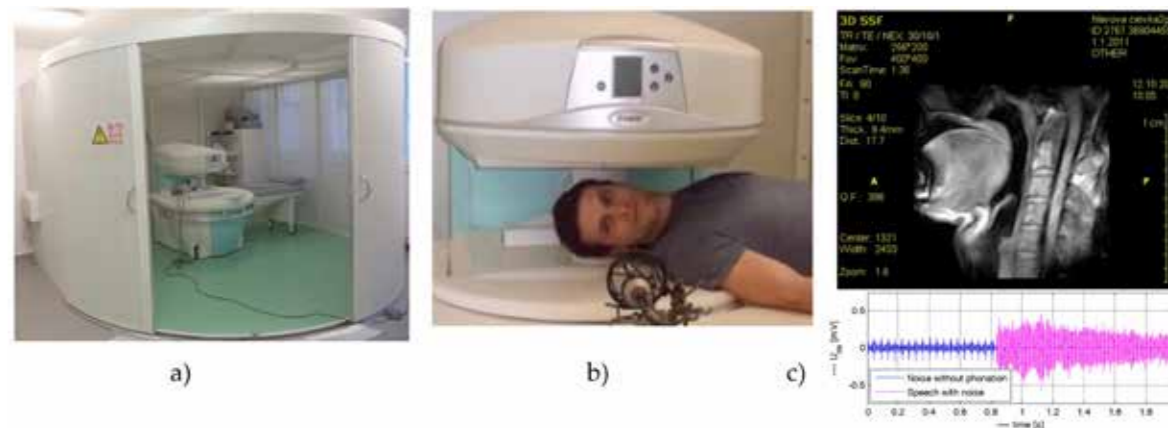
Obr. 2



Obr. 1



Obr. 4



Obr. 3

Obr. 1 / Příklad T2 map a segmentácia chrupavky dvojitej vrstvy chrupavky u pacienta s poškodením chrupavky v počiatočnom štádiu získanej pri 7 T.

Obr. 2 / Typické spektrá z medzikomorového septa s lokalizačnými obrázkami zo zdravého dobrovoľníka (A, C) a pacienta s hypertropickou kardiomyopatiou (B, D).

Obr. 3 / Celkový pohľad na otvorený NMR tomograf E-scan OPERA v tieniacej kovovej klietke (a), ležiaca osoba počas experimentu paralelného nahrávania rečového signálu a MR skenu hlasového traktu (b), získaný MR obraz spolu s vizualizáciou rečového signálu (c).

Obr. 4 / Mapovanie excitačného poľa in vivo. (a) reprezentatívna mapa excitačného poľa cez ľudské telo získaná použitím novej technológie. Dostatočný SNR je len v blízkosti prijímacej cievky no ukazuje vysokú homogenitu. (b) histogram variability nameranej intenzity excitačného magnetického poľa s krivkou normálneho rozdelenia.

Inovatívne technológie v oblasti kalibrácií a overovania meracích zariadení

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na výskum a vývoj nových a inovatívnych technológií a zariadení pre overovanie fyzikálnych veličín v oblasti merania hladiny, prietoku, hmotnosti a sily v nadväznosti na výkon metrologickej činnosti v zmysle súčasných právnych predpisov.

Ciele projektu

Strategickým cieľom bol výskum a aplikácia inovatívnych a originálnych riešení pre metrologickú prax s dopadom na zvýšenie kvality poskytovaných metrologických služieb.

Špecifický cieľ 1: Zabezpečenie metrologickej nadväznosti automatických hladinomerov -magnetostrikčných, kapacitných a tyčových radarových hladinomerov.

- ▶ Zámer inovatívneho riešenia bol vytvoriť jedinečné multifunkčné konštrukčné riešenie, ktoré je postavené na doterajších skúsenostiach a najnovších poznatkoch v danej oblasti.

Špecifický cieľ 2: Zabezpečenie metrologickej nadväznosti nápravových váh, závesných váh s neautomatickou činnosťou a snímačov sily.

- ▶ Zámer inovatívneho riešenia bol vytvoriť jedinečné multifunkčné konštrukčné riešenie využiteľné aj pri kalibrácii snímačov sily vyvođením statického zafarzenia pomocou etalónových závaží.

Špecifický cieľ 3: Zvýšenie presnosti merania v rámci metrologickej nadväznosti plavákových hladinomerov.

- ▶ Zámer inovatívneho riešenia bol postavený na doterajších praktických skúsenostiach z používania ZOH 1. Inovativnosť spočíva najmä v novej špeciálnej konštrukcii zariadenia a automatizácii merania priamo u objednávateľa metrologického výkonu.

Špecifický cieľ 4: Zvýšenie presnosti a automatizácia meracieho systému na overovanie meradiel pretečeného objemu vody s voľnou hladinou.

- ▶ Zámerom vývoja v danej oblasti bolo spresnenie čítania otáčok meradla pri malých prietokoch, vytvorenie nového meracieho systému ako celku.

Špecifický cieľ 5: Softvérové riešenie na zefektívnenie činnosti overovania, kalibrácie váh s neautomatickou a automatickou činnosťou a závaží všetkých tried presnosti.

- ▶ Zámer inovatívneho riešenia bol vytvoriť jedinečné softvérové riešenie postavené na vhodnej platforme s automatizáciou celého procesu, s eliminovaním krokov len na nevyhnuté zásahy obsluhy a s intuitívnym užívateľským prostredím.

Špecifický cieľ 6: Zníženie celkovej neistoty merania prostredníctvom zavedenia priebežných meraní v trojnom bode vody.

- ▶ Zámerom výskumu a vývoja bolo vytvoriť postupy a uplatniť poznatky obsiahnuté v postupoch merania pomocou TBV, ktoré sú súčasťou medzinárodnej teplotnej stupnice ITS-90 a príslušného dodatku. Postup riešenia zahŕňa samotnú realizáciu TVB a jeho implementáciu do meracieho postupu, čo zahŕňa kontrolné merania v TBV a analýzu nameraných údajov s celkovým stanovením vplyvu teploty na daný merací proces.

Dosiahnuté výsledky

Cieľ 1: Od r. 2018 bol do prevádzky uvedený merací systém pre overovanie tyčových hladinomerov kde boli a sú pravidelne vykonávané overenia hladinomerov v rámci metrologického výkonu žiadateľa - pracovisko Bratislava.

Cieľ 2: Od r. 2018 bol do prevádzky uvedený merací systém pre overovanie nápravových a závesných váh - pracovisko Bratislava.

Cieľ 3: Bol vytvorený 3D model a konštrukčná dokumentácia pre výrobu meracieho systému ZOH-2 pre overovanie plavákových hladinomerov. Zariadenie bolo vyrobené, zmontované, otestované a uvedené do prevádzky - pracovisko Banská Bystrica.

Cieľ 4: Bol vyvinutý nový čítač pre hydrometrický systém. Na základe ergonomických požiadaviek meracích technikov bol systém skompletizovaný a uvedený do prevádzky - pracoviská Banská Bystrica a Košice.

Cieľ 5: V roku 2018 bola SW aplikácia OVAH testovaná

zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Ľuboš Kučera, PhD.
riešiteľská organizácia
Slovenská legálna metrologia n.o.
spoluriešiteľské organizácie
Strojnícka fakulta Žilinskej univerzity v Žiline
Strojnícka fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 12/2018
finančné prostriedky z APVV
248 665 €
číslo projektu
APVV-15-0164

v skúšobnej prevádzke a následne od roku 2018 bola aplikovaná v metrologickom procese - všetky pracoviská SLM.

Cieľ 6: Bola zdokonalená metodika pre postup vyhodnotenia merania teploty pomocou kalibrovaneho etalónového odporového snímača teploty (SPRT - Standard Platinum Resistance Thermometer) v definičných pevných bodoch - pracovisko Bratislava.

Prínos pre prax

Hlavným prínosom je vznik nových metrologických zariadení s využitím špičkových technológií pre účely poskytovania metrologických služieb v zmysle medzinárodných platných predpisov a noriem. Pracoviská žiadateľa úspešným výskumom a vývojom získali nové inovatívne zariadenia, ktoré nielen zvyšujú presnosť a spoľahlivosť metrologických výkonov ale aj efektívnejšie využili práce meracích technikov. Novovytvorené zariadenia tiež poskytujú možnosť rozšírenia metrologických služieb nielen na národnej ale aj medzinárodnej úrovni.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1. / Zariadenie pre overovanie a kalibráciu nápravových a závesných váh - overenie nápravovej váhy.
Obr. 2. / Zariadenie pre overovanie a kalibráciu nápravových a závesných váh - overenie závesnej váhy.
Obr. 3. / Zariadenie pre overovanie plavákových hladinomerov.
Obr. 4. / Pohľad na aplikáciu OVAH

Zlepšenie funkčných vlastností obalového papiera modifikáciou mikro a nanoštruktúry povrchu

Predmet výskumu

Projekt aplikovaného výskumu riešil optimálnu modifikáciu štruktúry povrchu papiera, vhodnú pre ekologickú a efektívnu výrobu papierových obalov s vyššou pridanou hodnotou. Vzťahy medzi vstupnými parametrami surovín, podkladového papiera, náteru, pevnostnými a bariérovými vlastnosťami zušľachteného papiera sa hodnotili štatistickými metódami korelačnej a regresnej analýzy.

Cieľ výskumu

Cieľom bolo navrhnuť modifikácie štruktúry povrchu obalového papiera za účelom zlepšenia funkčných vlastností prepravných a skladovacích obalov. Dosiahnuť zvýšenie ochrany pred mechanickým poškodením, odolnosti voči vodnej pare a vode, olejom a tukom a voči organickým kyselinám. Rozšíriť sortiment obalov s vyššou pridanou hodnotou pre potravinárske, farmaceutické a priemyselné produkty, ktoré sa budú vyznačovať zvýšenými pevnostnými a bariérovými vlastnosťami a nízkou environmentálnou záťažou pri ich výrobe a recyklácii.

Dosiahnuté výsledky

Pri štúdiu mikro- a nanoštruktúry povrchu papiera, modifikovaného pomocou inovatívnych náterov, sa získali nové poznatky, ktoré významne prispeli k objasneniu mechanizmov účinku medzi podkladovým papierom a modifikovaným povrchom. Riadením porozity a mikro- a nanoštruktúry papiera pomocou glejenia a natierania sa dosiahli požadované funkčné vlastnosti obalového papiera. Podľa patentových prihlášok PP 50001-2018 a PP 50005-2019 sa povrchovým nanášaním vodnej disperzie s nižším množstvom fluórovaných zlúčenín dosiahlo zvýšenie odolnosti celulóзовého porézneho materiálu proti tukom a olejom pri súčasnom znížení celkových výrobných nákladov. Aplikáciou nanočastíc striebra možno dosiahnuť antimikrobiálny povrch celulóзовého porézneho materiálu. Výroba zušľachtených papierov, vlnitých lepeniek a papierových obalov podľa vynálezov umožňuje viac než trojnásobne znížiť spotrebu fluórovaných polymérov, odstrániť krútenie, zvýšiť rovinnosť a odolnosť

proti mechanickému namáhaniu (pevnosť v prietlaku, v priereze a v tlaku). V poloprevádzkových podmienkach sa overili technológie zušľachtených vlnitých lepeniek na výrobu recyklovateľných papierových obalov s bariérovými vlastnosťami, výbornou rovinnosťou a zodpovedajúcimi nákladmi na polyméry: 1. vlnitá lepenka VL H - odolná proti vode, 2. vlnitá lepenka VL F - odolná proti vode, olejom a tukom, 3. vlnitá lepenka VL FF - odolná proti olejom a tukom.

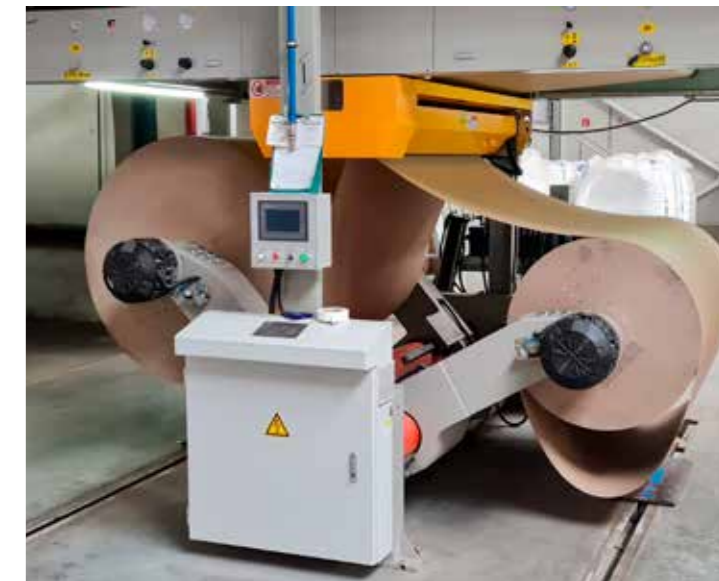
Prínos pre prax

Výsledky a nové poznatky z riešenia projektu boli použité pri optimalizácii modifikácie povrchovej štruktúry papiera pre krycie vrstvy vlnitej lepenky v pilotných prevádzkach VÚPC a u budúceho realizátora EcoPack a.s. Povrchovo upravené papiere a vlnité lepenky s vyššou pridanou hodnotou sa vyrábajú u realizátora EcoPack a.s. so sídlom v Prešove, ktorý doteraz vyrábala bežný sortiment vlnitej lepenky z recyklovaných vlákien. Firma plánuje rozšírenie sortimentu papierových obalov so špecifickými funkčnými vlastnosťami, ktoré v súčasnosti nie sú na domácom trhu zastúpené. Nové druhy povrchovo upravených papierov a vlnitých lepeniek so zvýšenými pevnostnými a bariérovými vlastnosťami zabezpečia konkurencieschopnosť a ekologickú výrobu. Výsledky a nové poznatky z riešenia projektu sú patentovo chránené a použijú sa pri výrobe obalových produktov z lepeniek so zlepšenými vlastnosťami ako sú obaly, lepenkové rezy, skladačky pre výrobu obalov, boxy, škatule a podobne. Tieto budú využité v rôznych odvetviach, ako obaly na mraziarenské výrobky, vonkajšie obaly na nádoby s chemickými látkami, potravinárskymi a farmaceutickými výrobkami.

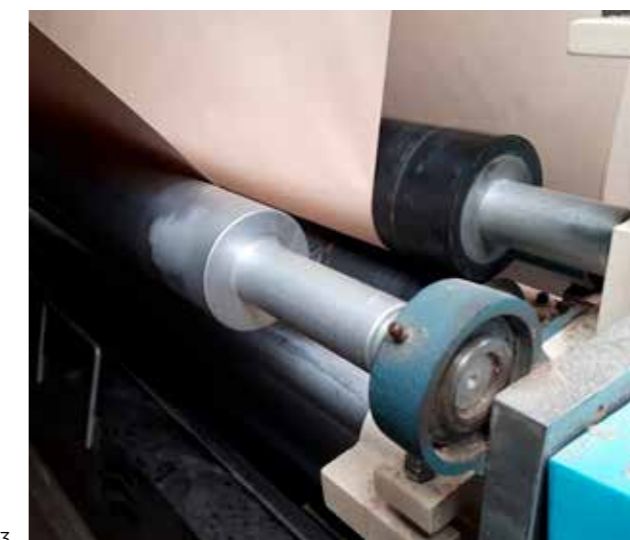
zodpovedný riešiteľ
Ing. Juraj Gígac, PhD.
riešiteľská organizácia
Výskumný ústav papiera a celulózy a.s.
termín riešenia
7/2016 – 6/2019
finančné prostriedky z APVV
249 971 €
číslo projektu
APVV-15-0178



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Suroviny: rôzne druhy papiera (linery a testlinery pre krycie vrstvy a fluting pre strednú zvlňenú vrstvu vlnitej lepenky)

Obr. 2 / Zvlňovačka v linke výroby vlnitej lepenky

Obr. 3. / Nanášanie bariérovej vrstvy na povrch testlinery aplikátorom v linke výroby vlnitej lepenky

Obr. 4. / Obaly spotrebiteľské, priemyselné ako aj pre obchod a e-shopy na výstupe z linky výroby vlnitej lepenky

Smart mestá a ich inteligentná energetická chrbtica

Predmet výskumu

Projekt aplikovaného výskumu sa zaoberal vo svete novou problematikou smartgridov, so zameraním na smartcities, mikrogridy, inteligentné energetické chrbtice a obnoviteľné zdroje energií. Predmet výskumu: koncentrátor meracieho systému, centrála meracieho systému, komunikačné protokoly používané v energetike a riadení a riadenie obnoviteľných zdrojov. Jednotlivé predmety výskumu boli riešené z pohľadu požiadaviek Európskej únie a trhu, z pohľadu budúcej štandardizácie v danom odvetví a z pohľadu hardvérovej a softvérovej realizácie. Výsledky projektu sú priamo použiteľné na realizáciu produktov a systémov v oblasti merania a automatizácie energetiky.

Ciele projektu

Vykonať aplikovaný výskum riešenia systému resp. technológie pre použitie v „smart cities“ so zameraním na mikrogridy, tzv. inteligentnú energetickú chrbticu a obnoviteľné zdroje energií. K vlastnostiam tohto riešenia patria najmä škálovateľnosť, modulárnosť a fúzia technológie teleriadenia (RTU) s technológiou inteligentných meracích systémov. Vďaka týmto vlastnostiam bude systém použiteľný v širokom spektre aplikácií. Systém bude od návrhu obojsmerný a otvorený, bude ho teda možné integrovať do SmartGridu, keď táto technológia dosiahne v budúcnosti štandardizáciu. Systém bude dáta poskytovať externým systémom (napr. systémy distribučných sietí) pomocou štandardu IEC-61850, čo zaručí rozšíriteľnosť a konektivitu potrebnú na komunikáciu a spoluprácu so Smart Grid systémami budúcnosti. Čiastkové ciele projektu:

1. Návrh, tvorba a implementácia koncentrátor inteligentného meracieho systému (KMS) spĺňajúceho vyhlášku 358/2013 Z.z. a integrujúci technológiu RTU.
2. Výskum algoritmov riadenia vhodných pre obnoviteľné zdroje energií v rámci mikrogridu.
3. Návrh, tvorba a implementácia centrály inteligentného meracieho systému (CMS) podľa vyhlášky 358/2013 Z.z.

Dosiahnuté výsledky

Riešiteľský kolektív sa v prvom roku riešenia projektu podieľal na prácach Analýza a návrh komunikačných rozhraní powerline, RF mesh a MBUS a Návrh dosky KMS, integrácia komunikačných rozhraní. Bola naprojektovaná (schematický návrh aj návrh dosky plošných spojov) hlavná- CPU riadiaca doska pre KMS. CPU doska je postavená na NXP/Freescale i.MX 7 ARM procesore. i.MX7 je nízkoprikonový aplikačný procesor z rodiny ARM. Podľa konkrétnej verzie obsahuje jadrá Cortex-A7 a Cortex-M4, ide teda o heterogénnu multijadrovú architektúru, optimalizovanú na priemyselné a telemetrické aplikácie. Obidve jadrá sú vybavené jednotkou FPU, jadro A7 navyše aj SIMD jednotkou NEON. Vďaka prítomnosti jadra Cortex-M4 je tiež možná tvorba hard-realtime riadiacich aplikácií. Periférna výbava je optimalizovaná na priemyselné komunikácie - dôležitá je najmä prítomnosť dvoch 100Mbps ethernetových radičov, siedmich sériových kanálov, dvoch radičov zbernice CAN, dvoch radičov USB 2.0 a radičov zbernic I2C a SPI. Procesor je tiež vybavený viacerými rozhraniami SDIO, podporujúcimi dátové karty MMC a disky CE-ATA. Z hľadiska softvéru je procesor podporovaný operačnými systémami Linux a FreeRTOS. Pri návrhu CPU dosky bolo dbané na maximálnu univerzálnosť najmä preto, že samotné expanzné dosky pre konkrétne komunikačné rozhrania sa môžu z hľadiska stavu techniky meniť a dopĺňať.

V roku 2017 riešiteľský kolektív vyvinul Model vnútornej a vonkajšej dátovej výmeny v koncentrátore KMS, ktorý slúži ako vstupný podklad pre ďalšie fázy riešenia projektu a najmä pre evaluáciu dátových prenosov ako esenciálnych procesov pri technológiách smart gridu a pod. Sú v ňom zachytené všetky dôležité rysy dátových tokov z hľadiska vnútornej zbernice KMS, ale aj z hľadiska externého prostredia. Model archivačného systému zameraného na prácu s odpočtami, ktorý slúži ako podklad pre samotnú výmenu dát medzi zberacou abstrakčnou vrstvou OpenDAF a užívateľskou (poskytovateľskou) časťou HTTP. Jedná sa

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. František Janiček, PhD.

riešiteľská organizácia

Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

spoluriešiteľská organizácia

T-Industry, s. r. o.

termín riešenia

7/2016 – 12/2019

finančné prostriedky z APVV

247 377 €

číslo projektu

APVV-15-0326

o dôležitú súčasť správnej archivácie nameraných resp. odpočítaných údajov z jednotlivých blokov smart gridu. Sú v ňom zachytené všetky dôležité rysy vrstiev spracovania z hľadiska jednotlivých tokov dát v koncentrátore KMS.

V roku 2018 riešiteľský kolektív pracoval na vývoji softvérového (programového) produktu Operačný systém koncentrátor KMS. Jadro softvéru je postavené na jadre Linuxu mainline 4.9.7. s doplnením na ovládanie všetkých periférií – podľa aktuálnej konfigurácie koncentrátor – modifikovateľný samostatný strom zariadení (device-tree). Doplnená bola aj zlepšená podpora RS485 a ostatných sériových rozhraní. Softvérový produkt Distribuovaný archivačný programový modul pre odpočty CMS. Jadro softvéru je postavené na databáze Cassandra, ktorá očakáva veľké množstvo odpočtov – dát. Sú zapracované tzv. clustre, ktoré logicky oddeľujú dáta pre jednotlivé uzly resp. lokality uzlov, tak aby k nim pri exporte resp. ďalšom spracovaní bol čo najjednoduchší – najrýchlejší prístup. Moduly serializácie, deadbandov a rekonštrukcie sú využité priamo z frameworku OpenDAF ako abstrakčnej vrstvy koncentrátor KMS.

Počas finálnej fázy riešenia projektu bol zostavený prototyp koncentrátor meracieho systému (KMS) s vlastným softvérom centrály inteligentného meracieho systému (CMS). Z tohto prototypu je priamo odvodený samotný nový výrobok. Z pohľadu technického opisu sa jedná o to- tožný produkt – nový výrobok. Rozdiel medzi prototypom a novým výrobkom je len v zapracovaní rôznych drobných technických detailov a najmä v tom, že sa prototyp podrobil testom a z hľadiska vizuálnej prezentácie sa jednalo o menej uhladené riešenie. Koncentrátor z hardvérovej stránky obsahuje procesorovú dosku(NXP/Freescale i.MX 7 ARM), dosku backplanu, komunikačnú dosku 3G konektivity, kombinovaný modul GPS/WiFi, powerline komunikačnú dosku G3/PRIME. Z pohľadu vlastného softvéru je centrála inteligentného meracieho systému postavená na jadre Linuxu mainline 4.9.7 spolu s frameworkom OpenDAF a databáze Cassandra. Štandard IEC-61850 je

napojený priamo do OpenDAFu s konfiguráciou cez jazyk Station Configuration description language (SCL) – postavené na jazyku XML (IEC-61850-6).

Prínos pre prax

Samotný koncentrátor meracieho systému KMS prináša z hľadiska softvéru a hardvéru slovenské riešenie, ktoré je možné nasadiť na úroveň mikrogridu s využitím lokálnych obnoviteľných zdrojov. Komunikácia s nadradeným dispečingom a inými „zdrojmi“ či „spotrebičmi“ je zabezpečená štandardom IEC-61850. Riešenie je modulárne a umožňuje do budúcnosti rozšírenie podľa aktuálnych trendov (napr. podpora e-mobility). Keďže sa jedná o univerzálne riešenie, uplatnenie si nájde aj distribučnej sústave alebo v podružných meraniach spotrebovaných energií a iných energií (voda, teplo).

„Koncentrátor inteligentného meracieho systému (KMS)“



Výskum zvarovania progresívnych ľahkých zliatin lúčovými technológiami

Predmet výskumu

Dôležitou požiadavkou pri výrobe komponentov a zariadení zo zliatin Ti a Al-Li je potreba ich spájania. Štandardné metódy zvarovania vhodné na tento typ materiálov, ako napr. zvarovanie GTAW, sú charakteristické relatívne vysokým tepelným príkonom, takže počas zvarovania dochádza k výraznému tepelnému ovplyvneniu zvarovaných materiálov a k degradácii štruktúrnych a mechanických vlastností spojov. Použitím metód tavného zvarovania s nízkym tepelným príkonom – laserového (LBW) a elektrónolúčového (EBW), je možné dosiahnuť veľmi úzku teplom ovplyvnenú oblasť a malé deformácie. Napriek tomu zvarovania Ti a Al-Li zliatin týmito metódami nie je dostatočne preskúmané.

Cieľ projektu

Hlavným cieľom projektu vychádzajúcim zo súčasného stavu zvarovania ľahkých zliatin bol základný výskum procesov a podmienok vytvárania zvarových spojov metódami LBW a EBW zliatin AW2099, Ti Grade 5 a Ti Grade 2 a vytvorenie súboru základných poznatkov o zvaraní týchto zliatin uvedenými procesmi.

Dosiahnuté výsledky

Za hlavné výstupy projektu považujeme vznik modelov a prototypov pre RLS_FoF: – Dátový model RMS; – Súbor 3D modelov jednotlivých agentov; – Simulačný model pre MAS; – Mobilný Robotický Systém – MRS; – Modulárna Platforma – MP; – Pracovný priestor pre MRS a MP. Zvarové spoje Al a Ti zliatin boli podrobené makroskopickej a mikroskopickej analýze za účelom zistenia ich vnútorných defektov a štruktúrnych zmien. Okrem toho bola na vybraných zvarových spojoch realizovaná TEM analýza s identifikáciou fáz röntgenovou difrakčnou analýzou. Z hľadiska posúdenia vplyvu rozdielneho tepelného príkonu pri zvaraní elektrónovým lúčom zliatin AW 2099 s hrúbkou 4 mm bola pri väčšom tepelnom príkone zaznamenaná tvorba kryštalizačných trhlín, pórovitost, ako aj preliačenie zvaru a pretečenie koreňa zvarov. Vo zvarovom kove sa pozorovala dendritická štruktúra,

charakteristická pre proces zvarovania. Pri skúmaní vplyvu oscilácie lúča na šírku povrchu a koreňa zvarovej húsenice a prierezu zvarového kovu boli ako štatisticky významné parametre určené vychylovacie napätie, resp. frekvencia vychylovania. Naopak, vplyv vychylovacieho napätia, resp. frekvencie vychylovania na veľkosť pórov vo zvarovom kove bol štatisticky nesignifikantný. Pri zvaraní zliatin AW 2099 laserovým lúčom dochádzalo k nataveniu veľkého objemu materiálu z dôvodu obmedzeného výkonu laserového zariadenia (TRUMPF TruDisc 4002), čo malo za následok mierne preliačenie povrchu a pretečenie koreňa. Z toho dôvodu sa overilo zvarovanie materiálu s hrúbkou 2 mm s použitím prídavného materiálu Al-Mg 5087 vo forme drôtu s priemerom 1,2 mm. Prítomnosť horčíka v prídavnom materiáli zvyšuje rozpustnosť vodíka. V dôsledku toho je možné redukovať pórovitosť zvarového kovu, ktorá je charakteristická pre zvarovanie hliníka a jeho zliatin.

Zvarové spoje v prípade Al-Li zliatin AW 2099 vykazovali pokles medze pevnosti oproti základnému materiálu o približne 33 % hlavne v dôsledku rozpustenia precipitátov v oblasti zvarového kovu a teplom ovplyvnenej oblasti. Ovplyvnenie zvarovaných materiálov procesom zvarovania sa potvrdil aj meraním mikrotvrdosti, kde bol v oblasti zvarového kovu a TOO pozorovaný výrazný pokles približne o 40%. Z dôvodu zlepšenia mechanických vlastností zvarových spojov bolo preto navrhnuté a overené ich tepelné spracovanie. Najvyššie hodnoty pevnosti uvádzané v literatúre (90% pevnosti základného materiálu) autori dosiahli pri rozpúšťacom žíhaní (510°C/1 h) a dvojestupňovom starnutí (155°C/16 h + 130°C/12 h). Parametrami tepelného spracovania navrhnutými v rámci riešenia projektu (rozpúšťacie žíhanie 540°C/1,5 h; umelé starnutie 150°C/12 h) bolo možné dosiahnuť pevnosť zvarových spojov približne 96% pevnosti základného materiálu pri ekonomicky a časovo menej náročnom jednostupňovom starnutí.

Na overenie riadenia množstva energie pri zvaraní Ti Grade 2 boli aplikované technologické pohyby lúča v tvare kružnice, elipsy (pozdĺžnej, priečnej) a rozdelenie lúča

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Milan Marônek, CSc.

riešiteľská organizácia

Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave

spoluriešiteľská organizácia

Prvá zvaračská, a. s.

termín riešenia

7/2016 – 12/2019

finančné prostriedky z APVV

250 000 €

číslo projektu

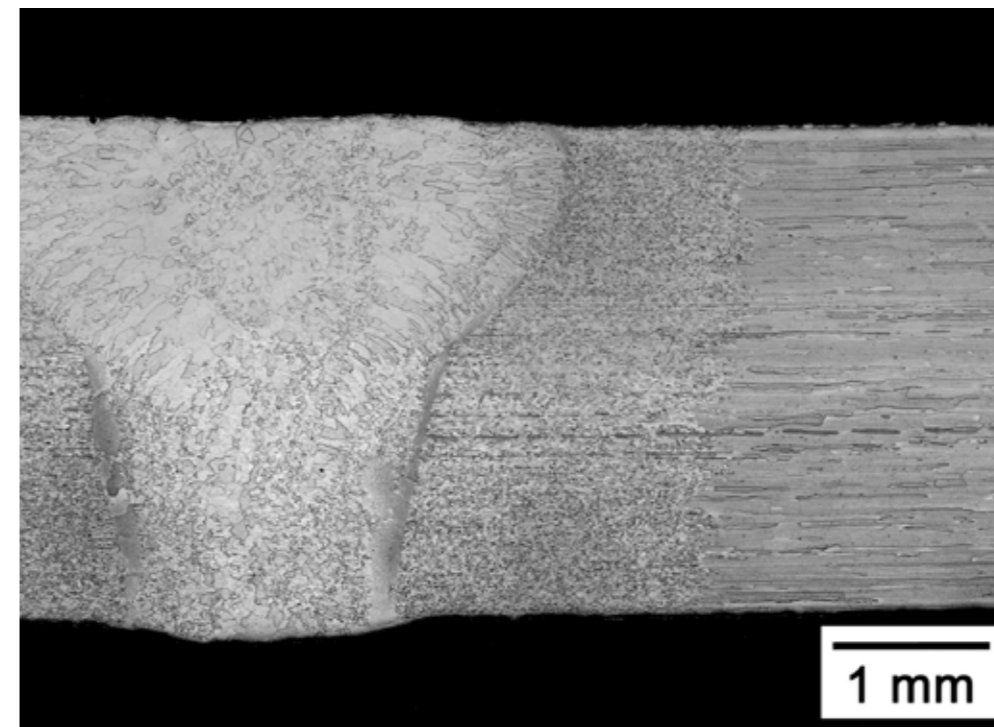
APVV-15-0337

na dve kružnice s rozdielnymi parametrami kmitania. Pri analýze takto vyhotovených spojov boli pozorované časté chyby vo zvarovom spoji ako napríklad zápaly, neúplne prevarený koreň a rozstrek v koreni zvaru. Z uvedených dôvodov sa použitie technologických pohybov pri zvaraní daného materiálu a hrúbky neodporúča.

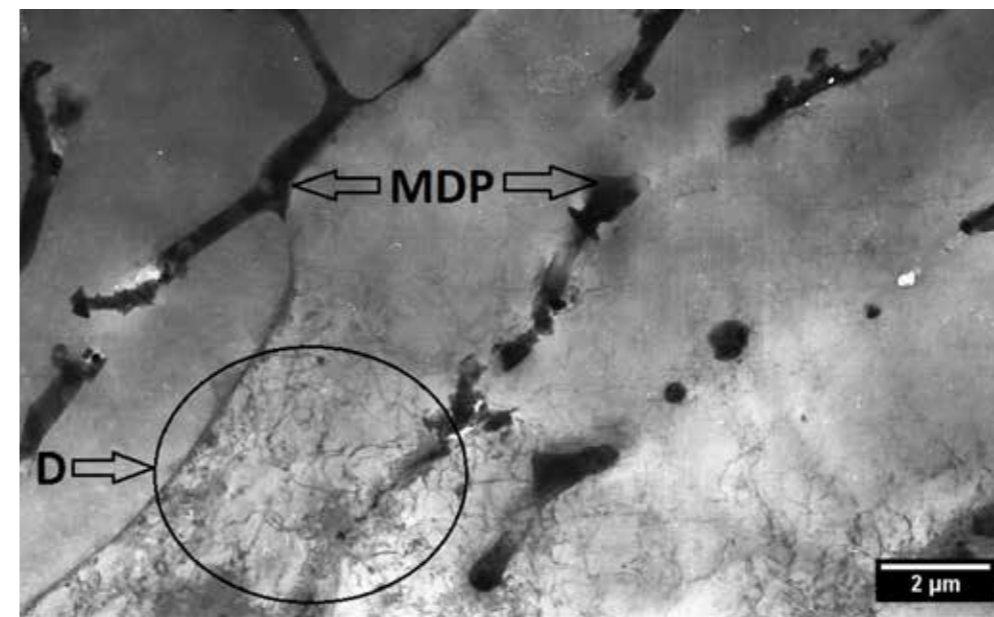
Na základe realizovaných skúšok a analýz boli pre zliatinu Al-Li AW2099, Ti Grade 5 a Grade 2 definované odporúčané parametre zvarovania laserovým a elektrónovým lúčom, v závislosti od zvarovaných hrúbok a použitia prídavného materiálu.

Prínos pre prax

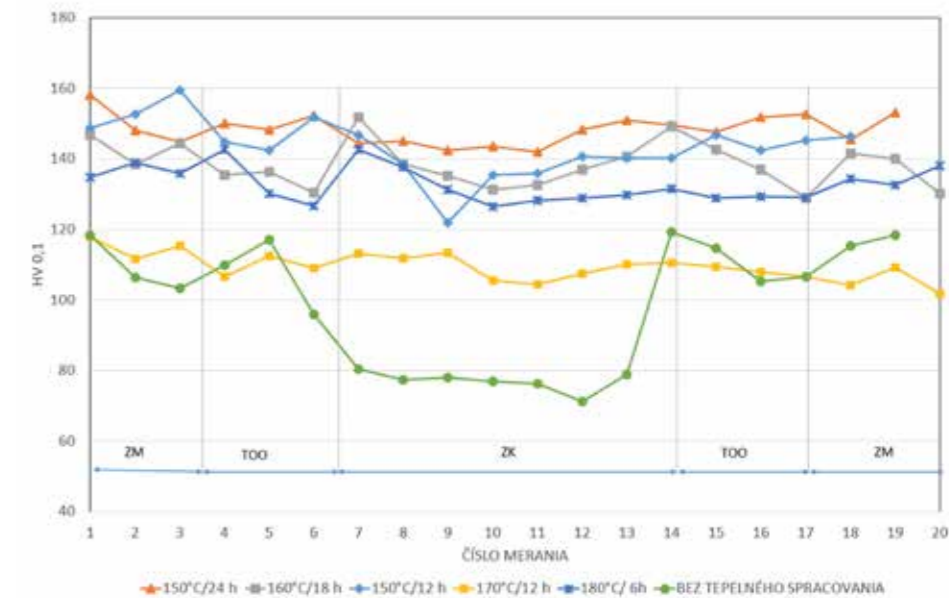
V rámci výsledkov projektu boli overené technológie zvarovania obežných kolies turbokompresorov vyhotovených zo zliatin Ti6Al4V a AW 2099. Pre tieto materiály boli realizované dva typy zvarov – zvarovanie na tupo a zvarovanie cez krycí kotúč.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Makroštruktúra zvarového spoja zliatin AW 2099 vyhotoveného laserom

Obr. 2 / Mikroštruktúra zvarového kovu zliatin AW2099 Al-Li – matrica s dendritickou morfológiou, fáza vylúčená v medzidendritickom priestore (MDP), dislokácie (D) v dendritoch

Obr. 3. / Priebeh mikrotvrdosti zvarového spoja Al-Li zliatin AW 2099 vyhotoveného laserom v závislosti od režimu starnutia

Obr. 4. / Zvarené obežné koleso zo zliatin Ti6Al4V prievarkovým zvarom cez krycí kotúč

Komplexné využitie röntgenovej difraktometrie na identifikáciu a kvantifikáciu funkčných vlastností dynamicky namáhaných konštrukčných prvkov z významných technických materiálov

Predmet výskumu

Predmetom výskumu projektu bolo komplexné využitie röntgenovej difraktometrie na identifikáciu a kvantifikáciu funkčných vlastností dynamicky namáhaných konštrukčných prvkov z významných technických materiálov. Orientácia výskumu bola na aplikáciu nedeštruktívneho identifikovania povrchových a podpovrchových vrstiev ako predikcie a stanovenia funkčnosti konštrukčného prvku implementovaného pri konštrukciách s vysokou mierou bezpečnosti.

Ciele projektu

Cieľom projektu bolo komplexné využitie röntgenovej difraktometrie na identifikáciu a kvantifikáciu funkčných vlastností dynamicky namáhaných konštrukčných prvkov z významných technických materiálov na báze polykrystalických kovových, keramických a kompozitných materiálov spracovaných progresívnymi technológiami mechanického, fyzikálneho a chemického pôsobenia, ktoré budú zabezpečovať prenos implementácie nových poznatkov a inovatívnych prístupov do priemyselnej sféry. Na rozdiel od doterajších výskumov, vychádza podstata projektu dôsledne zo skutočnosti, že povrchové a podpovrchové vrstvy majú určitú nenulovú hrúbku a že pozdĺž danej hrúbky vznikajú rôzne charakteristické zmeny ako zmena štruktúry, stav napätosti, poruchy polykrystalických mriežok, dislokácie materiálu, a ďalšie zmeny, ktoré radikálne menia vlastnosti materiálov ale hlavne funkčných vlastností konštrukčných prvkov hlavne po dynamickom permanentnom zaťažení. Na základe vykonaných experimentálnych metód bolo riešené komplexné využitie röntgenovej difraktometrie za účelom kvalitatívnych ukazovateľov životnosti dynamický a kontaktne permanentne zaťažovaných konštrukčných prvkov nevyhnutných pre medicínu, automobilový, letecký a jadrový priemysel.

Dosiahnuté výsledky

Dosiahnuté výsledky projektu boli zaznamenané na základe ročných správ a na základe stanovených etáp riešenia projektu a naplánovaných výstupov. Prvá etapa aktualizova-

vala literárne poznatky hĺbkovou literárnou a patentovou rešeršou k riešenej problematike. Na základe aktualizácie prieskumu bol navrhnutý a obstaraný experimentálny materiál pre riešenie ďalších úloh projektu. Jedným z významných cieľov projektu bola aplikácia röntgenovej difraktometrie ako unikátneho mobilného zariadenia, ktoré je súčasťou pracoviska na skúmanie funkčných vlastností integrity povrchu, čo je neoddeliteľnou súčasťou na skúmanie kvality a bezpečnosti vytváraných súčastí.

Výsledkom druhej etapy riešenia projektu bola kalibrácia a verifikácia na referenčných materiáloch z ktorých boli vytvorené vzorky reprezentujúce odvetvie, v automobilovom priemysle a leteckom priemysle, vo forme vysoko dynamicky namáhaných častí konštrukčných prvkov a tiež komponentov citlivých na radiačné zmeny a vplyvy v jadrovej energetike. Parametre verifikačných vzoriek boli navrhované prostredníctvom konečnoprvkovej siete modelu povrchu zo škrapinových prvkov a rozmer a tvar deformovaných častí, ktoré odpovedajú deformovaným zónam. Výstupom tretej etapy projektu bolo sumarizovanie, realizovanie a vytváranie špecifických funkčných vlastností integrity povrchu prostredníctvom jednotlivých technologických aplikácií vyznačujúcich sa extrémne vysokou kinematickou a dynamickou činnosťou, pri ktorých vzniká mechanické pôsobenie so značným vznikom termického pôsobenia.

Výstupom štvrtej etapy bola nadväzovať na výstupy predchádzajúcich troch fáz konštrukčne prípravného charakteru. Následne boli získané výstupy pre verifikačné vzorky pilotné skúmané prostredníctvom röntgenovej difraktometrie, kde boli potrebné implementácie prípravkov nevyhnutných na kalibráciu zariadenia so zámerom opakovateľnosti merania ale hlavne z pohľadu mapovania integrity povrchu nielen bodovo ale aj rovinné respektíve s aplikáciou rotácie.

Výstupom piatej etapy bolo realizovanie verifikácie a úpravy metodiky experimentálneho merania, ktorá bola nevyhnutná na následné výstupy, kde zariadenie muselo prejsť precíznou kalibráciou a zoradením detektorov a reflexných snímačov. Výsledkom boli kalibrácie a rozpoznávanie

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Andrej Czán, PhD.

riešiteľská organizácia

Strojnícka fakulta Žilinskej univerzity v Žiline

termín riešenia

7/2016 – 6/2020

finančné prostriedky z APVV

245 501 €

číslo projektu

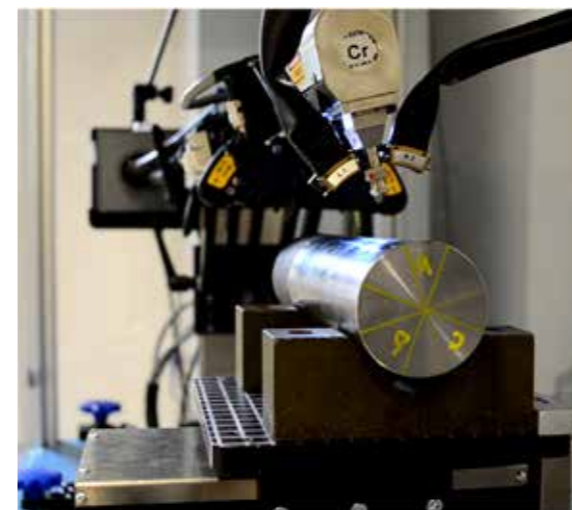
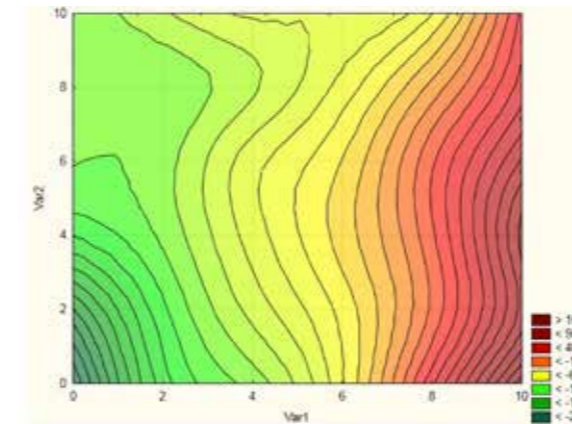
APVV-15-0405

mikroštruktúrnych fáz referenčných materiálov, ktoré budú schopné analyzovať vplyvy dynamických javov.

Výstupom šiestej etapy projektu bolo experimentálne overenie verifikačnej metodiky na sledovanie funkčných vlastností integrity povrchu, kde boli realizované základné testy a porovnania s etalónovými prvkami. Významným výstupom bol aj skenovanie povrchu ale aj možnosť skúmania aj podpovrchových vrstiev prostredníctvom elektrochemickej technológie odoberania vrstiev čím boli získané prierezové vlastnosti a teda komplexnej funkčnosti implementovaných súčastí v riešených oblastiach aplikovaného výskumu. Výstupom boli vedecké články a dáta pre ďalšie experimentálne riešenia. Výstupom posledných dvoch etáp projektu bolo zabezpečiť komunikáciu a expedíciu relevantných výstupov z etáp pre odberateľov výsledkov z praxe a riešia spätnú väzbu na čiastkové overovacie a verifikačné úpravy metodiky predikcie funkčných vlastností.

Prínos pre prax

Hlavným prínosom pre prax je nedeštruktívne skúmanie povrchových a podpovrchových vrstiev konštrukčných prvkov s vysokou pridanou hodnotou. Výhodou metódy je nedeštruktívna analýza zvyškových napätí a austenitu, pričom je možné preziariť materiál do hĺbky 12 μm v prípade použitia chrómovej röntgenovej lampy. V prípade potreby skúmania priebehov zvyškových napätí v jednotlivých vrstvách pod povrchom je možné aplikovať metódu elektrochemického leštenia. Na meranie zvyškových napätí bola použitá okrem triaxiálnej analýzy aj metóda bodového (jednoosového) merania zvyškových napätí, pri ktorej je výsledkom prehľadná informácia o charaktere a veľkosti prítomných zvyškových napätí v mieste merania. Metóda vďaka tomu, a taktiež vďaka nižším časovým nárokom oproti triaxiálnemu meraniu nájde svoje využitie predovšetkým v oblasti praxe a je spoľahlivým nástrojom nedeštruktívnej detekcie zvyškových napätí a austenitu pre firmy.



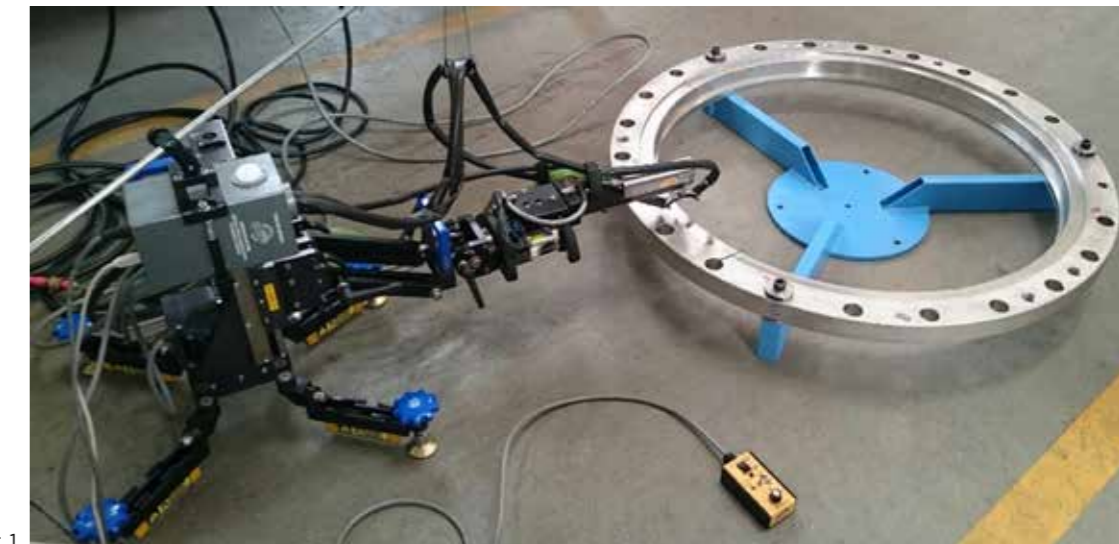
Obr. 2

Obr. 1 / Aplikácia XRD zariadenia na meranie zvyškového napätia a austenitu na rozvodovom kolese pre primárny chladiaci okruh jadrového reaktora

Obr. 2 / Analýza zvyškového napätia prostredníctvom metodiky mapovania povrchu vzoriek

Obr. 3 / Aplikácia XRD zariadenia pri identifikácii zvyškového napätia pri tvárniacom nástroji na výrobu Hirthovho ozubenia pre SUV automobily

Obr. 4 / Ocenenie zariadenia na Medzinárodnom strojárskom veľtrhu v Nitre



Obr. 1



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 4

Keramické materiály pre použitie v extrémnych podmienkach

Predmet výskumu

Vývoj a charakterizácia pokročilých keramických materiálov na báze boridov a karbidov s prídavkom rôznych spekacích aditív ako aj s prídavkom spevňujúcej fázy vo forme grafénových platničiek (GPLs) so zlepšenými vlastnosťami pri izbových teplotách ako aj s vysoko/ultra vysokoteplotnými vlastnosťami. Tieto keramické materiály sú určené pre použitie v extrémnych podmienkach (vysoká teplota, vysoký tlak, agresívne chemické prostredie) ako špecifické komponenty, ktoré vyžadujú excelentnú tepelnú stabilitu, supervysokú tvrdosť a výborné tribologické vlastnosti.

Ciele projektu

1. Príprava hutných keramických materiálov na báze boridov a karbidov (ako aj kompozitov s homogénne distribuovanými grafénovými časticami). Štúdium mechanizmov zhutňovania počas spekania materiálov cestou spekania v prítomnosti elektrického poľa (spark plasma sintering).
2. Štúdium chemického a fázového zloženia, mikroštruktúry na charakterizácia pripravených keramických kompozitov.
3. Výskum základných fyzikálnych a mechanických vlastností individuálnych zŕn spekaných hutných keramik využitím nanomechanických testov.
4. Stanovenie mechanických a tribologických vlastností materiálov.
5. Pochopenie vplyvu mikroštruktúry pripravených keramik na ich lomovo-mechanické a tribologické vlastnosti. Identifikácia mechanizmov zhúžvenatia a ich vplyv na výslednú lomovú húževnatosť.
6. Optimalizácia vzťahu medzi procesom prípravy, mikroštruktúrou a požadovanými výslednými mechanickými a tribologickými vlastnosťami.

Dosiahnuté výsledky

Boli detailne pripravené a analyzované keramické materiály, z hľadiska ich chemického a fázového zloženia, mikroštruktúry, hraníc zŕn a to na mikroštruktúrnej, nanoštruktúrnej a atomárnej úrovni. Bol realizovaný výskum základných fyzikálnych a mechanických vlastností individuálnych zŕn ZrB₂ a HEC keramik

využitím nanomechanických testov (nanoindentácia, pevnosť v tlaku mikropilierov, pevnosť v ohybe mikronosníkov, nanoscratch/ tribológia). Boli určené mechanizmy zhúžvenatia v kompozitoch s grafénovými platničkami vo forme premostenia, vybočenia i vetvenia trhliny. Na základe podrobnej mikroštruktúrnej analýzy keramických systémov a na základe získaných hodnôt ich fyzikálnych, mechanických a tribologických vlastností na mikro a nano úrovni, došlo vo viacerých prípadoch k optimalizácii procesu prípravy študovaných materiálov.

Boli pochopené deformačné mechanizmy v týchto systémoch, ktoré sú odlišné pre rôzne kryštalografické orientácie zŕn. Bolo zdokumentované, že aj krehká keramika ako napr. ZrB₂ sa môže plasticky deformovať pri skúškach na vzorkách s mikro-rozmermi. Boli pochopené a zdokumentované technologické a štruktúrne defekty, ktoré znižujú pevnostné vlastnosti ako aj spoľahlivosť materiálových systémov. Medzi prvými na svete sme spolupracovali pri vývoji tzv. vysokoentropických karbidov HEC (high entropy carbides). Merateľné ukazovatele projektu boli splnené a vo viacerých oblastiach aj prekročené očakávané ciele. Svedčia o tom aj vysokohodnotné publikácie v "renomovaných zahraničných CC časopisoch", ako *JECS*, *Nature - Scientific Reports* a iných, ktoré boli výrazne citované v databázach WoS a Scopus ako napr.:

DUSZA, Ján - ŠVEC, Peter Jr. - GIRMAN, Vladimír - SEDLÁK, Richard - CASTLE, Elinor - CSANÁDI, Tamás - KOVALČÍKOVÁ, Alexandra - REECE, Michael J. *Microstructure of (Hf-Ta-Zr-Nb)C high-entropy carbide at micro and nano/atomic level. In Journal of the European Ceramic Society, 2018, vol. 38, p. 4303-4307, citations in Scopus- 73citácií.*

Prínos pre prax

Počas riešenia projektu boli vyvinuté a charakterizované nové keramické systémy, niektoré medzi prvými na svete, čím sa významne rozšíril súbor poznatkov v skupine ultravysokoteplotných keramických materiálov. Získané výsledky tvoria základ jednak pre vývoj UHTC keramik ako aj

zodpovedný riešiteľ

prof. RNDr. Jan Dusza, DrSc.

riešiteľská organizácia

Ústav materiálového výskumu SAV

spoluriešiteľská organizácia

Ústav anorganickej chémie

termín riešenia

7/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

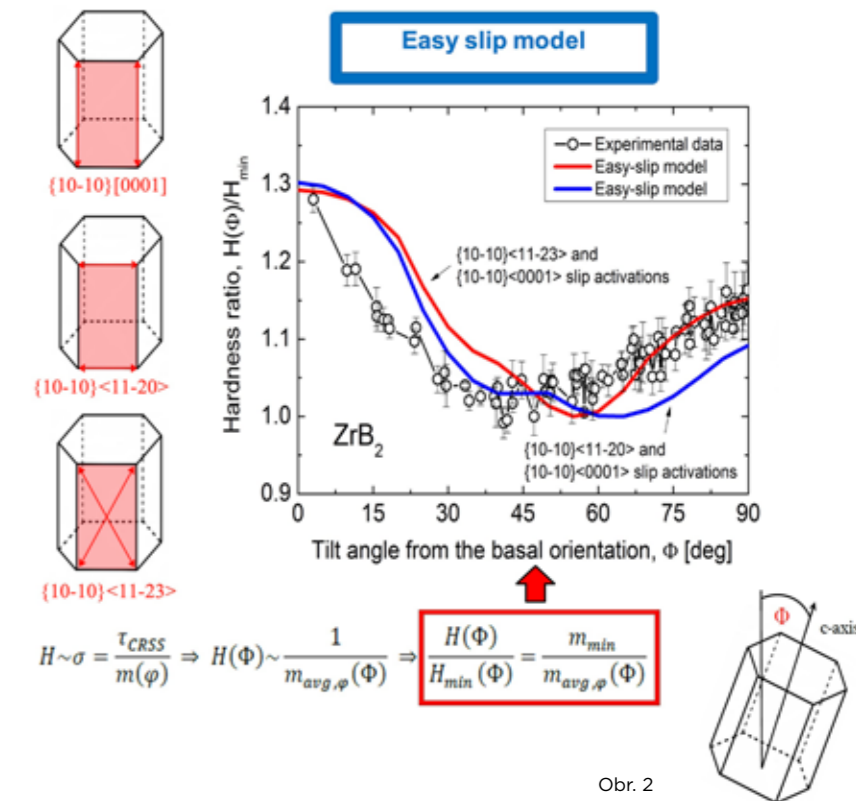
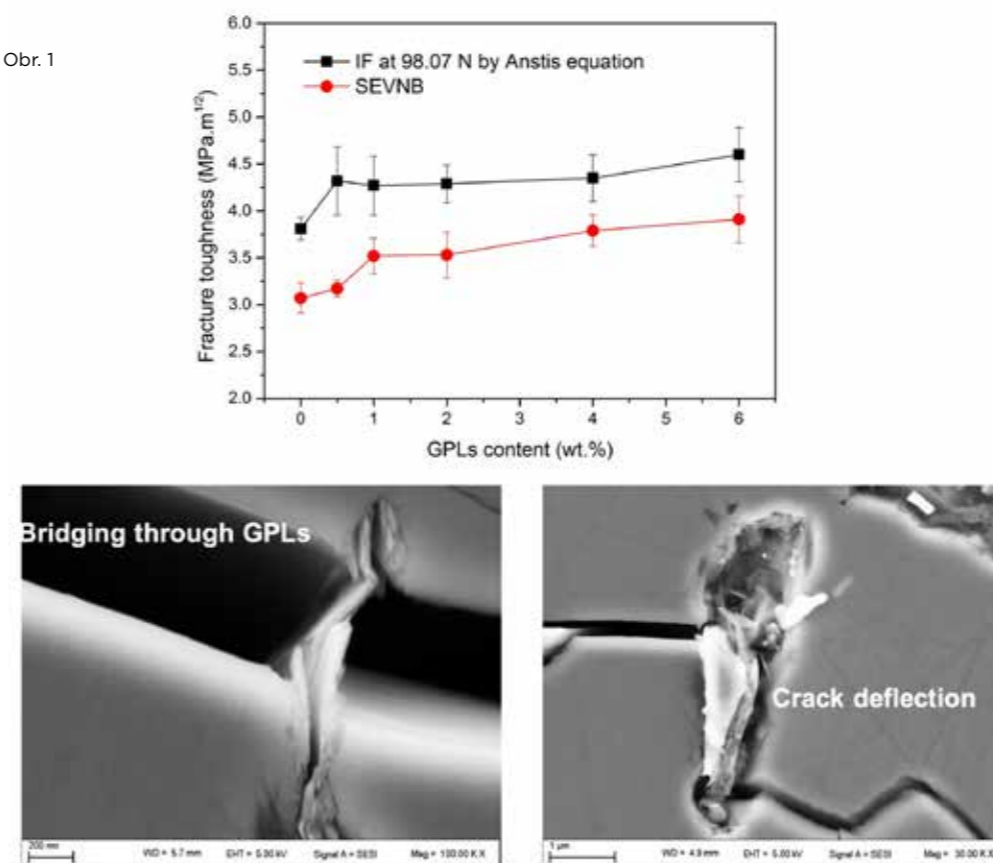
249 728 €

číslo projektu

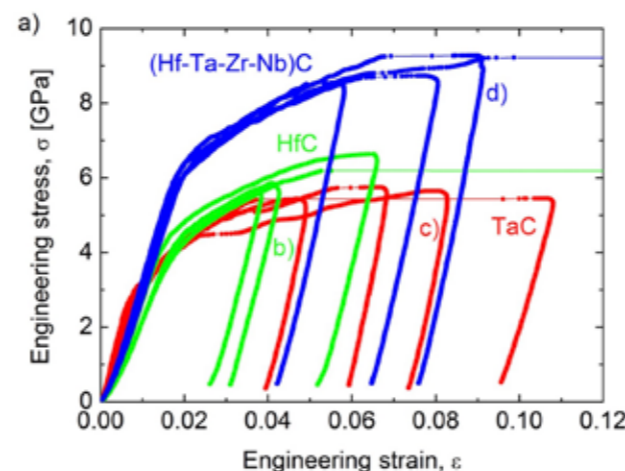
APVV-15-0496

úplne nových vysokoentropických keramických systémov (HEC) s kombináciou doteraz nepoznaných vynikajúcich mechanických vlastností. Zo získaných výsledkov je zrejmé, že prínosom projektu je aj implementácia moderných testovacích metodík na stanovenie mechanických vlastností na mikro/nano úrovni. Napriek tomu, že riešený projekt spadá do oblasti základného výskumu, výsledky projektu ukazujú svoje opodstatnenie a dôležitosť pre technické aplikácie napr. pre letecké a vesmírne aplikácie.

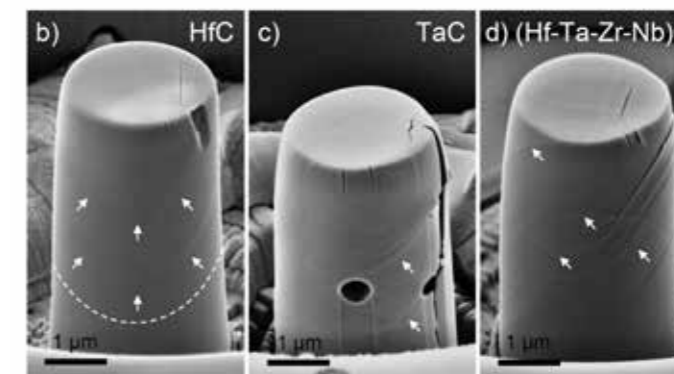
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 3

Obr. 1 / Zvýšená lomová húževnatosť a mechanizmy zhúžvenatia v B4C/GPLs kompozite

Obr. 2 / Vplyv orientácie na deformačné charakteristiky ZrB₂ zŕn počas skúšky nanotvrdosti- porovnanie experimentálnych údajov a údajov z „Easy slip modelu“

Obr. 3 / Vplyv orientácie HfC, TaC a HEC zŕn na ich deformačné charakteristiky počas skúšky pevnosti mikropilierov

Prediktívny systém monitorovania a vyhodnocovania účinnosti výroby a dodávky tepla s využitím techník výpočtovej inteligencie

Predmet výskumu

Aplikovaný výskum systému monitorovania výroby a dodávky tepla umožňujúceho predikciu spotrieb energií za účelom vyhodnocovania účinnosti zdrojov nielen spätne tradičnými matematicko-štatistickými metódami, ale aj technikami výpočtovej inteligencie pre potreby online diagnostiky efektívnej prevádzky zdrojov tepla.

Cieľ projektu

Cieľom projektu bolo navrhnuť a realizovať online systém monitorovania a vyhodnocovania účinnosti výroby a dodávky tepla vychádzajúc z predpokladu, že metódy výpočtovej inteligencie je možné využiť nielen na riadenie výroby a dodávky tepla (napr. prediktívne riadenie teploty vykurovacej vody), ale aj na sledovanie jej účinnosti.

Dosiahnuté výsledky

Na základe vykonanej analýzy systémov monitorovania a riadenia výroby a dodávky tepla bola navrhnutá koncepcia prediktívneho monitorovacieho systému a pre výskumné účely bola vytvorená testovacia aplikácia v SCADA systéme pre online sledovanie a generovanie procesných dát aj s možnosťou integrácie monitorovaných a predikovaných dát do cloudovej platformy. Ako finálna aplikácia systému monitorovania zdrojov tepla umožňujúca online vyhodnocovanie účinnosti pre nasadenie u výrobcu a dodávateľa tepla bola vytvorená runtime aplikácia v SCADA systéme, ktorá komunikuje s riadiacimi systémami procesnej úrovne viacerých zdrojov tepla. V oblasti výskumu predikčných modelov bola vykonaná analýza časových radov spotreby plynu pre vykurovanie vybraných budov, pričom k modelovaniu časových radov boli použité dva prístupy, a to klasický prístup pomocou modelov ARMA, resp. SARMA a pokročilý prístup z oblasti výpočtovej inteligencie využitím transformácie pomocou waveletov a sigmoidálnych neurónových sietí spolu s binárnym genetickým algoritmom (regWANN modely). Kvalita predikcie s časovým horizontom jedného týždňa bola vyhodnocovaná v dvoch základných režimoch: *ex ante* (využitie predpovede počasia) a *ex post* (využitie zaznamenaných teplôt).

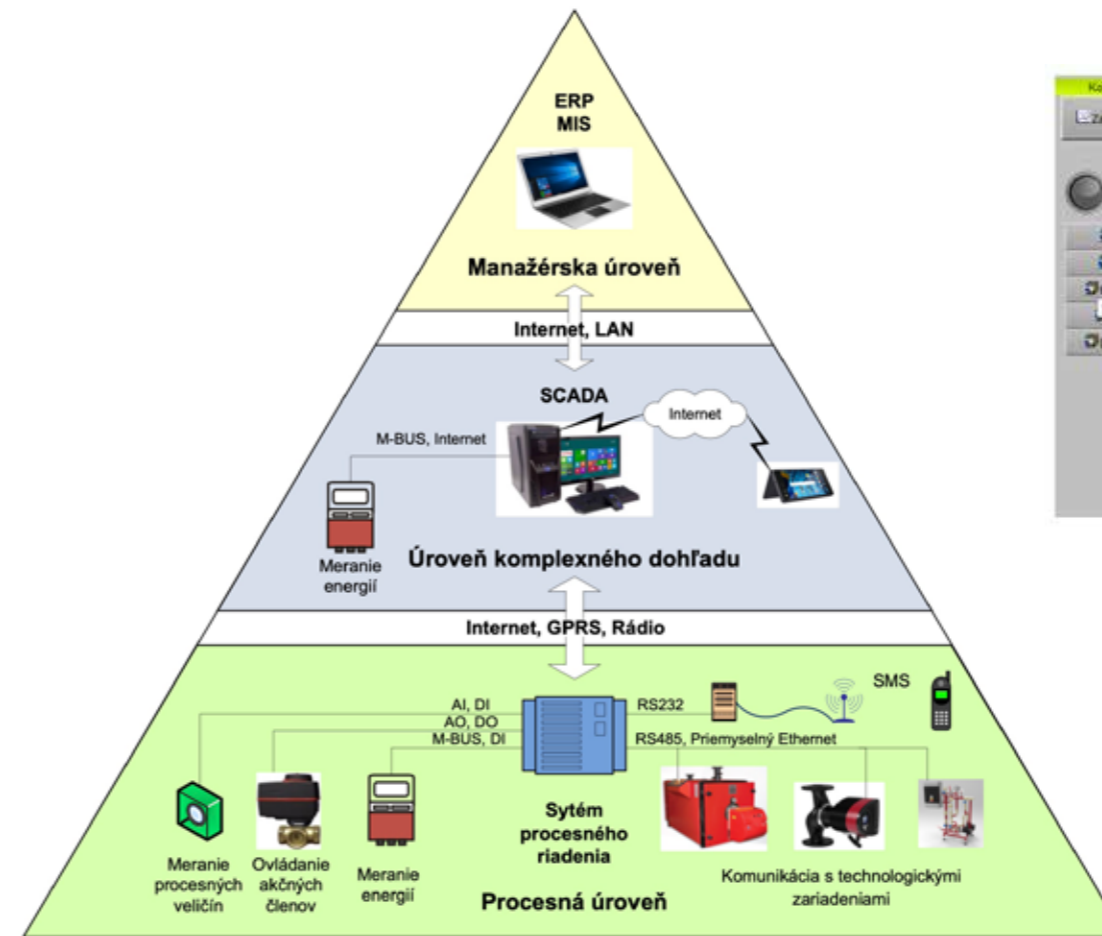
GA-optimizované regWANN modely vykazovali nižšiu priemernú chybu týždennej predikcie ako reg(S)ARMA modely a boli schopné do istej miery korigovať nepresnosť predpovede teploty.

Navrhnutý prediktívny systém spotrieb energií pomocou techník výpočtovej inteligencie vytvára dynamické prostredie, ktoré dokáže predikovať požiadavku na množstvo dodávaného tepla nielen na základe energetickej bilancie vykurovaných objektov a aktuálnej predpovede počasia, ale využitím bázy dát a ich spracovaním univerzálnymi aproximátormi z oblasti umelej inteligencie aj na základe správy sa objektov v rôznych prevádzkových stavoch v minulosti. Týmto jeho aplikovanie v praxi umožňuje dosiahnuť zvýšenie efektívnosti prevádzky zdrojov tepla, a to najmä vyhodnotením a porovnaním ich účinnosti v rôznych dynamických prevádzkových stavoch.

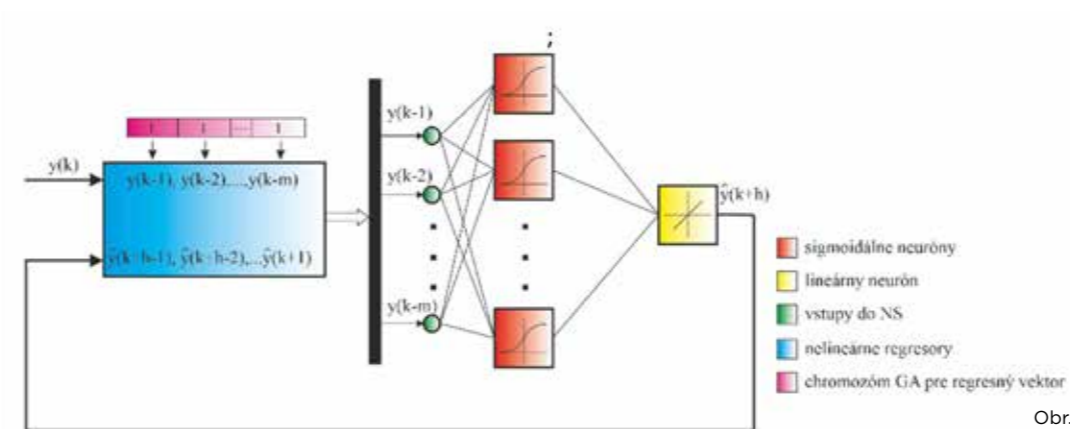
Prínos pre prax

Zrealizovaný a v podmienkach prevádzkovateľa zdrojov tepla otestovaný prediktívny systém monitorovania a vyhodnocovania účinnosti výroby a dodávky tepla umožňuje online vyhodnocovať účinnosť zdroja tepla na báze spaľovania zemného plynu, ale aj iných zdrojov energie, pokiaľ sú tieto merateľné technológiami smart meteringu, ako napr. elektrickej energie, geotermálnej energie, slnečnej energie a pod. V projekte realizované postupy a navrhnuté riešenia sú okrem monitorovania a online vyhodnocovania účinnosti zdrojov tepla vo všeobecnosti využiteľné pre online monitorovanie a predikciu spotrieb energií v budovách, halách a pod. Na tento účel otestované riešenia založené na internetových technológiách a technológiách smart meteringu môžu významne prispieť ku zvýšeniu hospodárnosti prevádzky budov, zvýšeniu spoľahlivosti dodávok energie, zvýšeniu efektívnosti premeny energie, zníženiu energetickej náročnosti a tým aj k redukcii nepriaznivých vplyvov na životné prostredie. Dosiahnuté výsledky riešenia projektu a získané poznatky v priebehu jeho riešenia sú uplatniteľné, a v mnohých smeroch sú aj východiskom, pre ďalší výskum a vzdelávanie v oblasti smart a inteligentných systémov pre hospodársku a priemyselnú sféru.

zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Ján Piteľ, PhD.
riešiteľská organizácia
Fakulta výrobných technológií so sídlom
v Prešove Technickej univerzity v Košiciach
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
249 963 €
číslo projektu
APVV-15-0602



Obr. 1

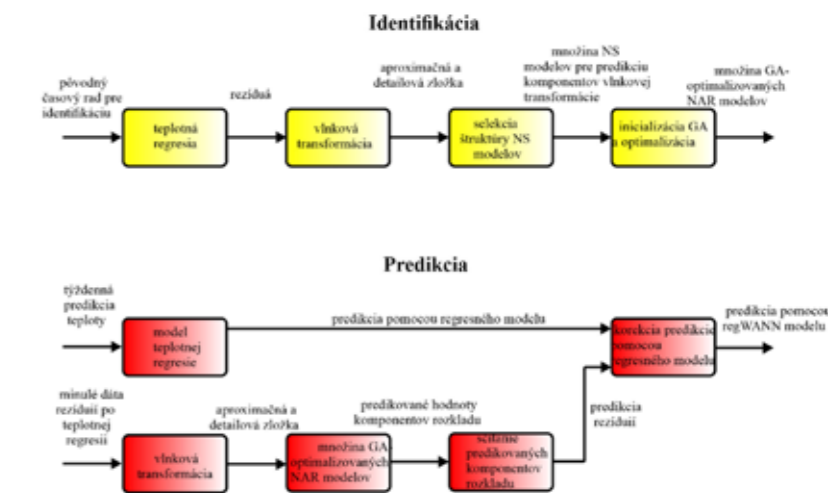


Obr. 4



Obr. 2

Obr. 1 / Informačná pyramída riadenia a monitorovania výroby a dodávky tepla
Obr. 2 / Používateľské rozhranie testovacej aplikácie v SCADA systéme
Obr. 3 / Metodológia identifikácie a predikcie pomocou GA-optimizovaného regWANN modelu
Obr. 4 / Týždenná predikcia pomocou regWANN modelu



Obr. 3

Atomárna štruktúra a unikátne vlastnosti intermetalík, amorfných, nanokryštalických a komplexných kovových zliatin

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na vysvetlenie javov a štruktúr v objemoch a na povrchoch novovytváraných komplexných kovových metastabilných amorfných, nanokryštalických a intermetalických systémov. Požadovaná kombinácia funkčných vlastností v skúmaných systémoch bola dosiahnutá prostredníctvom cieľenej technologickej, kompozičnej, štruktúrnej a tvarovej modifikácie na rôznych rozmerových škálach (od tvarovania vzoriek amorfných pásov s rádovo centimetrovými rozmermi, až po "tvarovanie" nano-zrn a ich rozhraní). Študované vlastnosti, štruktúry a mikro-mechanizmy riadiace ich vznik a stabilitu sme komplexne analyzovali a interpretovali najmodernejšími výpočtovými a experimentálnymi metódami od makro/mikro úrovne až po úroveň atomárneho usporiadania a elektrónovej štruktúry.

Ciele projektu

K špecifickým cieľom patrili:

- Preskúmanie procesov nukleácie v rýchlochladených systémoch, najmä stanovenie významu prítomnosti malého množstva prímies napr. Cu, Nb, P, Si a C v systémoch typu Fe-Co-B, Fe-Ni-B či Fe-Sn-B na vytvorenie nanokryštalických zrn v amorfnej matici a o alternatívnu prípravu takejto štruktúry s náhradou 4d prechodových prvkov a strategických prvkov vzácnych zemín v nich dostupnejšími prvkami.
- Vysvetlenie vzťahu medzi rýchlym ochladením taveniny, tvorbou viacvrstvových pásov (dvojvrstvy, trojvrstvy) a tvorbou špeciálnych usporiadaní napr. typu "q-glass" v systéme Al-Si s prídavkom Fe, Co alebo Ni. Využitie existujúcich ab-initio metód a alternatívnych metód materiálových výpočtov založených na klasických potenciáloch na predpoved stabilných atómových štruktúr.
- Určenie štruktúry povrchov v atomistickom rozlíšení pre vybrané zliatiny prechodových kovov ako Pd, Cu, Au vzhľadom na ich chemickú reaktivitu a následné modelovanie vybraných katalytických reakcií, vysvetlenie doposiaľ neobjasnených katalytických vlastností nanoporózneho Au.

- Analýza štruktúry rozhraní mnohvrstvových RQ pásov na atomárnej škále vzhľadom na mechanizmy atómového transportu medzi jednotlivými vrstvami, v ideálnom prípade na vzorkách s rôznym chemickým zložením a s rozdielnymi magnetickými vlastnosťami vrstiev
- Preskúmanie termodynamiky spracovania amorfných kovových systémov v okolí fázového prechodu skla, posúdenie možnosti tvarovania amorfných štruktúr v oblasti podchladenej kvapaliny s ohľadom na zachovanie pružnosti a ťažnosti tvarovaného amorfného materiálu.

Dosiahnuté výsledky

Dosiahli sme významný pokrok v pochopení katalytických reakcií na povrchoch nanoporózneho Au a intermetalík na báze Pd a Cu, vysvetlili sme selektívnu hydrogenáciu, dehydrogenáciu a oxidáciu v týchto štruktúrach. Preskúmali sme možnosti vzniku kváziperiodických usporiadaní v početných systémoch na báze Al-Pd-Cu a Al-Cu-Fe, javy stability a príčiny vzniku lokálnej neusporiadanosti a nových sporiadaní v systémoch Al-Si-(Fe, Co, Ni), identifikovali sme nové fázy v nich. Spravili sme významný pokrok v atomárne rozlíšenej štruktúrnej analýze skúmaných systémov a jej interpretácii. Vyvinuli sme nové systémy rýchlochladených magneticky mäkkých materiálov bez strategických prvkov so zvýšenou hodnotou magnetizácie v nasýtení a riaditeľným tvarom hysteréznej slučky dosahujúcich ultanízke hodnoty koercivity. Pripravili sme nové zliatiny na báze Mn(Al,Bi), ktoré sa zaraďujú medzi perspektívne systémy permanentných magnetov bez prvkov vzácnych zemín. Vypracovali a implementovali sme nové metódy nekonvenčného spracovania amorfných a nanokryštalických materiálov umožňujúcich riadenie najmä magnetických a mechanických vlastností vyvinutých materiálov vrátane ich tvaru a hrúbky. Významne sme pokročili vo vývoji a využití špeciálnych techník tepelného spracovania vo vysokých magnetických poliach na cieľnú modifikáciu vlastností nových materiálov.

zodpovedný riešiteľ

Ing. Peter Švec, DrSc.

riešiteľská organizácia

Fyzikálny ústav SAV

spoluriešiteľská organizácia

Ústav experimentálnej fyziky SAV

(RNDr. Ivan Škorvánek, CSc.)

termín riešenia

7/2016 – 12/2019

finančné prostriedky z APVV

249 509 €

číslo projektu

APVV-15-0621

Prínos pre prax

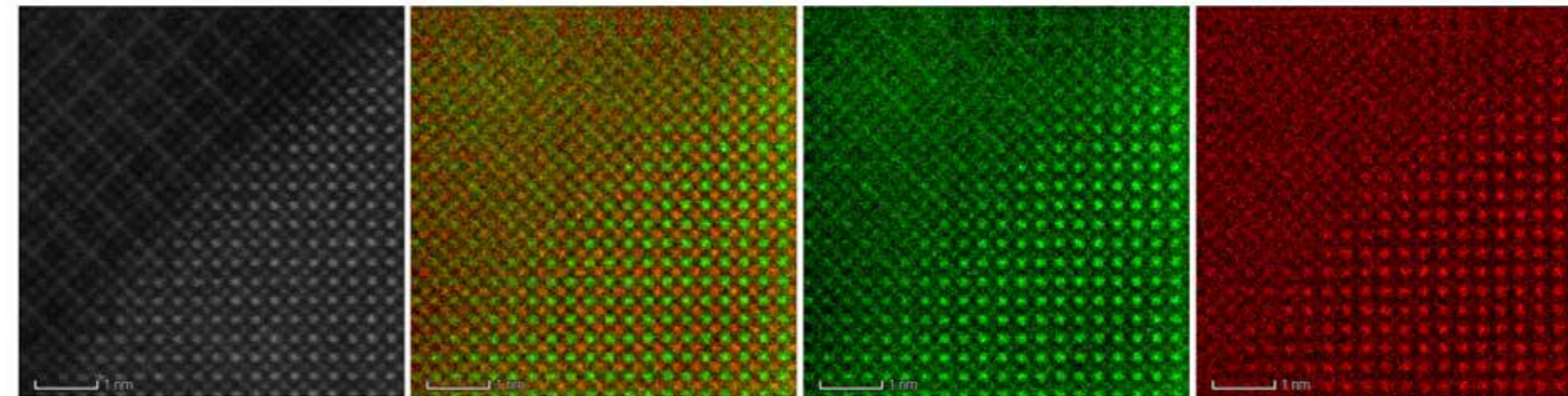
Nové poznatky a metódy v oblasti prípravy a nekonvenčného spracovania vybraných systémov intermetalík, amorfných, nanokryštalických a komplexných kovových zliatin poskytli obecný pokrok v poznani a priamo aj nové materiály s výnimočnými vlastnosťami vhodnými pre ich aplikácie v rámci Industry 4.0 v oblasti katalýzy vodíka a acetylénu, v oblasti magnetických materiálov pre energetiku a senzorku a pre ďalšie aplikácie v špičkových priemyselných technológiách. Získané výsledky boli prenesené do dvoch patentov popisujúcich prípravu unikátnych dvoj a viacvrstvových rýchlochladených kovových pásov do trojrozmerných objektov bez straty elasticity a amorfného stavu.

Obr. 1 / Zaznam HAADF (vľavo) s mapami EDS (Mn-K_o zelená, Al-K_o červená) tetragonálnej fázy τ-AlMn (os zóny [001]) vzniknutá z rýchlochladeného hexagonálneho ε-AlMn po žiahaní pri 713 K počas 50 minút nevykazujúca chemický gradient na medzifázovom rozhraní; marker 1 nm.

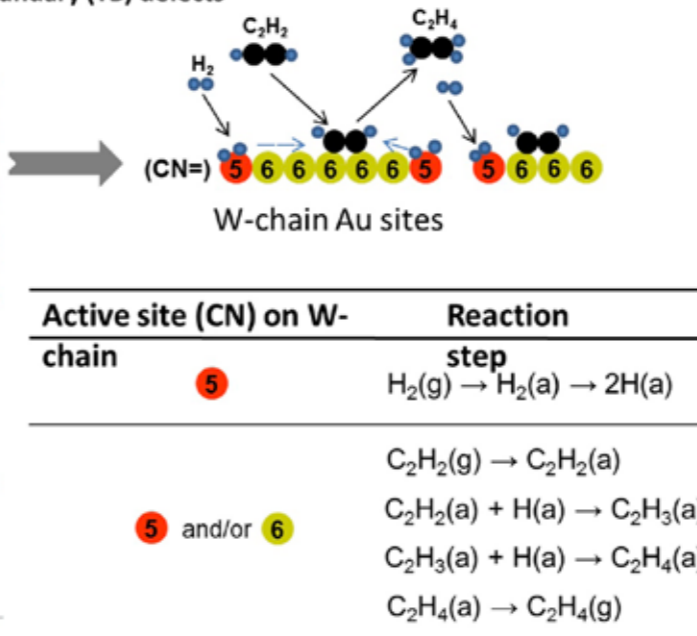
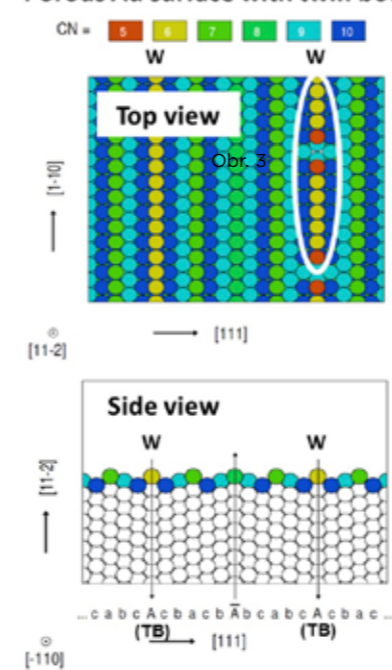
Obr. 2 / Frekvenčné a poľné závislosti magnetoimpedančného pomeru pre jedno- a dvojvrstvové pásy typu FINEMET.

Obr. 3 / Schéma selektívnej katalýzy acetylénu na etylén na povrchu nanoporózneho Au, v ktorom spontánne vznikajú tzv. „twinning defects“ prejavujúce sa na povrchu ako reťazce nízkokoordinovaných atómov Au, tzv. „W-chains“.

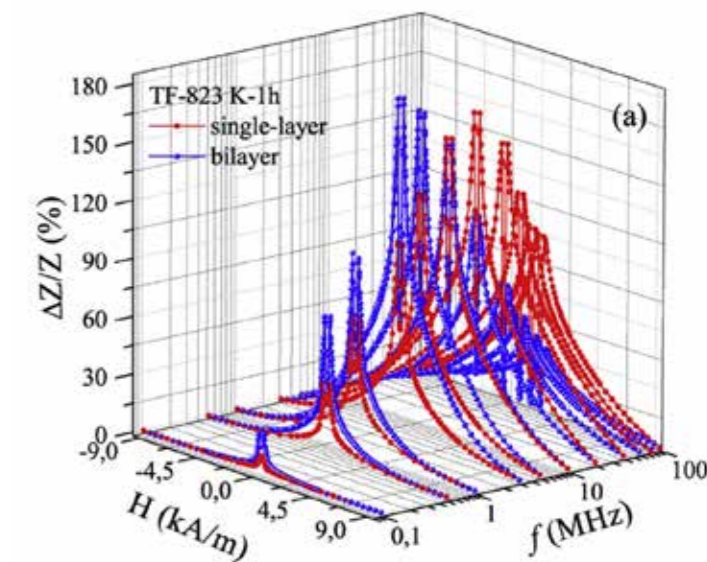
Obr. 1



Porous Au surface with twin boundary (TB) defects



Obr. 3



Obr. 2

Výskum nového kompozitného materiálu na výrobu CNC strojov pre progresívne obrábanie výrobkov z práškových materiálov vyrábaných aditívnou technológiou DMLS

Predmet výskumu

Predmetom výskumu a jeho hlavnou myšlienkou bolo kráčať v trendoch, ktoré nastoluje svetový a európsky výskum, a teda vyvíjať nové materiály s ohľadom na životné prostredie a využívať proces recyklácie ako zdroj parciálnych zložiek pre nový kompozitný materiál, a taktiež samotný postup riešenie projektu orientovať v zmysle stratégie INDUSTRY 4.0a stratégie RIS 3, konkrétne sa zamerať na prioritné oblasti materiálového výskumu a nanotechnológií, informačné a telekomunikačné technológie a taktiež na životné prostredie, teda procesy recyklácie.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bol výskum a výroba nového kompozitného materiálu - elementárneho konštrukčného prvku CNC strojov používaných pre progresívne obrábanie výrobkov z práškových materiálov vyrábaných aditívnou technológiou DMLS. Zadaný cieľ bol podporený myšlienkou vytvorenia nového kompozitného materiálu s unikátnymi vlastnosťami, ktorý slúži ako náhrada pôvodných zvarovaných a liatinových frém.

Dosiahnuté výsledky

Výstupom projektu je špeciálna fréza CNC zariadenia vo forme prototypu, vytvorená z unikátneho kompozitného materiálu so špecifickými vlastnosťami, ktorých prioritnou funkciou je tlmenie vibrácií a rázov, ktoré vznikajú v procese obrábania, zamedzovanie a znižovanie úrovne chvenia, tlmenie vibrácií a zlepšovanie výsledných vlastností výrobku, hlavne jeho kvality a drsnosti. Okrem vyššie uvedených vlastností je možné realizáciou projektu prostredníctvom nového CNC zariadenia s kompozitnou frézou dosiahnuť elimináciu hmotnosti zariadenia a taktiež znížiť celkové výrobné náklady na CNC jednotky, napríklad úsporou drahých konštrukčných materiálov, z dôvodu ich nahradenia novo vytvoreným konštrukčným riešením z kompozitného materiálu. Vyrobený prototyp bol po komplexných realizovaných testoch v poloprevádzkových a následne prevádzkových podmienkach odstúpený výrobnej spoločnosti, ktorá sa stala novým vlastníkom zariadenia. Jednotlivé parciálne

výsledky v súčinnosti s primárnym cieľom projektu boli taktiež priebežne uverejňované na workshopoch, konferenciách, meetingoch a publikované v renomovaných časopisoch vedeckých databáz taktiež ako vedecká monografia v zahraničnom vydavateľstve.

Prínos pre prax

Realizovaný projekt svojím obsahom, náplňou, formou a riešenou problematikou je komplexne implementovaný v pedagogickej, vedeckej a taktiež aj vo výrobnej sfére. Majoritné prínosy pre pedagogickú a vedeckú oblasť je možné sformulovať do následných bodov:

- ▶ rozširovanie a diverzifikácia teoretických a praktických poznatkov o kompozitných materiáloch,
- ▶ rozširovanie a diverzifikácia teoretických a praktických poznatkov o konštrukciách CNC zariadení,
- ▶ rozširovanie a diverzifikácia teoretických a praktických poznatkov o aditívnej technológii DMLS,
- ▶ skúmanie a následný popis nového unikátneho kompozitného materiálu pre frézy CNC zariadení
- ▶ zverejňovanie dosiahnutých výsledkov realizovaných experimentov v praxi a v akademickej sfére prostredníctvom realizovaných konferencií, odborných prednášok, publikačnej činnosti v renomovaných zahraničných vydavateľstvách

Vo výrobnej sfére, teda v rámci priemyselnej využiteľnosti je možné uplatniť dosiahnuté výsledky realizovaného projektu prostredníctvom implementácie vytvoreného kompozitného materiálu v CNC jednotkách určených na progresívne obrábanie špeciálnych častí foriem s konformným chladením, s primárnou aplikáciou v oblasti vstrekovania plastov vyrábaných aditívnou technológiou DMLS nasledovne:

- ▶ zabezpečenie úspory drahých konštrukčných materiálov z dôvodu ich nahradenia novo vytvoreným konštrukčným riešením z kompozitného materiálu
- ▶ zabezpečenie potrebnej tuhosti, stability a tlmiacich účinkov, teda základných faktorov nevyhnutných pre obrábanie ťažko opracovateľných technických materiálov

zodpovedný riešiteľ

Dr. h. c. prof. Ing. Jozef Zajac, CSc.

riešiteľská organizácia

Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove
Technickej univerzity v Košiciach

termín riešenia

7/2015 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

250 000 €

číslo projektu

APVV-15-0700

- ▶ dosiahnutie zvýšenia pridanej hodnoty slovenských výrobkov – implementáciou zariadenia priamo v praxi – v odberateľskej spoločnosti
- ▶ eliminácia hmotnosti CNC jednotiek určených na progresívne obrábanie špeciálnych častí foriem s konformným chladením
- ▶ komplexným sledovaním vyššie uvedených faktorov zabezpečenie eliminácie celkových výrobných nákladov na CNC jednotky určené na progresívne obrábanie špeciálnych častí foriem s konformným chladením



Obr. 1

Obr. 1 / Komplexné prototypové riešenie špeciálneho zariadenia určeného na progresívne obrábanie výrobkov z práškových materiálov vyrobených využitím aditívnej technológie DMLS

Obr. 2 / Prototypna kompozitná podstava pre CNC zariadenie určené na progresívne obrábanie odliatok z práškových materiálov vyrobených využitím aditívnej technológie DMLS

Obr. 2



Multimodálna interakcia človek-robot s využitím cloudových prostriedkov

Predmet výskumu

Riešený projekt "Multimodálna interakcia človek-robot s využitím cloudových prostriedkov" bol financovaný od júla 2017 do decembra 2020. Hlavným cieľom projektu bol základný výskum vybraných aspektov umelej inteligencie v interakcii človek-robot včítane problémov počítačových sietí a konektivity. Riešený projekt podporoval a ovplyvnil niekoľko bakalárskych prác, Diplomových prác ako aj dizertačných prác v oblasti informatiky. Výsledky projektu boli publikované vo viac ako 90 vedeckých publikáciách počas riešenia projektu. Medzinárodná spolupráca riešiteľov projektu s vedeckými výskumnými laboratóriami po svete bola počas projektu hlavne s Japonskom, Čínskou ľudovou republikou, Taliansko a USA ako bolo plánované v projektovom návrhu. Počas riešenia projektu bola na TU Košice zorganizovaná vedecká konferencia s pozvanými plenárnymi prednáškami z celého sveta. Riešitelia projektu boli taktiež pozvaní na pozvané prednášky na svetové konferencie resp. partnerské univerzity počas riešenia projektu.

Ciele projektu a prínos pre prax

Riešený projekt sa riadil svojim pracovným plánom rozdelenými do 4 tematických oblastí. Každý rok sa vypracovala správa o plnení projektu ako aj sa prispôboval projekt novým technologickým trendom v oblasti umelej inteligencie. Všetky vedecké výsledky môžeme nájsť vo vedeckých publikáciách (<https://apvvproject.webnode.com/results/>) a z nich môžeme vyprať nasledovné prínosy:

- Nový prístup v oblasti distribuovaného Q učenia pre interakciu človek-robot
- Nový prístup pre spracovanie obrazu využívajúci tzv. Vysvetľujúcu umelú inteligenciu a vyvinutá metóda Cumulative Fuzzy class Membership Criterion (CFCMC) využiteľná pri interakcii človek-robot/počítač.
- Prínos myšlienky deiktickej reprezentácie v metóde reinforcement učenia a testovania v prostredí interakcie človek-robot/počítač.

- Prínos integrácie 2D a 3D obrazov z tváre pre kvalitnejší odhad emócie človeka pri interakcii človek-robot/počítač
- Dôležitosť počítačových sietí bola testovaná včítane merania QoS (Quality of Services) a latencie medzi človekom a robotom. Výsledky boli publikované v Japonskom časopise.
- Multi-modalita bola výrazne študovaná a skúmaná včítane analýzy reči, hlasu a textu v kontexte interakcie človek-robot/počítač. Výsledky boli dosiahnuté aj spoluprácou s pracoviskami v USA a Taiwane.
- Organizácie medzinárodnej konferencie DISA 2018 v Košiciach
- Podpora 2 skončených PhD študentov a 4 PhD študentov v oblasti AI pre interakciu
- Podpora viac ako 50 inžinierskych a Bakalárskych projektov na TU a STU
- Podpora medzinárodnej spolupráce podporujúcej udržateľnosť výskumu v budúcnosti s vyvolaním ďalších vedeckých projektov, USA, Taliansko, Japonsko a Čína.

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že ciele projektu boli splnené a pridelené finančné prostriedky boli efektívne využité na podporu zvýšenia vedeckej úrovne riešiteľov projektu. Za najdôležitejšie považujeme rad vedeckých publikácií v spolupráci so zahraničnými pracoviskami vo svete. Tento fakt má dopad na udržateľnosť výskumu resp. výsledkov a dopadov projektu, ktorý bol financovaný APVV.

Vybrané pozvané prednášky na Svetových konferenciách na spolupracujúcich partnerov na projekte (prof. Peter Sinčák)

- Plenary talk in SCIS&ISIS2016 in Sapporo, Japonsko
 - Plenary talk International Forum for Service Robotics Industry - Nanjing, China - (2017)
 - Plenary talk na IWACIII 2019, Chendu, China - 2019
- Pozvané prednášky na univerzitách v zahraničí:
- Osaka Prefectural University (<https://www.cs.osakafu-u.ac.jp/ci/>) - (2017)
 - University of Science and Technology, Hefei, China, prof.

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Peter Sinčák, CSc.

riešiteľská organizácia

Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Technickej Univerzity v Košiciach

spoluriešiteľská organizácia

Fakulta Informatiky a Informačných technológií
Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

termín riešenia

7/2017 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

249 228 €

číslo projektu

APVV-15-0731

Xiaoping Chen – (2017)

3. Beijing Institute of Technology, Beijing, China – prof. Hirota, Prof. Dai – (2017)

4. University of Science and Technology, Hefei, China, Prof. XingFu Wang - (2019)

Prednáška na Slovenskej technologickej konferencii – Slovakia Tech

<https://www.youtube.com/watch?v=V-jGJH5gQzg>

Prednáška na ITAPA 2017

https://www.youtube.com/watch?v=WsB_eVcz6H8

Udržateľnosť projektu a výskumu bola zabezpečena inováciou výpočtových prostriedkov z financií projektu hlavne pre oblasť umelej inteligencie. Príspevok k vedeckému poznaniu je evidentný vo vedeckých výstupoch ako aj pozvánkach riešiteľov na pozvané prednášky svetových konferencií ako aj popredných univerzitných pracovísk v Japonsku a Číne. Medzinárodná vedecká spolupráca s USA, Čínou, Japonsko a Talianskom bude pokračovať v budúcnosti v oblasti umelej inteligencie. Webové sídlo projektu je <https://apvvproject.webnode.com/>

Obr. 1 / Štruktúra distribuovaného systému implementovaného v Kulturpark Košice na sledovanie interakcie človek-robot

Obr. 2 / Sledovanie emócií učiteľa a študentov ako súčasť výskumu interakcie človek-robot

Obr. 3 / Vizualizačný systém vyvinutý rámci Bakalárskej práce na analýzu Deep Learning matematických štruktúr.

Obr. 4 / Porovnanie chybových povrchov metódy MF ARTMAP a navrhnutej metódy CFCMC

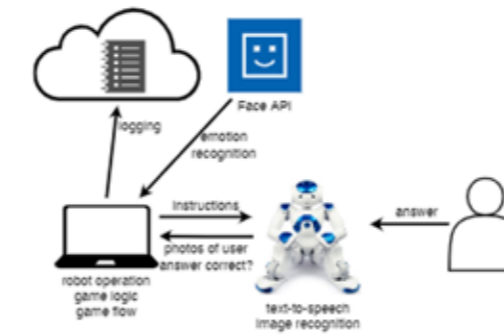


Fig. 1. System architecture

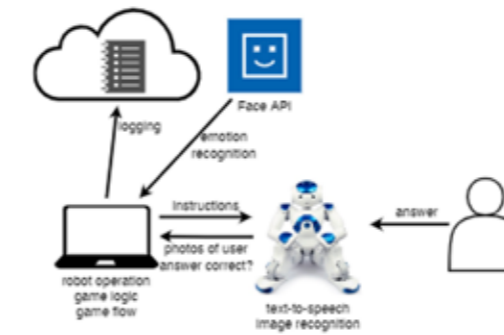
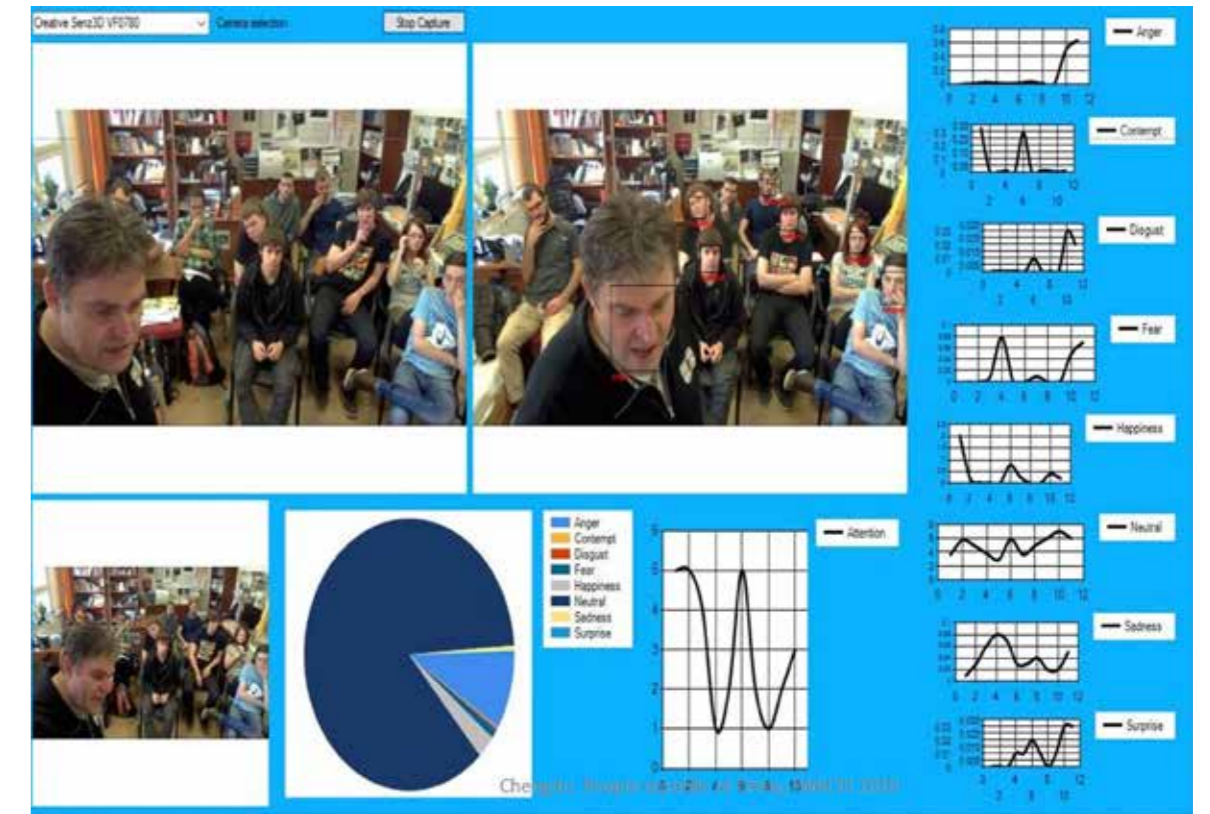
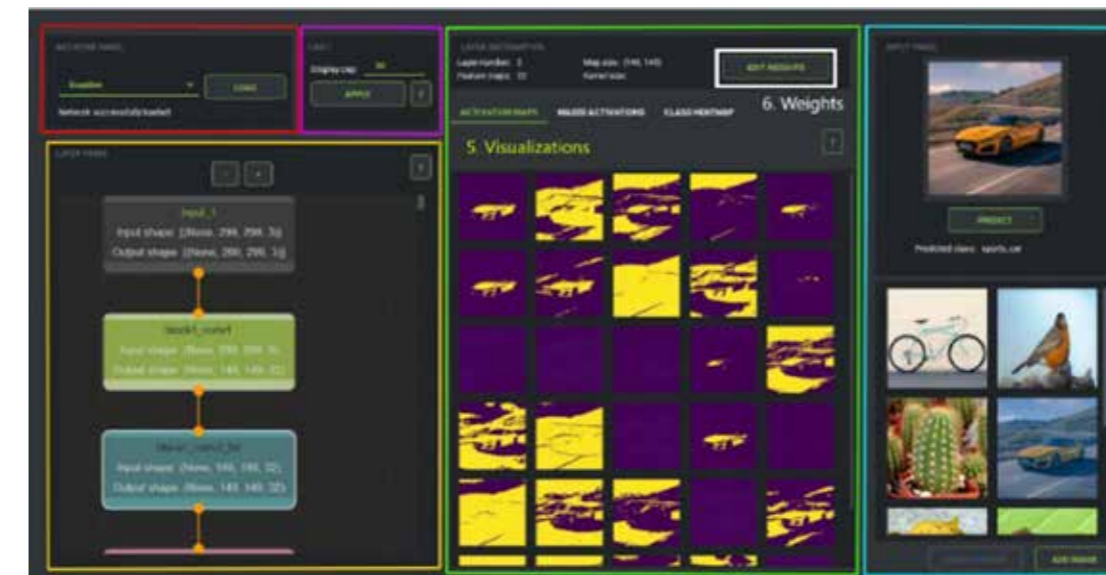


Fig. 2. Picture from a MUSEUM

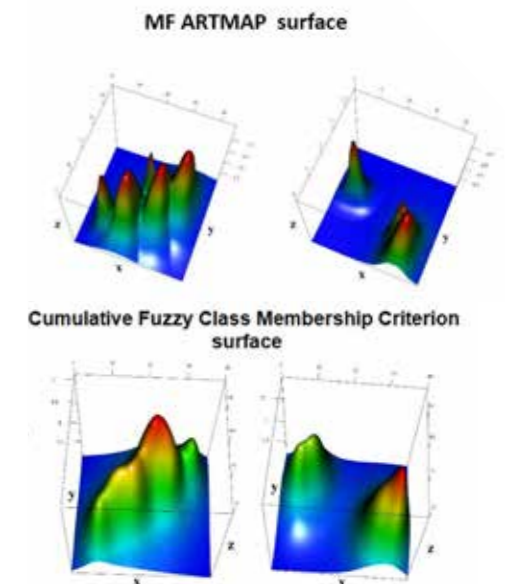
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Modulárny výkonový menič pre kompaktné aktuátory s presnou prevodovkou

Predmet výskumu

Aktuátory s presnou prevodovkou sa používajú v robotike a polohových servopohonoch. Obsahujú cykloidnú prevodovku, elektrický servomotor so snímačom polohy a brzdu. Aby výrobcovia vyhovelí zákazníkovi, ponúkajú aktuátory so širokým sortimentom snímačov polohy a rôznymi elektrickými rozhraniami. To komplikuje výrobu, nasadzovanie aktuátorov a ich servis. Problémom pri aplikáciách s vysokými požiadavkami na presnosť je aj fakt, že vplyvom mechanických nelinearit prevodovky, spôsobených teplotou a jej skrútením pri zaťažení, sa uhol natočenia na výstupe prevodovky líši od uhla meraného na strane motora. To spôsobuje nepresnosť v riadení polohy. Umiestnenie ďalšieho snímača na výstupnú stranu prevodovky tento problém odstráni, no zvýši cenu a rozmery aktuátora. Kompenzácia nelinearit v riadení meniča aktuátora by tak v mnohých aplikáciách zabezpečila dostatočnú presnosť aj bez ďalšieho snímača. Uvedené nelinearity sú pre každú prevodovku individuálne, preto vyžadujú presnú identifikáciu pri výrobe a následnú kompenzáciu v riadení, čo bežné komerčné meniče neumožňujú. Riešením je výkonový menič integrovaný do aktuátora s vlastným firmvérom. Takýto kompaktný aktuátor vyžaduje aj menej kabeľáže a zjednoduší nasadenie aktuátora v aplikácii.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bol vývoj prototypu modulárneho meniča na nízke napätia pre aktuátory s presnou prevodovkou. Menič tvorí stavebnicu s rôznymi, navzájom kompatibilnými riadiacimi, výkonovými a komunikačnými modulmi. Zostava sa tak dá funkčne, rozmerovo a výkonne optimizovať pre vstavenie do aktuátorov rôznych typových veľkostí a elektrické rozhrania prispôbiť požiadavkám zákazníka. Aktuátor s integrovaným meničom vyžaduje menej kabeľáže, čo je výhodné v robotických aplikáciách. Firmvér meniča zároveň umožní kompenzáciu nelinearit cykloidnej prevodovky. Druhým cieľom bol vývoj metód na tepelnú optimalizáciu zostavy aktuátora podľa predpokladaných zaťažovacích

cyklov a tvorba tepelných modelov aktuátora vrátane výkonového meniča. Súčasťou projektu bolo dobudovanie laboratória na meranie presných aktuátorov. Pracovisko má umožniť identifikáciu nelinearit aktuátorov a ich zaťažovanie podľa predpísaných pracovných cyklov. Pri zaťažovaní aktuátorov sa využíva aj metóda emulácie záťažového momentu.

Dosiahnuté výsledky

- Navrhnutý menič predstavuje stavebnicu, ktorá obsahuje dva typy riadiacich, komunikačný a dve veľkosti výkonových modulov. Moduly sú prepojené konektormi a tvoria sendvič, ktorý sa dá umiestniť buď priamo do housingu aktuátora alebo mimo neho. Riadiace moduly zabezpečujú reguláciu polohy, spracovanie signálov z rôznych typov snímačov polohy a voliteľne spracovanie digitálnych a analógových I/O signálov. Firmvér zahŕňa stavový automat podľa špecifikácie CiA 402 a umožňuje zahrnúť do regulácie polohy kompenzáciu nelinearit prevodovky. Menovitý výkon meničov je 1,5 a 8 kW, maximálny 2,5 a 12 kW. Napätový rozsah je 24 a 80 V.
- Bola vypracovaná metodika a modely na tepelné simulácie aktuátora a jeho komponentov: prevodovky, servomotora a výkonového meniča pomocou FEM podľa predpokladaného zaťažovacieho cyklu. Tepelné pomery v aktuátore sa tak dajú overiť ešte pred jeho nasadením u zákazníka.
- Meracie laboratórium bolo doplnené elektronickými prípravkami a bol zostavený program v prostredí Lab-View, ktorý umožňuje riadenie merania aktuátorov, zber a spracovanie nameraných dát do protokolov. Ďalej bola rozpracovaná metodika emulácie záťažových momentov na riadené zaťažovanie aktuátorov.
- V rámci projektu vzniklo 53 publikácií (7 v CC časopisoch). Na články bolo 51 citácií (45 v kategórii SCI). V rámci projektu bol udelený 1 patent a 1 úžitkový vzor.

zodpovedný riešiteľ
doc. Ing. František Ďurovský, PhD.
riešiteľská organizácia
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Technickej univerzity v Košiciach
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
246 812 €
číslo projektu
APVV-15-0750

Prínos pre prax

- Modulárny menič vhodný na zastavenie do aktuátorov veľkosti od DS50 do DSH 155. Otvorený firmvér meniča umožňuje úpravu riadiaceho algoritmu podľa požiadaviek zákazníkov vrátane možnosti kompenzácie nelinearit prevodovky. Kompaktný dizajn aktuátora s integrovaným meničom redukuje potrebnú kabeľáž.
- Metodika na tepelné simulácie aktuátorov podľa predpokladaných pracovných podmienok umožní výber optimálnej zostavy aktuátora pre danú aplikáciu.
- Meracie pracovisko umožňuje efektívne meranie vlastností aktuátorov, ich zaťažovanie podľa predpísaných pracovných cyklov, testovanie novo vyvinutých riadiacich algoritmov a predcertifikačné merania aktuátorov. Vyvinutá programová aplikácia výrazne zefektívnila prípravu a meranie aktuátorov a usporila cca 16 hodín inžinierskej práce na jedno meranie.

Obr. 1 / Riadiaci modul CBIEV1.1 spojený s výkonovým modulom na menšie výkony PM50AV3 (dolná doska plošných spojov - DPS)

Obr. 2 / Riadiaci modul CBSCEV2 (horná DPS) spojený s výkonovým modulom na vyššie výkony PM150AV2 (dolná DPS) a buďicmi tranzistorov (stredná DPS)

Obr. 3 / Aktuátor DS70 s integrovaným meničom

Obr. 4 / Simulované oteplenie zostavy aktuátor DS70 s integrovaným meničom pre menšie výkony - čiastočný rez aktuátorom

Obr. 5 / Simulácia oteplenia aktuátora na meracom stande pri zaťažení 36 Nm a otáčkach motora 2000 ot/min. (najvyššia teplota je 68 °C, najnižšia je 25 °C). Svetlomodré šípky ukazujú miesta, kde sa na reálnom stande merala teplota termistormi.



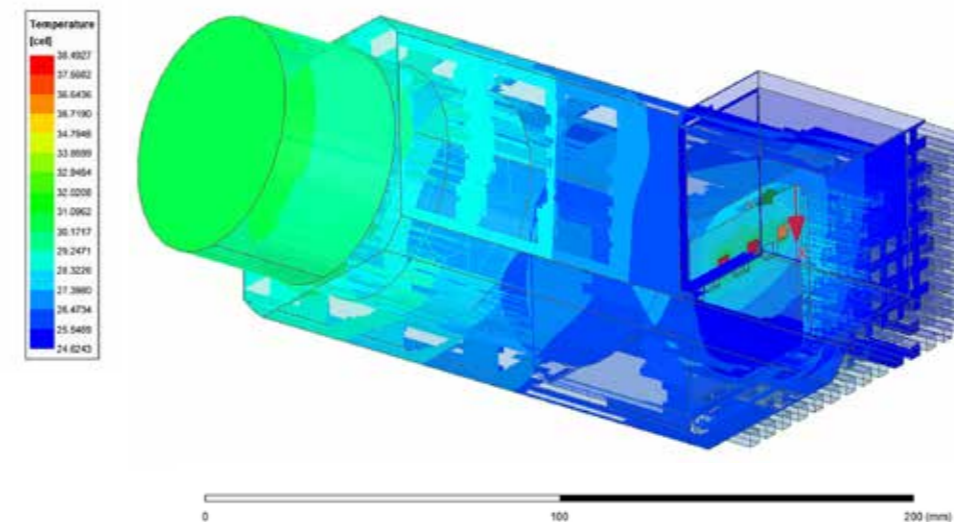
Obr. 2



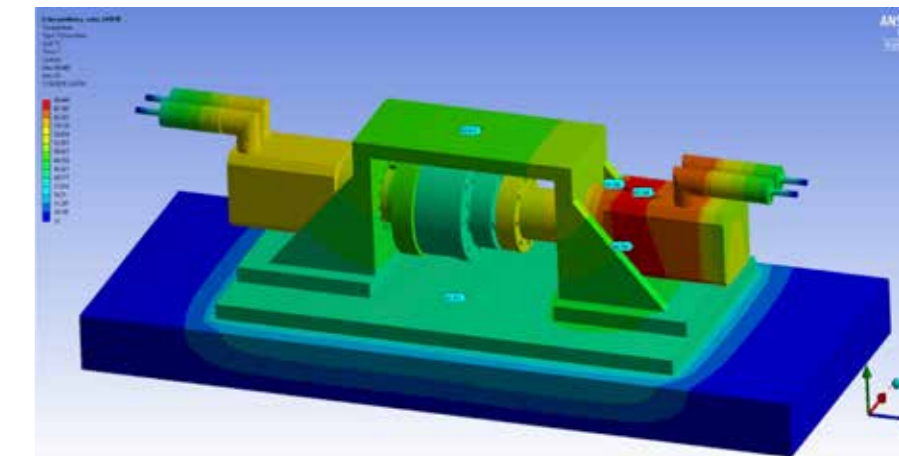
Obr. 1



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Bezkontaktná detekcia a kvantifikácia povrchových deformačných polí v miestach diskontinuit silového toku v stavebných nosných konštrukciách

Predmet výskumu

Metódy merania, ktoré majú potenciál poskytnúť korektné informácie o úplných deformačných poliach, o mieste a mechanizme lokálneho poškodenia nosného prvku, ktoré by mohlo viesť k jeho porušeniu, alebo v krajnom prípade k zlyhaniu. Na bezkontaktný kvalitatívny a kvantitatívny opis deformačných polí a procesu porušovania spôsobených mechanickým namáhaním sa ukazuje ako výhodné popri fotogrametrii využiť aj fyzikálne javy v amorfných mikrodrôtoch.

Cieľ projektu

Cieľom projektu bol návrh a verifikácia metódy na detekciu deformačných polí a procesu porušovania v oblastiach diskontinuit silového toku prostredníctvom časovej zmeny prechodu doménovej steny v amorfnom mikrodrôte. Vyplynuli z neho nasledujúce čiastkové ciele: (i) určenie optimálnych parametrov mikrodrôtu a jeho nosiča, inštalácie na konštrukčnom prvku a usporiadania siete mikrodrôtových senzorov, (ii) určenie závislostí medzi intenzitou namáhania, citlivosťou mikrodrôtu a presnosťou merania mikrodrôtovým senzorom a (iii) kvantifikácia deformácií a procesu porušovania v oblastiach diskontinuit silového toku v konštrukciách pomocou siete mikrodrôtových senzorov.

Dosiahnuté výsledky

Vykonal sa merania prepínacieho času (PČ) amorfných mikrodrôtov obalených sklom (MW) chemického zloženia FeSiB a FeSiBP, variabilnej dĺžky, priemeru kovového jadra a hrúbky skla v nezaťaženom stave a pri mechanickom namáhaní prvkov z rôznych materiálov. MW sa lepili na prvky priamo alebo pomocou nosičov. Zistili sa vhodné materiály na 2 navrhnuté typy nosičov MW: kompaktné a nekompaktné. Ako lepiace hmoty na ocelové, drevené, betónové a kompozitné prvky sa osvedčili štandardné lepidlá používané na lepenie odporových tenzometrov a dvojzložkové lepidlá na báze epoxidových živíc; na prvky z asfaltobetónu sa použilo asfaltové spojivo navrhnutého zloženia.

Na meranie prepínacieho času MW inštalovaných na prútových, plošných a membránových prvkoch pri mechanickom namáhaní sa osvedčili ploché sondy, v ktorých boli osi cievok navzájom kolmé. Na lanové prvky boli vhodné rúrkové sondy s koaxiálnymi osami cievok. Budiace magnetické pole má byť lineárne, s frekvenciou 500 Hz. Zistili sa mechanické vlastnosti a napätosť v kovovom jadre a sklenenom obale mikrodrôtoch.

Optimalizovala sa dĺžka MW vzhľadom na dĺžku budiacej cievky, stabilitu hodnôt PČ, požadovanú meraciu kapacitu MW (podľa druhu materiálu konštrukčného prvku), pevnosť spojenia na zabezpečenie úplnej interakcie MW-nosný prvok a kritickej dĺžky MW.

Maximálna dĺžka MW musí byť menšia ako je dĺžka budiacej cievky, musí však byť väčšia ako kritická dĺžka, pod ktorou prepínací čas nie je detegovateľný, lebo nenastáva premagnetizovanie MW.

Identifikoval sa tvar a rozmery detekčnej zóny (DZ) a „slepá“ zóna (NDZ). Kvantifikovali sa závislosti ich rozmerov od základných parametrov MW (chemické zloženie, dĺžka, priemer kovového jadra, hrúbka skleneného obalu) a súvislosti stability hodnôt PČ s parametrami MW a polohou meracích bodov v DZ. Zhodnotila sa výstižnosť korelácií medzi hodnotami PČ a pomernými pretvoreniami pri mechanickom namáhaní vzhľadom na materiál nosných prvkov.

Rozsah detegovateľnosti prepínacieho času mikrodrôtu a jeho citlivosti na mechanické namáhanie závisí od reziduálneho osového normálového napätia v kovovom jadre. S rastúcim pomerom hrúbky skla a priemeru kovového jadra, rastie príspevok reziduálneho napätia, čo redukuje rozsah mechanického namáhania po stav nasýtenia, t.j. stratu citlivosti na mechanické namáhanie.

Prínos pre prax

V projekte sa overovala metóda na bezkontaktnú detekciu povrchových deformačných polí pomocou amorfných mikrodrôtov obalených sklom, ktorá je použiteľná pri analýze namáhania membránových konštrukcií (časti membrány pri spojoch s podperným podsystemom), la-

zodpovedný riešiteľ

Dr. h. c. prof. h. c. prof. Ing. Stanislav Kmeť, DrSc.

riešiteľská organizácia

Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach

termín riešenia

7/2016 – 12/2020

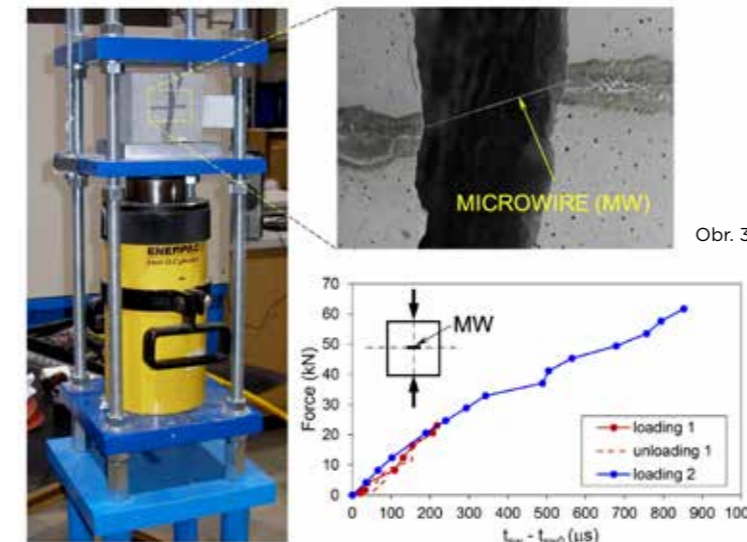
finančné prostriedky z APVV

249 403 €

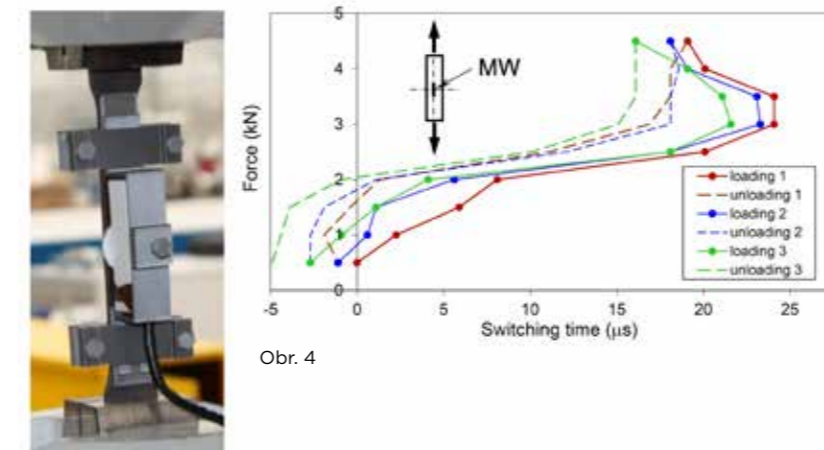
číslo projektu

APVV-15-0777

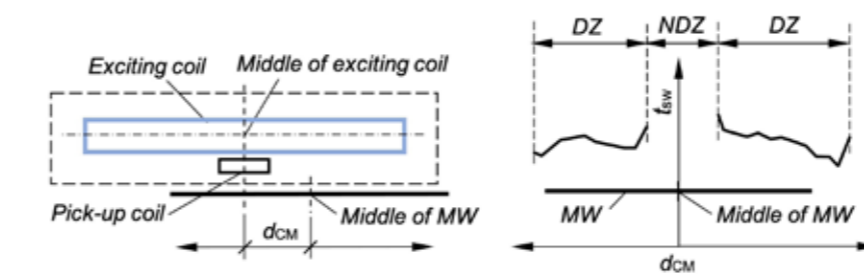
nových konštrukcií (porušovanie drôtov lanových prvkov), uzlov oceľových, drevených a betónových konštrukcií, na prvkoch z vláknových kompozitov a asfaltobetónových prvkov dopravných konštrukcií. Okrem toho, mikrodrôty by sa mohli využiť aj na modálnu analýzu nosných konštrukcií.



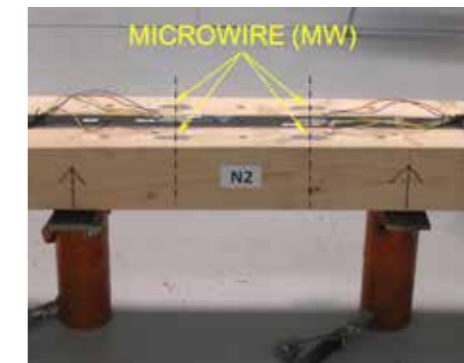
Obr. 3



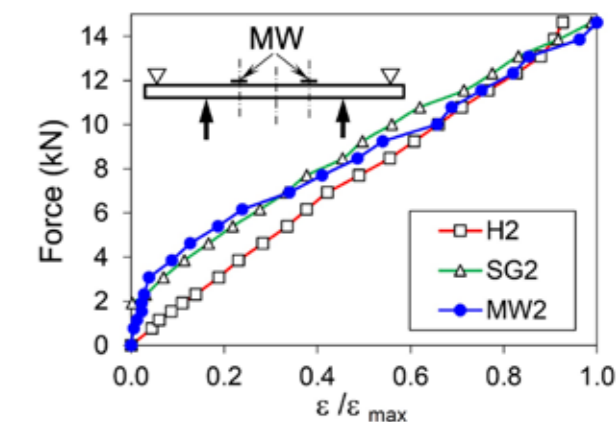
Obr. 4



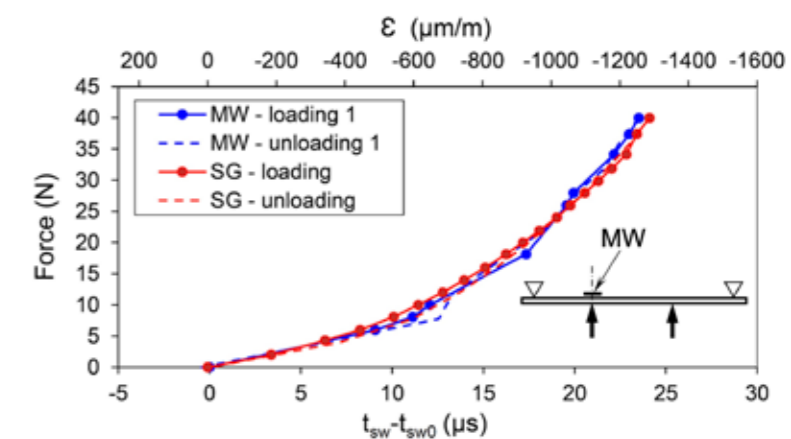
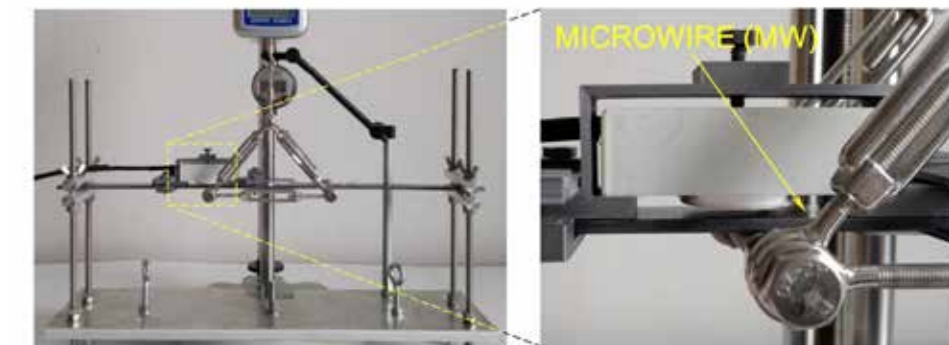
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 5



LEKÁRSKE
VEDY



Poruchy autistického spektra z pohľadu genotypovo – fenotypových korelácií

Predmet výskumu

Výskumný projekt bol zameraný na slovenskú populáciu detí s poruchami autistického spektra (PAS). Autizmus je heterogénna neurovývinová porucha s rôznym stupňom prejavov v intelektovej, emočnej a sociálnej oblasti. Riešiteľský kolektív sa dlhodobo venuje tejto poruche. V roku 2013 vzniklo z iniciatívy zodpovednej riešiteľky na LFUK v Bratislave Akademické centrum výskumu autizmu (ACVA), čo bolo kľúčovou podmienkou výskumnej práce na projekte. V ACVA sme vďaka predchádzajúcim APVV projektom zaviedli štandardné skriningové a diagnostické postupy PAS ako východisko pre výskum etiológie autizmu v slovenskej populácii a tiež ako podmienku pre na dôkazoch založený manažment pacientov s PAS. V projekte sme prepojili tri línie výskumu: humánnu, animálnu a bunkovú.

Cieľ projektu

Cieľom projektu v humánnej línii bolo definovať homogénne subkategórie jedincov s autizmom a hľadať možné etiologické markery autizmu, osobitne skúmať asociáciu medzi špecifickými behaviorálnymi parametrami (sociabilita, stereotypné správanie, intelektová kapacita) a biologickými faktormi (hormóny a ich molekulové a genetické pozadie). Paralelným cieľom bolo modifikovať prenatálny a postnatálny účinok hormónov a zapojených génov v animálnych modeloch autizmu (geneticky modifikované myši) a sledovať efekt týchto modulácií na autizmu podobné behaviorálne charakteristiky zvierat. Tretím základným cieľom bolo skúmať zmeny morfológie neurónov (rast a dĺžka dendritov) in vitro v bunkových líniiach s deregulovaným génom SHANK 3 pod vplyvom hormónov.

Dosiahnuté výsledky

Kontinuálne navyšovanie počtu diagnostikovaných detí s PAS v ACVA umožnilo dosiahnuť relevantné originálne vedecké výsledky publikované vo vedeckých periodikách. Použitím štandardných diagnostických metód (ADOS2 a ADI-R) certifikovanými odborníkmi v centre sme získali súbor jedincov s PAS. Na základe metódy ADOS2 sme pacientov zadefinovali do subtypov podľa špecifikácie a závažnosti

príznakov, čím sa vytvorili podmienky na hľadanie markerov autizmu. Zaviedli sme metódy na vyšetrovanie intelektovej kapacity a definovali prediktory intelektového vývinu detí s autizmom v oblasti jazykovej kompetencie (Čelušáková a spol., 2018).

Preukázali sme vplyv plazmatických hladín steroidných hormónov na závažnosť symptómov a správania predpubertálnych chlapcov s PAS. Zistili sme vplyv aktuálnych hladín pohlavných hormónov a ich transportných proteínov na závažnosť obmedzeného a stereotypného správania chlapcov s autizmom (Lakatošová a spol., 2021). Zistili sme, že niektoré jadrové príznaky autizmu sa vyskytujú u dievčat s nižšou prevenciou ako u chlapcov (Čelárová a spol., 2020). Komplexnou analýzou steroidných hormónov v skupine chlapcov predškolského veku so závažným stupňom autizmu sme odhalili závislosť steroidogenézy od veku a zistili sme významné rozdiely v metabolických dráhach steroidov. Publikovali sme prvý dôkaz o rozdieloch v hormonálnom profile alternatívnej zadnej dráhy syntézy androgénov u chlapcov s autizmom (Janšáková a spol., 2020). Paralelne s humánnou časťou sme robili výskum na animálnych modeloch a bunkových kultúrach, ktorého výsledky potvrdzujú, že etiopatogenéza autizmu zahŕňa interakcie medzi neurohormonálnymi faktormi prenatálneho aj postnatálneho vývinu (Renczes a spol., 2018, Zaťková a spol., 2018).

Prínos pre prax

Akademické centrum výskumu autizmu, ktoré vytvorilo bázu pre získanie biologických vzoriek detí s autizmom, je kľúčovým predpokladom výskumných aktivít. Vďaka podpore APVV sme zaviedli do praxe štandardné skriningové a diagnostické metódy na objektívne stanovenie diagnózy PAS. Štandardné postupy pri skriningu, diagnostike, liečbe a manažmente autizmu boli schválené MZ SR a vošli do platnosti 1.7.2021 <https://www.health.gov.sk/?Standardne-Postupy-V-Zdravotnictve> Výsledky a poznatky, získané počas riešenia projektu, iniciovali akreditovanie programu Lekárske neurovedy v 3. stupni štúdiá na LFUK v Bratislave, APVV podporilo vytvorenie

zodpovedný riešiteľ
prof. MUDr. Ostatníková Daniela, PhD.
riešiteľská organizácia
Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 12/2019
finančné prostriedky z APVV
200 190 €
číslo projektu
APVV-15-0045

a vydanie prvej slovenskej učebnice Lekárske neurovedy s výsledkami výskumu projektu. Výsledky projektu sú priamo aplikovateľné pri personalizovanom prístupe v intervenčných postupoch a liečbe PAS a sú predpokladom pre následné štúdie základného aj aplikovaného výskumu.

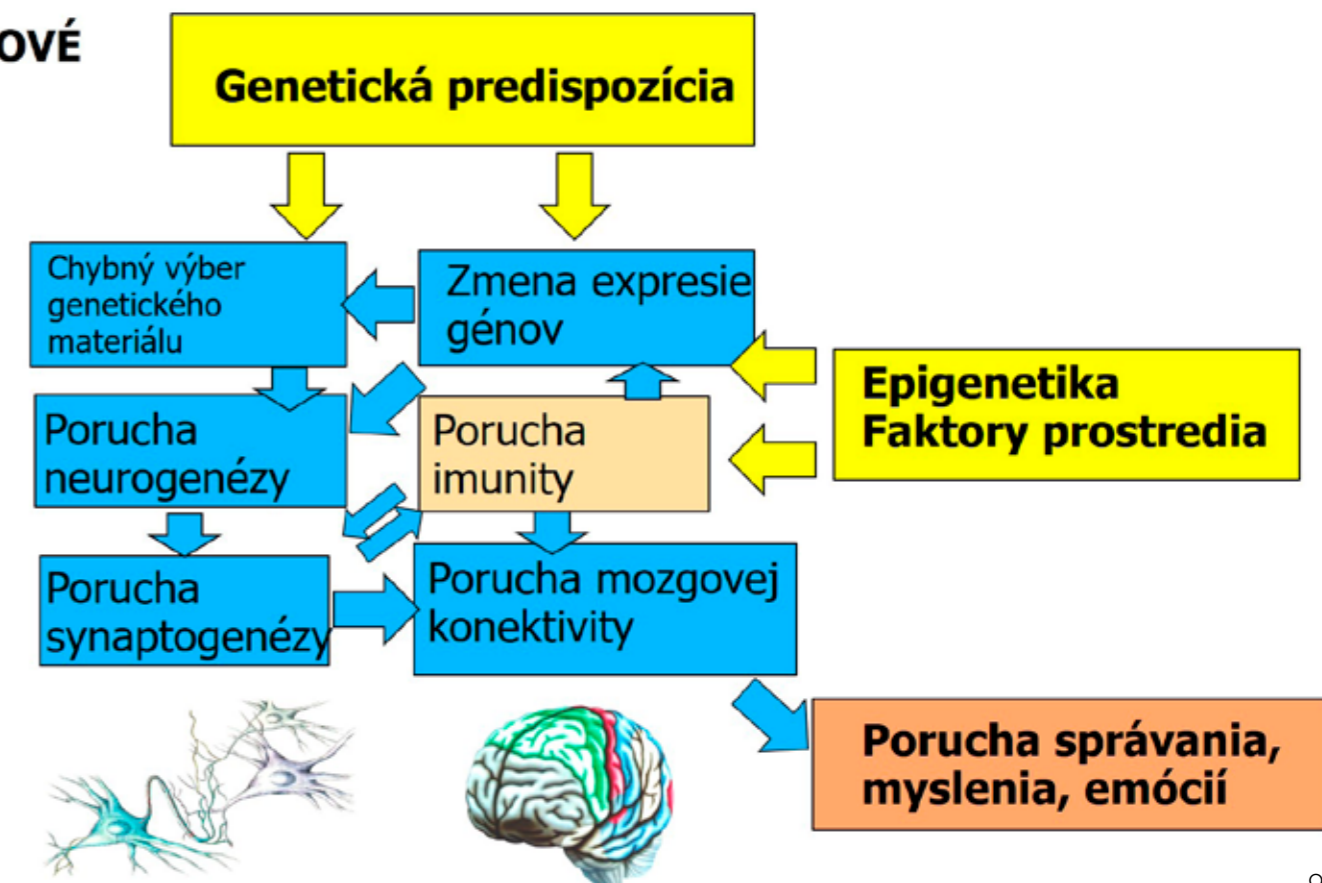
Obr. 1 / Komplexnou analýzou steroidných hormónov v skupine chlapcov predškolského veku so závažným stupňom autizmu sme odhalili závislosť steroidogenézy od veku a zistili sme významné rozdiely v metabolických dráhach steroidov. Publikovali sme prvý dôkaz o rozdieloch v hormonálnom profile alternatívnej zadnej dráhy syntézy androgénov u chlapcov s autizmom.

Obr. 2 / Cieľom projektu bolo hľadať možné etiologické markery autizmu, osobitne skúmať asociáciu medzi špecifickými behaviorálnymi parametrami (sociabilita, stereotypné správanie, intelektová kapacita) a biologickými faktormi (hormóny a ich molekulové a genetické pozadie). V projekte sme prepojili tri línie výskumu: humánnu, animálnu a bunkovú

Obr. 3 / Akademické centrum výskumu autizmu, ktoré vytvorilo bázu pre získanie biologických vzoriek detí s autizmom, je kľúčovým predpokladom výskumných aktivít. Vďaka podpore APVV sme zaviedli do praxe štandardné skriningové a diagnostické metódy na objektívne stanovenie diagnózy PAS.

Obr. 4 / Výsledky a poznatky, získané počas riešenia projektu, iniciovali akreditovanie programu Lekárske neurovedy v 3. stupni štúdiá na LFUK v Bratislave, APVV podporilo vytvorenie

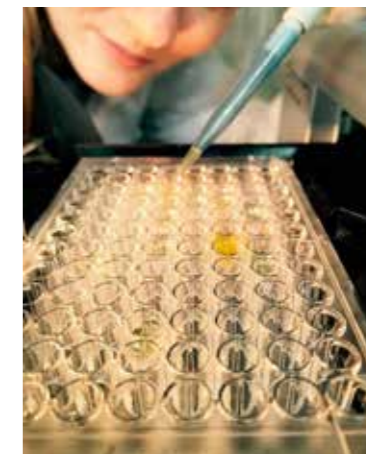
AUTIZMUS - NEUROVÝVINOVÉ OCHORENIE S VYSOKOU HERITABILITOU



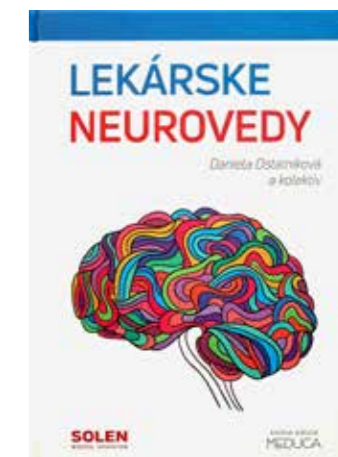
Obr. 2



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 4

Identifikácia biomarkerov asociovaných s neskorou toxicitou chemoterapie u germinatívnych nádorov testis

Predmet výskumu

Neskorá toxicita kuratívnej liečby pre nádorové ochorenia je fenomén, ktorý v posledných rokoch registrujeme u preživších v dlhodobom sledovaní po liečbe pre malignitu. Preživší po liečbe pre germinatívne nádory testis tvoria ideálnu modelovú populáciu pre výskum neskej toxicity, nakoľko ide o mladých mužov s očakávanou dĺžkou života niekoľko desaťročí po úspešnej protinádorovej liečbe.

Cieľ projektu

Identifikovať neskorú toxicitu a biomarkery neskej toxicity kuratívnej liečby germinatívnych nádorov testis. Navrhnuť preventívne a liečebné programy na prevenciu a liečbu neskej toxicity liečby.

Dosiahnuté výsledky

V našej populácii vyliečených pacientov (medián sledovania 10 rokov od liečby) sme identifikovali doteraz nepopísanú neskorú toxicitu protinádorovej liečby. V tomto projekte sme komplexne a podrobne popísali doteraz nepoznané aspekty neskej toxicity a vzťahy k liečebným režimom používaným v klinickej onkológii. Ukázali sme, že neskorá toxicita podmienená chemoterapiou má jasnú dávkovú závislosť. Tiež sme identifikovali, že prejavy neskej toxicity u pacientov liečených lokálnou rádioterapiou na retroperitoneum môžu byť aj systémové a naznačujú indukciu patogenetických mechanizmov, ktoré sa neviažu len na radiačné pole. Najväčšie bremeno toxicity sme pozorovali u pacientov liečených chemoterapiou aj rádioterapiou. U našich preživších sme identifikovali kognitívne poruchy, sexuálne ťažkosti ako poruchy erekcie či orgazmu, prejavy periférnej neuropatie, ktorá súvisí so systémovou chemoterapiou, ale aj samotnou rádioterapiou na retroperitoneum. V tejto populácii sme identifikovali aj poruchy kvality života a psychosociálne ťažkosti, ktoré prispievajú k problémom vo vzťahoch a s uplatnením v práci. Na podklade našich zistení sme postulovali hypotézy na molekulárne predpoklady vzniku neskej toxicity, kde v súčasnosti overujeme hypotézu narušenia

črevnej bariéry s poškodením mikrobiómu, translokácií mikrobiálnych kmeňov, ich častí alebo ich metabolitov do krvného obehu, kde chronicky stimulujú natívnu imunitu preživších. V projekte sme tiež iniciovali štúdiu tréningovej intervencie, kde pacienti po chemoterapii boli podrobení šesťmesačnému tréningu pod lekárskej a trénerským dozorom a boli systematicky edukovaní o význame životosprávy. V preliminárnych výsledkoch pozorujeme zlepšenie kvality života a psychosociálnych ťažkostí, zlepšenie kardiometabolickej zdatnosti, redukciu tukového tkaniva, redukciu alebo vymiznutie komponentov metabolického syndrómu, pokles proinflatórných markerov.

Prínos pre prax

Dôsledné rozpoznanie a menežment neskej toxicity protinádorovej liečby je esenciálnou súčasťou dlhodobej onkologickej starostlivosti. Zameranie sa na prevenciu a liečbu neskej toxicity protinádorovej liečby sa vo svete stáva súčasťou štandardnej starostlivosti o onkologického pacienta, nakoľko znižovanie chronickej morbidity v narastajúcej populácii vyliečených z rakoviny bude viesť k znižovaniu celkových nákladov na zdravotnú starostlivosť, zlepšeniu pracovnej výkonnosti v populácii v produktívnom veku, ale hlavne, bude viesť ku kvalite života porovnateľnej s bežnou zdravou populáciou.

zodpovedný riešiteľ

Doc. MUDr. Michal Chovanec, PhD.

riešiteľská organizácia

Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

spoluriešiteľské organizácie

Biomedicínske centrum SAV, Ústav experimentálnej endokrinológie

Biomedicínske centrum SAV, Ústav experimentálnej onkológie

termín riešenia

7/2016 – 6/2020

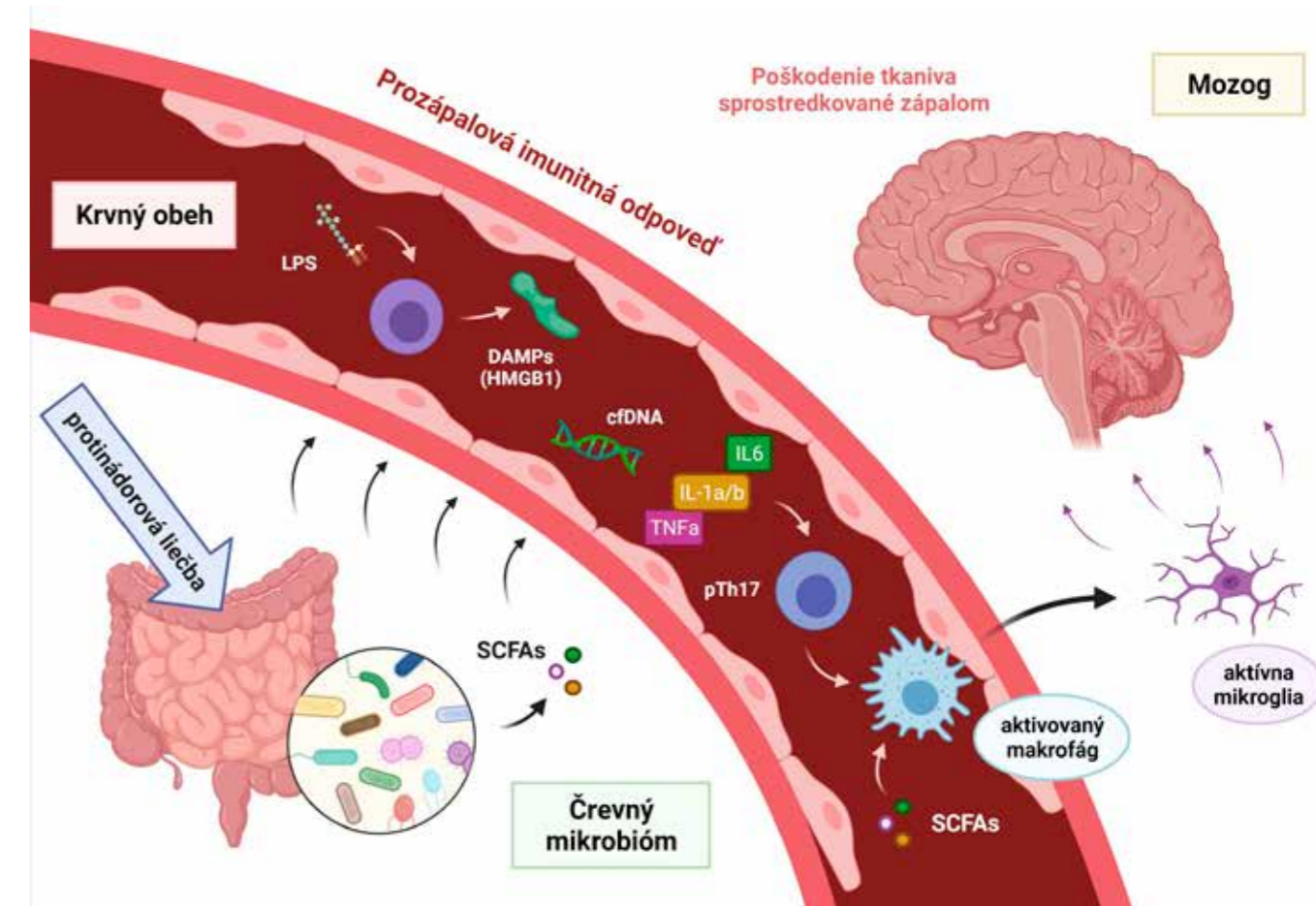
finančné prostriedky z APVV

236 790 €

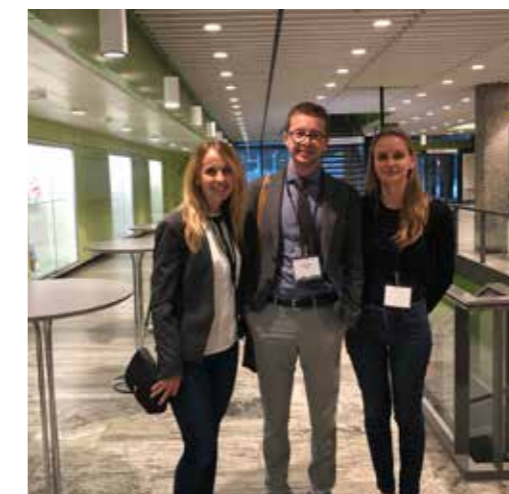
číslo projektu

APVV-15-0086

Imunitné mechanizmy kognitívneho poškodenia u pacientov s germinatívnymi nádormi testis



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Bc. Denisa Maňasová pri spracovávaní vzoriek biologického materiálu

Obr. 2 / Riešiteľský kolektív APVV-15-0086 pri prezentácii výsledkov výskumu súvisiaceho s grantom v Kodani, Dánsko, 2018

Obr. 3 / Časť riešiteľského kolektívu LFUK grant APVV-15-0086 na Jednotke translačného výskumu 2. onkologickej kliniky LFUK

Ochrana srdca v situáciách zvýšenej produkcie voľných kyslíkových radikálov: radiačné a reperfúzne poškodenie

Predmet výskumu

Jednou z najpoužívanějších metód na liečbu pacientov s onkologickými ochoreniami je rádioterapia, ktorá využíva ionizujúce žiarenie. Ionizujúce žiarenie poškodzuje rakovinové bunky, čo vedie k ich apoptóze a k prípadnému uzdraveniu pacientov. Avšak počas ožarovania rakovinových buniek môže dôjsť aj k nechcenému zasiahnutiu okolitého zdravého tkaniva, čo následne môže spôsobiť vážne zdravotné komplikácie vrátane rádiáciou vyvolaného ochorenia srdca. Ionizujúce žiarenie pôsobí priamo na DNK buniek, alebo nepriamo cez tvorbu voľných kyslíkových radikálov, ktoré potom poškodzujú jednotlivé orgány buniek alebo ich DNK. Tvorba voľných kyslíkových radikálov, ktoré okrem signalizačnej funkcie majú pri vyšších koncentráciách toxický vplyv na všetky súčasti srdca a ciev, je spoločným menovateľom nielen ionizujúceho žiarenia a zápalu, ale i ischemického a reperfúzneho poškodenia. Preto výskum v tejto oblasti a hľadanie nových vhodných látok, ktoré môžu pozitívne ovplyvniť následky nadmernej tvorby voľných kyslíkových radikálov na kardiovaskulárny systém, môže výrazne zlepšiť kvalitu života onkologických i kardiologických pacientov. Výsledky riešiteľského kolektívu potvrdzujú realnosť tejto hypotézy.

Ciele projektu

Cieľom projektu bolo:

- upresniť mechanizmy poškodenia rádiáciou najnovšími dostupnými metodikami
- určiť miesta možného zásahu do mechanizmu poškodenia
- nájsť vhodné látky, ktoré zabránia toxickému pôsobeniu nadmerne vytvorených voľných radikálov
- dosiahnuť bezpečnejšiu reperfúziu ischemického myokardu aplikáciou vodíka
- zlepšiť kvalitu života onkologických i kardiologických pacientov

Dosiahnuté výsledky

Použitím molekulárneho vodíka sme dosiahli mitigáciu následkov zvýšenej tvorby voľných kyslíkových a nitrozylových radikálov, čo sa prejavilo ako :

- ▶ ochranné pôsobenie molekulového vodíka proti pôsobeniu nežiadúceho radiačného poškodenia
- ▶ Naše publikované výsledky ukazujú, že väčšinu poškodení, ktoré vyvoláva ionizujúce žiarenie, spôsobujú hydroxylové radikály, ktoré vznikli pri rádiolyze vody. Nadmerná produkcia kyslíkových radikálov sa považuje za spoločného pôvodcu mnohých patologických procesov. Vychytávanie voľných radikálov pôsobí preventívne alebo terapeuticky. Molekulárny vodík (H₂) sa javí ako jeden z ich najefektívnejších scavengerov. H₂ vzhľadom na jeho veľkosť rýchlo difunduje do tkanív a buniek bez ovplyvnenia reaktívnych foriem kyslíka, ktoré majú dôležitú signalizačnú funkciu a reaguje prakticky len s najagresívnejšími hydroxylovými a nitrozylými radikálmi
- ▶ bezpečnejšia reperfúzia ischemického myokardu
- ▶ Akútny oxidačný stres vzniká z rôznych situácií, vrátane ischemie. Ischemicko-reperfúzne poškodenie vzniká, keď sa krv po ischemickej perióde vráti do tkaniva. Obnovenie prietoku krvi vedie k celej škále metabolických zmien, zápalu a poškodeniu oxidačným stresom. Molekulárny vodík (H₂) selektívne zachytáva ·OH a ONOO⁻ a tak zabraňuje poškodeniu jednotlivých orgánov buniek a poškodeniu DNK. Naše výsledky ukazujú, že H₂ tiež reguluje expresiu prozápalových a zápalových cytokínov, ako sú IL-1β, IL-6, TNF-α, ICAM-1 a HMGB-1, a pro-apoptotických faktorov, ako je kaspáza-3, kaspáza-12, kaspáza-8 a Bax. H₂ zvyšuje reguláciu expresie antiapoptotických faktorov, ako sú Bcl-2 a Bcl-xL a cez Nrf2 transkripciu vrodenných antioxidantných enzýmov. Ako vyplýva z našich aktuálnych publikovaných výsledkov, lepšie pochopenie farmakokinetiky H₂ a biologických mechanizmov účinku nepochybne posúva túto dôležitú molekulu do klinických aplikácií (pozri naše posledné publikácie)
- ▶ vyhotovil sa (spoluprijemcom) prototyp zariadenia na super saturáciu vodíkovej vody a zariadenie umožňujúce prípravu vzduchu obohateného o vodík rôznej koncentrácie pre inhaláciu na terapeutické účely
- ▶ vyselektovali sme optimálnu stratégiu na podávanie H₂ pre klinické použitie

zodpovedný riešiteľ
prof. MUDr. Ján SLEZÁK, DrSc, FIACS
riešiteľská organizácia
Centrum Experimentálnej Medicíny SAV
spoluriešiteľská organizácia
Elektrotechnický výskumný a projektový ústav (EVPÚ)
Nová Dubnica
termín riešenia
7/2016 – 6/2020
finančné prostriedky z APVV
236 600 €
číslo projektu
APVV-15-0376

- ▶ Z rôznych metód aplikácii H₂ sme okrem perorálnej aplikácie vody nasýtenej vodíkom použili aplikáciu inhaláciou 3% H₂ zmiešaného so vzduchom. Inhalácia má nesporné výhody oproti perorálnemu podávaniu, ale nemusí byť najefektívnejšia
- ▶ prispeli sme k potenciálnemu zlepšeniu kvality života onkologických a kardiologických pacientov a osôb vystavených kozmickému žiareniu

Publikačná aktivita a ohlasy

V rokoch 2016-2020 sa celkovo v zahraničných a domácich časopisoch publikovalo 27 prác a 37 abstraktov a odprezentovalo 28 posterov. Publikácie boli citované spolu viac ako 150 krát.

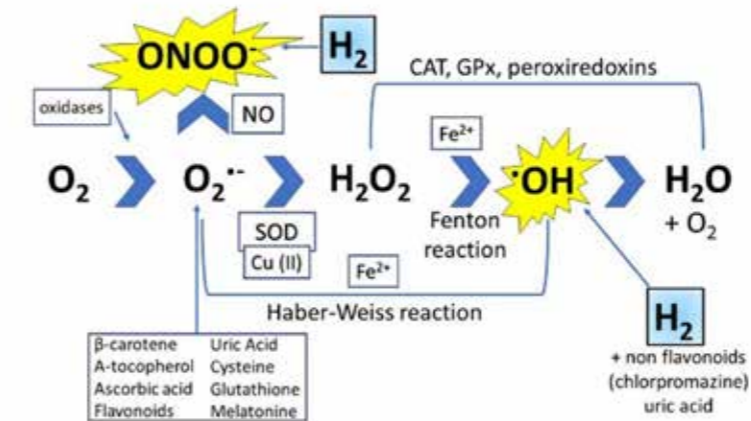
Obr. 1 / Produkcia ROS: účinnosť antioxidantov a selektívne pôsobenie H₂. Molekulárny vodík selektívne vychytáva ·OH a ONOO⁻.

Obr. 2 / Mechanizmy pôsobenia molekulárneho vodíka v podmienkach zvýšeného oxidačného stresu. Ukázalo sa, že molekulárny vodík poskytuje ochranné účinky prostredníctvom niekoľkých mechanizmov vrátane antioxidantného, protizápalového a cytoprotektívneho účinku, ako aj prostredníctvom modulácie rôznych signálnych dráh.

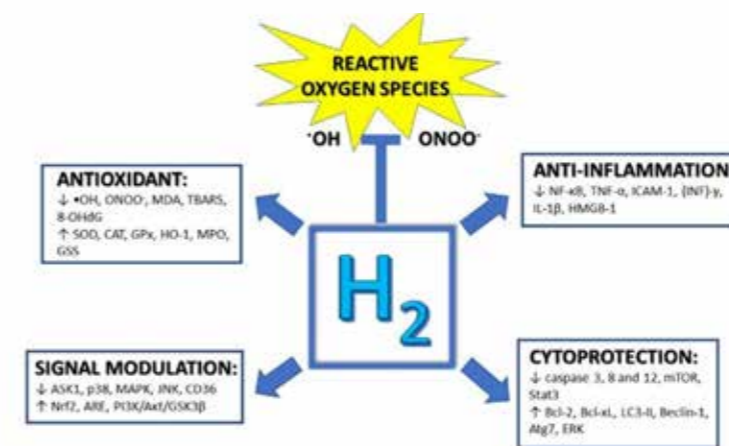
Obr. 3 / Vplyv H₂ na funkciu dýchacieho reťazca, koncentráciu koenzýmu Q9 a produkciu ATP v mitochondriách myokardu. Komplexy respiračných reťazcov - I, II, III, IV, V; OH⁻ - hydroxylový radikál; H₂ - molekulárny vodík

Obr. 4 / Molekulárny vodík zmierňuje negatívny vplyv oxidačného stresu na srdce. Vodík zvyšuje expresiu antioxidantných enzýmov (SOD, kataláza, atď.), Protizápalových molekúl (IL-10, IL-22, HO-1), aktivuje transkripciu PGC-1α a Nrf2 na zníženie apoptózy a reguláciu autofágie ovplyvňovaním ERK a mTOR.

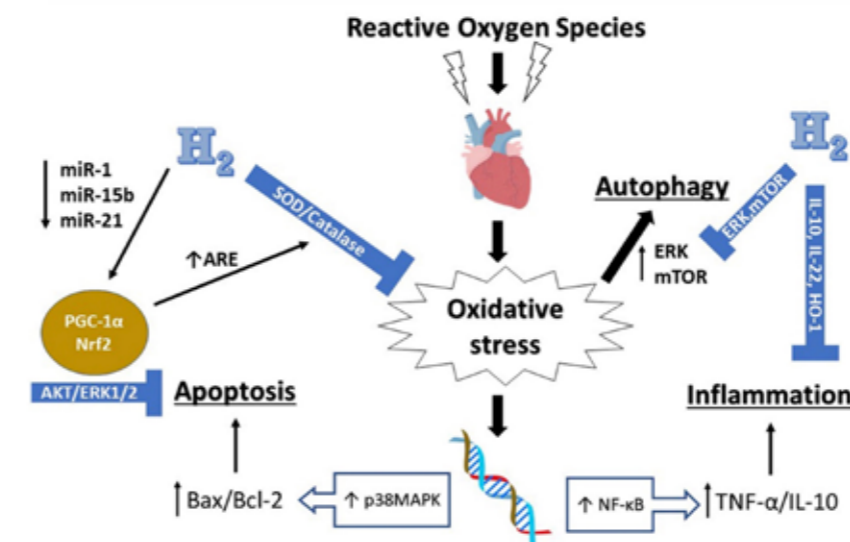
Obr. 5 / Kolektív riešiteľov APVV z Ústavu pre výskum srdca CEM SAV.



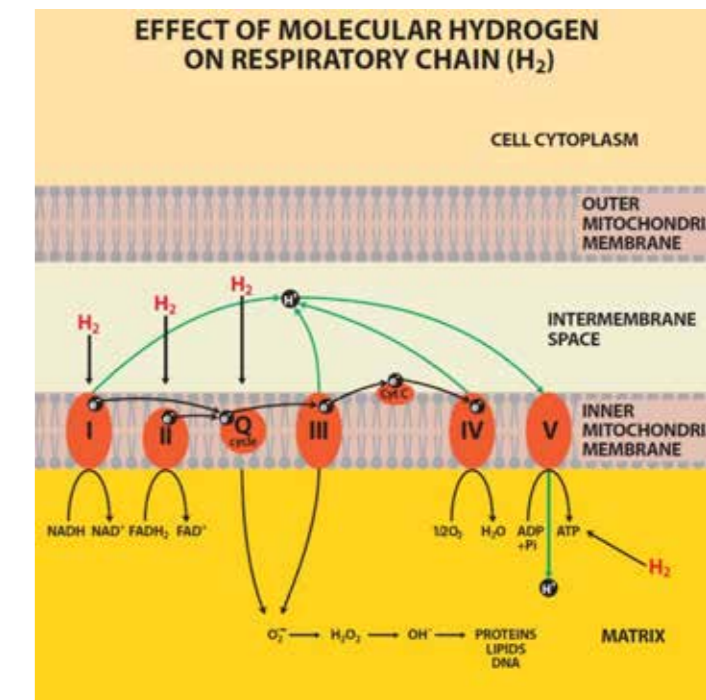
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3



Obr. 5

Nové regulačné účinky oxidu dusnatého a ich úloha v rozvoji esenciálnej hypertenzie

Predmet výskumu

Projekt riešil stále aktuálnu problematiku artériovej hypertenzie, ktorá je pokladaná za jedno z najčastejších kardiovaskulárnych ochorení, avšak napriek dlhoročnému výskumu a početným štúdiám iniciálna príčina vzniku hypertenzie nie je známa. Špeciálna pozornosť bola venovaná najmä novým signálnym dráham plyného mediátora, oxidu dusnatého (NO), ktorý je tvorený v kardiovaskulárnom systéme a dokáže významne ovplyvniť cievny tonus a zapojiť sa do regulácie tlaku krvi. Predmetom výskumu projektu bolo hľadanie odpovede na otázku, akú úlohu zohráva NO signalizácia v etiopatogenéze esenciálnej hypertenzie a aké regulačné účinky bude mať interakcia NO s ďalšími signálnymi dráhami.

Cieľ projektu

Hlavným cieľom projektu bolo charakterizovať signálne dráhy a mechanizmy spúšťané jednotlivými izoformami NO-syntáz, neuronálnou a endotelovou, vo vazoaktívnych odpovediach izolovaných artérií, pričom sme sa zamerali najmä na úlohu endotelu, vnútornej výstelky ciev, a perivaskulárneho tukového tkaniva (PVAT), ktoré artérie obklopuje z vonkajšej strany. Taktiež sme sa venovali štúdiu nedávno objavenej signálnej dráhy, ktorá vychádza zo vzájomnej interakcie signálnej dráhy NO a sulfidovej signálnej dráhy, v ktorej je hlavnou signálnou molekulou ďalší plyný transmitter, sírovodík (H_2S). Nakoniec sme konfrontovali vazoaktívne odpovede artérií animálneho modelu (spontánne hypertenzné potkany - SHR) s odpoveďami intrarenálnych artérií izolovaných po nefrektómii pacientov s arteriálnou hypertenziou.

Dosiahnuté výsledky

Naše výsledky potvrdili, že SHR disponujú kompenzačnými vazoaktívnymi mechanizmami zahŕňajúcimi NO produkovaný najmä endotelovou izoformou NO-syntázy a jeho interakciu so sulfidovou signálnou dráhou, ktorých cieľom

je znižovať patologicky zvýšený cievny tonus. Taktiež sme potvrdili tkanivovo špecifické pôsobenie interakcie oboch plyných transmitterov. U hrudnej aorty, predstavujúcej špecifický, elastický typ artérie, bola signálna dráha NO stimulovaná, pričom endogénne produkovaný H_2S sa podieľal na udržiavaní funkcie endotelu. Zároveň, zatiaľ čo podiel a vazoaktívne účinky endogénneho NO s vekom a rozvojom hypertenzie klesali, vazorelaxačný efekt exogénne podaného H_2S donora narastal. Na druhej strane sme potvrdili, že k endotelovej dysfunkcii mezenterickej artérie, ako svalového typu artérie, prispieva nielen zlyhanie signálnej dráhy NO ale aj strata antikontraktilného účinku H_2S produkovaného cievnu stenou. Zároveň, PVAT mezenterickej artérie bolo schopné aj v patologickom stave spustiť kompenzačné vazoaktívne mechanizmy, ktoré zahŕňali okrem iných aj zosilnenie vazorelaxačného pôsobenia exogénneho H_2S (Obr. 1). Ďalším originálnym nálezom projektu je, že do kompenzačných vazoaktívnych mechanizmov NO a H_2S sa zapája aj signálna dráha v podobe produkcie nových reakčných produktov vychádzajúcich z interakcie NO a H_2S (Obr. 2). U pacientov trpiacich arteriálnou hypertenziou sme potvrdili, že zmes NO donora a H_2S donora dokázala rýchlejšie spustiť a zväčšiť vazorelaxáciu intrarenálnych artérií vykazujúcich endotelovú dysfunkciu v porovnaní s účinkom NO donora samotného (Obr. 3). Navyše, použitie zmesi oboch donorov dokázalo eliminovať supersenzitivitu na NO donor, čo taktiež predstavuje benefičný účinok. Naše výsledky zároveň potvrdili, že pri posudzovaní farmakologického potenciálu zmesi NO a H_2S donorov bude potrebné brať do úvahy, že nielen rozvoj hypertenzie ale aj zmenený metabolický profil (napr. hyperglykémia) môžu ovplyvniť charakter nimi vyvolanej vazorelaxačnej odpovede.

Prínos pre prax

Výsledky ukazujú, že v podmienkach hypertenzie by exogénne aplikovaný H_2S mohol pôsobiť ako záložná vazore-

zodpovedný riešiteľ

RNDr. Soňa Čačányiová, PhD.

riešiteľská organizácia

Centrum experimentálnej medicíny, Ústav normálnej a patologickej fyziológie, SAV

spoluriešiteľská organizácia

Biomedicínske centrum, Ústav experimentálnej endokrinológie a Ústav klinického a translačného výskumu, SAV

termín riešenia

7/2016 – 8/2020

finančné prostriedky z APVV

248 000 €

číslo projektu

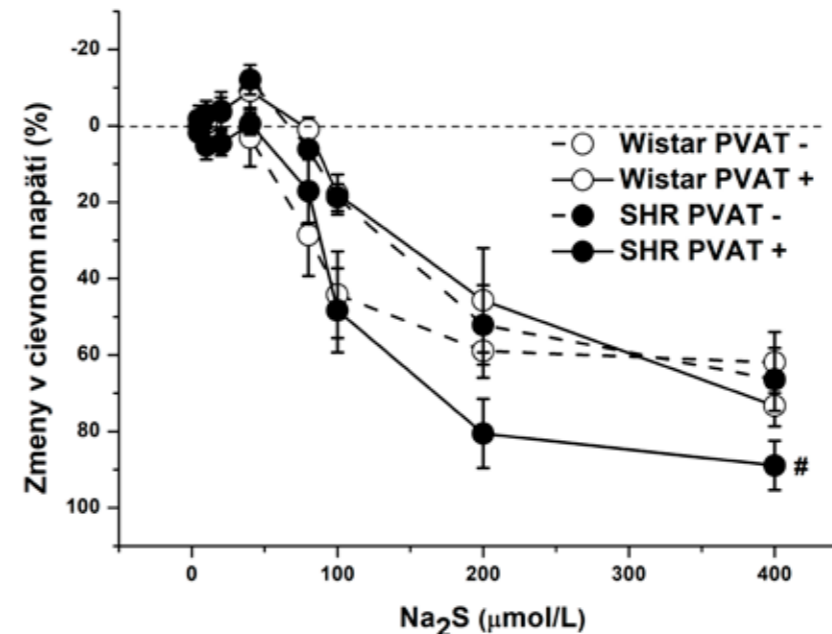
APVV-15-0565

laxačná látka, ktorá by spúšťala vazorelaxáciu v prípade NO deficiencie, čo naznačuje jej farmaceutický potenciál. Zároveň sme po prvý krát potvrdili špecifické vazoaktívne účinky novej signálnej dráhy vychádzajúcej zo vzájomnej interakcie donorov NO a H_2S v ľudskom cievnom tkanive. Schopnosť efektívne znižovať zvýšené napätie v cievnej stene smerom k relaxácii poukazuje na možnosť využitia nových reakčných produktov nitrózo-sulfidovej signálnej dráhy ako potenciálneho farmakologického prostriedku pre kompenzáciu endotelovej dysfunkcie spustením alternatívnych signálnych dráh. Výsledky sú významné pre ďalší výskum esenciálnej resp. arteriálnej hypertenzie a popri NO potvrdzujú význam H_2S , ďalšieho plyného mediátora s terapeutickými možnosťami v podmienkach hypertenzie.

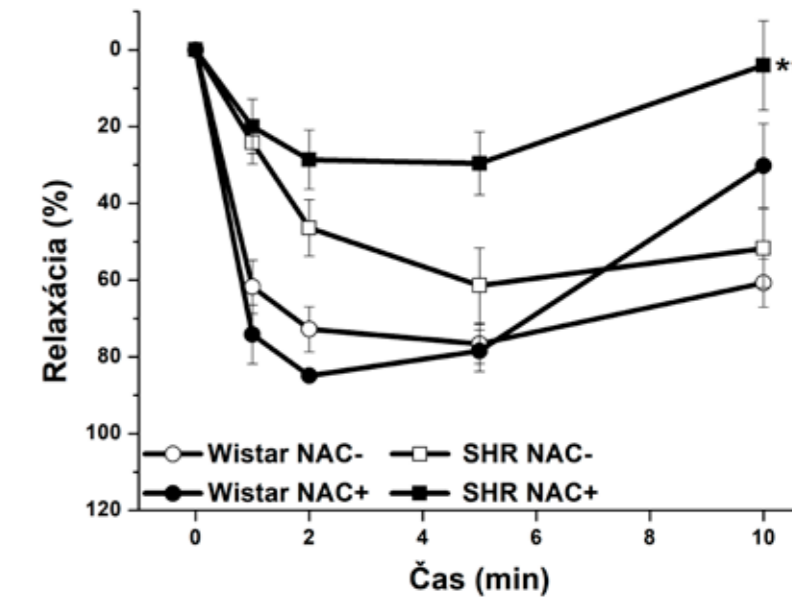
Obr. 1 / Na rozdiel od normotenzných potkanov (Wistar) vyvolal exogénny donor H_2S (Na_2S) u spontánne hypertenzných potkanov najväčší pokles napätia resp. vazorelaxáciu u mezenterickej artérie so zachovaným perivaskulárnym tukovým tkanivom (SHR PVAT+).

Obr. 2 / Nitroxyl (HNO) je jeden z nových produktov, ktoré vznikajú v zmesi nitrózoglutatiónu (GSNO, NO donor) a Na_2S (H_2S donor). Vychytávač HNO , N-acetylcysteín (NAC) signifikantne inhiboval vazorelaxačnú odpoveď hrudnej aorty SHR vyvolanú zmesou GSNO a Na_2S (SHR NAC+), nie však normotenzných potkanov (Wistar).

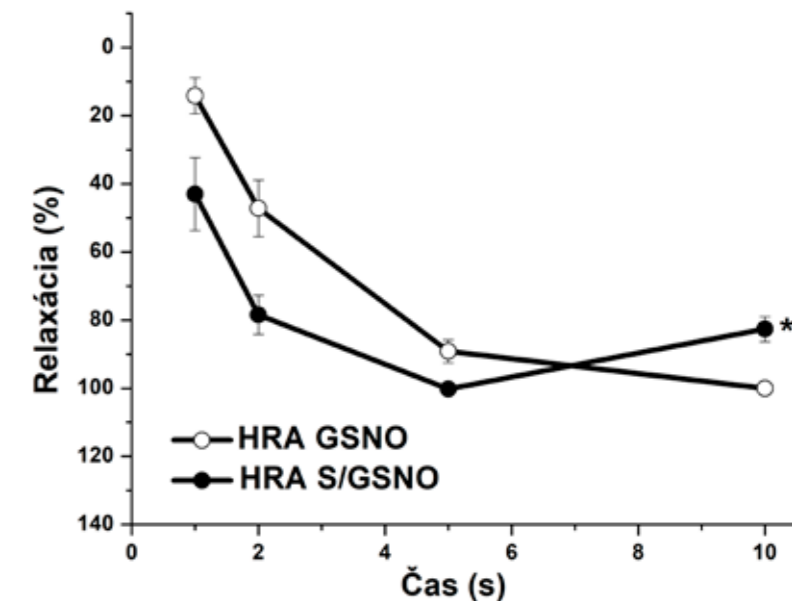
Obr. 3 / Vazorelaxačná odpoveď intrarenálnej artérie (HRA) pacientov trpiacich arteriálnou hypertenziou vyvolaná produktami zmesi NO a H_2S donora (S/GSNO) bola väčšia a mala rýchlejší priebeh v porovnaní s odpoveďou vyvolanou NO donorm (GSNO) samotným.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Úloha CA IX v adaptácii na nádorové mikroprostredie a v rezistencii na protinádorovú terapiu: molekulárne mechanizmy a klinické implikácie

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na výskum nádorového mikroprostredia, ktoré pomocou fyziologických stresov (hypoxia a acidóza) a parakrinných signálov z buniek nádorovej strómy podporuje agresívny fenotyp nádorových buniek, stimuluje progresiu rakoviny a prispieva k vzniku rezistencie na terapiu. Náš záujem bol sústredený jednak na komunikáciu nádorových buniek s mezenchýmovými kmeňovými bunkami prostredníctvom molekulárných signálov ako aj priamej interakcie a jednak na enzým CA IX (karbo- nická anhydráza 9), na objave a charakterizácii ktorého sa náš výskum podieľal. CA IX je klinicky relevantným biomarkerom agresívnych nádorov a terapeutickým terčom. Nachádza sa najmä v hypoxických nádoroch nedostatočne zásobených kyslíkom a je kľúčovou zložkou molekulárnej mašinerie, ktorá reguluje pH a podporuje prežívanie nádorových buniek v acidóze vyvolanej onko- génnym metabolizmom

Ciele projektu

Cieľom projektu bolo identifikovať molekulárne mediátory signalizácie medzi nádorovými bunkami a nádorovou strómou (t.j. spojivovou zložkou nádorového tkaniva) a ob- jasniti úlohu CA IX v adaptácii buniek na stresy a signály v nádorovom mikroprostredí, najmä hypoxiu a acidózu, v metastázovaní a v rezistencii na protinádorovú terapiu.

Dosiahnuté výsledky

V priebehu riešenia projektu sme identifikovali viacero komponentov signalizácie medzi nádorovými bunkami a nádorovou strómou, ktoré podporujú invazívnosť a me- tastázovanie. Ukázali sme, že k nim patria molekuly dráhy c-Met/HGF riadiacej epitelovo-mezenchýmovú tranzíciu, vrátane markerov kmeňového fenotypu FAP, SMA, SNAIL1, SNAIL2, N-kadherín a pluripotencie: Oct-4 a Sox- 2, ktorých expresia je stimulovaná priamym kontaktom ná- dorových buniek s mezenchýmovými kmeňovými bunkami (MSC) a prispieva k chemorezistencii a progresii nádorov <https://doi.org/10.3390/cells9020480>. Odhalili sme dve potenciálne liečivá, ktorými je možné prekonať chemo-

rezistenciu ovariálnych a embryonálnych karcinómov asociovanú s expresiou enzýmu aldehyd dehydrogenáza (ALDH) <https://www.mdpi.com/2072-6694/11/9/1224> a <https://doi.org/10.1186/s12935-020-01458-7>. Okrem toho sme študovali sekréciu cytokínov a tvorbu exozómov a zistili sme významný vplyv interakcie medzi nádorovými bun- kami a MSC na ich hladiny a spektrum. Výskum špecificky zameraný na úlohu CA IX v nádorovom mikroprostredí viedol k hlbšiemu porozumeniu jeho regulácie prostrední- ctvom fyziologických stimulov (napr. laktátu), k odhaleniu funkčného významu odštiepovania jeho ektodomény v kontrole nádorového fenotypu a metastázovania [https:// doi.org/10.1038/s41416-020-0804-z](https://doi.org/10.1038/s41416-020-0804-z), k objasneniu koope- racie CA IX s laktátovým transportérom MCT1/4 v kontrole glykolyzy a k odhaleniu mechanizmu, ktorým CA IX podporuje preprogramovanie nádorových buniek na gly- kolytický metabolizmus prostredníctvom regulácie hladiny a aktivity enzýmu laktát dehydrogenáza (LDH), [https:// doi.org/10.3390/ijms21124299](https://doi.org/10.3390/ijms21124299), <https://doi.org/10.3389/ fonc.2020.01462>. Projekt priniesol nové poznatky a otvoril ďalšie otázky, ktoré sú námetom na pokračovanie výsku- mu.

Výsledky projektu boli publikované v 16 in extenso pub- likáciách v renomovaných medzinárodných časopisoch, s kumulatívnym impakt faktorom 81,9. Do konca roka 2020 boli citované 114-krát, pričom publikácia uverejnená v časopise Cancer and Metastasis Reviews [https://link. springer.com/article/10.1007%2Fs10555-019-09799-0](https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10555-019-09799-0) bola v databáze Web of Science na základe vysokej citovanosti zaradená medzi top 1% prác vo svojej oblasti (podľa Es- sential Science Indicators). Výsledky boli tiež prezentova- né na medzinárodných vedeckých konferenciách, vrátane pozvanej plenárnej prednášky S. Pastorekovej v januári 2020 na prestížnom Keystone sympóziu v USA s účasťou všetkých troch nositeľov Nobelovej ceny 2019 za hypoxiu (profs. Ratcliffe, Kaelin a Semenza). Na riešení projektu sa podieľalo päť mladých vedeckých pracovníkov do 35 rokov. Výskum pokračuje v nadväzujúcom projekte APVV- 19-0098, ktorý je venovaný mikroevolučným procesom v nádorovom tkanive počas progresie rakoviny.

zodpovedný riešiteľ
prof. RNDr. Silvia Pastoreková, DrSc.
riešiteľská organizácia
Biomedicínske centrum SAV
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
249 938 €
číslo projektu
APVV-15-0697

Prínos pre prax

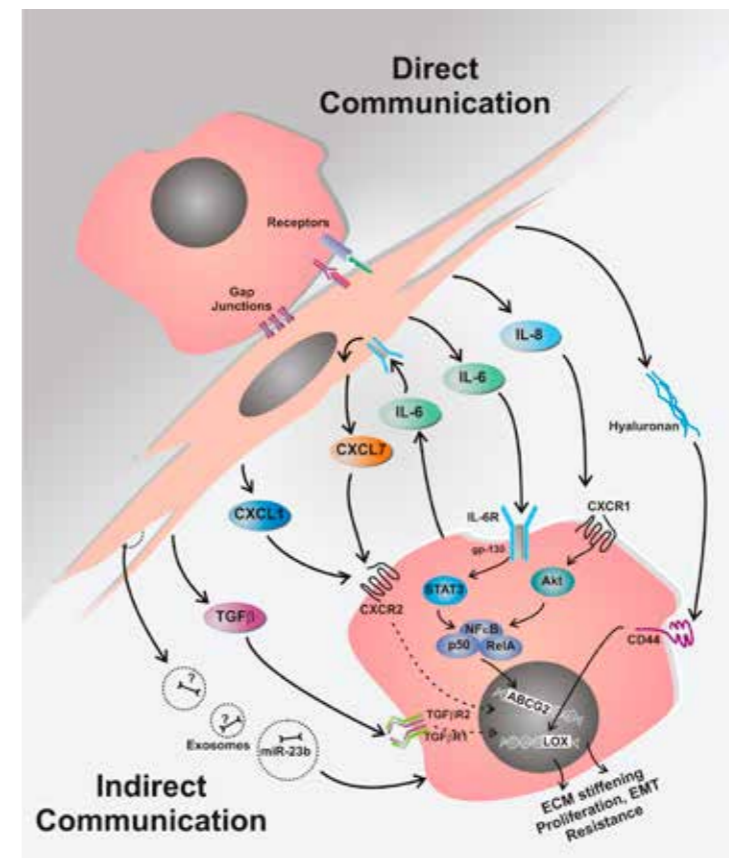
Riešenie projektu viedlo k získaniu originálnych poznatkov o fyziologických a molekulárných procesoch v nádorovom mikroprostredí, ktoré ovplyvňujú nádorový metabolizmus, signalizáciu a rezistenciu na liečbu a v konečnom dôsled- ku prispievajú k progresii nádorového ochorenia. Tieto poznatky nájdu uplatnenie pri vývoji nových prístupov k diagnostike a liečbe rakoviny, pričom niektoré sa už ove- rujú v klinickej praxi.

Obr. 1
Mechanizmy chemorezistencie sprostredkované mezenchýmovými kmeňovými bunkami (MSC) v nádoroch prsníka. Komunikácia medzi MSC a nádorovými bunkami sa uskutočňuje najmä signalizáciou pomocou cytokínov (IL-6, IL-8, CXCL1, CXCL7, TGFβ), exozómov a iných mediátorov. Okrem toho sa na nej podieľa aj priamy kontakt buniek pomocou adhézných molekúl a receptorov. Zdroj: [https://molecular-cancer.biomedcentral.com/ articles/10.1186/s12943-019-0960-z](https://molecular-cancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12943-019-0960-z)

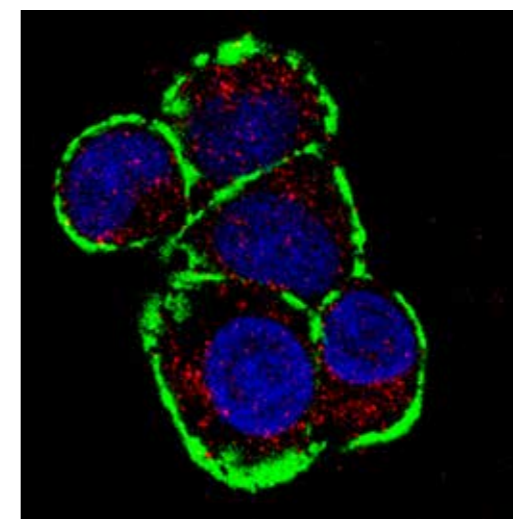
Obr. 2
Zmiešaná kultúra MSC (veľké pozdĺžne bunky s modrými jadrami) s nádorovými bunkami prsníka T47D (drobné dlaždicové bunky s jadrami dofarbenými na červeno). Zelenou farbou je v oboch typoch buniek označený cytoskelet (kostra bunky). Zdroj: <https://doi.org/10.3390/ cells9020480>

Obr. 3
Schéma znázorňujúca účasť proteínu CA IX na jednotlivých stupňoch nádorovej progresie. (A) Na začiatku je CA IX proteín v nádorovom tkanive indukovaný lokálnou hypoxiou a pomocou regulácie pH prispieva k metabolickej adaptácii na hypoxiu a acidózu, čím podporuje prežívanie a proliferáciu nádorových buniek (B a C). V rastúcom nádore CA IX prispieva k tvorbe

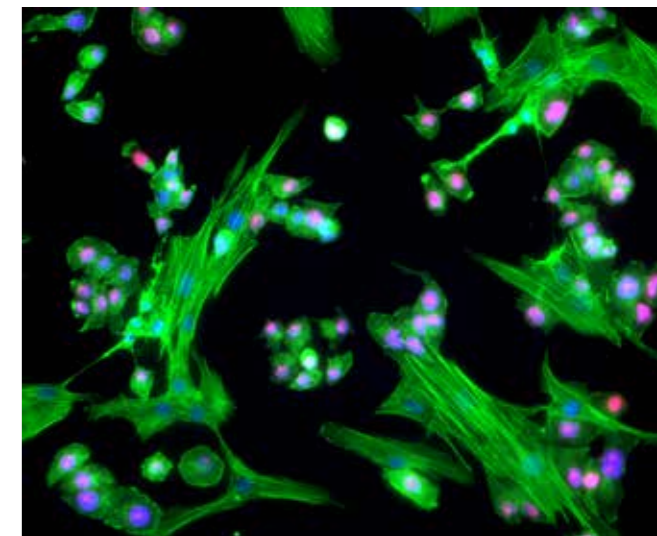
Obr. 1



Obr. 4

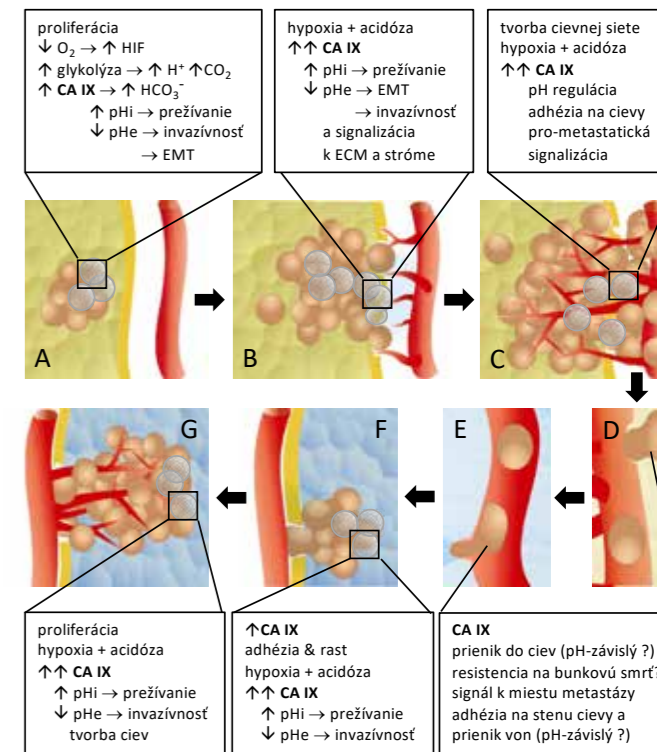


Obr. 2



cievnej siete, invazívnosti a komunikácii so strómou (D,E), podporuje adhéziu a prenikanie nádorových buniek do ciev, ich prežívanie v cirkulácii, prenikanie z ciev na miesto metastázy (F). Pri uhniesnutí a raste metastatickej lézie má CA IX podobnú úlohu ako v primárnom nádore, t.j. ochranu pred hypoxiou a acidózou. Tieto miesta pôsobenia CA IX poskytujú príležitosti na terapeutické zacielenie. ECM = extracelulárna hmota, EMT = epitelovo-mezenchýmový prechod, pHi = vnútrobunkové pH, pHe = extracelulárne pH. Zdroj: [https://link.springer.com/ article/10.1007%2Fs10555-019-09799-0](https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10555-019-09799-0)

Obr. 4
Analýza lokalizácie CA IX (zelená) a ADAM17 (červená) pomocou imunofluorescencie a konfokálnej mikroskopie v intaktných nádorových bunkách (vľavo) a po stimulácii internalizácie CA IX (vpravo), jadrá buniek sú modré. Prekryv červeného a zeleného signálu (žlté body) poukazuje na kolokalizáciu oboch proteínov. ADAM17 je metaloproteínáza, ktorá odštiepuje extracelulárnu časť CA IX do vonkajšieho prostredia a tým ovplyvňuje rast primárnych nádorov a metastázovanie. Zdroj: <https://doi.org/10.1038/s41416-020-0804-z>



Obr. 3

PÔDOHOSPO-
DÁRSKE
VEDY



Zvýšenie bezpečnosti a kvality tradičných slovenských syrov na základe aplikácie moderných analytických, matematicko-modelovacích a molekulárno-biologických metód a identifikácia inováčného potenciálu

Predmet výskumu

Predmetom výskumu bola charakterizácia mikrobioty a jej diverzity v tradičných slovenských syroch použitím vysokokapacitného paralelného sekvenovania DNA (next generation sequencing, NGS), matematický opis správania sa hlavných populácií (rast a rozmnožovanie, devitalizácia, prežívanie, interakcie medzi mikroorganizmami) zúčastnených na výrobe syrov a ich prepojenie s tvorbou organolepticky dôležitých arómatovných mikrobiálnych metabolitov stanovených analytickými metódami (plynovou chromatografiou - olfaktometriou, GC-O; plynovou chromatografiou - hmotnostnou spektrometriou, GC-MS).

Ciele projektu

Cieľom projektu bola objektívna, vedecká charakterizácia tradičných verzií slovenských syrov z hľadiska aróma-aktívnych látok vo vzťahu k mikrobiálnej diverzite a s ohľadom na ich mikrobiologickú bezpečnosť. Ďalšími cieľmi bolo pomocou matematických modelov opísať a predpovedať správanie zúčastnených populácií mikroorganizmov, vrátane vzájomných vzťahov medzi nimi. Tak by sa mohli definovať podmienky, pri ktorých je možné s pomocou konkrétnych kyslomliečnych baktérií (komerčných a originálnych kultúr VÚM) dostať rast a rozmnožovanie nežiaducich kontaminantov pod kontrolu.

Dosiahnuté výsledky

Je všeobecne známe, že hrudkový syr vyrobený zo surového mlieka prenáša do finálneho výrobku svoje pozitívne i negatívne vlastnosti, ktoré súvisia s mikrobiologickými, organoleptickými, fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, ovplyvňujúcich kvalitu a bezpečnosť. S ohľadom technologické postupy výroby berúc do úvahy príslušné parametre a faktory prostredia sa vo vyrábaných syroch matematicky opísalo správanie zúčastnených populácií mikroorganizmov (Medvedová a kol. 2019;), vrátane

interakcií medzi nimi (Staphylococcus aureus, Escherichia coli a kyslomliečne baktérie; Valík a kol. 2018; Ačai a kol., 2019). Detailne sa kvantifikovala aj termorezistencia izolátov Escherichia coli a Staphylococcus aureus. Tieto organizmy sú spolu s kyslomliečnymi baktériami aktívne, nielen pri fermentácii mlieka, ale aj neskôr počas doby spotreby, napríklad aj v parených syroch, nakoľko dokázali prekonať podmienky počas procesu parenia vykonávaného remeselne. Tieto skutočnosti sa nielen dokázali, ale predovšetkým, sa konkrétne, kvantitatívne pomocou matematických modelov opísali (Lehotová a kol., 2021). Získané údaje sa využili pri ďalších simuláciách správania sa mikroorganizmov (Valík a kol. 2019).

Ohľadom aplikácie metód GC/MS a kombinovanej techniky GC/FID-olfaktometrie (spájajúcej fyzikálno-separačnú metódu so sensorickým hodnotením) sa pri štúdiu profilov prchavých organických odor-aktívnych látok, ako najvhodnejšia sa ukázala metóda SPME (mikroextrakcia na tuhej fáze), aplikovaná v headspace nad šetrne zahriatou vzorkou. Metóda bola optimalizovaná na vybraných vzorkách bryndze. Z chemického hľadiska boli profily arómatovných látok tvorené predovšetkým karboxylovými kyselinami (najmä voľnými masnými kyselinami), esterami, alkoholmi, ketónmi, aldehydmi, terpenoidmi, laktónom, dusíkatou látkou (oxím) a malou skupinou zatiaľ neidentifikovaných zlúčenín, nakoľko tieto boli vo vzorkách bryndze prítomné v stopových, resp. ultrastopových množstvách (Sádecká a kol., 2019).

Plánované výstupy počas riešenia projektu boli splnené s dostatočným počtom karentovaných publikácií, (vyšším ako sa plánovalo). S podporou projektu autori riešiteľského kolektívu publikovali spolu 10 CC publikácií (z toho 6 domácich). Podiel domácich publikácií predovšetkým s ohľadom na predmet riešenia vedeckého projektu a v súlade s našim konceptom poukazuje na skutočnosť, že vlastné remeselne vyrábané syry musíme z hľadiska

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Lubomír Valík, PhD.

riešiteľská organizácia

Oddelenie výživy a hodnotenia kvality potravín, Ústav potravinárstva a výživy Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

spoluriešiteľská organizácia

NPPC, Výskumný ústav potravinársky Bratislava
Výskumný ústav mliekarenský, a.s.

termín riešenia

7/2016 — 6/2019

finančné prostriedky z APVV

249 993 €

číslo projektu

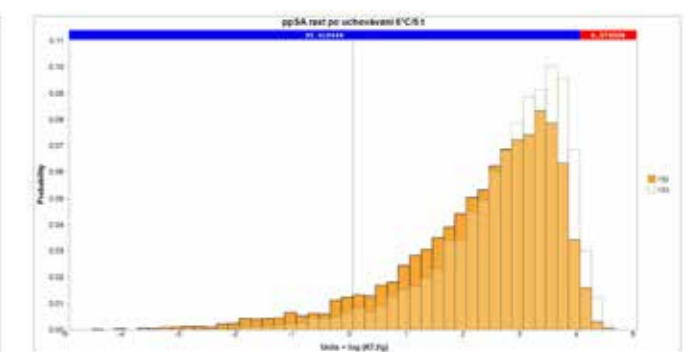
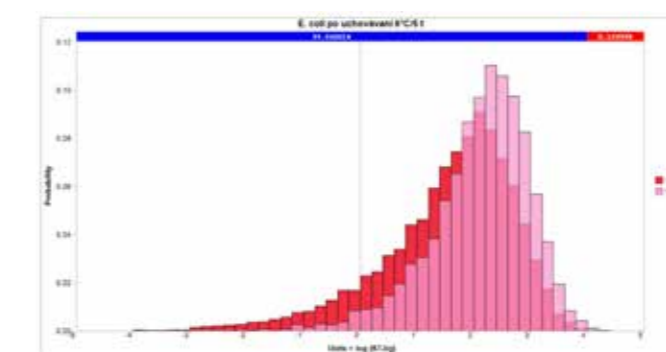
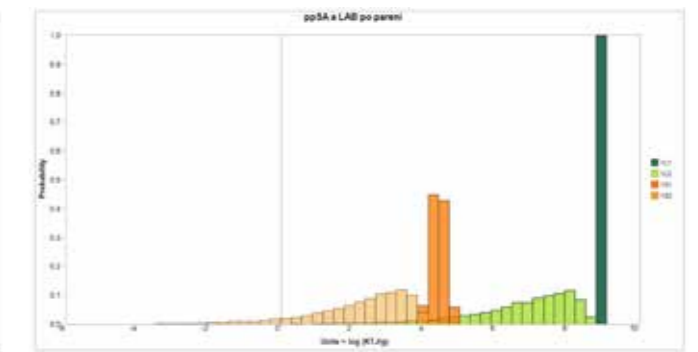
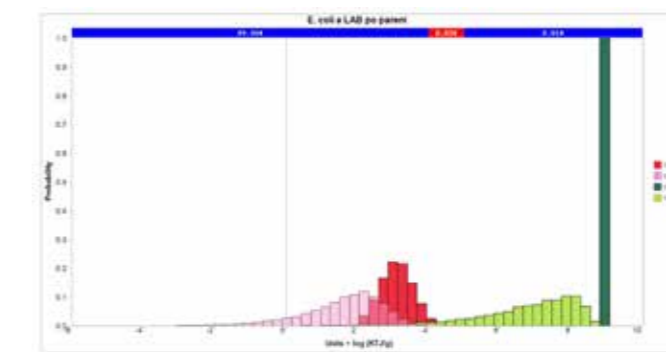
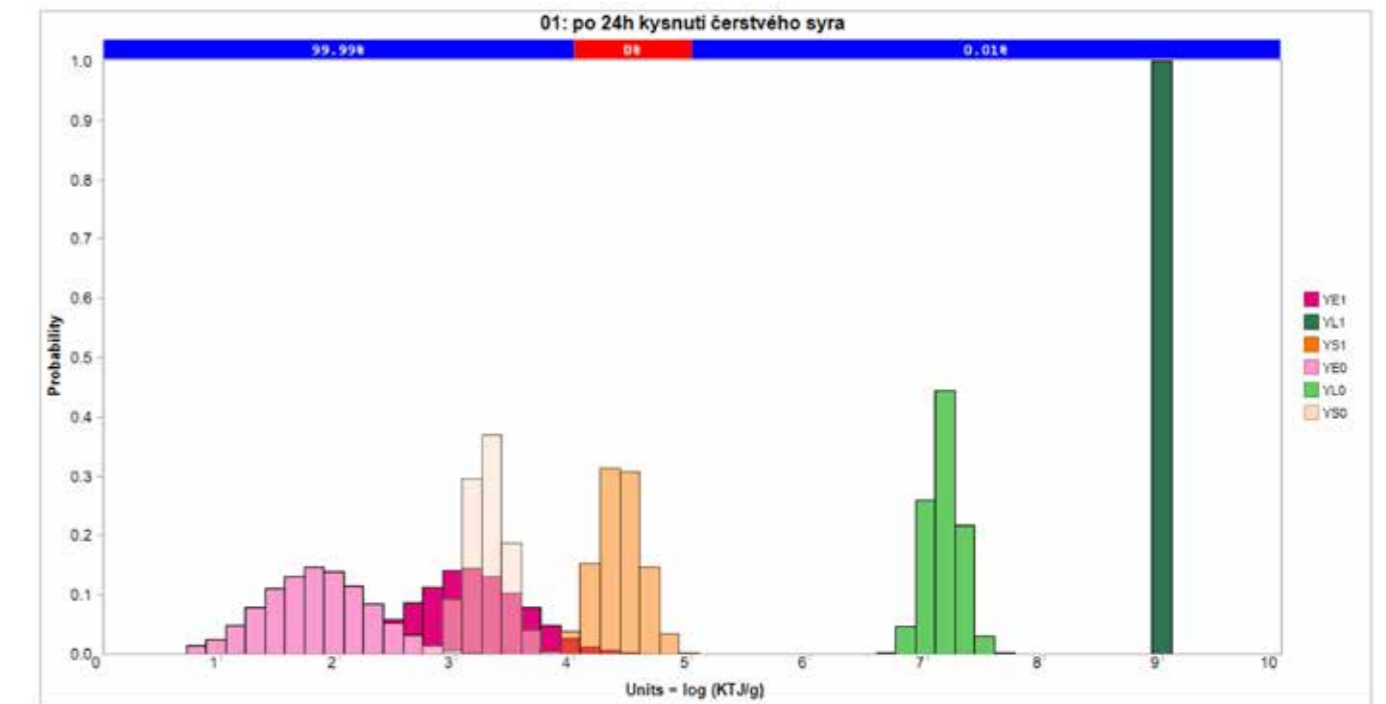
APVV-15-0006

mikrobioty, jej správania a tvorby arómatovných látok študovať sami, prezentovať na Slovensku, a tak zaplniť medzery v charakterizácii mikrobioty, ako aj v kvantitatívnych reláciách medzi populáciami mikroorganizmov a procesmi technologického postupu remeselnej výroby parených syrov.

Prínos pre prax

Získané výsledky o diverzite mikroorganizmov a profile prchavých aróma-aktívnych látok sú unikátne. Umožnili seriózne porovnanie našich tradičných syrov s inými typmi syra v medzinárodnom kontexte a pre prax priniesli kvalitnú základňu poznatkov.

Na druhej strane výsledky kvantitatívnych mikrobiologických hodnotení, matematických opisov a predikcií by mohli reálne osloviť výrobcov, pretože v simuláciách správania sa populácií nežiaducich mikroorganizmov je možné meniť vstupné hodnoty a potom bez ďalších mikrobiologických analýz získať obraz o viacerých možných scenároch ich správania v rozhodujúcich krokoch výroby, vrátane vývoja mikrobiologickej kvality počas uchovávanania, resp. doby spotreby tradičných parených syrov. Ak by výrobcovia obdobným spôsobom sledovali rozhodujúce mikrobiologické ukazovatele výroby, dokonca len sporadicky a len niektoré, mohli by si priebehy výroby vlastných remeselne vyrábaných syrov porovnávať s našimi detailnými výstupmi a hodnotiť prípadné odchýlky. Tak by získali nielen nové poznatky, ale upozornenia na možné odchýlky od simulácií a napokon aj impulzy, ako ich riešiť a v konečnom dôsledku zlepšovať sa. Na konzultácie a poradenstvo pri riešení mikrobiologických problémov sme so spoluriešiteľskými organizáciami pripravení.



Obr. 1 / Predikcia počtov hlavných populácií mikroorganizmov (log KTJ/g) počas remeselnej výroby parených syrov s využitím Monte-Carlo simulácií a matematických modelov správania sa mikroorganizmov v reálnych vzorkách syrov.
A: Distribúcia počtov zúčastnených mikroorganizmov pred (bledšie odtiene farieb) a po kysnutí hrudlového syra (tmavšie farby)
B: Distribúcia počtov E. coli (červená), S. aureus (okrová) a baktérií mliečného kysnutia (zelená) po parení hrudlového syra (bledšie odtiene)
C: Distribúcia počtov E. coli (červená), S. aureus (žltá až okrová) po uchovávaní syra pri 6 °C 5 týždňov (bledšie odtiene)

Vplyv nepriepustného pokrytia pôdy na klímu miest v kontexte klimatickej zmeny (pedo-city-klíma)

Predmet výskumu

Analyzoval sa a vyhodnotil vplyv zastavaného územia, kvality pôdneho pokryvu a zelenej infraštruktúry, ako aj výskytu urbánnych ostrovov tepla v letných mesiacoch na tvorbu a distribúciu prvkov U-ESA (urbánnych environmentálne senzitivných území).

Ciele projektu

Pre splnenie cieľa sa identifikovali nepriepustné povrchy v urbanizovanom prostredí, zmapovali a klasifikovali vlastnosti a kvalita pôdy, vrátane zelenejestskej infraštruktúry, modelovali a zisťovali sa nepriaznivé mikroklimatické podmienky predovšetkým výskyt urbánnych ostrovov tepla (UHI). Metodika posudzovania U-ESA je založená na multi-kriteriálnom prístupe, v ktorom sa vyprofilovalo niekoľko atribútov: 1. mapovanie krajinej pokrývky/ využívania krajiny a nepriepustných povrchov pomocou rozšírenej nomenklatúry Urban Atlas 2012 pre modelové mestá (Bratislava, Trnava, Žilina), 2. modelovanie výskytu urbánnych ostrovov tepla (UHI) a ich priestorová distribúcia pomocou modelu MUKLIMO; 3. mapovanie urbánnych pôd pomocou koncepcie pedo-urbánnych komplexov (PUK) a hodnotenia ich kvality; 4. identifikácia a klasifikácia typov urbánnej vegetácie; 5. prekrytie a syntéza výsledkov.

Dosiahnuté výsledky

Geopriestorové informácie sú základom vyváženej priestorovej organizácie návrhov mestských oblastí, v ktorých sa identifikujú citlivé oblasti. Identifikácia urbánnych environmentálne citlivých oblastí (U-ESA) sa realizovala prekryvaním vrstiev (raster) parciálnych atribútov pomocou nástrojov GIS (© ESRI ArcGIS). Pre finálnu verziu sme použili tieto tri parametre: 1. kvalita pôdy, 2. modelovaná priestorová distribúcia UHI a 3. priestorová distribúcia typov mestskej vegetácie. Nepriepustné povrchy boli súčasťou mapovania pôd v modelových mestách ako ekranické formy pôd. Mapovanie pôdy pomocou koncepcie pedo-urbánnych komplexov a hodnotenie ich kvality.

Pedo-urbánny komplex zahŕňa niekoľko atribútových zložiek: využitie pôdy, klasifikácia pedonov, percento nepriepustného pokrytia pôdy a forma degradácie pôdy. Prekrytie parciálnych parametrov bolo riešené nástrojom rastrovej kalkulačky v GIS a kategorizáciou indexu urbánnych environmentálne citlivých oblastí. Výsledky predstavujú databázové, mapové a modelové produkty, ktoré boli predstavené zainteresovaným stranám – štátna a verejná správa, akademická sféra a NGO vo všetkých modelových mestách - Bratislava, Trnava a Žilina.

Z výsledkov možno konštatovať:

1. Geopriestorové informácie sú základom vyváženej priestorovej organizácie plánov a štúdií miest, v ktorých sa identifikujú citlivé oblasti. Metodika merania nepriepustného pokrytia pôdy a vymedzenie pedo-urbánnych komplexov umožnili presnejšie mapovanie urbánnych pôd.
2. V husto zastavanom mestskom prostredí v zmenených klimatických podmienkach sa potvrdilo, že oblasti mestského tepelného ostrova (UHI) zvyšujú a zintenzívňujú zhoršujúce sa životné podmienky v mestách.
3. Vymedzenie mestských environmentálne citlivých oblastí bolo riešené z hľadiska bytového komfortu a kvality životnej úrovne mestského obyvateľstva. Citlivé oblasti boli identifikované z hľadiska spoločného prekryvania zastavanej oblasti, kvality pôdy, zelene a udalosti UHI.
4. Nepriepustné pokryté povrchy sú jednou z hlavných príčin zvýšeného výskytu horúčav, nie však úplnou. Nepriaznivé klimatické podmienky (UHI) možno pripísať aj miestnym mikroklimatickým podmienkam a výskytu priemyselných podnikov produkujúcich emisie a splodiny.
5. Analýza ukázala, že environmentálne citlivé oblasti sa nachádzajú hlavne v oblastiach s intenzívnym pôsobením priemyselných, obchodných a verejných areálov, v súvislosti s nesúvislými mestskými štruktúrami. Ekologicky najcitlivejšie oblasti sa javia centrá miest,

zodpovedný riešiteľ
doc. RNDr. Jaroslava Sobocká, CSc.

riešiteľská organizácia
Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôd Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra v Bratislave
spoluriešiteľské organizácie
Geografický ústav SAV Bratislava
Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava

termín riešenia
7/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV
247 998 €

číslo projektu
APVV-15-0136

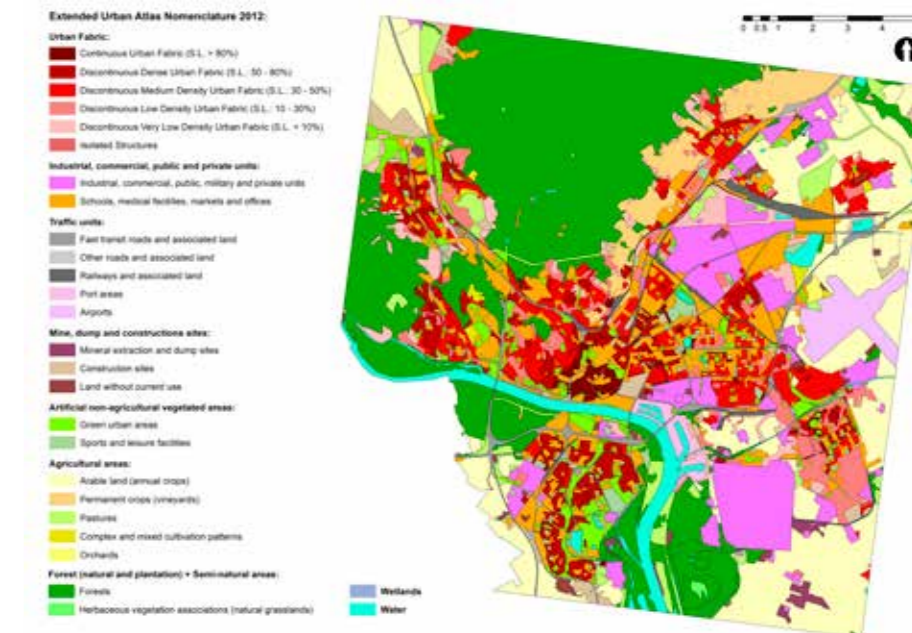
ktoré sa vyznačujú hustou historickou zástavbou a nepriepustným či polopriepustným pokrytím pôdy (viac ako 80 %), kde je badať zvýšený účinok pôsobenia UHI a znížený stupeň dostupnosti verejnej zelene.

Prínos pre prax

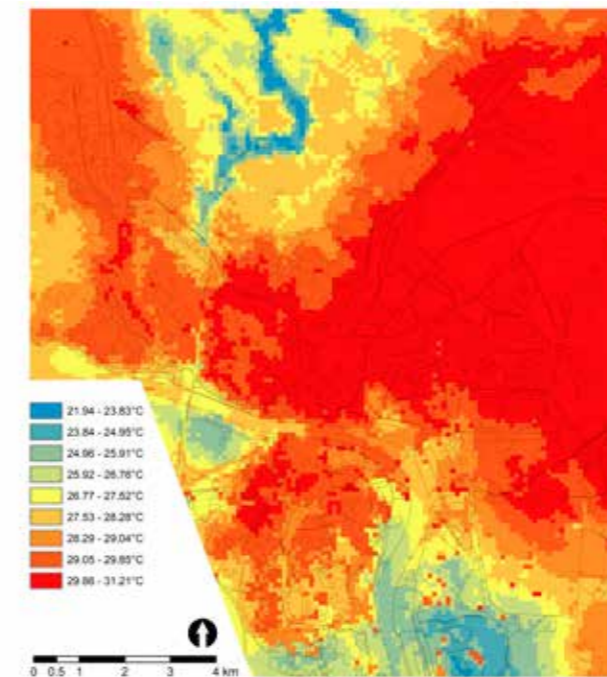
Vymedzenie mestských environmentálne citlivých oblastí (U-ESA) je výstupom, ktorého materiály môžu byť použité na výstavbu a rozvoj miest a megamiest z hľadiska udržateľného životného prostredia v kontexte prispôsobenia sa zmene klímy. Dokumenty poskytnuté v rámci plánovaného projektu budú predstavovať veľmi dôležitý nástroj pre priestorové plánovanie a rozhodovanie z hľadiska environmentálneho dizajnu a riadenia urbanizovaných oblastí. Pre ilustráciu sa prezentujú výsledky mesta Bratislava.



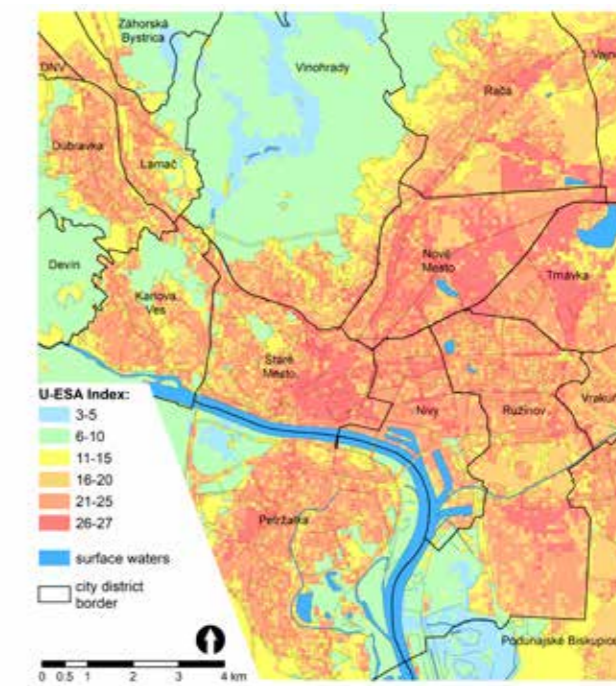
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Mapovanie areálov podľa Rozšírenej nomenklatúry Urban Atlas 2012 (mesto Bratislava)

Obr. 2 / Mapa krajinej pokrývky/ využitia zeme podľa Rozšírenej nomenklatúry Urban Atlas 2012 (mesto Bratislava)

Obr. 3 / Identifikácia UHI zo dňa 19. augusta 2018 o 21:00 na území mesta Bratislava

Obr. 4 / Mapa urbánnych environmentálne senzitivných území (indexy) mesta Bratislava

Vplyv flavonoidov a mykotoxínov na tukové tkanivo v závislosti od celkového metabolického stavu, zápalu a oxidačného stresu

Predmet výskumu

V našom projekte sme riešili otázku antioxidačného účinku flavonoidov a oxidačného vplyvu mykotoxínov v tukovom tkanive. Na rozdiel od často používaných myších 3T3-L1 preadipocytov sme použili nami vyvinutú primárnu kultúru potkaních preadipocytov izolovaných z podkožného tuku. Pokúsili sme sa objasniť úlohu oxidačného stresu v mechanizmoch vzniku metabolických chorôb a súčasne diskutovať otázku užitočnosti konzumácie flavonoidov a pôsobenia mykotoxínov. Sústredili sme sa na interakciu flavonoidov a mykotoxínov s tukovými bunkami v kultúre v podmienkach s nízkym a vysokým oxidačným stresom a ďalej *in vivo* na modeloch zdravých potkanov, obeznych potkanov s porušenou toleranciou glukózy s mierne zvýšeným oxidačným stresom a u potkanov s diabetom a zvýšeným oxidačným stresom.

Ciele projektu

Cieľom predkladaného projektu bolo skúmanie vplyvu rastlinných antioxidantov – flavonoidov, a mykotoxínov – produktov húb, na funkciu regulačných mechanizmov metabolizmu: expanzie tukového tkaniva, inzulínovú dráhu, zápalové procesy a parametre oxidačného stresu. Skúmali sa účinky kvercetínu, resveratrolu ako aj epikatechínu a z mykotoxínov hlavne ochratoxínu samostatne aj v kombináciách na adipogénu a reguláciu citlivosti tkaniva na inzulín, systémové metabolické funkcie, morfológiu a metabolizmus tukového tkaniva. Analyzovali sa odpovede tukových buniek na indukovaný oxidačný stres a určila sa konkrétna úloha flavonoidov a mykotoxínov v tomto procese. Hlavným cieľom uvedených prístupov bolo objasniť toxický účinok mykotoxínov na tukové tkanivo ako aj určit štádium metabolickej poruchy, v ktorom by mohli mať flavonoidy (kvercetín) liečivý účinok.

Prínos pre prax

Naše výsledky poukázali na silný inhibičný účinok mykotoxínu ochratoxínu na adipogénu. Mierne inhibícia adipogény môže byť základom liečby obezity avšak drastické chýbanie tukového tkaniva vedie k metabolickému rozvratu. Preto je dôležité mať v strave potraviny bez kontaminácie mykotoxínmi.

V prípade flavonoidov a hlavne kvercetínu sa ukázal dvojfázový koncentračne závislý účinok na adipogénu. *In vitro* inhibícia adipogény bola spojená s inhibíciou tvorby reaktívnych foriem kyslíka. *In vivo* bola kvercetinom-indukovaná znížená expresia prooxidačných génov spojená s inhibíciou inzulínovej kaskády.

Z uvedených dôvodov je potrebné byť opatrný používaním kvercetínu ako výživového doplnku hlavne u diabetikov. Odporúčame odskúšať dávkovanie aby sa predišlo zhoršeniu účinku inzulínu.

Obr. 1/ Vplyv podávania kvercetínu (QCT) a ochratoxínu A (OTA) v rôznych koncentráciách na priebeh adipogénnej diferenciácie primárnych potkaních preadipocytov izolovaných z podkožného tukového tkaniva Wistar potkanov. Bunky boli nasnímané aj natívne (A), aj po histochemickom farbení Oil Red O (B). Absorbancia eluátu bola zmeraná na pri vlnovej dĺžke 500 nm (C). Podávanie OTA potlačalo adipogénu diferenciáciu buniek, bez významného vplyvu podávania kvercetínu v dávkach 2 μ M a 20 μ M, kým najvyššia dávka kvercetínu mala inhibičný vplyv na diferenciáciu buniek. Naproti tomu, v kontrolnej skupine bola stimulovaná adipogéna po pridaní kvercetínu v koncentracii 2 μ M, ale vyššie dávky kvercetínu nemali významný vplyv na priebeh diferenciácie buniek.

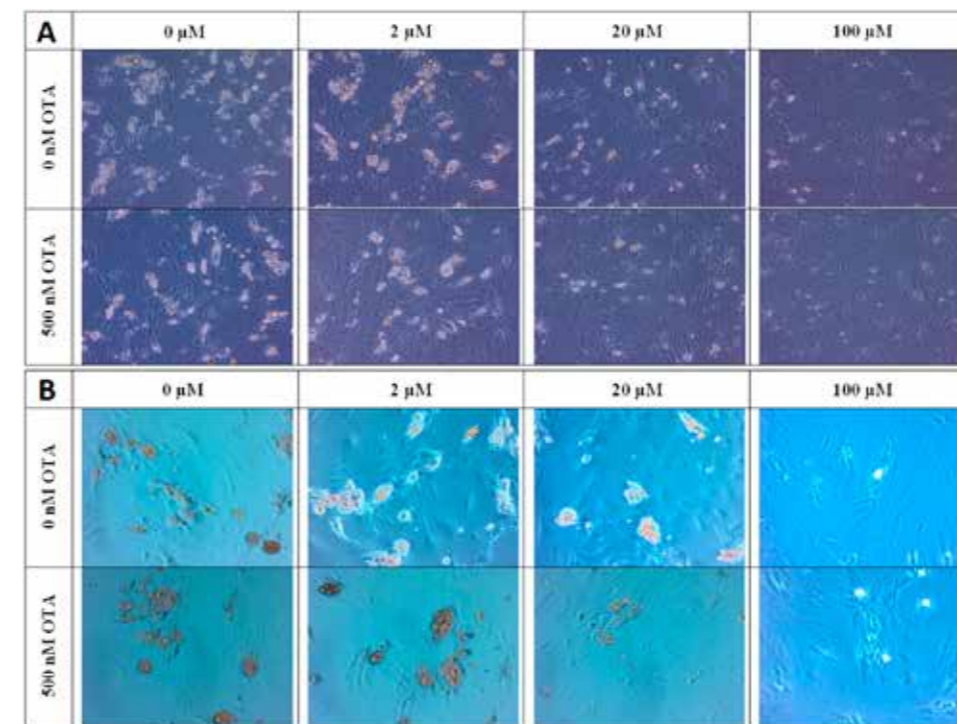
Obr. 2/ Expresia markerov adipogény je v súlade s výsledkami farbenia Oil Red O (Obr. 1). Expresia všetkých troch markerov adipogény bola zvýšená po pridaní 2 μ M kvercetínu (QCT) do kultivačného média kontrolných

zodpovedný riešiteľ
Ing. Štefan Zorad, CSc.
riešiteľská organizácia
Biomedicínske centrum,
Ústav experimentálnej endokrinológie, SAV
spoluriešiteľská organizácia
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre a Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Nitra
termín riešenia
7/2016 – 6/2020
finančné prostriedky z APVV
249 852 €
číslo projektu
APVV-15-0229

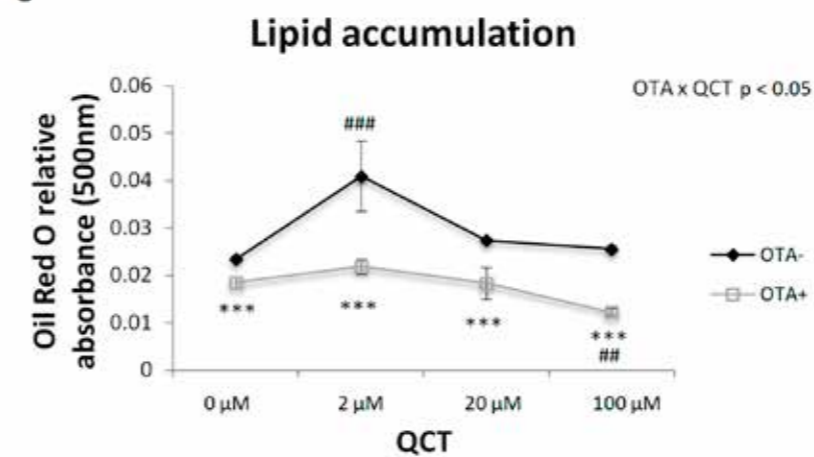
buniek, kým prídanie ochratoxínu A (OTA) zabránilo indukcii diferenciácie v tejto skupine. Najvyššia- 100 μ M koncentrácia kvercetínu mala inhibičný vplyv na adipogénu diferenciáciu buniek či už s pridaním OTA, alebo bez jeho prítomnosti. Génové expzie markerov adipogény pozitívne korelujú s výsledkami farbenia Oil Red O.

Obr. 3/ Produkcia reaktívnych foriem kyslíka (ROS) vyjadrená ako percento fluorescence oxidovanej molekulárnej prírody CM-H2DCFDA je signifikantne ovplyvnená pridaním ochratoxínu A (OTA) ako aj kvercetínu (QCT) do bunkového média (A). Prítomnosť OTA znižuje tvorbu ROS v porovnaní s kontrolou. Nízka dávka kvercetínu (2 μ M) nemá vplyv na produkciu ROS ani v jednej skupine, kým vyššie dávky kvercetínu (20 μ M a 100 μ M) znižujú tvorbu ROS dávkovo-závislým spôsobom. V procese diferenciácie sú ROS kľúčovými signálnymi molekulami. Znížená tvorba ROS môže prispievať k zníženiu adipogénnej diferenciácie.

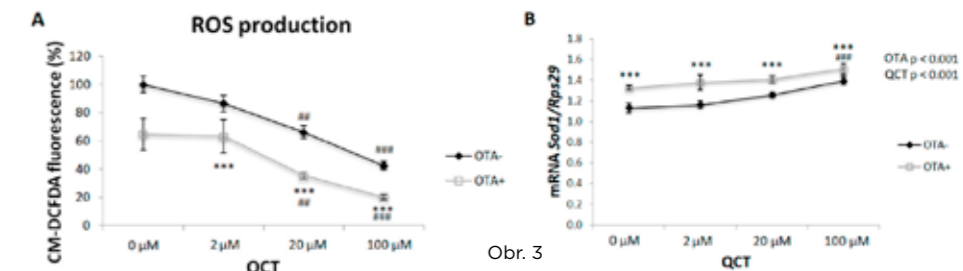
Obr. 4/ V obezite dochádza k súčasnej inhibícii lipolýzy a stimulácii lipogény, čo vedie k zväčšeniu veľkosti adipocytov a k rozvoju zápalu zvýšením expzie prozápalových cytokínov. V obezite je zvýšená aj expresia prooxidačných, ale aj antioxidačných génov, pričom je indukovaná aj adipogéna zvýšením expzie markerov diferenciácie adipocytov. Vplyvom obezity dochádza aj k zvýšeniu expzie komponentov inzulínovej signalizačnej kaskády v odpovedi na zvýšený metabolický tlak. Po aplikácii kvercetínu obezным ZDF potkanom dochádza k stimulácii lipolýzy, a v dôsledku toho aj k zvýšenému uvoľneniu VMK do cirkulácie. Tie nepodliehajú lipogéne z dôvodu inhibície expzie syntázy mastných kyselín (Fas). Tieto zmeny vedú k zmenšeniu veľkosti adipocytov, čo je sprevádzané znížením expzie markerov zápalu a prooxidačných génov. Zmenšenie veľkosti adipocytov nie je podmienené stimuláciou hyperplastického rastu tukového tkaniva. Naopak, dochádza k inhibícii adipogény, čo je v súlade s *in vitro* štúdiami. V súlade s tým dochádza k zníženiu expzie komponentov inzulínovej signalizačnej kaskády vplyvom podávania kvercetínu.



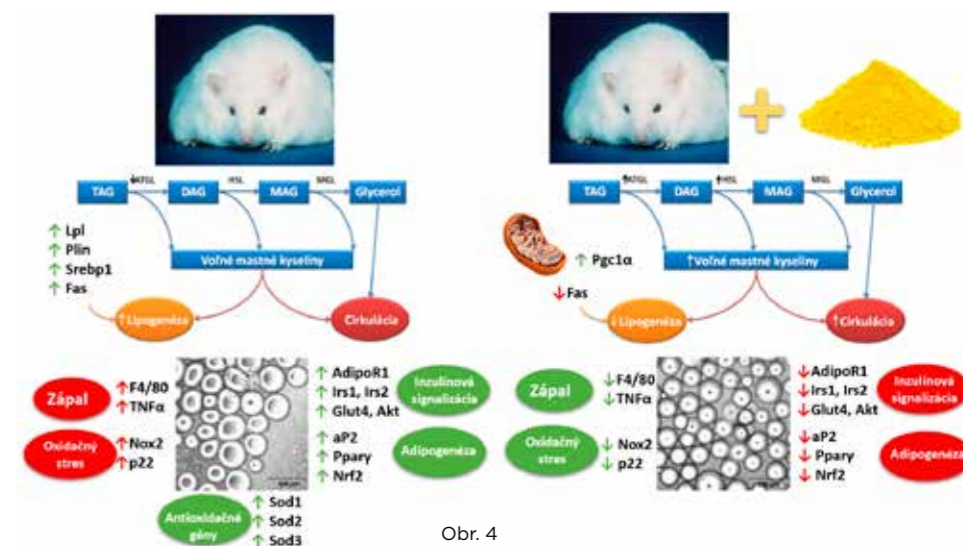
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Nové metódy v integrovanej ochrane lesa zahrňajúce využitie entomopatogénnych húb

Predmet výskumu

Postupný ústup od aplikácie chemických prípravkov, deklarovaný napríklad v EU postupným prehodnocovaním a vyradovaním účinných chemických látok, zatiaľ nie je v adekvátnej miere kompenzovaný zavádzaním účinných biologických metód do systému integrovanej ochrany lesa (Integrated Pest Management-IPM). Zavádzanie biologických metód regulácie hmyzích populácií do IPM je preto vysoko aktuálne a veľmi žiadané nie len na Slovensku ale celosvetovo. Zámerom predkladaného projektu bolo prispieť k zníženiu škôd spôsobovaných listožravým a podkôrným hmyzom v lesoch Slovenska.

Ciele projektu

Hlavným cieľom tohto projektu bolo nájsť nové biologické nástroje, ktoré by mohli efektívne nahradiť chemické prípravky. Podporiť dostupnosť a aplikovateľnosť entomopatogénnych húb v biologickej ochrane proti vybraným druhom lesných škodcov. Výskum sa zmeria na 3 hlavné druhy lesných škodcov: mniška veľkohlavá, *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Erebididae), jeden z najvýznamnejších škodcov listnatých porastov; tvrdôň smrekový, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae), najvýznamnejší škodca mladých ihličnatých stromov v komerčnom lesníctve v celej Európe; lykožrút smrekový, *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae) najdôležitejší hmyzí škodca smreka s ohniskami premnoženia najmä v porastoch poškodených snehom, stresovaných suchom alebo imisiami.

Dosiahnuté výsledky

Prehľad hlavných výsledkov projektu a jeho výstupov.

1. Celkom nový nosič entomopatogénnych húb, ktorý bude v krátkej dobe patentovo chránený. V rámci projektu bol vyvinutý špeciálny nosič entomopatogénnych húb. Aby sme mohli získať patentovú ochranu tohto nosiča v budúcnosti, nie všetky výsledky mohli byť publikované. Výsledky však potvrdili výbornú účinnosť tohto nosiča. Biologický prípravok na ochranu rastlín podľa tohto vynálezu obsahuje nosič entomopatogénnej huby, ktorý je celý prerastený mycéliom

entomopatogénnej huby, t.j. na povrchu a aj vo vnútri a mycélium produkuje spóry. V tomto prípade je použitá entomopatogénna huba *Beauveria bassiana*, ktorá selektívne pôsobí na usmrtenie tvrdôňa smrekového. Spôsob výroby biologického prípravku na ochranu rastlín bude podrobne opísaný v patentovej prihláške.

2. Aplikčné výstupy pre prax. Výskum v rámci projektu viedol vypracovaniu aplikačných výstupov pre prax: 1) kompletný a detailný návrh integrovanej ochrany lesa proti mniške veľkohlavéj, zahrňujúci využitie druhu *E. maimaiga*, 2) kompletný a detailný návrh integrovanej ochrany lesa proti lykožrútovi smrekovému, zahrňujúci využitie húb rodu *B. bassiana* a 3) kompletný a detailný návrh integrovanej ochrany lesa proti tvrdôňovi smrekovému, zahrňujúci využitie húb rodu *B. bassiana*. V rámci tohto cieľa sa Výsledky a metódy získané pri štúdiu modelových druhov budú môcť byť aplikované aj pre ďalšie lesnícky významné druhy škodcov.
3. Publikovanie najmä odborných ale aj vedeckých publikácií. Celkovo bolo len v poslednom roku riešenia 2019 publikovaných 21 prác z toho 3 práce v zahraničnom karentovanom časopise, 16 prác v domácich nerenzenovaných odborných časopisoch, 1 prácu v nerenzenovaných odborných časopisoch a zborníkoch v zahraničí a 1 vysokoškolskú učebnicu. Za všetky uvedieme aspoň prácu určenú pre prax: Zúbrik, M., a kol. 2019: Atlas poškodení lesných drevín: hmyz a huby. Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, ISBN 978-80-8093-267-1, 242 s.
4. Konferencia, na ktorej boli predstavené výsledky výskumu. V rokoch 2017, 2018 a 2019 boli zorganizované konferencie, kde boli lesníckej verejnosti prezentované výsledky výskumu.
5. Internetová platforma „Atlas škodcov – stromy a kry“. Prostriedky projektu boli čiastočne využité aj na vývoj internetovej platformy na stránke www.skodcoviadrevin.sk. Tá má pomôcť vlastníkom a užívateľom lesov identifikovať škodlivé činitele a pomôcť tak pri návrhu obranných opatrení, v rámci ktorých by mohli zohrávať rozhodujúcu úlohu entomopatogénnej huby.

zodpovedný riešiteľ
Ing. Milan Zúbrik, PhD.
riešiteľská organizácia
Národné lesnícke centrum
spoluřešiteľská organizácia
Ústav ekológie lesa SAV Zvolen
termín riešenia
7/2016 – 6/2019
finančné prostriedky z APVV
249 879 €
číslo projektu
APVV-15-0348

Prínos pre prax

- A) Projekt priniesol nové poznatky do integrovanej ochrany, využiteľné v praxi, ktoré umožnia použitie entomopatogénnych húb v bioregulácii lesných škodcov na Slovensku, pričom výsledky budú môcť byť v plnej miere aplikovateľné kdekoľvek v podmienkach strednej Európy.
- B) Projekt využil nové poznatky z jednotlivých disciplín na tvorbu nových, inovatívnych technológií a postupov ochrany lesa. Tieto nové technológie sú založené na využití živých organizmov (entomopatogénnych húb) v biologickej ochrane.
- C) Projekt sa zamerl na vývoj nových produktov, ktorými sú špecifické entomopatogénne huby a ich kmene v čistých laboratórnych kultúrach využiteľné kedykoľvek v lesníckej praxi.

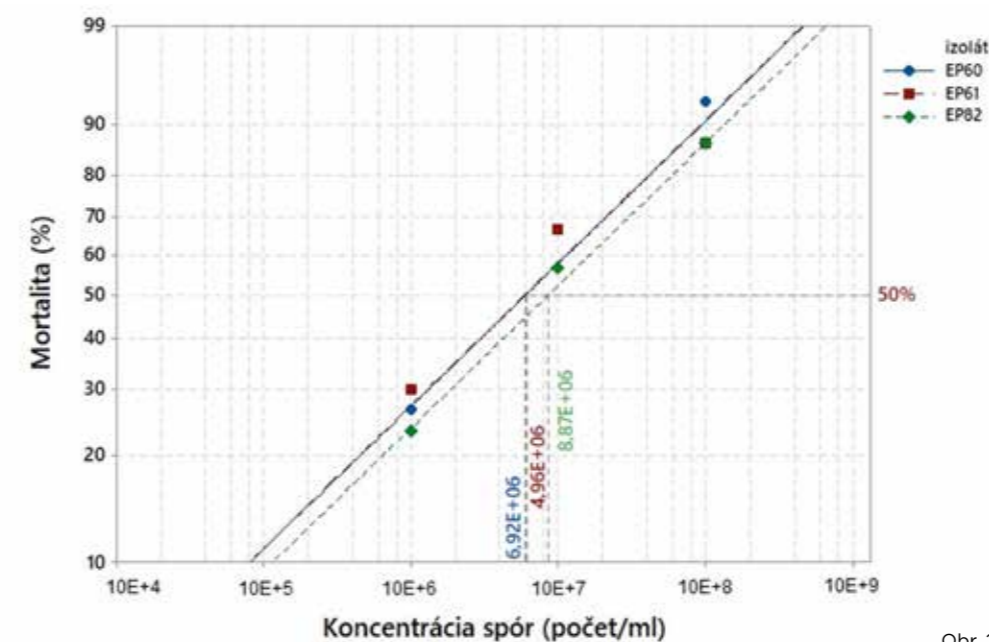
Obr. 1 / Entomopatogénnou hubou *B. bassiana* prerastený nosič a mŕtve a prerastené imága tvrdôňa smrekového, ktoré sa dostali do kontaktu so spórmi

Obr. 2 / Graf závislosti mortality húseníc *L. dispar* a koncentrácie spór najvirulentnejších izolátov entomopatogénnych húb z regresnej analýzy.

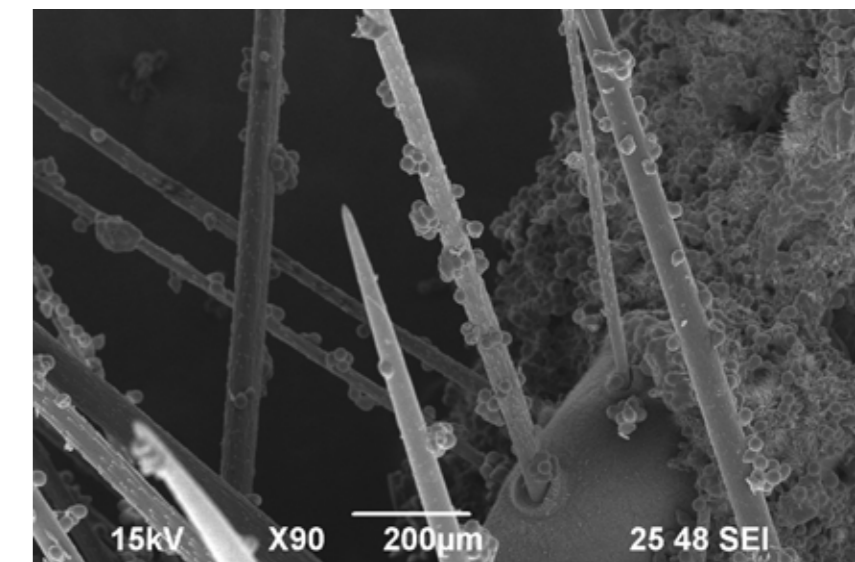
Obr. 3 / Húsenica mnišky veľkohlavéj usmrtená entomopatogénnou hubou *E. maimaiga*. Štetiny húsenice s prilnutými primárnymi konidiami patogéna, v pozadí masa primárnych konidií formovaných na kutikule hostiteľa. Snímka zo skenovacieho elektrónového mikroskopu.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Počítačom podporovaná optimalizácia manažmentu lesných porastov v podmienkach meniacej sa klímy

Predmet výskumu

Riešenie sa zameriava na optimalizáciu manažmentu lesných porastov na Slovensku z hľadiska komplexu poskytovaných produkčných a mimoprodukčných funkcií, ako aj na tvorbu nástrojov umožňujúcich takúto optimalizáciu. Vzhľadom na prebiehajúcu klimatickú zmenu riešenie využíva pre optimalizáciu tak výsledky doterajšej praxe ako aj prognózy budúceho vývoja lesných porastov založené na počítačových simuláciách a vlastných softvérových nástrojoch.

Cieľ projektu

1. optimalizácia postupov manažmentu lesa z hľadiska poskytovania komplexu produkčných a mimoprodukčných funkcií, očakávaného vývoja klímy a preferencií obhospodarovateľov lesa a ďalších zainteresovaných strán
2. vývoj modelu pravdepodobnosti mortality lesných porastov a jeho integrácia do komplexného rámca optimalizácie manažmentu
3. vývoj podporných softvérových nástrojov pre prognózu vývoja porastov pri rôznom manažmente

Dosiahnuté výsledky

Schémy optimalizovaných manažmentových postupov s odporúčenou drevinovou skladbou, popisom a časovým rámcom manažmentových zásahov. Schémy tvoria podklad pre tvorbu interaktívneho nástroja pre podporu objektívneho rozhodovania pri úprave spôsobu hospodárenia. Navrhnuté boli ako adaptačné modely na zmenu klímy pre základné stanovištné typy lesov Slovenska (tab. 1):

- **Adaptačný model 1:** Úprava drevinového zloženia pre základné geobioty:
 - Zoznamy zraniteľných hlavných drevín a horné limity ich podielu pri obnove
 - Zoznamy cieľových hlavných drevín a dolné limity ich podielu pri obnove
 - Dolné limity zastúpenia kľúčových drevín adaptácie – duba a jedle
- **Adaptačný model 2:** Rekonštrukcie najzraniteľnejších lesov pre základné geobioty:

- Minimálnu rubnú dobu rekonštrukcie
- Horné limity podielu drevín rekonštruovaného materského porastu v obnovnom zastúpení
- Dolné limity podielu cieľových drevín pri obnove
- Zoznam introdukovaných drevín prichádzajúcich do úvahy ako alternatíva cieľových drevín
- Adaptačný model pre prechod na prírode blízke hospodárenie v lesoch pre základné geobioty:
- Limity zastúpenia drevín pre proces prestavby na prírode blízke hospodárenie
- Limity zastúpenia drevín pre cieľový stav prírode blízkeho hospodárenia
- Hospodársky spôsob
- Veľkosť obnovného prvku
- Obnovnú dobu
- Obnovné zastúpenie drevín

Adaptačné modely sú postavené tiež na počítačových simuláciách dopadov zmeny klímy na vývoj porastových charakteristík, ako sú celková objemová produkcia (COP) a ekonomická hodnota základných typov lesa (Kulla et al. 2019). Modelovanie využilo súbor klimatických modelov založených na emisných scenároch RCP 4.5 a 8.5 a porovnanie s rastom pri referenčnej klíme. Výsledky poukazujú na posun produkčného optima do vyšších nadmorských výšok. Rast bukových porastov v oblasti nížin bude limitovať nedostatok zrážok. Výrazný pokles v COP ako aj ekonomickej hodnote sa očakáva v rovnorodých porastoch jedle a smreka v podhorskom stupni. V horskom stupni sa predpokladá zrýchlený rast najmä buka (COP = +37 m³.ha⁻¹), smreka (COP = +29 m³.ha⁻¹) a jedle (COP = +26 m³.ha⁻¹). Vyššia COP a ekonomická hodnota sa predpokladá pri pestovaní zmiešaných porastov v štádiu prebudovy na výberkový les v porovnaní s bežným hospodárením v týchto porastoch. Z empirických údajov lesnej hospodárskej evidencie boli odvodené modely pravdepodobnosti napadnutia porastov škodlivými činiteľmi (obr. 1). Modely majú podobu matematických vzťahov určujúcich mieru napadnutia na základe drevinovej skladby a veku porastu.

zodpovedný riešiteľ

Mgr. Ivan Barka, PhD.

riešiteľská organizácia

Národné lesnícke centrum, Zvolen

termín riešenia

7/2016 – 12/2020

finančné prostriedky z APVV

249 996 €

číslo projektu

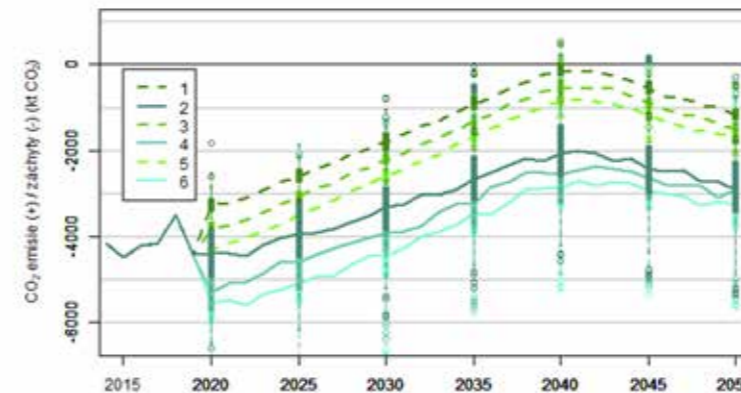
APVV-15-0413

Pre uľahčenie vývoja softvérových aplikácií v lesníctve boli vytvorené nástroje obsahujúce naprogramované funkcie pre často používané matematické vzťahy. Sú uvoľnené v podobe voľne šíriteľného softvéru s otvoreným zdrojovým kódom.

V rámci projektu vznikol počítačový model rastu lesa vekových tried FCarbon. Model je schopný kvantifikovať tiež emisie a záchyty skleníkových plynov v lesnom hospodárstve (obr. 2.; Barka et al. 2020).

Prínos pre prax

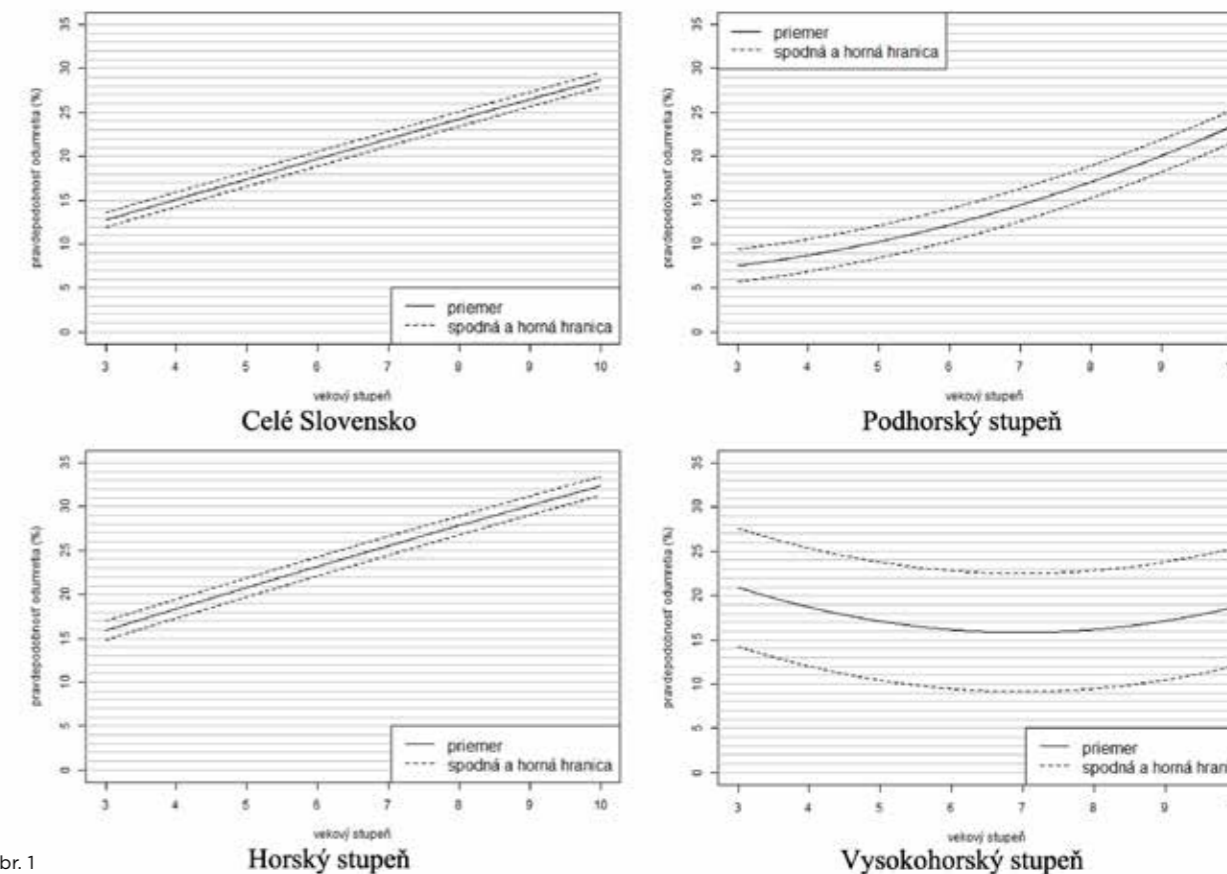
Navrhnuté schémy optimalizovaných manažmentových postupov sú využiteľné pri plánovaní obnovy porastov s ohľadom na očakávanú zmenu klímy, ich adaptáciu na nové podmienky a prechod na prírode blízke hospodárenie v lesoch. Nové softvérové nástroje umožňujú rýchlu tvorbu aplikácií v oblasti lesníckeho výskumu. Model FCarbon je využívaný pre započítavanie emisií a záchytov skleníkových plynov v lesnom hospodárstve a bol aplikovaný pre určenie tzv. lesnej referenčnej úrovne pre Slovensko (úrovne záchytov skleníkových plynov pri štandardnom obhospodarovaní) podľa príslušnej legislatívy EÚ.



Obr. 2

Stupeň	Geobiotop	Zraniteľné dreviny		Cieľové dreviny budúcej klímy		DB	JD
		zoznam	maximum v obn. zast.	zoznam	minimum v obn. zast.		
I. Nížinný	1.3 Sucho a kyslíkmiľné dubové lesy	SM, JD, BK	0%	DB, BO	70%	40%	-
	1.4 Prechodne vlhké dubové nátržníkové lesy	SM, JD, BK	10%	DB, BO, CL	70%	40%	-
	2.2 Presýchavé dubovo-hrabové lesy	SM, JD, BK	0%	DB, BO, CL	60%	40%	-
	2.3 Svieže dubovo-hrabové lesy	SM, JD, BK	20%	DB, BO, CL	60%	40%	-
II. Podhorský	2.4 Kotlinové dubovo-hrabové lesy lipové	SM	20%	DB, JD, CL, BO	60%	40%	
	3.3 Kyslíkmiľné bukové lesy	SM	30%	BK, DB, JD, BO	60%	20%	
	3.4 Bukové kvetnaté lesy	SM	30%	BK, DB, JD, CL	60%	20%	
	3.5 Vápnomiľné bukové lesy	SM	20%	BK, DB, BO, JD, CL	70%	20%	
	11.4 Kyslíkmiľné borovicovo-dubové lesy	SM	30%	DB, BO, JD, BK	60%	30%	
	11.7 Kotlinové lesostepné borovicové lesy	SM	20%	BO, DB, JD, CL, BK	60%	30%	

Tab. 1



Obr. 1

Tab. 1 / Príklad štruktúry optimalizovaných manažmentov (Adaptačný model 1), úprava drevinového zloženia pre nížinný a podhorský stupeň

Obr. 1 / Grafické znázornenie pravdepodobnosti odumretia pre smrek podľa vegetačných stupňov

Obr. 2 / Predikované emisie (+) a záchty (-) CO₂ (kt CO₂) v lesnom hospodárstve na Slovensku do r. 2050 pri rôznych scenároch rozlohy bezzásahových území a intenzite obnovy lesných porastov. Scenáre podielu bezzásahových území v NP a úrovne obnovy porastov: 1 - 20 % bezzásahových území, plánovaná obnova; 2 - 50 % bezzásahových území, realizovaná obnova; 3 - 50 % bezzásahových území, plánovaná obnova; 4 - 20 % bezzásahových území, realizovaná obnova; 5 - 75 % bezzásahových území, plánovaná obnova; 6 - 75 % bezzásahových území, realizovaná obnova;

Viróm gastrointestinálneho traktu ošípaných a diviakov: Identifikácia a analýza vírusových agensov

Predmet výskumu

Vírusové choroby ošípaných značne znižujú ekonomickú efektívnosť chovu, preto je boj s nimi permanentnou výzvou pre chovateľov a veterinárnych lekárov. Medzi najnebezpečnejšie infekčné agensy infikujúce enterálny trakt ošípaných patrí vírus transmisívnej gastroenteritídy (TGEV) a vírus enzootickej hnačky ošípaných (PEDV). Rotavírusy A (RVA) a vírus hepatitídy E (HEV) patria medzi zoonotické vírusy a môžu infikovať aj ľudí. O povahe enterických vírusov infikujúcich ošípané a diviaky na Slovensku sú iba limitované informácie.

Ciele projektu

1. Identifikácia a genetická analýza vírusov u zdravých a hnačkujúcich ošípaných ako aj u diviakov
2. Molekulovo-genetická analýza niektorých zoonotických vírusov u ošípaných, diviakov a ľudí
3. Analýza virómu metódou NGS v enterálnych vzorkách zdravých a hnačkujúcich prasidi rôznych vekových kategórií

Dosiahnuté výsledky

Analýza enterálnych výterov zo 411 prasidi z fariem na Slovensku nepotvrdila výskyt vírusov TGEV a PEDV. Infekcie s PAsTV (porcinný astrovírus), PSaV (porcinný sapovírus) a PKV-1 (porcinný kobuvírus 1) neboli vždy spojené s vývojom hnačky, ale výskyt RVA u ciciakov priamo koreloval s hnačkou. Fylogenetická analýza identifikovala prítomnosť všetkých piatich genetických línií astrovírusov (PAstV-1 – PAstV-5). PSaV izoláty patrili do GIII genoskupiny. Kobuvírusové izoláty sa zoskupovali vo fylogenetickom strome podľa ich pôvodu z fariem. PAstV izoláty u diviakov padli do dvoch genetických línií: PAstV-2 a PAstV-4. Dve vírusové sekvencie sa zoskupili s astrovírusom hydiny a jedna sekvencia s netopierim astrovírusom.

Na dvoch farmách s importovanými ošípanými na strednom Slovensku RT-PCR test potvrdil v ohnisku nákazy z 2016 prítomnosť PEDV s typickými klinickými príznakmi (Obr. 1). Analýza vírusového genómu v zahraničnom

referenčnom laboratóriu však identifikovala, že je to chimerický vírus TGEV s S génom z PEDV – teda SeCoV. Naše fylogenetické analýzy (Obr. 2) ukázali, že slovenské vírusové izoláty sa zoskupili s chimerickými koronavírusmi z Nemecka a Taliansku.

Pri genetickej typizácii RVA izolátov bola využitá analýza génov VP7, VP4 a VP6. V prasacích vzorkách boli identifikované vo VP7 genotypy G4, G5, G11 a G3, vo VP4 genotypy P[6] a P[13], vo VP6 iba I5 genotyp a u kombinácie G-P genotypu boli identifikované G4P[6], G5P[6] a G5P[13]. Genotypizovaním vzoriek z ľudských pacientov boli identifikované genotypy G3, G1, I1 a I2. Fylogenetická analýza VP6 génu naznačila blízke zoskupovanie slovenských prasacích izolátov z Maďarska a ČR, ale nepotvrdila vzťah medzi slovenskými prasacimi a ľudskými RVA izolátmi. U genotypov G a P bol pozorovaný vzťah medzi niektorými prasacimi izolátmi zo Slovenska a ľudskými RVA izolátmi z Maďarska.

Analýza rektálnych výterov ošípaných (n=533, 25 fariem) potvrdila 16,88% pozitívnych vzoriek na HEV. Všetky prasnice a ciciaky boli HEV negatívne, vírus bol detegovaný iba vo vekovej kategórii odstav a výkrm. Tieto zistenia sú znepokojujúce, lebo výkrmové prasatá sú presúvané na bitúnky a mäso sa dostáva k spotrebiteľovi. Fylogenetická analýza preukázala zaradenie HEV sekvencií do zoonotického genotypu HEV-3, subtyp 3abchij. Jedna fylogenetická vetva bola unikátna len pre HEV izoláty zo Slovenska indikujúce nový subtyp (Obr. 3). HEV (genotyp HEV-3, subtyp 3a a 3i) bol detegovaný aj v pečeni diviakov, ktorá je potravinovou komoditou. Vyšetrením stolice ľudských pacientov suspektných na hepatitídu E bola detegovaná HEV RNA (genotyp HEV-3, subtyp 3f a 3i). Zloženie virómu bolo analyzované metódou NGS v 18 enterálnych vzorkách pochádzajúcich z prasidi rôznych vekových kategórií. Vzorky od zdravých alebo hnačkujúcich zvierat najčastejšie obsahovali vírusy z čeľadi *Picornaviridae*, *Retroviridae*, *Poxoviridae*, *Mimiviridae*, *Baculoviridae*, *Herpesviridae*, *Reoviridae*. Nie len hnačkujúce, ale aj zdravé zvieratá mali širšie spektrum vírusov. Hoci bolo identifikovaných až 16 rôznych vírusov, nebola zistená jednoznačná

zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Štefan Vilček, DrSc.
riešiteľská organizácia
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
229 700 €
číslo projektu
APVV-15-0415

korelácia medzi spektrom vírusov u zdravých a hnačkujúcich zvierat. Multidimenzionálna štatistická analýza naznačila, že vírusy u ciciakov sa čiastočne zoskupovali spolu (Obr. 4, vpravo), čo nebolo tak jednoznačne pozorované u vyšších vekových kategórií prasidi. Naproti tomu významné rozdiely v klastrovaní neboli pozorované medzi zdravými a hnačkujúcimi zvieratami.

Prínos pre prax

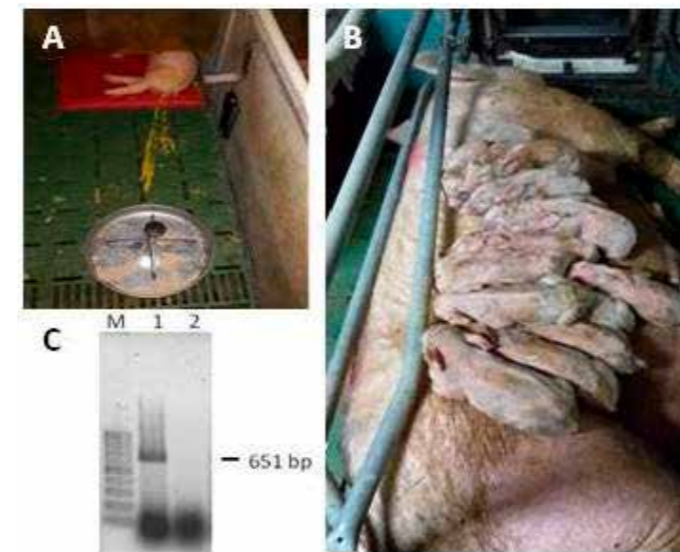
Analýzy prasacích enterálnych vírusových infekcií vyplnili biely miesta na epizootologickej mape Európy. Tieto informácie sú užitočné pre prijímanie epizootologických opatrení v boji s nebezpečnými nákazami zvierat a zoonózami. Analýza virómu prasidi naznačila, že nie všetky vírusy enterálneho traktu sa podieľajú na vývoji hnačky a zrejme časť z nich je organickou súčasťou enterálneho traktu.

Obr. 1 / Klinické príznaky SeCoV infekcie u prasidi.
A – žltá profúzna vodná hnačka u ciciakov, B – hnačkujúce ciciaky retardované v raste ležiace na prasnici, C – detekcia SeCoV metódou RT-PCR (651 bp DNA fragment z S génu). M – 100 bp marker, 1 – enterálna vzorka z infikovaného ciciaka, 2 – negatívna kontrola.

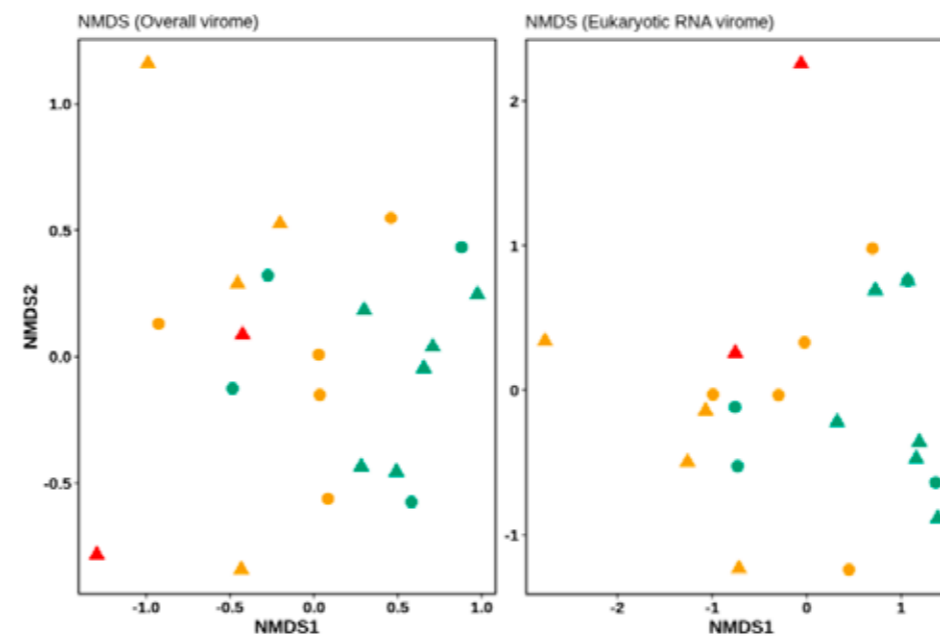
Obr. 2 / Fylogenetická analýza sekvencií S génu (3941 bp DNA fragment) vybraných SeCoV a PEDV izolátov.

Obr. 3 / Fylogenetický strom HEV skonštruovaný zo sekvencií ORF2 (304 bp). Slovenské kmene sú označené čiernym bodom, referenčné HEV sekvencie – čiernym trojuholníkom. Izoláty označené otáznikom reprezentujú možný nový subtyp genotypu HEV-3.

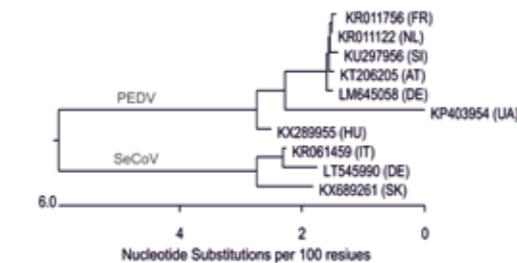
Obr. 4 / Multidimenzionálna analýza (metóda NMDS) virómu získaného metódou NGS z enterálnych vzoriek zdravých a hnačkujúcich prasidi rôznych vekových skupín.



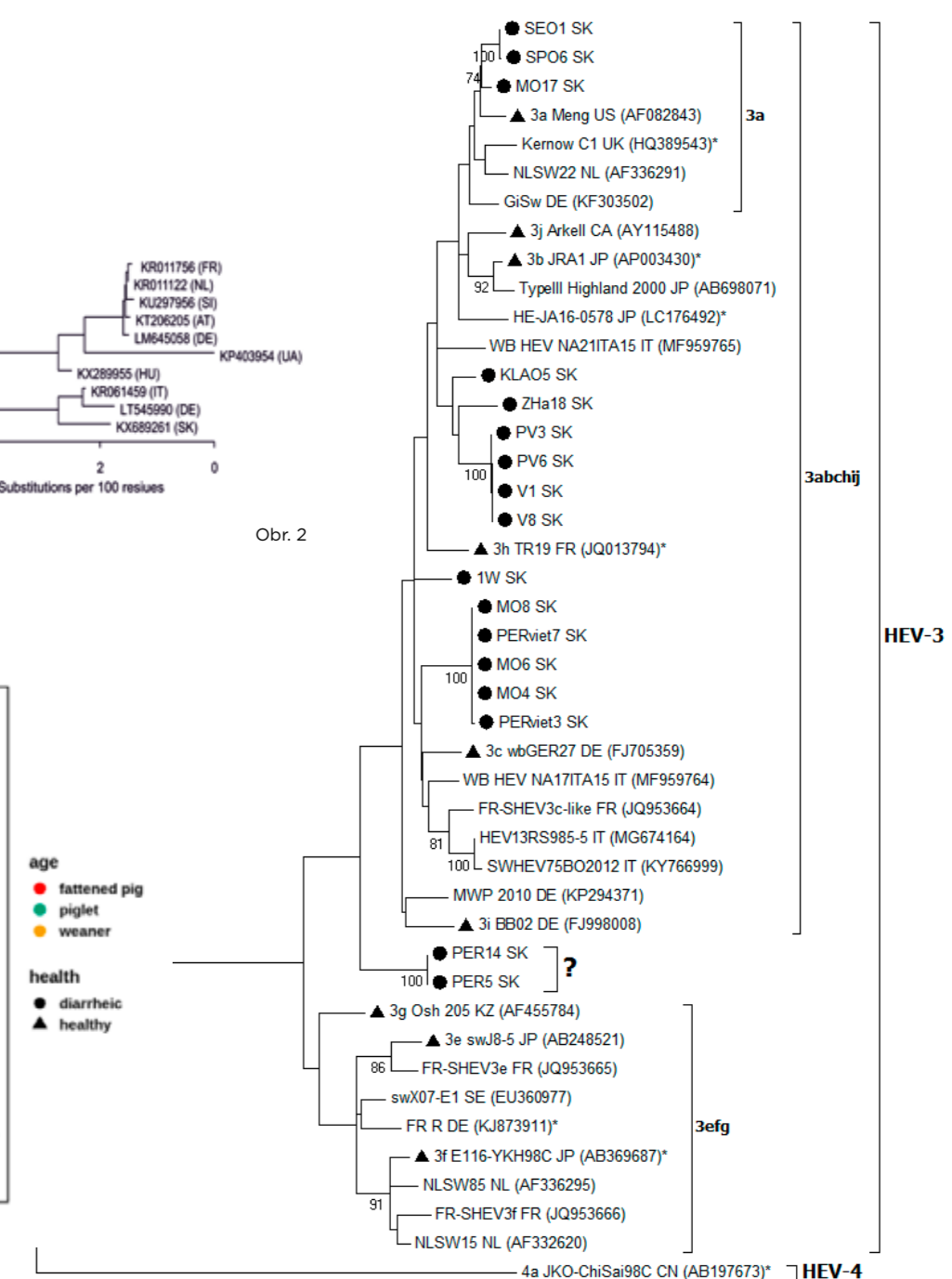
Obr. 1



Obr. 4



Obr. 2



Obr. 3

Dopad prírodných rizík na lesné ekosystémy Slovenska v meniacich sa klimatických podmienkach

Predmet výskumu

Predmetom výskumu bol výskum prírodných rizík a ich dopadov na lesné ekosystémy v podmienkach nastupujúcej klimatickej zmeny v najvýznamnejších lesných ekosystémov Slovenska. Riešil nárast extrémnosti klimatických podmienok, ktoré sa prejavujú hlavne zvýšenou frekvenciou výskytu privalových zrážok, povodní, zosuvov pôdy, sucha, lesných a krajinných požiarov, veterných, snehových kalamiť a populačnými explóziami škodlivého hmyzu a patogénov. Riešil modelovanie zmien rastových procesov ekosystémov v meniacich sa podmienkach prostredia, ako aj reakcií lesných drevín na rastúce prírodné riziká, rentabilitu hospodárenia na lesnej pôde, ako aj potenciálne zmeny vodohospodárskych a celospoločenských funkcií lesov.

Dosiahnuté výsledky

Riešitelia zhodnotili historické údaje o výskyte vybraných prírodných rizík (ničivé víchrice, privalové zrážky, horúce vlny, sucho, veľké lesné a krajinné požiare, lavíny a ťažký sneh, námrazové javy, rozsiahle kalamity hmyzu a patogénov, znečistenie ovzdušia, depozície ťažkých kovov, rádioaktívnych prvkov a i.). Autori sa zamerali na hodnotenie zmien ekosystémov a ich ekosystémových služieb podmienených klimatickými zmenami. Pre identifikáciu rizík využili a vypracovali viaceré indexov a modelov. Vyhodnotil sa vplyv sucha na fenologické a fyziologické prejavy lesných drevín. Uskutočnila sa dendrochronologická analýza zmien rastových procesov hlavných lesných drevín v meniacich sa podmienkach prostredia. Prostredníctvom poveternostných požiarneho indexov (FWI) sa analyzoval výskyt a trendy požiarneho rizika v lesoch a krajine v uplynulých 50tych rokoch. Zhodnotili sa najvýznamnejšie klimatické a biometeorologické príčiny premnoženie podkôrneho hmyzu v horských klimaxových a kultúrnych smrečinách. Analyzovali sa dopady lykožrúťových kalamit na hydrické funkcie horských lesov. Projekt sa venoval výskytu a modelovaniu lavín a ich deštruktívnym účinkom na lesy. Sledovali sa zmeny vodných zásob v snehovej pokrývke a vplyv horských lesov a kosodreviny

na ich akumuláciu. Zhodnotil sa výskyt povodní v oblasti karpatského regiónu na základe maximálnych ročných kulminačných prietokov za obdobie 1961-2010. Za pomoci zrážkovo-odtokového modelu s priestorovo-rozčlenenými parametrami a regionálnych klimatických scenárov zmeny klímy sa posúdili možné zmeny odtokových procesov vo vybraných povodiach na Slovensku do roku 2010. Spracoval sa rámcový návrh adaptačných a mitigačných opatrení s ohľadom na les a krajinu.

Prínos pre prax

Výsledky sa uplatnia v riadení lesného hospodárstva, pôdohospodárstva, životného prostredia, pri hodnotení vplyvov človeka na prírodné prostredie, v praxi a aplikovanom výskume lesných ekosystémov a lesného hospodárstva, vo vodnom hospodárstve a pri manažmente vody v krajine. Rovnako odberateľom výsledkov bude aj hydrometeorologická služba, lavínová prevencia a záchranárske organizácie, prípadne sektor cestovného ruchu a vidieckeho turizmu. Sústava vedeckých poznatkov, ktoré boli získané počas riešenia projektu, bola veľmi úspešným spôsobom transformovaná do podoby vysokoškolskej učebnice pre poslucháčov lesníckych, ekologických a pôdohospodárskych študijných programov s názvom Globálne zmeny klímy a lesné ekosystémy (Škvarenina et al. 2018). Najvýznamnejšie publikácie zhrňujúce výsledky projektu sú:

- Mezei, P., Jakuš, R., Pennerstorfer, J., Havašová, M., Škvarenina, J., Ferencík, J., & Netherer, S. (2017). Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus*—An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains. *Agricultural and Forest Meteorology*, 242, 85-95. (52 citácií WoS)
- Vilček, J., Škvarenina, J., Vido, J., Nalevanková, P., Kandrák, R., & Škvareninová, J. (2016). Minimal change of thermal continentality in Slovakia within the period 1961-2013. *Earth System Dynamics*, 7(3), 735-744. (23 citácií WoS)
- Škvareninová, J., Tuhárska, M., Škvarenina, J., Babáľová, D., Slobodníková, L., Slobodník, B., & Mindaš, J. (2017). Effects of light pollution on tree phenology in the urban

zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc.

riešiteľská organizácia

Lesnícka fakulta Technickej univerzity vo Zvolene

spoluriešiteľská organizácia

Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

Ústav ekológie lesa SAV vo Zvolene

termín riešenia

7/2016 – 6/2019

finančné prostriedky z APVV

239 618 €

číslo projektu

APVV-15-0425

environment. *Moravian Geographical Reports*, 25(4), 282-290. (21 citácií WoS)

- Hlavčová, K., Danáčová, M., Kohnová, S., Szolgay, J., Valent, P., & Výleta, R. (2019). Estimating the effectiveness of crop management on reducing flood risk and sediment transport on hilly agricultural land—A Myjava case study, Slovakia. *Catena*, 172, 678-690. (8 citácií WoS)
- Sedmáková, D., Sedmák, R., Bosela, M., Ježík, M., Blaženeček, M., Hlásny, T., & Marušák, R. (2019). Growth-climate responses indicate shifts in the competitive ability of European beech and Norway spruce under recent climate warming in East-Central Europe. *Dendrochronologia*, 54, 37-48. (18 citácií WoS)



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 3

Obr. 1 / Simulácia umelého dažďa, meria sa čas tvorby odtoku, množstvo odtoku a hmotnosť sedimentu.
Obr. 2 / Monitoring vodných zásob v snehu v kalamitných lesoch (Tatry)
Obr. 3 / Meranie stoku zrážkovej vody po kmeni smreka v Západných Tatier
Obr. 4 / Základové lavíny znižujú hornú hranicu lesa vo Veľkej Fatre.
Obr. 5 / Zisťovanie množstva podkorunových zrážok v lesoch

Analýza modulačných účinkov biologicky aktívnych zlúčenín na fyziologické a patologické oxidatívne procesy v bunkových modeloch

Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na skrining rastlinného materiálu vo forme extraktov a čistých látok nachádzajúcich sa v týchto extraktach s významnými biologickými vlastnosťami za účelom detailnejšieho *in vitro* efektov rôznych dávok týchto bioaktívnych zlúčenín na štruktúrnu integritu, funkčnú aktivitu, genomickú stabilitu a proteínovú expresiu v rámci rozličných zdravých cicavčích bunkových línií a zvolených línií rakovinových buniek, ďalej na štúdium potenciálnych protektívnych účinkov prírodných látok pri prevencii alebo zvrátení bunkového poškodenia vyvolaného environmentálnymi rizikovými faktormi.

Ciele projektu

Cieľom projektu bolo štúdium efektov bioaktívnych látok na biologický systém a ich úlohu v regulácii fyziologických procesov a v intracelulárnom metabolizme s možnosťou eliminácie negatívnych účinkov toxických látok/kontaminantov prostredia *in vitro* s cieľom ich potenciálnej aplikácie pri ochrane a udržateľnosti ľudského a živočíšneho zdravia.

Dosiahnuté výsledky

Výskum projektu smeroval k preskúmaniu a identifikácii prospešných a ochranných, či potenciálne toxických účinkov tradičných alebo alternatívnych biomolekúl na fyziologické i patologické procesy v eukaryotickej bunke. Produkcia androstendiónu bola ovplyvnená 4-OP obdobne ako aj DHEA-S. V *in vitro* štúdiu na pohlavných samčích bunkách sme sledovali schopnosť 4-NP naviazať sa na progesterónový receptor. Progesterón (10 ug/ml) vykazoval vyššiu väzbovú afinitu (31,11%) pre progesterónový receptor v porovnaní so 4-NP (10 a 200 ug/ml). Negatívny efekt endokrinných disruptorov 4-OP a 4-NP bol potvrdený aj prostredníctvom zistenia alterácie steroidogézy a zvýšenej tvorby voľných radikálov v bunkách reprodukčného systému. Pri štúdiu molekuly resveratrolu sme potvrdili benefičný účinok voči indukovanému oxidatívne stresu do koncentrácie 100 uM. Pri skriningu efektov rôznych extraktov rastlín využívaných v tradičnej

zodpovedný riešiteľ
prof. Ing. Norbert Lukáč, PhD.
riešiteľská organizácia
Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra
termín riešenia
7/2016 – 10/2020
finančné prostriedky z APVV
249 996 €
číslo projektu
APVV-15-0543

medicíne sme pri *Salvia officinalis* potvrdili pozitívny účinok pri produkcii progesterónu a testosterónu. Štúdium glykozidovej molekuly amygdalínu na endotelových bunkách potvrdilo jeho protizápalové účinky a ďalšie naše analýzy naznačujú jeho selektívny efekt na enzým COX-2. Extrakt zo zeleného čaju mal na ovariálne bunky prasníc vplyv len v najvyššej skúmanej koncentrácii (200 µg/ml). Pri tejto koncentrácii sme zaznamenali signifikantne zvýšenú koncentráciu apoptotických markerov: kaspázu-3 a p53. Protektívne vlastnosti epikatechínu sme sledovali na krvných bunkách králikov po aplikácii patulínu, pričom sme detegovali signifikantný pokles procesu lipoperoxidácie v erythrocytoch sledovanom prostredníctvom markera MDA. Výsledky získané v rámci riešenia projektu popisujú špecifické účinky skúmaných látok na vybrané zdravé a karcinogénne bunkové línie, reflektujú na nevyhnutnosť uskutočnenia ďalších detailnejších výskumov, ktoré umožnia charakterizáciu a determináciu komplexných inter- a intracelulárnych mechanizmov pôsobenia skúmaných látok v systémovom ponímaní celkového organizmu ako aj stanovenie špecifických dávok pre ich možnú implementáciu v syntetickej biológii budúcnosti. Za obdobie riešenia projektu boli výsledky publikované v domácich i zahraničných periodikách registrovaných v CC, SCOPUS a WoS. Súčasťou výstupov sú vedecké monografie, úspešne obhájené diplomové a dizertačné práce. Za celé obdobie projekt podporil organizáciu viacerých medzinárodných vedeckých konferencií, popularizačných aktivít a vzdelávacích kurzov.

Prínos pre prax

Výstupy projektu poskytujú rozsiahlu identifikáciu účinkov prírodných bioaktívnych látok pochádzajúcich z rastlinných a mikrobiálnych druhov, ale aj environmentálnych kontaminantov vstupujúcich do potravinového reťazca človeka a zvierat, zahŕňajúce ich úlohy v oxidatívnej rovnováhe, bunkovej signalizácii a metabolizme v zdravom i malignom bunkovom modeli. Finálne dáta experimentálnej časti projektu sú transformované do detailných a komplexných záverov, atraktívnych pre kvalitné vedecké časopisy a sympóziá, slúžiac ako podklad pre ďalšie štúdie

v oblasti molekulovej biológie, biomedicíny a fytotherapie. Dôležitou misiou projektu, ktorá bola splnená, bolo zvýšenie pozornosti voči vede a inováciám, ako aj posilnenie konkurencieschopnosti žiadateľskej inštitúcie pri tvorbe medzinárodných vedecko-výskumných projektov. Značná časť projektovej aktivity rozšírila ako výskumnú činnosť na našom pracovisku, tak aj oblasť znalostí a skúseností študentov Fakulty biotechnológie a potravinárstva v oblasti molekulovej biológie.

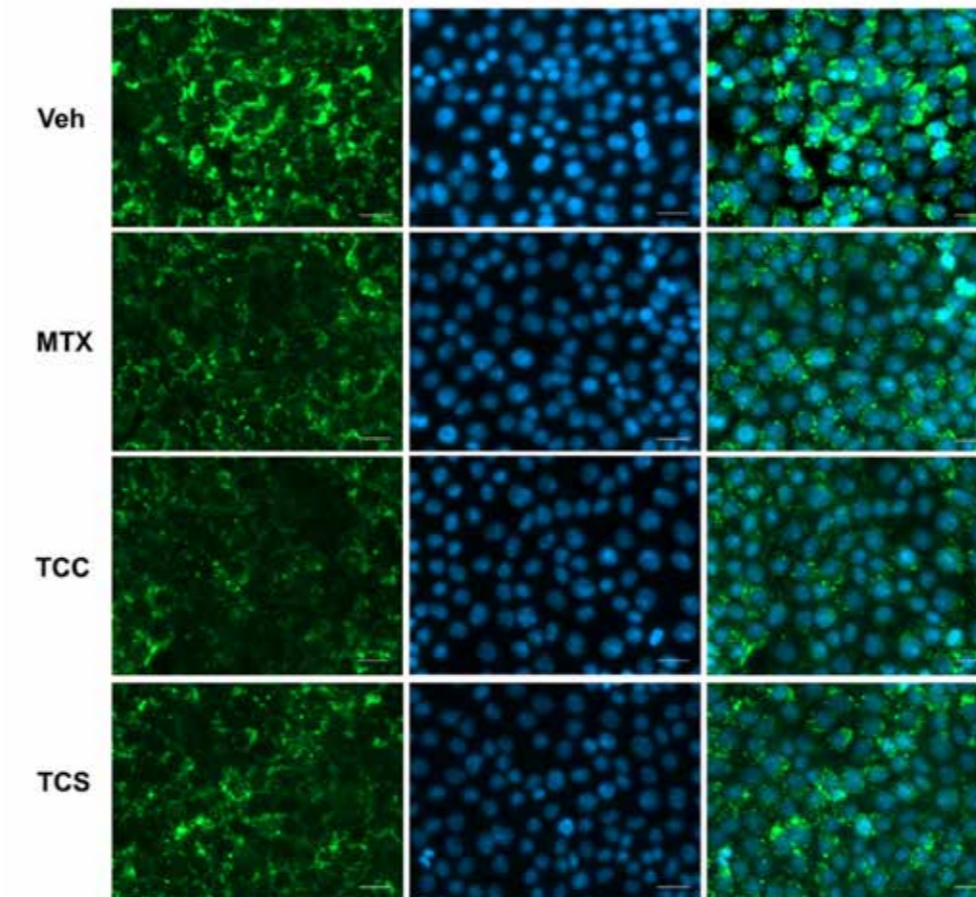
Obr. 1 / Relokácia proteínu Cx43 z membrán susedných Leydigových TM3 buniek po expozícii endokrinné disruptorom chemikáliám narušujúcim komunikáciu prostredníctvom gap junction. Reprerzentatívne obrázky buniek kontrolnej skupiny (Veh) a buniek vystavených MTX, TCC a TCS (100 µM) počas 0,5 hodiny.

Obr. 2 / Reprerzentatívne obrázky aktivity GJIC v kontrolnej skupine a po 24 hodinách expozície 300 µg/ml Apium graveolans, Levisticum officinale a Calendula Officinalis, po ktorej nasledovala technika SL/DT. Luciferovo žlté farbivo šíriace sa do buniek Leydig TM3 súvisí s rozsahom GJIC. Kontrolná skupina (neošetrené bunky) - vrchný riadok; experimentálne skupiny (300 µg/ml) - spodný riadok.

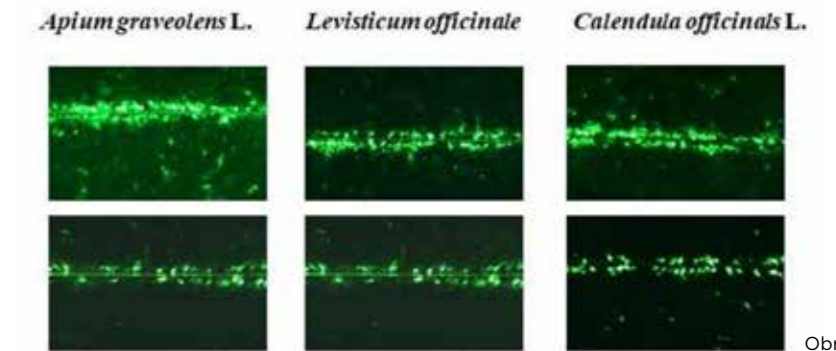
Obr.3 Leydigové TM3 bunky kultivované v rôznych experimentálnych koncentráciách *Salvia officinalis* L. počas 24 hodín kultivácie *in vitro*. A - po subkultivácii, B - neošetrené (kontrolné) bunky, C - 150 µg/ml, D - 300 µg/ml, E - 600 µg/ml. Bunky boli pozorované pod mikroskopom s fázovým kontrastom (Leica Microsystems CMS GmbH, Wetzlar, Nemecko), zväčšenie 200x.

Obr. 4 / Kryštály formazánu sa vytvorili po 3 hodinách inkubácie so žltou tetrazóliovou soľou. Kryštály formazánu naznačujú aktivitu mitochondriálnej sukcinátdehydrogenázy v živých bunkách. Bunky boli pozorované pod mikroskopom s fázovým kontrastom (Leica Microsystems CMS GmbH, Wetzlar, Nemecko), zväčšenie: F-200x, G-400x.

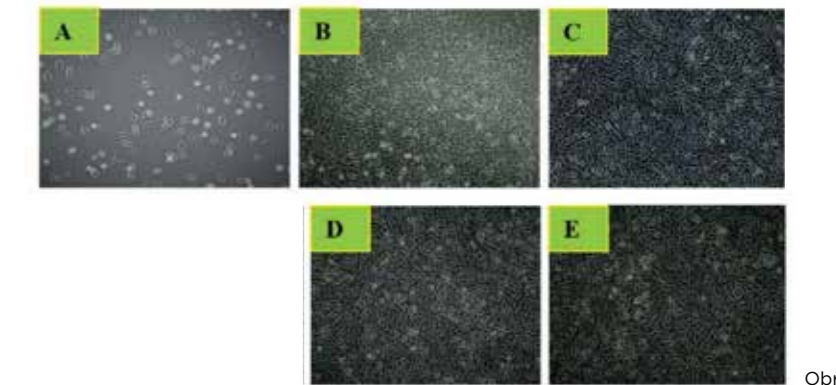
Obr. 5 / Člen riešiteľského kolektívu pracujúci s bunkovými líniami v laboratóriu celulárnych a tkanivových kultúr na Katedre fyziológie živočíchov, Fakulty biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre



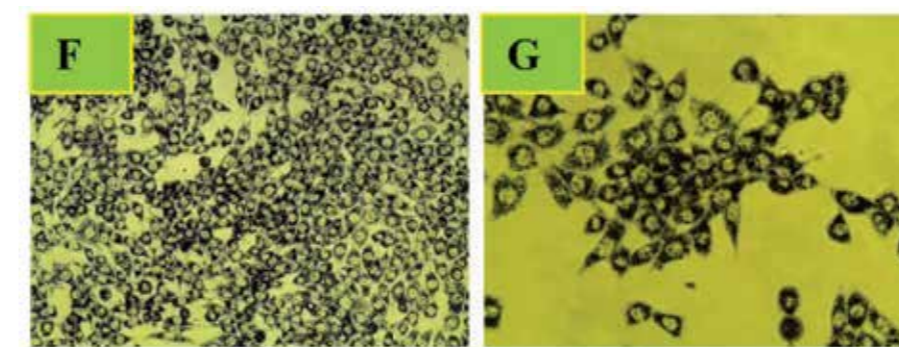
Obr. 1



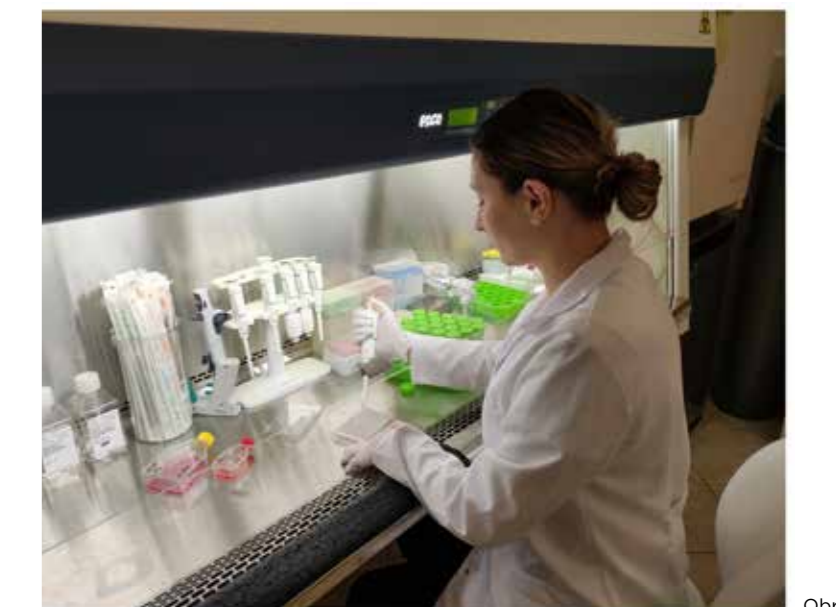
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 5



Obr. 4

SPOLOČENSKÉ
VEDY



Autizmus vo svetle emočných, kognitívnych a biologických kontextov

Predmet výskumu

Projekt sa sústredil na výskum autizmu. Etiológia a patomechanizmy tejto neurovývinovej poruchy sú objasnené iba čiastočne a neexistuje žiadny biomarker potvrdzujúci diagnózu. Kľúčovú úlohu v diagnostike zohráva psychologické vyšetrenie.

Ciele projektu

Multidisciplinárny výskumný tím sa zamerával na sledovanie psychologických, behaviorálnych a kognitívnych ukazovateľov, ako aj biologických parametrov osôb s autizmom. Cieľom bola analýza behaviorálnych parametrov, skúmanie ich súvislosti s biologickými aspektmi so zámerom odhaliť biologické koreláty psychologických charakteristík autizmu, identifikovať možné patomechanizmy a potenciálne biomarkery.

Dosiahnuté výsledky

- Projekt priniesol nové zistenia o špecifikách v kognitívnych procesoch pri autizme. Za najdôležitejší originálny výsledok považujeme identifikáciu prediktorov aktuálneho intelektového výkonu u detí s autizmom: prítomnosť kompulzívneho lipnutia na nefunkčných rutinách a zaujatie časťami predmetov/nefunkčnými zložkami materiálu, ako aj oneskorené používanie viet.
- Na základe jadrových príznakov autizmu a prítomnosti problémového správania sme pomocou klastrovej analýzy identifikovali 4 homogénne podskupiny s rôznou závažnosťou symptómov a klinickým obrazom. Tento poznatok podporuje predpoklad, že autizmus zahŕňa skupinu porúch s potenciálne rôznou etiopatogenézou.
- Potvrdili sme, že test M-CHAT má v slovenskej populácii adekvátne hodnoty senzitivity a špecificity a je vhodným nástrojom pre skrining autizmu.
- Preložili a overovali sme metódu vyšetrenia adaptívneho správania Vineland Adaptive Behavior Scales, 3rd Ed v populácii slovenských detí s autizmom. Hodnotenie profilu adaptívneho správania preukázalo podpriemernú úroveň

všetkých jeho zložiek pri autizme, s výraznejšími deficitmi u neverbálnych jedincov.

- Inovatívnu metódou genetických knižníc sme sledovali 2400 rodov mikróbov, pričom 87 z nich malo signifikantne odlišné zastúpenie u osôb s autizmom a 15 korelovalo s prítomnosťou tráviacich problémov, resp. behaviorálnymi prejavmi.
- U osôb s autizmom sme zistili signifikantne rozdielne plazmatické hladiny siedmich z 21 cytokínov stanovených multiplexovou analýzou. Koncentrácie vybraných cytokínov korelovali s ukazovateľmi závažnosti autizmu i adaptívneho správania. Naše výsledky podporujú hypotézu o úlohe imunitnej dysfunkcie v patomechanizmoch autizmu.
- Preukázali sme vyšší výskyt spánkových komorbidít u jedincov s autizmom, kde výsledky naznačujú narušený biorytmus sekrécie melatonínu.
- Zistili sme odlišnosti v spektrálnom zložení EEG osôb s autizmom exponovaných zrakovým podnetom. Osoby s autizmom mali tiež menší počet zrakových fixácií na podnety zo sociálnou tematikou.

Prínos pre prax

- Overenie efektívnosti testu M-CHAT v slovenskej populácii prispelo k zavedeniu povinného skriningu autizmu na Slovensku. Ide o prelomový úspech v starostlivosti o deti s autizmom na Slovensku.
- Preukázali sme, že u osôb s autizmom je potrebné pri hodnotení intelektu prihliadať na vplyv triády oslabení, ktoré môžu ovplyvniť výsledky vyšetrenia kognitívnych funkcií. Na základe toho sme vypracovali odporúčania na súbor postupov a metód vhodných na meranie kognitívnych schopností u detí s autizmom pre klinickú prax.
- Preklad a testovanie diagnostického nástroja Vineland Adaptive Behavior Scales, 3rd Ed. na vyšetrenie adaptívneho správania je významným krokom smerujúcim k širšiemu zavedeniu tejto metódy do klinickej praxe. Hodnotenie adaptívneho správania bude súčasťou diagnostiky autizmu v rámci novej medzinárodnej klasifikácie chorôb MKCH 11.

zodpovedný riešiteľ

doc. MUDr. Katarína Babinská, PhD.

riešiteľská organizácia

Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Akademické centrum výskumu autizmu

spoluriešiteľská organizácia

Filozofická fakulta, Trnavskej univerzity v Trnave

termín riešenia

7/2015 – 12/2019

finančné prostriedky z APVV

224 213 €

číslo projektu

APVV-15-0085

- Naše výsledky poukazujú na potrebu venovať pozornosť adaptívnemu správaniu u osôb s autizmom, najmä stimulácii reči a motorického vývinu a redukcii maladaptívneho správania.

- Naše výsledky naznačujú, že prítomnosť gastrointestinálnej dysfunkcie môže byť u dievčat pomocným biomarkrom podporujúcim diagnózu autizmu.

- Preukázali sme častý výskyt gastrointestinálnych a spánkových porúch a ich súvis s behaviorálnymi ukazovateľmi, ako aj prítomnosť nutričných špecifik s rizikom malnutricie. Výsledky naznačujú, že rámci multiprofesijnej starostlivosti o osoby s autizmom je potrebné cielene vyhľadávať tieto pridružené poruchy a riešiť ich vhodnými intervenciami.

Gastrointestinálne faktory v patomechanizmoch autizmu

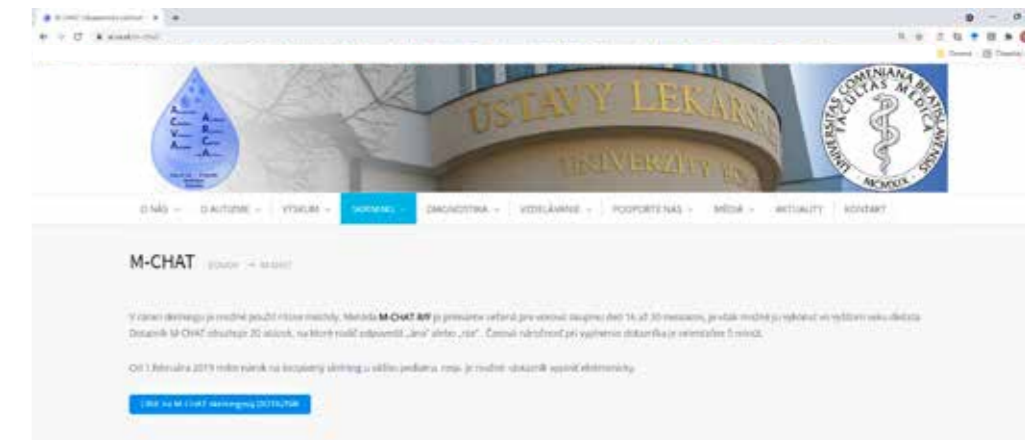


Obr. 2

Obr. 1 / Výsledky projektu preukázali, že test M-CHAT je vhodným nástrojom pre skrining autizmu v slovenskej populácii. Test je dostupný prostredníctvom webovej stránky Akademického centra výskumu autizmu.

Obr. 2 / V rámci projektu sme preukázali odlišnosti v zložení fekálnej mikrobioty u detí s autizmom, pričom sa preukázal súvis medzi príjmom vlákniny a sacharidov s diverzitou mikrobioty. Predpokladá sa, že črevná dysbióza je faktorom podieľajúcim sa na vzniku autizmu a má súvis s gastrointestinálnymi komorbiditami a chronickým zápalom, ktoré často sprevádzajú autizmus.

Obr. 3 / V rámci projektu boli použité viaceré inovatívne laboratorné metódy, ktoré prispeli k získaniu nových originálnych poznatkov, hlbšiemu spoznávaníu príčin a patomechanizmov autizmu a potenciálnych biomarkerov.



Obr. 1



Obr. 3

Spôľahlivosť záchranných systémov na infraštruktúre s neistou funkcionalitou kritických prvkov

Predmet výskumu

Záchranné systémy, ako zdravotnícka záchranná služba, polícia, alebo hasičský záchranný zbor, poskytujú neoceniteľné služby jednotlivým komunitám, ktoré sa ocitnú v núdzi. V prípade extrémnych situácií, ako sú veľké dopravné havárie, záplavy, rozsiahle požiare a aj iné humanitárne krízové situácie, musia byť tieto systémy pripravené poskytovať pomoc aj v podstatne väčšom rozsahu. Projekt sa zaoberal návrhom a analýzou záchranných systémov tak, aby bola zaručená vhodná miera flexibility týchto systémov voči dôsledkom náhodných udalostí. Tieto udalosti môžu spôsobiť výpadok časti kritickej infraštruktúry alebo zmenu časovej dostupnosti služby, čo ovplyvní správne fungovanie záchranných systémov. Projekt bol zameraný na preventívne opatrenia, ako je napríklad zahrnutie požiadavky spoľahlivosti už pri návrhu systému. Pozornosť bola taktiež venovaná hľadaniu optimálnych opatrení, ktoré sú použité až potom, ako sa krízová situácia vyskytne.

Ciele projektu

Cieľom projektu bolo vytvorenie nových modelovacích prístupov zohľadňujúcich neistotu a požiadavky kladené na spoľahlivosť záchranných systémov ako aj metód na navrhovanie spoľahlivých záchranných systémov pomocou informatických prostriedkov. Tento cieľ zahŕňal viacero výskumných aktivít ako návrh ukazovateľov spoľahlivosti dostupnosti služby poskytovanej záchranným systémom situovaným na infraštruktúre s kritickými úsekmi, kvantifikáciu miery rizika a neistoty spôsobenej kritickými úsekmi infraštruktúry a aj výskum možnosti prenesenia charakteristík systému hromadnej obsluhy do vhodnej matematickej formulácie úlohy návrhu záchranného systému.

Dosiahnuté výsledky

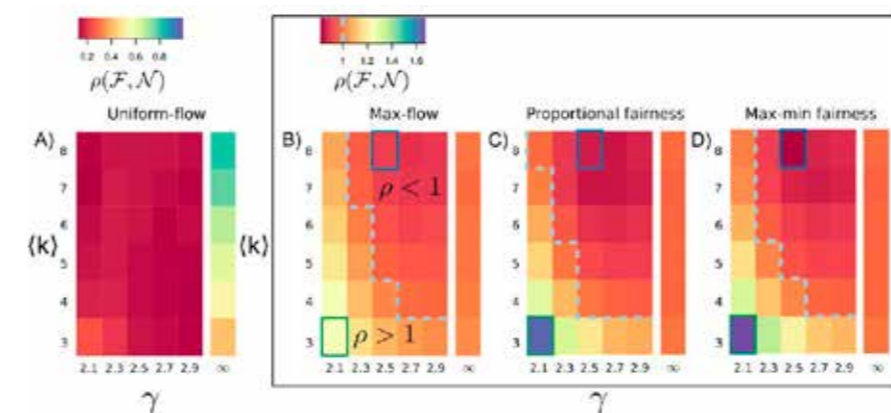
Náš výskum v oblasti nejistej funkcionality prvkov systému sledoval dva smery rozlišujúce neistotu spôsobenú endogénnymi a exogénnymi procesmi. V prvom prípade boli riešené situácie, kde najbližšie obslužné stredisko bolo kvôli náhodnému príchodu požiadavky obsadené a novo vzniknutá požiadavka musela byť obslužená z druhého alebo tretieho najbližšieho strediska. Tu sme navrhli zovšeobecnený model návrhu záchranného systému a vypracovali sme radiálny prístup na riešenie úlohy reengineeringu záchranného systému a aj úlohy návrhu robustného systému, kde sú zohľadňované škodlivé scenáre (M. Kvet, Developments and advances in intelligent systems and applications (2017); L. Buzna et al, Scientific Reports (2017); J. Janacek et al, CEJORE (2016), J. Janacek et al, Journal of Business Economics and Management (2020)). Navyše sme vyvinuli niekoľko heuristických techník využívajúcich špecifik množiny riešení p-lokačných úloh na navrhovaní reálnych záchranných obslužných systémov, kde mierou užitočnosti systému pre priemerného používateľa je čas dostupnosti služby (L. Janosikova et al, CEJORE (2017)).

Druhý smer zahŕňal situácie, ktoré nastanú náhodným výpadkom úseku dopravnej siete. Tu sme vyvinuli a testovali algoritmy na zisťovaní charakteristík úsekov cestnej siete kritických pre daný záchranný systém. Taktiež sme navrhli postupy na generovaní škodlivých scenárov pre testovanie robustnosti návrhu záchranného systému (J. Janacek et al, CORR (2017); P. Czimmermann et al, Communications (2020)). Pro takto formalizovanú neistotu kritických úsekov dopravnej siete sme skonštruovali algoritmy na návrh záchranného systému odolného proti výpadkom v dopravnej sieti (M. Kvet et al, CEJORE, (2018)). Aj keď hlavným typom skúmaných systémov boli záchranné obslužné systémy, zahrnuli sme do nášho výskumu aj systémy verejnej dopravy z pohľadu optimalizácie rozvrhov alebo navrhovaní infraštruktúry potrebnej pre nasadenie elektrických vozidiel (J. Janacek et al, Transportation Research, Part C (2017); T. Petrov et al, Appl. Sci. (2020)).

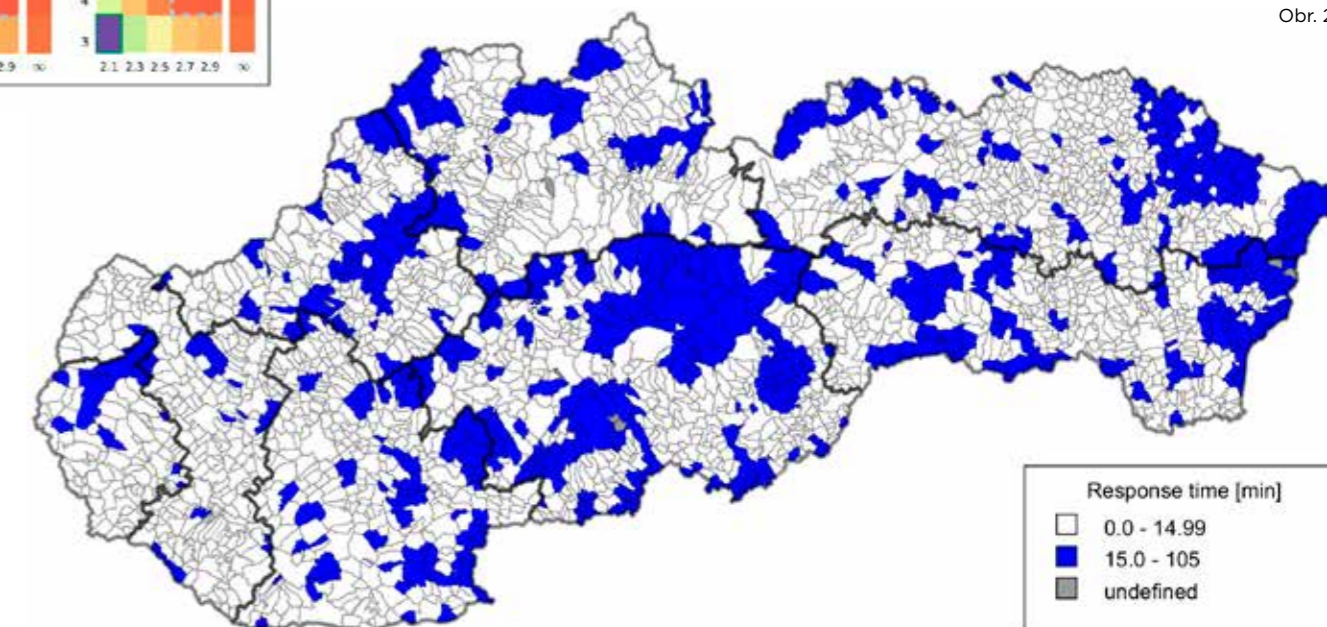
zodpovedný riešiteľ
prof. RNDr. Jaroslav Janáček, CSc.
riešiteľská organizácia
Žilinská univerzita v Žiline
termín riešenia
7/2016 – 6/2020
finančné prostriedky z APVV
142 875 €
číslo projektu
APVV-15-0179

Prínos pre prax

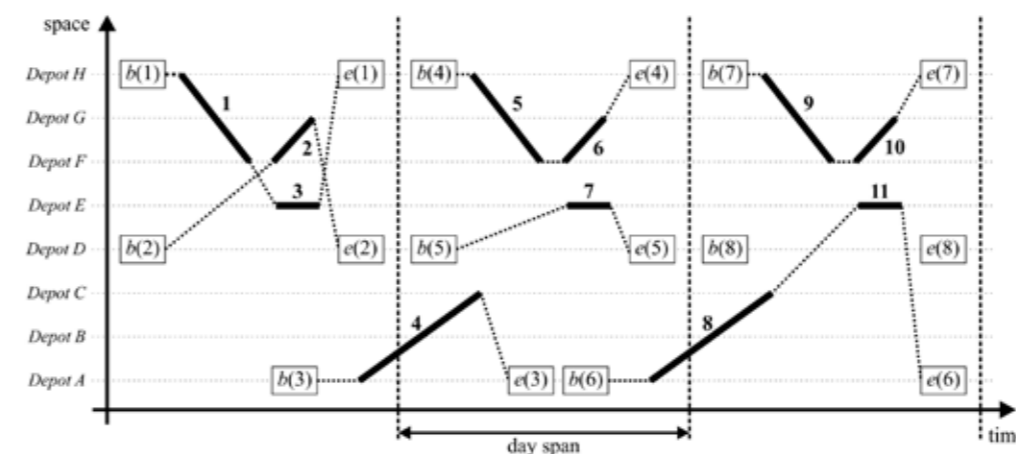
Algoritmy vyvinuté pri plnení výskumných cieľov sú použiteľné na zisťovanie charakteristík úsekov cestnej siete kritických pre navrhnutý záchranný systém a aj pre generovaní škodlivých scenárov, ktoré môžu byť použité pre testovanie robustnosti návrhu. Vyvinutý radiálny model navrhovania záchranného systému rešpektujúci jeho stochastický charakter je priamo použiteľný na komerčných IP-solveroch a umožňuje riešiť reengineering záchranného systému a aj návrh robustného systému.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Relatívna priepustnosť bez škálových sietí v závislosti od použitého optimalizačného tokového algoritmu.

Obr. 2 / Oblasť s priemerným časom odozvy dlhším ako 15 min po zmenách umiestnení centier.

Obr. 3 / Periodické riešenie úlohy rozvrhovania posádok prezentované súborom smien.

Obr. 4 / Stretnutie riešiteľov projektu.

Prax v centre odborovej didaktiky, odborová didaktika v centre praktickej prípravy

Predmet výskumu

Vyučovacie stratégie uplatňujúce kognitívne orientovaný prístup pre rozvoj kritického a tvorivého myslenia žiakov v konkrétnych odborových didaktikách.

Ciele projektu

Identifikovať vyučovacie stratégie uplatňujúce kognitívne orientovaný prístup pre rozvoj kritického a tvorivého myslenia žiakov a ďalšie kľúčové psychodidaktické stratégie v konkrétnych odborových didaktikách a implementovať ich v pregraduálnej praktickej príprave učiteľov sekundárneho vzdelávania prostredníctvom reflektovanej, štruktúrovanej, stupňovitej učiteľskej praxe, koordinovanej odborovými didaktikmi prostredníctvom excelentného centra praktickej prípravy. Konkrétne odborové didaktiky tvorili didaktiky všetkých učiteľských programov. Cieľom bolo vytvoriť metodický materiál v podobe didaktických situácií a stratégií vyučovania príslušného predmetu aplikujúceho psychodidaktické poznatky v príslušných odborových didaktikách, doplnené expertným rozborom a pilotne ho overiť v modeli reflektovanej pedagogickej praxe.

Dosiahnuté výsledky

Teoretická rovina: Výsledky majú priamy presah do oblasti psychodidaktiky a kognitívnej edukácie a do oblasti konkrétnych odborových didaktik, sú podkladom vymedzenia psychodidaktickej kompetencie učiteľa.
Aplikačná rovina: Výsledky majú metodický prínos, pretože prinášajú priame návody uplatnenia vyučovacích stratégií orientovaných na rozvoj kognitívnych funkcií a kritického myslenia využiteľných v edukačných situáciách v sekundárnom vzdelávaní. Výsledky majú priamy vplyv na kvalitu pregraduálnej profesijnej prípravy, pretože vymedzujú štandard praktickej prípravy vyplývajúci z výskumu stratégií rozvíjania kritického myslenia. Riešenie projektu prinieslo celkovo 460 vedeckých a odborných výstupov a ohlasov. Z toho 60 databázovaných vedeckých štúdií, 17 vedeckých monografií a zborníkov z organizovaných medzinárodných konferencií a 13 vysokoškolských učebníc. Celkovo bolo zorganizovaných 12

konferencií a usporiadané 4 výstavy. Riešiteľský kolektív zorganizoval viac ako 60 vzdelávacích aktivít, ktorých sa zúčastnilo 2158 účastníkov. V období riešenia bolo vedených 228 diplomových prác súvisiacich s problematikou a 23 dizertačných prác.

Prínos pre prax

Identifikovanie vyučovacích stratégií uplatňujúcich kognitívne orientovaný prístup pre rozvoj kritického a tvorivého myslenia žiakov v konkrétnych odborových didaktikách. Analyzované a metodicky spracované boli stratégie na rozvoj sebaregulácie, stratégie na rozvoj systematických a interpretatívnych zručností, stratégie argumentácie, stratégie pre vyvodzovanie záverov a riešenie problémov, na rozvoj hodnotenia a na rozvoj čitateľských zručností. Výsledky projektu boli úspešne overené a aplikované do vysokoškolskej prípravy učiteľov sekundárneho stupňa vzdelávania. Štandard praktickej prípravy je súčasťou študijných plánov učiteľských študijných programov a umožňuje zároveň monitorovať kvalitu prípravy budúcich pedagogických zamestnancov. Vytvorený štandard praktickej prípravy zásadne zmenil obsahové zameranie pedagogickej praxe a navýšil rozsah praxe z 240 na 480 hodín v podmienkach škôl a školských zariadení. Nový model praktickej prípravy spĺňa štandard praktickej prípravy v európskom priestore a významne prehĺbil spoluprácu vysokoškolského priestoru prípravy učiteľov s regionálnymi školami.

zodpovedný riešiteľ
prof. PaedDr. Jana Duchovičová, PhD.
riešiteľská organizácia
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
termín riešenia
7/2016 – 11/2020
finančné prostriedky z APVV
171 263 €
číslo projektu
APVV-15-0368



Obr. 1



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 4

Obr. 1 / Konferencia BUM- Budem učiť moderne organizovaná pre odborových didaktikov, študentov a učiteľov v roku 2018 a BUM - Budem učiť moderne II - Takto učim ja v roku 2019, ktorej súčasťou boli workshopy o inovatívnych spôsoboch výučby pre študentov vedené učiteľmi z praxe navrhnutými na cenu Učiteľ Slovenska.

Obr. 2 / Medzinárodná konferencia Inovatívne trendy v odborových didaktikách. Prepojenie teórie a praxe výučbových stratégií kritického a tvorivého myslenia v roku 2018.

Obr. 3 / Výber z publikácií vydaných kolektívom riešiteľov

Obr. 4 / SVýstava Diplom 2018, prezentujúca práce študentov učiteľstva výtvarného umenia, ktorí boli súčasťou overovania aplikácie stratégií na rozvoj kritického a tvorivého myslenia v praxi.

Hodnoty v dynamike spoločenských zmien na Slovensku a v Európe

Predmet výskumu

Fungovanie demokratických režimov, spoločenská stabilita aj dynamika spoločenských zmien závisí od charakteru hodnotového konsenzu v spoločnosti a od jeho kompatibility s hodnotami, ktoré sú v základoch právnych poriadkov jednotlivých štátov a členských krajín EÚ. Pre súčasné demokratické spoločnosti Európy a sveta je zároveň charakteristický pluralizmus životných štýlov, náboženských a kultúrnych hodnôt a tradícií.

Slovensko sa stalo súčasťou projektu EVS už po štvrtýkrát, k dispozícii máme teda údaje od roku 1991 až po rok 2017 (výskum sa realizuje v 9 ročných cykloch). EVS dáta nám už dlhodobo poskytujú obraz o hodnotových zmenách v čase - o kontinuite resp. diskontinuite názorových profilov v jednotlivých skúmaných oblastiach - rodina, práca, náboženstvo, politika, voľný čas či životné prostredie. Tieto dáta sú tiež významným zdrojom pri poskytovaní empirických dôkazov o charaktere komplexných sociálnych javov ako je kultúrna globalizácia, nacionalizmus, sociálna solidarita, spoločenská dôvera, či procesy individualizácie, sekularizácie a demokratizácie.

Cieľ projektu a dosiahnuté výsledky

Hlavným cieľom projektu HODYSE bola identifikácia základných hodnotových orientácií obyvateľov Slovenska a analýza ich zmien od roku 1990 s ohľadom na integráciu Slovenska do európskych štruktúr. Dôležitým pracovným cieľom bolo zabezpečenie realizácie štvrtej vlny zisťovania výskumu európskych hodnôt EVS 2017 v súlade s požiadavkami metodologickej excelencie na základe prijatých kritérií a štandardov stanovených medzinárodným výborom pre metodológiu EVS. Dáta z výskumu sú dnes archivované, a zároveň voľne dostupné v medzinárodnom archíve GESIS, čím projekt prispel k podpore spoločenskovedných analýz a šíreniu vzorov metodologickej náročnosti. Okrem zaistenia kvalitných dát z výskumu EVS bolo dôležitým cieľom aj publikovanie odborných analýz, ako aj ďalšie formy sprístupňovania zistení širokej verejnosti. Pozornosť vo výstupoch bola venovaná časti zistení týkajúcich sa rodiny, náboženstva, práce, cieľom a fungovaniu spoločnosti

a spoločenskej morálke v porovnaní so zisteniami EVS Slovensko z rokov 1991, 1999 a 2008. Výsledky boli sprístupnené prostredníctvom publikovania analytických výstupov, tlačových správ, aktívnej účasti na domácich a medzinárodných konferenciách, ako aj celým radom popularizačných vystúpení. Svedčí o tom celkový počet usporiadaných vedeckých podujatí (13), tlačových konferencií a tlačových správ, ako aj celkovo vyjadrení pre elektronické a printové médiá a komentárov opretých o zistenia projektu.

Prínos pre prax

Vďaka výskumu realizovaného v rámci projektu sa údaje z EVS za Slovensko stali súčasťou integrovaných medzinárodných dátových súborov, ktoré sú voľne dostupné jednak celej vedeckej komunite, ako aj študentom a pedagógom. Sprístupnením finálnej verzie medzinárodných údajov z výskumu EVS 2017, ktoré obsahujú dáta a dokumentáciu z 34 zúčastnených krajín, boli sprístupnené údaje za spolu 56.491 respondentov. Vysoká pridaná hodnota participácie na medzinárodnom výskumnom programe EVS spočíva v tom, že partnerské národné inštitúcie realizáciou výskumu a vkladom svojich národných dát, získavajú voľný prístup k dátam od všetkých zúčastnených partnerov. Popularizácia aktuálnych výsledkov z výskumu EVS 2017 bola okrem monografií a vedeckých štúdií posilnená publikovaním pravidelných tlačových správ k významným medzinárodným a sviatočným dňom (ako sú Sviatok práce, Deň matiek, Deň detí, Svetový deň životného prostredia a pod.). Významným príspevom k interpretácii dynamiky hodnotových orientácií slovenskej populácie boli výsledky reprezentatívnych výskumov, ktoré sa uskutočnili v rámci projektu HODYSE pri príležitosti historických výročí - „osmičkového“ roku v dejinách a 30. výročia Nežnej revolúcie. V súvislosti s pandémiou ochorenia Covid-19 bol v roku 2020 realizovaný výskum *Hodnoty a spoločnosť počas pandémie Covid-19*, na základe ktorého sme získali aktuálne údaje o verejnej mienke v šiestich tematických oblastiach: spoločenská dôvera, politika a demokracia, konšpiračné teórie, názory na očkovanie, životné prostredie a voľný čas.

zodpovedný riešiteľ
prof. PhDr. Silvia Miháliková, PhD.
riešiteľská organizácia
Sociologický ústav SAV
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
240 000 €
číslo projektu
APVV-15-0653



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 5



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Seminár EVS 13.06.2017, Bratislava SÚ SAV
Obr. 2 / Tlačová konferencia k prvým zisteniam z výskumu EVS, 18.12.2017
Obr. 3 / Konferencia Lojalita a protest v perspektíve výskumu hodnôt, Bratislava, 4.10.2018
Obr. 4 / Konferencia Podoby slobody, Smolenice, 21.11.2019
Obr. 5 / Spoločná publikácia EVS výskumných tímov v SR a ČR

Viacdielny tréningový posilňovací systém trupu pre športovcov a netrénovaných jedincov s funkčnými bolesťami chrbta

Cieľ projektu, dosiahnuté výsledky a prínos pre prax

Jednostranné či nadmerné zaťažovanie chrbtice v niektorých športoch a povolaniach, alebo naopak oslabenie paravertebrálnych svalov v dôsledku sedavého spôsobu života, častokrát vedie k funkčným bolestiam chrbta. Tieto predstavujú zdravotnícky problém so závažnými sociálno-ekonomickými dôsledkami. Ako hlavný etiologický faktor sa ukazuje nedostatočná sila svalov v oblasti trupu. Podstata projektu spočívala vo vývoji zariadenia a príslušnej metodiky na posilňovanie týchto svalových skupín za súčasného monitorovania základných biomechanických parametrov. Navrhnuté prototypy umožňujú flexiu a extenziu, resp. rotáciu trupu pri vopred špecifikovanom zaťažení vzhľadom na vek a úroveň telesnej zdatnosti probandov. Zaznamenávanie dát umožňuje priebežné posudzovanie zmien silových parametrov počas cvičebného programu a jeho prípadnú korekciu. Avšak vzhľadom k veľkosti a hmotnosti tohto zariadenia je ho možné využívať len v laboratórnych podmienkach. Na športoviskách je možné použiť testy vykonávané pomocou prenosných diagnostických zariadení. Preto boli v rámci riešenia projektu overované aj modifikované metódy posudzovania výkonu a sily svalov v oblasti trupu u fyzicky aktívnych jednotlivcov a so sedavým spôsobom života. Pre športovcov predstavujú vhodnejšiu alternatívu, lebo umožňujú testovanie v špecifických podmienkach jednotlivých športov. Využívať ich možno na hodnotenie aktuálneho stavu športovcov rôznej výkonnosti, ako aj na overenie účinnosti tréningového programu v jednotlivých obdobiach športovej prípravy. Otvorené sú tiež možnosti využitia takejto diagnostiky v predikcii prípadných bolestí chrbta.

Za najvýznamnejšie výstupy možno považovať udeľené úžitkové vzory a patenty, resp. podané patentové prihlášky „Variabilné diagnostické a/alebo posilňovacie tréningové a/alebo rehabilitačné zariadenie svalov trupu“ (Šooš et al. UV7147 a P288578), „Diaľkovo/manuálne ovládaný multifunkčný kĺbový spoj“ (Šooš et al. UV8438),

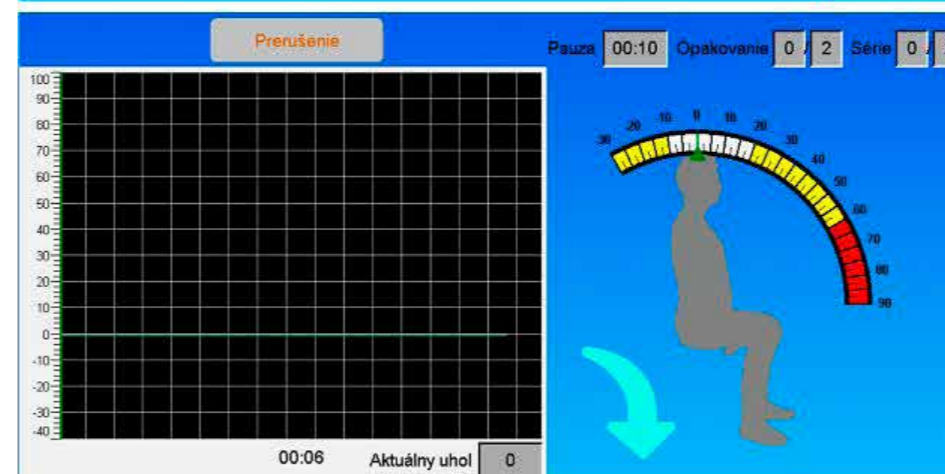
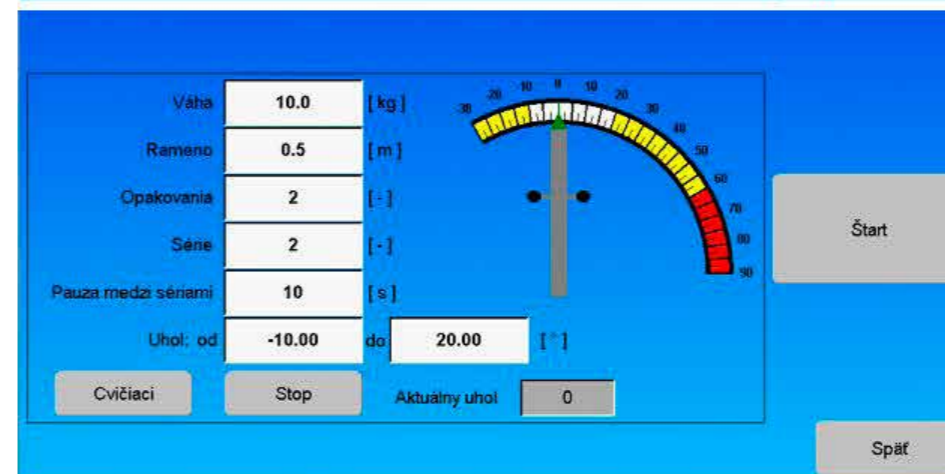
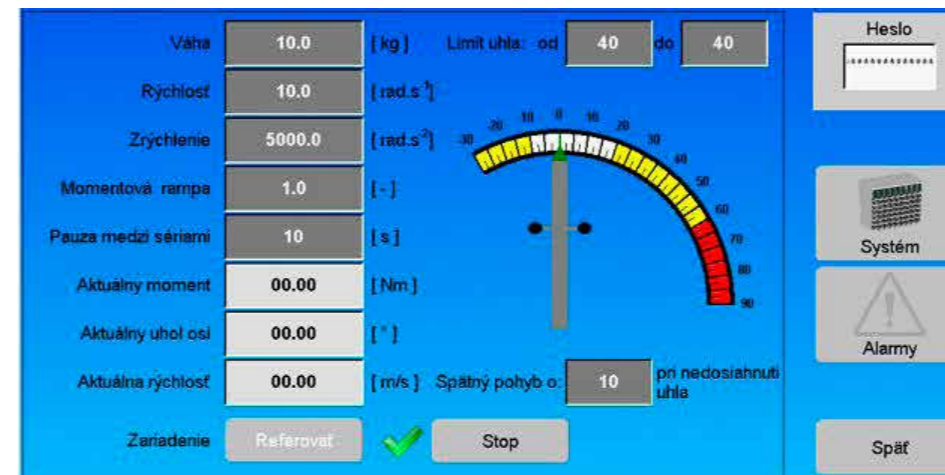
„Smart multifunkčný kĺb“ (Šooš et al. PP34-2018), ďalej vedecké monografie „Špecifická záťaž ako rizikový faktor bolesti chrbta“ (Kováčiková, Zapletalová 2018), „Funkčná diagnostika v rehabilitácii a prevencii zranení“ (Zemková 2019), ako aj príspevky v recenzovaných časopisoch, napr. Association of trunk rotational velocity with spine mobility and curvatures in para table tennis players in Int J Sports Med (Zemková et al. 2018), Sport-specific assessment of the effectiveness of neuromuscular training in young athletes vo Front Physiol (Zemková et al. 2018), Peak rate of force development and isometric maximum strength of back muscles are associated with power performance during load-lifting tasks v Am J Mens Health (Zemková et al. 2019), Between-side differences in trunk rotational power in athletes trained in asymmetric sports v J Back Musculoskelet Rehabil (Zemková et al. 2019), Differentiation of the strength of back muscle contraction under fatigue: Does force feedback play a role? v J Sport Rehabil (Zemková et al. 2020), Sport-specific differences in power-velocity-force profiling during trunk rotations at different loads v Appl Sci (Zemková et al. 2020), Is there a relationship between workload and occurrence of back pain and back injuries in athletes? vo Front Physiol (Zemková et al. 2020), Differential effects of perturbation magnitude on reactive balance control in young sedentary adults v Motor Control (Zemková et al. 2021), Back problems: pros and cons of core strengthening exercises as a part of athlete training v Int J Environ Res Public Health (Zemková et al. 2021), The relationship between reactive balance control and back and hamstring strength in physiotherapists with non-specific back pain: protocol for a cross-sectional study v Int J Environ Res Public Health (Zemková et al. 2021), The association of reactive balance control and spinal curvature under lumbar muscle fatigue v PeerJ (Zemková et al. 2021) či prehľadové štúdie, pozvané prednášky na medzinárodných konferenciách (Zemková, 2017-2021) a rôzne formy popularizačných aktivít. Zorganizované boli tri ročníky medzinárodnej vedeckej konferencie o športe “Od výskumu k praxi” na Strojníckej fakulte STU v Bratislave (Cepková et al. 2017, 2018, 2019).

zodpovedný riešiteľ
prof. Mgr. Erika Zemková, Ph.D.
riešiteľská organizácia
Fakulta telesnej výchovy a športu
Univerzity Komenského v Bratislave
termín riešenia
7/2016 – 6/2019
finančné prostriedky z APVV
220 839 €
číslo projektu
APVV-15-0704

Poznatky a skúsenosti získané počas riešenia projektu je možné využiť pri tvorbe cvičebných programov zameraných na zlepšenie 'core' stability a zvýšenie sily svalov v oblasti trupu a ich posudzovanie u bežnej populácie a športovcov rôznych špecializácií, vrátane zdravotne postihnutých jednotlivcov.

Obr. 1, 2 / Prototyp tréningového a diagnostického systému na posilňovanie svalov v oblasti trupu a ich posudzovanie.

Obr. 3, 4, 5 / Příklad nastavenia merania.



Obr. 3, 4, 5



Obr. 1



Obr. 2

HUMANITNÉ VEDY



Kognitívne prehodnotenie krásy: Zjednotenie filozofie a kognitívnych štúdií estetického vnímania

Predmet výskumu

Analýza kognitívnych aspektov estetickej skúsenosti, ako aj možností kognitívnej explanácie vnímania krásy. Projekt bol zameraný na podporu integrácie vedeckých a filozofických prístupov v skúmaní estetickej skúsenosti a vytvorenie platformy na širšie koncipovaný systematický a interdisciplinárny výskum subjektívnej skúsenosti.

Cieľ výskumu

Hlavným cieľom bolo testovanie hypotézy, že estetický zážitok je založený na percepcii kognitívne analyzovateľných informácií a možnosti identifikácie kultúrnych, evolučných a historických zdrojov štrukturujuúcich estetickú skúsenosť. V projekte sme sa pokúsili o prehodnotenie pojmu krásy prostredníctvom spojenia deskriptívne a procesuálne ladených poznatkov z kognitívnych vied a exaktných kognitívnych prístupov s opisom subjektívne prežívanej fenomenálnej estetickej skúsenosti.

Dosiahnuté výsledky

Riešitelia zrealizovali sériu medzinárodných vedeckých workshopov so špičkovými svetovými expertami (Beauty Is in the Senses of the Beholder, Beauty Is in the Brain of the Beholder, Beauty Is in the Mind of the Beholder, Cognitive Aspects of Aesthetic Experience, Cognitive Rethinking of Beauty: Uniting the Philosophy and Cognitive Studies of Aesthetic Perception), ktorých hlavným cieľom bolo skúmať krásu a estetickú skúsenosť v jej najrozmanitejších kontextoch. Jednotliví autori sa zameriavali nielen na globálnu charakteristiku estetickej skúsenosti a jej odlišenie od iných typov skúseností, ale aj o charakteristiku vybraných aspektov a prvkov estetickej skúsenosti, zameraných na subjektívne (introspektívne dostupné) obsahy estetickej skúsenosti, ako aj na ich objektívne (merateľné a mapovateľné) charakteristiky. Okrem zborníkov: Démuth, A. (ed.): Cognitive Aspects of Aesthetic Experience - Introduction. Frankfurt am main: Peter Lang Verlag 2017,

Démuth, A. (ed.): The Cognitive Aspects of Aesthetic Experience - Selected Problems. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2019, Démuth, A. (ed.) Cognitive Rethinking of Beauty: Uniting the Philosophy and Cognitive Studies of Aesthetic Perception. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag 2019, medzi publikačné výstupy projektu patria monografie zamerané na jednotlivé aspekty či problematiky kognitívnej estetiky:

Démuth, A.: Beauty, Aesthetic Experience, and Emotional Affective States (Peter Lang Verlag 2019), Démuthová, S., Selecká, S., Démuth, A.: Human Face Attractiveness in Psychological Research. Frankfurt am Main, Bratislava: Peter Lang Verlag, Veda 2019, Kišoňová, R.: Faces of a Face (On The Attractivity of The Face in The Context of Visual Art). Frankfurt am Main, Bratislava: Peter Lang Verlag, Veda 2019, Démuth, A., Rušinová, M.: Cognitive Aesthetics in German Classical Philosophy. Frankfurt am Main, Bratislava: Peter Lang Verlag, Veda 2019, Ihringová, K.: Ilúzia (Obraz ako metafora ľudskej mysle) Bratislava: Veda 2018 a Démuth, A., Démuthová, S., Slavkovský, A.: Mathematics and beauty. An attempt to link the cognitive and philosophical-spiritual aspects of beauty. Frankfurt am Main, Bratislava: Peter Lang Verlag, Veda 2019, a celá séria vedeckých štúdií a článkov, ktoré odzneli na konferenciách alebo boli publikované vo vedeckých zborníkoch a karentovaných časopisoch (napr. *Filozofia* či monotematickom bloku v rámci českého *Filosofického časopisu*.)

Prínos pre prax

Výsledky získané z realizovaného výskumu nájdú svoje uplatnenie v hlbšom porozumení významu krásy v ľudskom živote, v dôvodoch estetickej skúsenosti a jej štruktúry, ale aj v determinantoch, ktoré evolučne, sociálne, či kultúrne ovplyvňujú naše vnímanie a rozhodovanie, ale aj v diskusi o možnostiach a limitách zjednotenia a prepojenia filozofického (humanitnevedného) a špeciálneho kognitívnevedného výskumu. Získané poznatky môžu byť

zodpovedný riešiteľ
prof. Mgr et Mgr. Andrej Démuth, PhD.
riešiteľská organizácia
Trnavská univerzita
spoluriešiteľská organizácia
Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave
termín riešenia
7/2016 — 12/2018
finančné prostriedky z APVV
237 181 €
číslo projektu
APVV-15-0294

využitie nielen v umenovednej a kultúrnej oblasti, ale aj v kognitívno-vednej, antropologickej či v oblasti marketingu a brandingu. Osobitné využitie nájdú publikované výsledky v oblasti neuroestetiky a kognitívnej estetiky, ale aj v reflexii úlohy a potenciálu filozofie v dialógu s kognitívnevedným výskumom.



Obr. 1



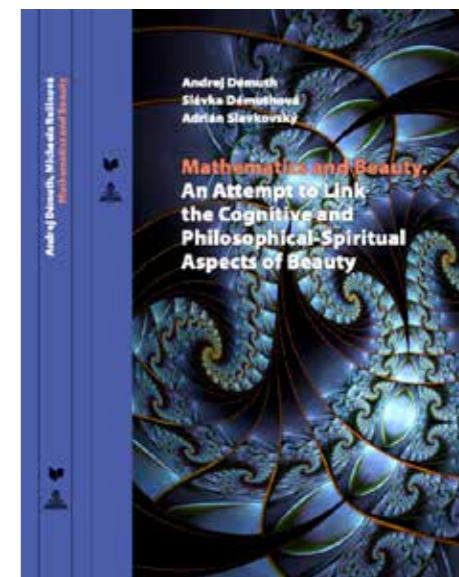
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

Obr. 1 / Časť z výstupov projektu - zborníky, monografie, články v časopisoch

Obr. 2 / Výstupy z projektu v sérii vydavateľstva Peter Lang Verlag

Obr. 3 / Prof. Anjan Chatterjee (UPen) počas workshopu riešiteľov

Obr. 4 / Démuth - Beauty, Aesthetic Experience, and Emotional Affective States

Obr. 5 / Démuth, Démuthová, Slavkovský - Mathematics and Beauty

Obr. 6 / Démuthová, Selecká, Démuth - Human Facial Attractiveness in Psychological Research

Individuum a spoločnosť – ich vzájomná reflexia v historickom procese

Predmet výskumu

Predmetom projektu bolo inovatívne spracovanie problematiky individua. Téma individua v dejinách sa v posledných desaťročiach takmer výlučne orientuje len na klasickú biografiiu jednotlivca. Absentuje alebo iba v obmedzenej miere prebieha výskum rituálov, reflexie a sebareflexie individua, konfliktov, politickej kultúry, či rekonštrukcia životných súvislostí, sociokultúrnych zmien a transformačných procesov. Obsahovou náplňou projektu bola reflexia jedinca a jeho identity v spoločnosti, formovanie stereotypov, vlastný (cudzí) pohľad na svoje okolie a každodenné jednanie, sociálne prostredie a vytváranie siete spoločenských vzťahov.

Cieľ výskumu

Doteraz na Slovensku nebola vydaná publikácia, ktorá by z interdisciplinárneho hľadiska skúmala postavenie jedinca v spoločnosti, napríklad za účasti príbuzných vedných odborov (sociológia, filozofie, etnológia, politológia, pomocných vied historických, vojenskej histórie, ale aj historickej antropológie či dejín architektúry). Cieľom projektu bolo teda doplniť doteraz existujúci primárny výskum (politických, hospodárskych a sociálnych dejín) a ponúknuť nový pohľad na dejiny očami ich jednotlivých aktérov – ľudí v chronologickom období 16.-20. storočia. Ambíciou projektu bola nová konceptualizácia dejín Slovenska a nadviazanie na práce a výskumné tímy okolitých krajín v súlade so súčasnými trendmi európskej historiografie.

Dosiahnuté výsledky

Projekt priniesol nové poznatky o jedincoch na základe sond do ich života, politických názorov, činov v určitom dejinnom období, s prihliadnutím na biografické spracovanie. V druhej línii boli zachytené vybrané otázky každodenného života v rôznorodom prostredí, kedy sa prihliadalo aj na individuálne korelácie vzťahu priestor, život a personalita. Mimo bádateľský záujem nezostali ani osoby, ktoré neboli „tvorcami veľkých dejín“. Zámer projektu sa podarilo v plnom rozsahu naplniť. Za 4 roky sa riešiteľom podarilo vypublikovať spolu 10 vedeckých monografií (z nich 3 v za-

hraničí), 19 kolektívnych monografií, 2 štúdie charakteru vedeckej monografie a 9 štúdií v karentovanom časopise. 173 vedeckých a odborných štúdií vypovedá o mimoriadnej výskumnej produktivite riešiteľského kolektívu. Za pozoruhodný považujeme aj počet verejných prednášok a výstupov riešiteľov v médiách (149). V rámci projektu bolo zorganizovaných niekoľko vedeckých konferencií. Z nich najvýznamnejšia, medzinárodná konferencia November 89 – 30 Years After (14. a 15.11.2009) poskytla priestor na medzinárodný, medzigeneračný a interdisciplinárny dialóg o Novembri 1989, jeho príčinách, priebehu a dôsledkoch. Konferencie sa aktívne zúčastnilo viacero zahraničných účastníkov, konkrétne Timothy Garton Ash (Univerzita v Oxforde), Philipp Ther (Viedenská Univerzita), Michal Kopeček (AV ČR), Stefan Auer (Univerzita v Hong Kongu), Hugh Agnew (George Washington University) či Muriel Blaive (USTR). Hlavným publikačným výstupom projektu sú kolektívne monografie Človek raného novoveku a Človek modernej doby (Veda 2020).

Prínos pre prax

V rámci širšej diskusie a popularizácie vedeckých výsledkov členovia projektu vystupovali v printových a elektronických médiách (v diskusných reláciách, pri príležitosti výročí atď.) O výsledkoch svojich výskumov informovali verejnosť formou verejných prednášok a výstupov v médiách, spolu ich za obdobie riešenia projektu bolo 149. Za pozitívne považujeme veľký počet účastníkov formálneho alebo neformálneho vzdelávania, ktorých bolo spolu 1164. Pre širšiu verejnosť sa usporiadali prednášky vzdelávacími inštitúciami a knižnicami, na ktorých prebehli tiež verejné diskusie o výsledkoch vedeckých výskumov. Mimoriadny úspech mali aj výstavy inštalované v rôznych častiach Slovenska. Okrem prednášok pre odbornú a laickú verejnosť prebiehala popularizačná činnosť aj v populárno-vedeckých časopisoch. Na portáli www.forumhistoriae.sk (2/2018) bolo venované jedno číslo problematike svetových vojen. Téma APVV projektu je výsostne potrebná a prakticky využiteľná pri vyučovaní dejepisu na rôznych stupňoch škôl, kde poskytuje vhodný doplnujúci študijný materiál,

zodpovedný riešiteľ
PhDr. Slavomír Michálek, DrSc.
riešiteľská organizácia
Historický ústav SAV
termín riešenia
7/2016 – 12/2020
finančné prostriedky z APVV
241 981 €
číslo projektu
APVV-15-0349

na základe ktorého sa dá aplikovať vývojové tendencie na príklade jednaní jednotlivcov. V roku 2018 bola zorganizovaná dejepisná olympiáda. K významným popularizačným prostriedkom patria aj zostavené kolektívne monografie Človek raného novoveku a Človek modernej doby, ktoré budú využívať pri vyučovaní nielen pedagógovia dejepisu, ale budú popularizovať tému aj medzi širšou verejnosťou.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 4, 5



Obr. 3

Obr. 1 / Vedecké publikácie vydané v rámci projektu v zahraničných vydavateľstvách.

Obr. 2 / Vedecké publikácie vydané v rámci projektu v domácich vydavateľstvách.

Obr. 3 / PhDr. Slavomír Michálek, DrSc., zodpovedný riešiteľ projektu a riaditeľ Historického ústavu SAV.

Obr. 4 / Záber z medzinárodnej konferencie November '89 – 30 Years After. Bratislava, 14. - 15. novembra 2019.

Obr. 5 / Ukážky z výstavy Milan Rastislav Štefánik a tí, čo ho nasledovali. Bratislava (od 27. 1. 2020 do 10. 6. 2020); Brezová pod Bradlom (21. 7. 2020 do 23. 8. 2020).

titul	Výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou
vydavateľ	Agentúra na podporu výskumu a vývoja, Mýtna 23, 811 07 Bratislava www.apvv.sk , agentura@apvv.sk
rok vydania	2021
dizajn a DTP	RICHIE.. s. r. o. Richard Kučera Guzmán
ISBN	978-80-99991-04-1

Publikácia bola vydaná aj v anglickej mutácii.