

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0052****Frakcionácia lignocelulóзовých surovín s eutektickými rozpúšťadlami (DES)**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Michal Jablonský, PhD.**Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie  
Výskumný ústav papiera a celulózy a.s.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Katedra spracovania dreva a biomateriálov, Fakulta lesnícka a drevárska (FLD), Česká  
zemědělská univerzita v Prahe, Česká republika, spolupráca s prof. RNDr. František Kačík,  
Ph.D.Wood K plus (www.wood-kplus.at) (KOMPETENZZENTRUM HOLZ GMBH (PIC:  
998253482, so sídlom LINZ, Rakúsko)) spolupráca pri podaní projektu „Natural and  
sustainable platform – derived bioactive compounds by new defined cascade methods“,  
Výzva: H2020-BBI-JTI-2020, Téma: BBI-2020-SO2-R4 a projektu HORIZON 2020, projekt  
High-PERformance Functional Ingredients from alternative sources (HIPERFI),

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Žiadne

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

ADC Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch. Počet publikácií: 25  
1. BURČOVÁ, Zuzana - KREPS, František - GREIFOVÁ, Mária - JABLONSKÝ, Michal -  
HÁZ, Aleš - SCHMIDT, Štefan - ŠURINA, Igor. Antibacterial and antifungal activity of  
phytosterols and methyl dehydroabietate of Norway spruce bark extracts. In Journal of  
Biotechnology. Vol. 282, (2018), s. 18-24. ISSN 0168-1656 (2018: 3.163 - IF, Q2 - JCR Best  
Q, 1.003 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000441281200003 ; DOI:  
10.1016/j.jbiotec.2018.06.340.2. BURČOVÁ, Zuzana - KREPS, František - SCHMIDT, Štefan - STRIŽINCOVÁ, Petra -  
JABLONSKÝ, Michal - KYSELKA, Jan - HÁZ, Aleš - ŠURINA, Igor. Antioxidant Activity and  
the Tocopherol and Phenol Contents of Grape Residues. In BioResources. Vol. 14, iss. 2  
(2019), s. 4146-4156. ISSN 1930-2126 (2019: 1.409 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.413 - SJR, Q2  
- SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.15376/biores.14.2.4146-4156 ; CC: 000466449000117.3. BURČOVÁ, Zuzana - KREPS, František - GRIVNOVÁ, Petra - STRIŽINCOVÁ, Petra -  
HÁZ, Aleš - JABLONSKÝ, Michal - ŠURINA, Igor - SCHMIDT, Štefan. Spruce Bark as a  
Source of Antioxidant Active Substances. In BioResources. Vol. 14, iss. 3 (2019), s. 5980-

5987. ISSN 1930-2126 (2019: 1.409 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.413 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.15376/biores.14.3.5980-5987 ; CC: 000473204700072.
4. HÁZ, Aleš - JABLONSKÝ, Michal - ŠURINA, Igor - KAČÍK, František - BUBENÍKOVÁ, Tatiana - ĐURKOVIČ, Jaroslav. Chemical Composition and Thermal Behavior of Kraft Lignins. In *Forests*. Vol. 10, iss. 6 (2019), s. 401-412. ISSN 1999-4907 (2019: 2.221 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.652 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/f10060483 ; CC: 000475305000023.
5. JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš - ŠKULCOVÁ, Andrea - DUBINYOVÁ, Lenka - ŠURINA, Igor - KAČÍK, František - KAČÍKOVÁ, Danica. Products of nitrobenzene oxidation from non-wood lignin isolated by sulphuric acid. In *Cellulose Chemistry And Technology*. Vol. 50, iss. 7-8 (2016), s. 731-735. ISSN 0576-9787 (2016: 0.763 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.330 - SJR, Q3 - SJR Best Q).
6. JABLONSKÝ, Michal - NOSALOVÁ, Jaroslava - SLÁDKOVÁ, Alexandra - HÁZ, Aleš - KREPS, František - VÁLKA, Jozef - MIERTUŠ, Stanislav - FREČER, Vladimír - ONDREJOVIČ, Miroslav - ŠIMA, Jozef - ŠURINA, Igor. Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. A review. In *Biotechnology advances*. Vol. 35, iss. 6 (2017), s. 726-750. ISSN 0734-9750 (2017: 11.452 - IF, Q1 - JCR Best Q, 3.006 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000410011800006 ; DOI: 10.1016/j.biotechadv.2017.07.007.
7. JABLONSKÝ, Michal - ŠKULCOVÁ, Andrea - ROMERO, Ana Malvis - ŠIMA, Jozef. Extraction of value-added components from food industry based and agro-forest biowastes by deep eutectic solvents. In *Journal of Biotechnology*. Vol. 282, (2018), s. 46-66. ISSN 0168-1656 (2018: 3.163 - IF, Q2 - JCR Best Q, 1.003 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.jbiotec.2018.06.349 ; CC: 000441281200007.
8. JABLONSKÝ, Michal - ŠKULCOVÁ, Andrea - HÁZ, Aleš - ŠIMA, Jozef - MAJOVÁ, Veronika. Long-term Isothermal Stability of Deep Eutectic Solvents. In *BioResources*. Vol. 13, iss. 4 (2018), s. 7545-7559. ISSN 1930-2126 (2018: 1.396 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.431 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000454215100029.
9. JABLONSKÝ, Michal - MAJOVÁ, Veronika - ONDRIGOVÁ, Katarína - ŠIMA, Jozef. Preparation and characterization of physicochemical properties and application of novel ternary deep eutectic solvents. In *Cellulose*. Vol. 26, iss. 5 (2019), s. 3031-3045. ISSN 0969-0239 (2019: 4.210 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.911 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1007/s10570-019-02322-2 ; CC: 000463667900011.
10. JABLONSKÝ, Michal - JABLONSKÝ, Jozef - HÁZ, Aleš - KREPS, František - BURČOVÁ, Zuzana. Pharmacokinetic Properties of Biomass-extracted Substances Isolated by Green Solvents. In *BioResources*. Vol. 14, iss. 3 (2019), s. 6294-6303. ISSN 1930-2126 (2019: 1.409 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.413 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.15376/biores.14.3.6294-6303 ; CC: 000473204700094.
11. JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš - MAJOVÁ, Veronika. Assessing the opportunities for applying deep eutectic solvents for fractionation of beech wood and wheat straw. In *Cellulose*. Vol. 26, iss. 13-14 (2019), s. 7675-7684. ISSN 0969-0239 (2019: 4.210 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.911 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1007/s10570-019-02629-0 ; SCOPUS: 2-s2.0-85069221354 ; CC: 000483695400006.
12. JABLONSKÝ, Michal - ŠKULCOVÁ, Andrea - ŠIMA, Jozef. Use of Deep Eutectic Solvents in Polymer Chemistry-A Review. In *Molecules*. Vol. 24, iss. 21 (2019), s. 3978-3978, Article Number: 3978. ISSN 1420-3049 (2019: 3.267 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.698 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/molecules24213978 ; CC: 000498055500167.
13. JABLONSKÝ, Michal - MAJOVÁ, Veronika - ŠIMA, Jozef - HROBOŇOVÁ, Katarína - LOMENOVA, Anna. Involvement of Deep Eutectic Solvents in Extraction by Molecularly Imprinted Polymers-A Minireview. In *Crystals*. Vol. 10, iss. 3 (2020), s. 1-12, Art. No. 217. ISSN 2073-4352 (2019: 2.404 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.594 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/cryst10030217 ; SCOPUS: 2-s2.0-85083328947 ; CC: 000523512100077.
14. JABLONSKÝ, Michal - MAJOVÁ, Veronika - STRIŽINCOVÁ, Petra - ŠIMA, Jozef - JABLONSKÝ, Jozef. Investigation of Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Spruce Bark Extracts Isolated by Deep Eutectic Solvents. In *Crystals*. Vol. 10, iss. 5 (2020), s. [1-22], art. no. 402. ISSN 2073-4352 (2019: 2.404 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.594 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/cryst10050402 ; SCOPUS: 2-s2.0-85085319620 ;

CC: 000541423400027.

15. JABLONSKÝ, Michal - ŠIMA, Jozef. Phytomass Valorization by Deep Eutectic Solvents-Achievements, Perspectives, and Limitations. In *Crystals*. Vol. 10, iss. 9 (2020), s. [1-37], art. no. 800. ISSN 2073-4352 (2019: 2.404 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.594 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/cryst10090800 ; SCOPUS: 2-s2.0-85090646119 ; CC: 000580145300001.

16. KREPS, František - BURČOVÁ, Zuzana - JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš - FREČER, Vladimír - KYSELKA, Jan - SCHMIDT, Štefan - ŠURINA, Igor - FILIP, Vladimír. Bioresource of Antioxidant and Potential Medicinal Compounds from Waste Biomass of Spruce. In *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. Vol. 5, iss. 9 (2017), s. 8161-8170. ISSN 2168-0485 (2017: 6.140 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.657 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000410006200079 ; DOI: 10.1021/acssuschemeng.7b01816.

17. MAJOVÁ, Veronika - HORANOVÁ, Silvia - ŠKULCOVÁ, Andrea - ŠIMA, Jozef - JABLONSKÝ, Michal. Deep Eutectic Solvent Delignification: Impact of Initial Lignin. In *BioResources*. Vol. 12, iss. 4 (2017), s. 7301-7310. ISSN 1930-2126 (2017: 1.202 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.405 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC ; DOI.

18. SLÁDKOVÁ, Alexandra - BENEDEKOVÁ, Martina - STOPKA, Ján - ŠURINA, Igor - HÁZ, Aleš - STRIŽINCOVÁ, Petra - ČÍŽOVÁ, Katarína - ŠKULCOVÁ, Andrea - BURČOVÁ, Zuzana - KREPS, František - ŠIMA, Jozef - JABLONSKÝ, Michal. Yield of polyphenolic substances extracted from spruce (*Picea abies*) bark by microwave-assisted extraction. In *BioResources*. Vol. 11, no. 4 (2016), s. 9912-9921. ISSN 1930-2126 (2016: 1.321 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.493 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000391801300133.

19. SLÁDKOVÁ, Alexandra - STOPKA, Ján - HÁZ, Aleš - STRIŽINCOVÁ, Petra - ŠURINA, Igor - KREPS, František - BURČOVÁ, Zuzana - JABLONSKÝ, Michal. Microwave-assisted Extraction of Spruce Bark: Statistical Optimization Using Box-Behnken Design. In *BioResources*. Vol. 13, iss. 4 (2018), s. 8993-9004. ISSN 1930-2126 (2018: 1.396 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.431 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000454215100132.

20. STRIŽINCOVÁ, Petra - HÁZ, Aleš - BURČOVÁ, Zuzana - FERANC, Jozef - KREPS, František - ŠURINA, Igor - JABLONSKÝ, Michal. Spruce Bark-A Source of Polyphenolic Compounds: Optimizing the Operating Conditions of Supercritical Carbon Dioxide Extraction. In *Molecules*. Vol. 24, iss. 22 (2019), s. 1250-1264. ISSN 1420-3049 (2019: 3.267 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.698 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/molecules24224049 ; WOS: 000501529700038 ; CC: 000501529700038.

21. ŠKULCOVÁ, Andrea - MAJOVÁ, Veronika - KOHÚTOVÁ, Michaela - GROŠÍK, Maroš - ŠIMA, Jozef - JABLONSKÝ, Michal. UV/Vis Spectrometry as a Quantification Tool for Lignin Solubilized in Deep Eutectic Solvents. In *BioResources*. Vol. 12, iss. 3 (2017), s. 6713-6722. ISSN 1930-2126 (2017: 1.202 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.405 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000408497700150 ; DOI: 10.15376/biores.12.3.6713-6722.

22. ŠKULCOVÁ, Andrea - MAJOVÁ, Veronika - ŠIMA, Jozef - JABLONSKÝ, Michal. Mechanical Properties of Pulp Delignified by Deep Eutectic Solvents. In *BioResources*. Vol. 12, iss. 4 (2017), s. 7479-7486. ISSN 1930-2126 (2017: 1.202 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.405 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC ; DOI.

23. ŠKULCOVÁ, Andrea - RUSS, Albert - JABLONSKÝ, Michal - ŠIMA, Jozef. The pH behavior of seventeen deep eutectic solvents. In *BioResources*. Vol. 13, iss. 3 (2018), s. 5042-5051. ISSN 1930-2126 (2018: 1.396 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.431 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000440506300022.

24. ŠKULCOVÁ, Andrea - HAŠČIČOVÁ, Zuzana - HRDLIČKA, Lukáš - ŠIMA, Jozef - JABLONSKÝ, Michal. Green solvents based on choline chloride for the extraction of spruce bark (*Picea abies*). In *Cellulose Chemistry And Technology*. Vol. 52, iss. 3-4 (2018), s. 171-179. ISSN 0576-9787 (2018: 0.857 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.277 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000441008600003.

25. ŠKULCOVÁ, Andrea - MAJOVÁ, Veronika - DUBAJ, Tibor - JABLONSKÝ, Michal. Physical properties and thermal behavior of novel ternary green solvents. In *Journal of Molecular Liquids*. Vol. 287, (2019), s. 10991-10991. ISSN 0167-7322 (2019: 5.065 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.883 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.molliq.2019.110991 ; CC: 000475998500059.

ADE Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch. Počet publikácií: 7

1. HÁZ, Aleš - STRIŽINCOVÁ, Petra - MAJOVÁ, Veronika - ŠKULCOVÁ, Andrea - ŠURINA, Igor - JABLONSKÝ, Michal. Content of Phenolic Hydroxyl Groups In Lignin: Characterisation

- of 23 Isolated Non-Wood Lignin With Various Acids. In International Journal of Recent Scientific Research. Vol. 7, iss. 6 (2016), s. 11547-11551. ISSN 0976-3031.
2. HÁZ, Aleš - STRIŽINCOVÁ, Petra - MAJOVÁ, Veronika - ŠKULCOVÁ, Andrea - JABLONSKÝ, Michal. Thermal stability of selected deep eutectic solvents. In International Journal of Recent Scientific Research. Vol. 7, iss. 11 (2016), s. 14441-14444. ISSN 0976-3031.
3. JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš. Characterization of lignins precipitated with nitric and hydrochloric acid. In International Journal of Recent Scientific Research. Vol. 7, iss. 3 (2016), s. 9177-9180. ISSN 0976-3031.
4. JABLONSKÝ, Michal - NOSALOVÁ, Jaroslava - HÁZ, Aleš - ŠKULCOVÁ, Andrea - KREPS, František - ROMERO, Ana Malvis - ŠURINA, Igor. Phytochemical analysis of picea abies bark obtained accelerated solvent extraction. In International Journal of Recent Scientific Research. Vol. 8, iss. 3 (2017), s. 16075-16079. ISSN 0976-3031.
5. STRIŽINCOVÁ, Petra - JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš - ŠIMA, Jozef. Chemical composition of Lavender (*Lavandula int. Grosso*) extracts obtained by Accelerated Solvent Extraction. In International Journal of Scientific & Engineering Research. Vol. 10, iss. 10 (2019), s. 867- 871. ISSN 2229-5518.
6. ŠKULCOVÁ, Andrea - JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš - VRŠKA, Milan. Pretreatment of wheat straw using deep eutectic solvents and ultrasound = Wstępna obróbka słomy pszenicznej rozpuszczalnikami eutektycznymi i ultradźwiękami. In Przegląd Papierniczy. iss. 4 (2016), s. 1-5. ISSN 0033-2291 (2016: 0.188 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.15199/54.2016.4.2.
7. ŠKULCOVÁ, Andrea - MAJOVÁ, Veronika - HÁZ, Aleš - KREPS, František - RUSS, Albert - JABLONSKÝ, Michal. Long-term isothermal stability of deep eutectic solvents based on choline chloride with malonic or lactic or tartaric acid. In International Journal of Recent Scientific Research. Vol. 8, iss. 7 (2017), s. 2249-2252. ISSN 0976-3031.
- ADM Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS. Počet publikácií: 6
1. HÁZ, Aleš - JABLONSKÝ, Michal - MAJOVÁ, Veronika - ŠKULCOVÁ, Andrea - STRIŽINCOVÁ, Petra. Comparison of different extraction methods for the extraction of total phenolic compounds from spruce bark. In Journal of Hygienic Engineering and Design. Vol. 22, (2018), s. 72-75. ISSN 1857-8489 (2018: 0.160 - SJR, Q4 - SJR Best Q).
2. JABLONSKÝ, Michal - MAJOVÁ, Veronika - ŠKULCOVÁ, Andrea - HÁZ, Aleš. Delignification of pulp using deep eutectic solvents. In Journal of Hygienic Engineering and Design. Vol. 22, (2018), s. 76-81. ISSN 1857-8489 (2018: 0.160 - SJR, Q4 - SJR Best Q).
3. JABLONSKÝ, Michal - ŠKULCOVÁ, Andrea - MAJOVÁ, Veronika - ŠIMA, Jozef. Swelling properties of pulp treated with deep eutectic solvents. In *Drewno. Wood*. Vol. 61, iss. 202 (2018), s. 153-164. ISSN 1644-3985 (2018: 0.857 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.324 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.12841/wood.1644-3985.266.08 ; WOS: 000454435100011.
4. JABLONSKÝ, Michal - HÁZ, Aleš - SLÁDKOVÁ, Alexandra - STRIŽINCOVÁ, Petra - ŠKULCOVÁ, Andrea - MAJOVÁ, Veronika - JABLONSKÝ, Jozef. Nutraceuticals as phenolic bioactive compounds analysis of softwood bark and their possibilities of industry applications. In Journal of Hygienic Engineering and Design. Vol. 26, (2019), s. 93-99. ISSN 1857-8489 (2019: 0.165 - SJR, Q4 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85063634202.
5. MAJOVÁ, Veronika - JABLONSKÝ, Michal - ŠKULCOVÁ, Andrea - ONDRIGOVÁ, Katarína. Delignification of pulp with two ternary deep eutectic solvents: Urea-acetamide-glycerol and malic acid-proline-lactic acid. In Journal of Hygienic Engineering and Design. Vol. 26, (2019), s. 76-80. ISSN 1857-8489 (2019: 0.165 - SJR, Q4 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85063640133.
6. MALVIS, Ana - ŠIMON, Peter - DUBAJ, Tibor - SLÁDKOVÁ, Alexandra - HÁZ, Aleš - JABLONSKÝ, Michal - SEKRETÁR, Stanislav - SCHMIDT, Štefan - KREPS, František - BURČOVÁ, Zuzana - HODAIFA, Gassan - ŠURINA, Igor. Determination of the Thermal Oxidation Stability and the Kinetic Parameters of Commercial Extra Virgin Olive Oils from Different Varieties. In Journal of Chemistry. Vol. 2019, (2019), s. 1-8. ISSN 2090-9063 (2019: 1.790 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.332 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1155/2019/4567973 ; WOS: 000461663400001.

## Uplatnenie výsledkov projektu

1/ Riešenie projektu APVV-15-0052 a jeho význam pre oblasť vedy a výskumu:

Výsledky riešenia projektu rozšírili vedecké poznatky o základných fyzikálno-chemických vlastnostiach hlboko eutektických rozpúšťadiel (DES) a zmesí s nízkym prechodom teplôt. Viac ako 80 rôznych typov DES bolo aplikované na rôzne typy zdrojov biomasy (drevo, jednoroké rastliny, slama) s cieľom zabezpečiť dostatočné odstránenie lignínu a získať tak vlákna pre celulózo-papierenský priemysel. Projekt priniesol aj významné výsledky z hľadiska aplikácie DES na post-delignifikáciu vlákien a potvrdilo sa, že aplikácia DES môže byť konkurenčným procesom ku kyslíkovej delignifikácii v procese výroby vlákien v celulózo-papierenskom priemysle. Výsledky projektu tiež poskytli významné výsledky v oblasti aplikácie DES na extrakciu látok s odpadovej biomasy (smrekovej kôry). DES extrakcia umožňuje získavať extrakty, ktoré majú vysoké antioxidačné vlastnosti a mohli by byť uplatnené v oblasti medicíny.

Výsledky riešenia projektu sa zverejnili v 68 publikačných výstupoch: v 25 Current Contents publikáciách: 2 (2016), 5 (2017), 6 (2018), 9 (2019), 3 (2020), v 5 recenzovaných publikáciách: 3 (2018), 2 (2019) a v 38 nerecenzovaných publikáciách: 6 (2016), 11 (2017), 9 (2018), 5 (2019), 7 (2020).

Diseminácia výsledkov riešenia projektu zvýšila kredit pracoviska a aj riešiteľského kolektívu. Publikované výsledky riešenia projektu boli citované vo viac ako 150 prácach najmä zahraničných časopisoch.

Riešením projektu sa pracovisko dostalo do povedomia aj v zahraničných kruhoch a zároveň to pomohlo k nadviazaniu spolupráce so zahraničnými pracoviskami.

Významným výsledkom riešenia projektu je aj interdisciplinárna spolupráca s viacerými pracoviskami a odborníkmi.

Interdisciplinárna spolupráca a nadviazanie spolupráce s ďalšími odborníkmi rôznych oblastí umožnilo aj zlepšiť proces podávania (16x) ale aj získavania projektov (5x), či už na Slovenskej alebo medzinárodnej vedeckej scéne.

2/ Riešenie projektu APVV-15-0052 a jeho význam pre oblasť vzdelávania: Výsledky riešenia projektu sa implementovali do vzdelávacieho procesu v I., II. a III. stupni vzdelávania na Fakulte chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave.

Na riešení projektu sa podieľali aj študenti a doktorandi. V priebehu realizácie projektu sa riešilo 6 diplomových a 3 dizertačné práce, a 3 doktorandi úspešne ukončili štúdium.

Výsledky projektu a ich diseminácia formou publikácií prispeli ku zvyšovaniu vedeckej a pedagogickej kvalifikácie najmä mladých vedeckých pracovníkov. Riešením projektu sa zabezpečil vzdelanostný rast pracovníkov najmä v oblasti aplikácie nových typov zelených rozpúšťadiel, do ktorých patrí aj oblasť použitia hlboko eutektických rozpúšťadiel.

Výsledky riešenia ale aj nadobudnuté poznatky o aplikácii hlboko eutektických rozpúšťadiel sa začlenili do pedagogického procesu z hľadiska predmetov ako Obnoviteľné zdroje a materiály, Špecializované laboratórne cvičenia pre bakalárske štúdium, Chemické spracovanie rastlinných surovín, Technológia výroby buničín a predmet Biotechnologické polyméry.

3/ Riešenie projektu APVV-15-0052 a jeho význam pre oblasť priemyslu:

Projekt bol realizovaný v súlade s cieľmi a zameraním výskumu EU, dával si za cieľ študovať nové prelomové technológie, medzi ktoré patria aj technológie s použitím eutektických rozpúšťadiel. Tieto technológie by mali byť dostupné už v roku 2030, aby sa podľa prognóz mohli v roku 2050 začať naplno využívať aj v priemysle.

Výsledky riešenia projektu prispeli k rozšíreniu poznatkov aplikácie DES v oblasti delignifikácie dreva, slamy a jednorokých rastlín. Pričom výsledky projektu ukázali, že v prípade dreva je možné dosiahnuť dostatočnú impregnáciu aj štiepok, a umožňuje to produkovať chemicko-termicko-mechanickú buničinu. Na základe týchto výsledkov je možné uvažovať o možnostiach využitia aplikácie týchto DES systémov v procese získavania vlákien/buničiny pre celulózo-papierenský priemysel.

V prípade DES delignifikácie je možné nahradiť klasické delignifikačné postupy (napr. nátronový) získavania vlákien z jednorokých rastlín (konope).

Okrem toho sa ukázalo, že DES delignifikácia vlákien môže byť alternatívou ku kyslíkovej delignifikácii v procese výroby vlákien v celulózo-papierenskom priemysle.

Významným výsledkom je aj možnosť extrakcie látok s použitím DES ako nových spôsobov získavania látok s pridanou hodnotou (oblasť potravinárstva, farmácie, celulózo-papierenský priemysel, spracovatelia drevnej hmoty). Extrakcia pomocou DES je vhodná na

získanie obohateného rozpúšťadla s látkami, ktoré majú antioxidačné vlastnosti. Extrakt by sa používal ako sirup, alebo ako doplnok výživy s antioxidantmi, a bol by vhodný na priamu konzumáciu alebo ako prípravok na pokožku, vlasy a pod. Tento postup získavania látok s pridanou hodnotou z odpadovej biomasy by teda znížil množstvo vytvoreného odpadu, a mohol by byť nákladovo efektívnou metódou na izoláciu látok s pridanou hodnotou z lesného hospodárstva alebo zo spracovania agropotravinárskych zvyškov.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Cieľom projektu „Fracionácia lignocelulózových surovín s eutektickými rozpúšťadlami“ bol výskum nových spôsobov fracionácie lignocelulózových surovín a poľnohospodárskych, lesných a pôdohospodárskych odpadov biomasy na základné zložky. Chemická a fyzikálna charakterizácia zložiek fracionácie s použitím známych alebo nami navrhnutých hlboko eutektických rozpúšťadiel (DES) alebo zmesí s nízkym prechodom teplôt.

V rámci riešenia úlohy sa pripravilo viac ako 80 rôznych typov zmesí s nízkym prechodom teplôt a eutektických rozpúšťadiel. Boli pripravené dvojzložkové ale aj trojzložkové zmesi rozpúšťadiel, ktoré boli charakterizované pomocou základných parametrov ako je viskozita, hustota, index lomu, vodivosť a kyslosť/zásaditosť. U všetkých skúmaných typov rozpúšťadiel sa potvrdilo, že so zvyšujúcou sa teplotou dochádza k poklesu viskozity, a hustoty, čo je dôležité z hľadiska ich aplikácie do substrátu lignocelulózovej biomasy (penetrácia do bunecnej hmoty biomasy). Na zvýšenie procesu penetrácie sa časť výskumu orientovala na prípravu a charakterizáciu vlastností trojzložkových rozpúšťadiel, vzhľadom k tomu, že treťou zložkou je možné docieľiť požadovanú zmenu viskozity alebo hustoty pripravených DES.

Hlavným výsledkom riešenia je, že DES rôznych typov ale najmä DES obsahujúce cholin chlorid a kyselinu mliečnu v rôznych molárnych pomeroch sú vhodné:

- 1) na delignifikáciu lignocelulózových substrátov za účelom získania vlákien,
- 2) na post-delignifikáciu vlákien, teda môžu byť konkurenčným procesom ku kyslíkovej delignifikácii v procese výroby vlákien v celulózo-papierenskom priemysle
- 3) môžu byť použité na získavanie látok s pridanou hodnotou z odpadovej biomasy, najmä z kôry (smreková kôra), ktorá vzniká v procese spracovania drevnej hmoty v celulózo-papierenskom priemysle, nábytkárskom priemysle

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

The aim of the project "Fractionation of lignocellulosic raw materials with deep eutectic solvents" was to research new methods of fractionation of lignocellulosic raw materials and agricultural, forestry and agricultural biomass wastes using known or our proposed deep eutectic solvents (DES) or low-temperature mixtures. More than 80 different types of low-temperature mixtures and eutectic solvents were prepared as part of the task. Two-component as well as three-component solvent mixtures were prepared, which were characterized by basic parameters such as viscosity, density, refractive index, conductivity and acidity/alkalinity. For all types of solvents examined, it was confirmed that with increasing temperature there is a decrease in viscosity and density, which is essential for their application to the substrate of lignocellulosic biomass (penetration into the cell mass of biomass). To increase the penetration process, part of the research focused on the preparation and characterization of three-component solvents' properties, given that the third component can achieve the desired change in viscosity or density of the prepared DES.

The main result of the solution is that DES of different types, but especially DES containing choline chloride and lactic acid in different molar ratios are suitable:

- 1) for delignification of lignocellulosic substrates in order to obtain fibers,
- 2) for post-delignification of fibers, they can be a competitive process for oxygen delignification in the process of fiber production in the pulp and paper industry
- 3) can be used to recover value-added substances from waste biomass, mainly from bark (spruce bark), which arises in the process of wood processing in the pulp and paper industry, furniture industry