



Chemické zpracování lignocelulózových materiálů

Kateřina Hájková



Czech University
of Life Sciences Prague

University full of life

Lignocelulózová biomasa

2

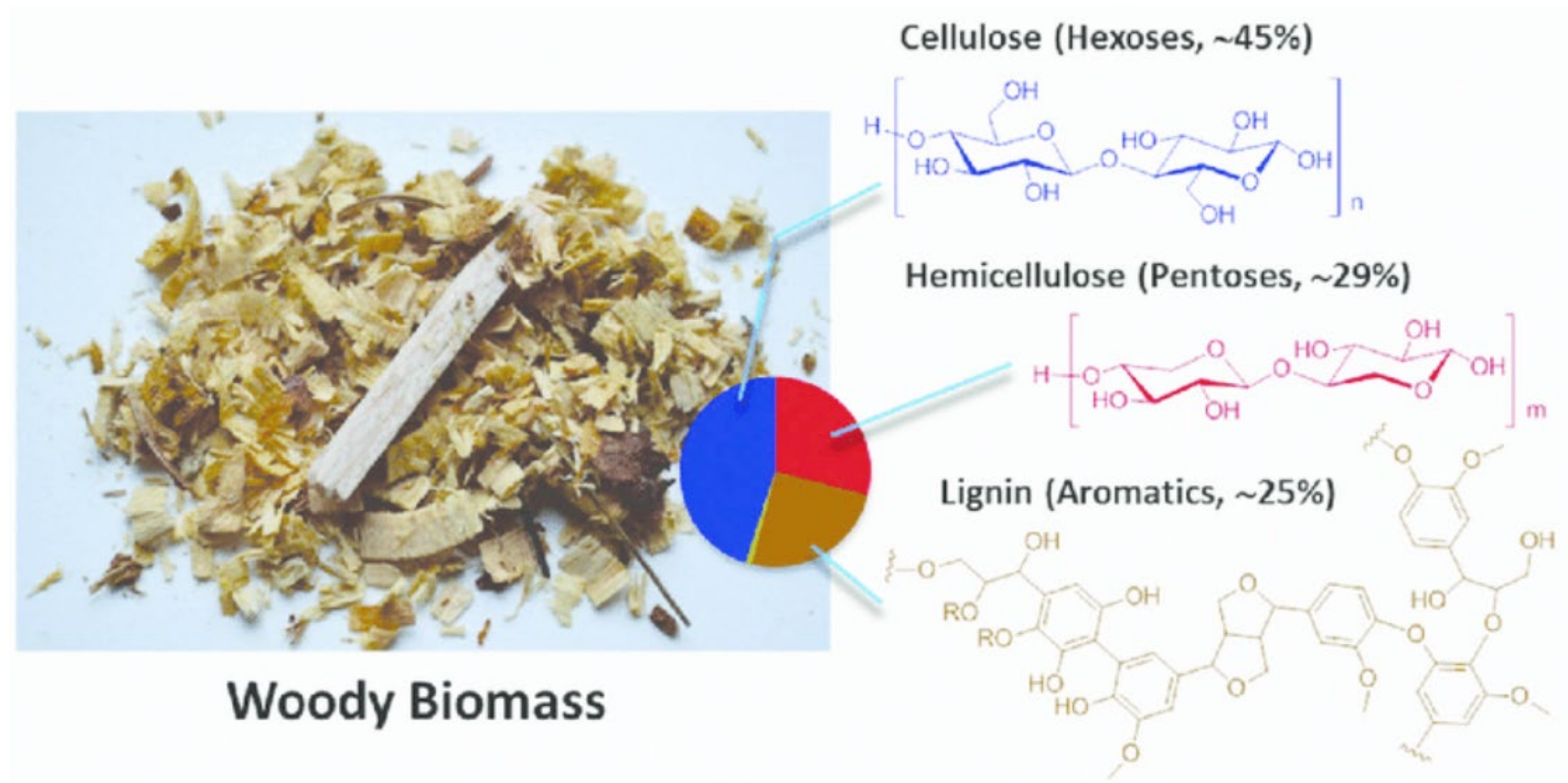


- dřevo, piliny, sláma
- obnovitelný zdroj
- velké množství odpadu

Struktura lignocelulózy

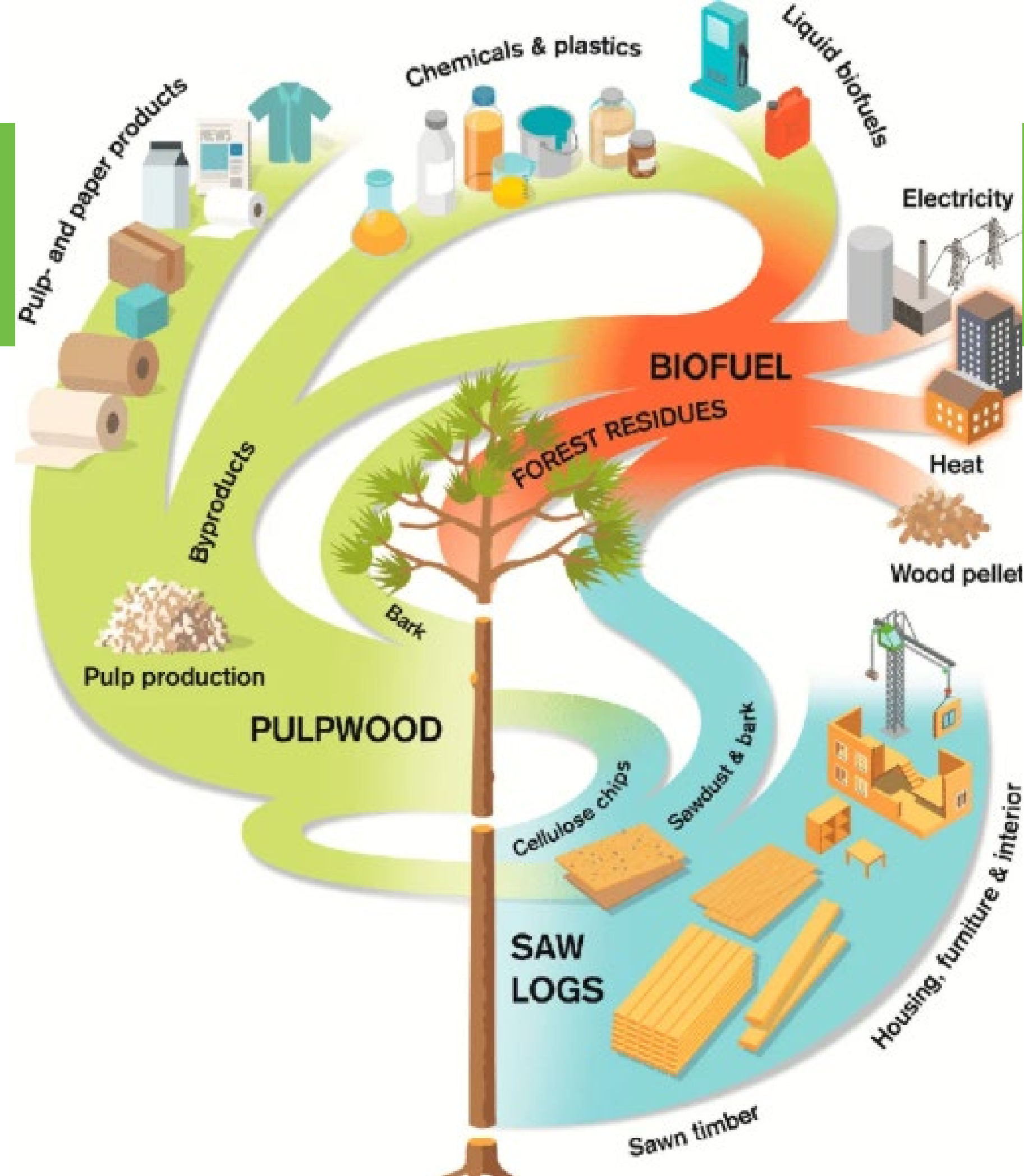
3

CELULÓZA
HEMICELULÓZY
LIGNIN



Cíl chemického zpracování

- Více produktů z jedné suroviny
- Minimalizace odpadu
- Cirkulární ekonomika



Výroba papíru

5

Způsob získávání vlákniny

- Mechanická metoda
- Chemická metoda
- Chemicko-mechanická metoda



Výroba papíru

6

Agro-residua jako surovina

- Alternativa k dřevní surovině
- Chemický způsob získání vlákniny z agro-residuí
- Srovnatelné mechanické vlastnosti
- Udržitelná výroba papíru

Výroba papíru

Hájková, K., Jurczyková, T., Filipi, M., Bouček, J. (2023). Chemical pulp from corn stalks. *Biotechnology Reports*, 37, e00786.

Hájková, K.; Holeček, T.; Filipi, M.; Bárta, J.; Sikora, A.; Özkan, U. (2025). Production and properties of particleboard and paper from waste poppy straw. *Scientific Reports*, 15(1), 339.

7

Agro-residua jako surovina

■ Dosažené výsledky u makové a kukuřičné slámy

Buničina	Tržná délka, km	Relativní prodloužení, %	Pevnost v tahu, n·m·g ⁻¹	Pevnost v průtlaku, kPa
Dusičnano-alkalická kukuřičná	0.52	1.54	5.06	112.66
Natronová kukuřičná	5.42	3.42	83.16	257.18
Dusičnano-alkalická maková	4.69	1.77	45.95	202.22
Natronová maková	5.37	2.17	52.71	234.12
Recyklovaný kraft	2.98	–	60.70	159.00

Výroba papíru

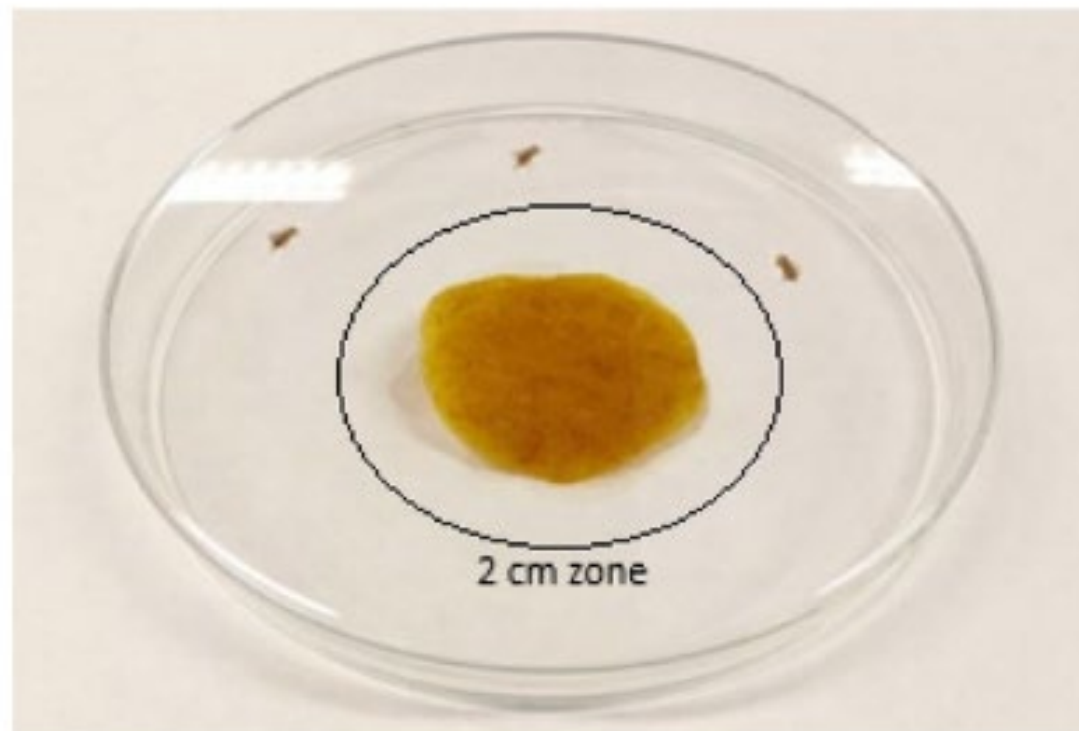
Hájková, K., Bouček, J., Procházka, P., Kalous, P., Budský, D. (2021). Nitrate-Alkaline Pulp from Non-Wood Plants. *Materials*, 14(13), 1–11.

Hájková, K.; Bárta, J.; Holeček, T.; Filipi, M.; Synek, J. (2026). Lavender Paper: A Sustainable Alternative for Pulp Production. *AppliedChem* 6(1), 11.

8

Agro-residua jako surovina

- Dosažené výsledky u lničky, hořčice a levandule



Vzorek	Levandule		Len	
	Hmyz v zóně	Reakce	Hmyz v zóně	Reakce
Buničina	80.95	2	92.86	2
Buničina + 1 % levandulový květ	45.23	1	78.57	2
Buničina + 5 % levandulový květ	7.14	0	11.90	0
Buničina + 10 % levandulový olej	4.76	0	11.90	0
Buničina + 1 % levandulový květ + 10 % levandulový olej	26.19	1	30.95	1
Buničina + 5 % levandulový květ + 10 % levandulový olej	0.00	0	7.14	0

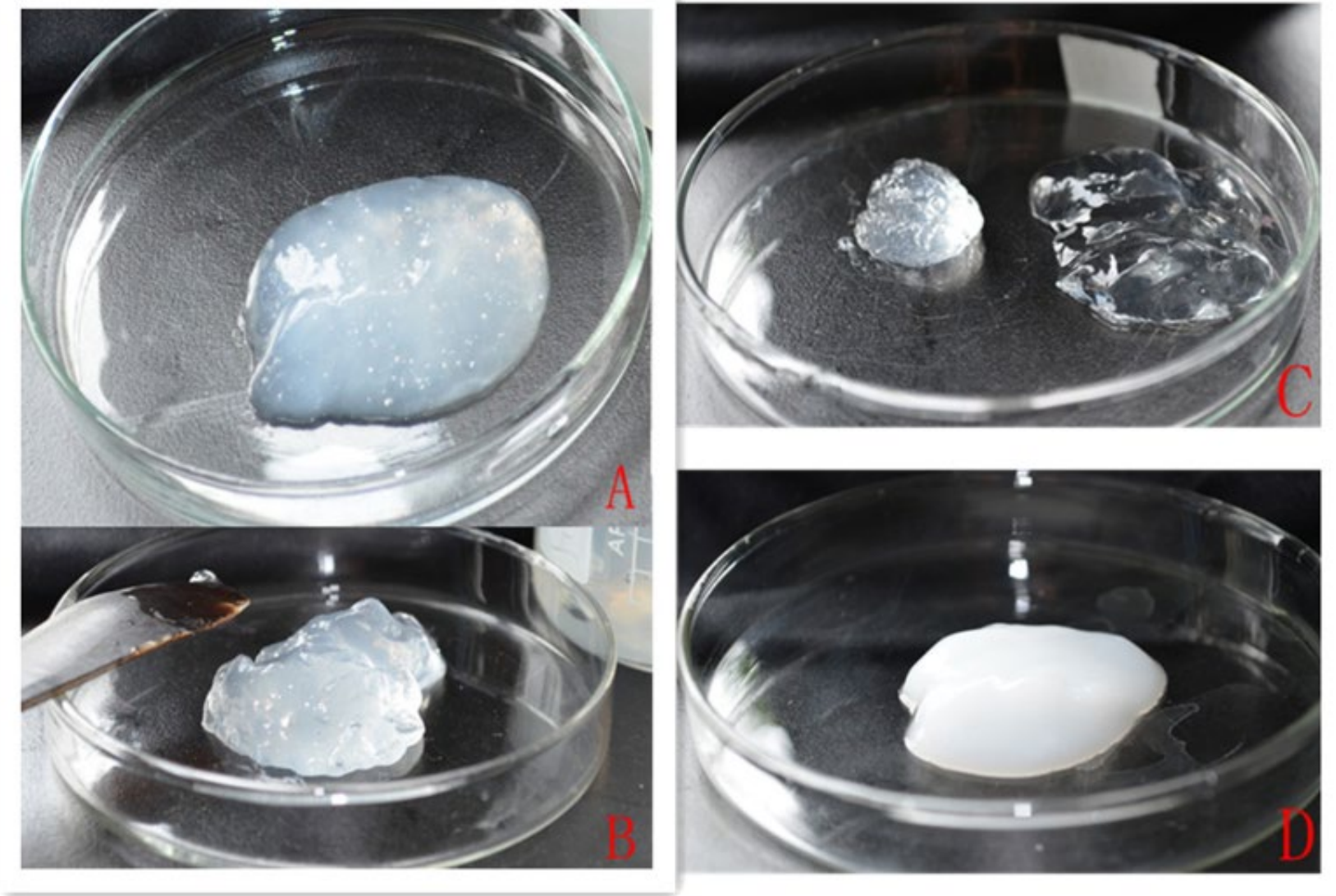
Buničina	Tržná délka, km	Relativní prodloužení, %	Pevnost v tahu, n·m·g ⁻¹
Lnička setá	3.66	1.12	35.83
Hořčice černá	7.16	2.31	40.16

Nanocelulóza

9

Nanocelulóza

- Pokročilý biomateriál
- Nano struktura celulózy
- Vysoká pevnost
- Velký specifický povrch



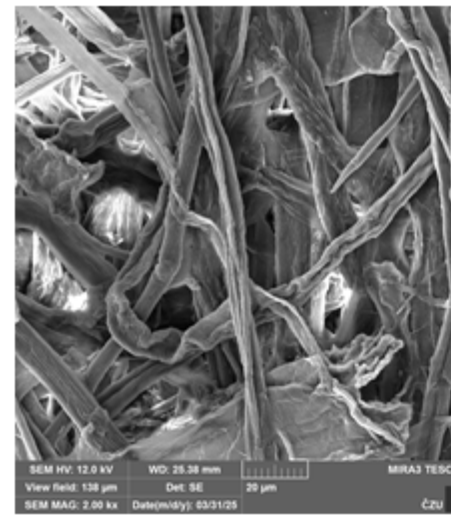
Nanocelulóza

Hájková, K.; Holeček, T.; Bárta, J.; Filipi M.; Skotnicová, I. (2025). Utilization of barley and wheat straw for the production of paper and nanocellulose solutions. *Nanocomposites* 11(1), 271–281.

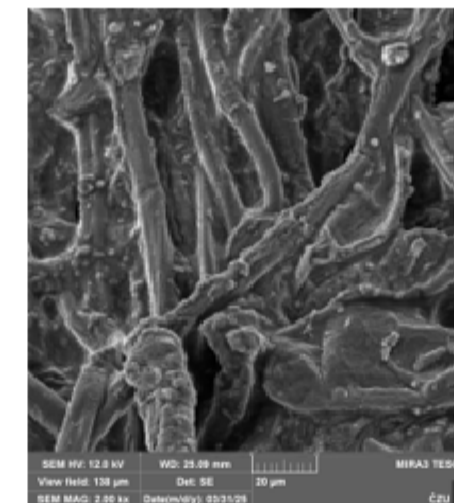
10

Nanocelulóza z agro-residuí

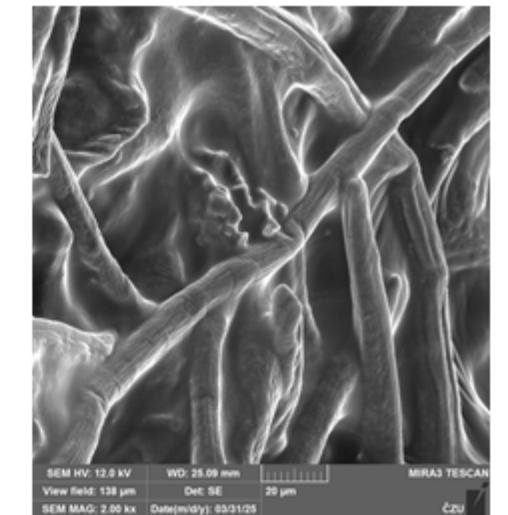
- Sláma (pšenice, ječmen)
- Alternativa ke dřevu
- Chemické zpracování
- Udržitelný zdroj



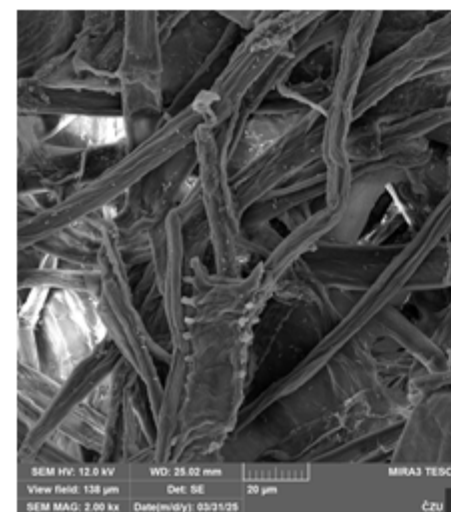
Ječmenná buničina



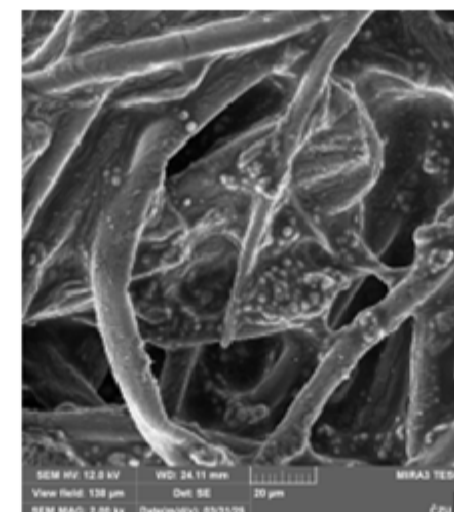
s nanovrstvou na bázi Cadoxenu



s nanovrstvou na bázi FeTNa



Pšeničná buničina



s nanovrstvou na bázi Cadoxenu



s nanovrstvou na bázi FeTNa

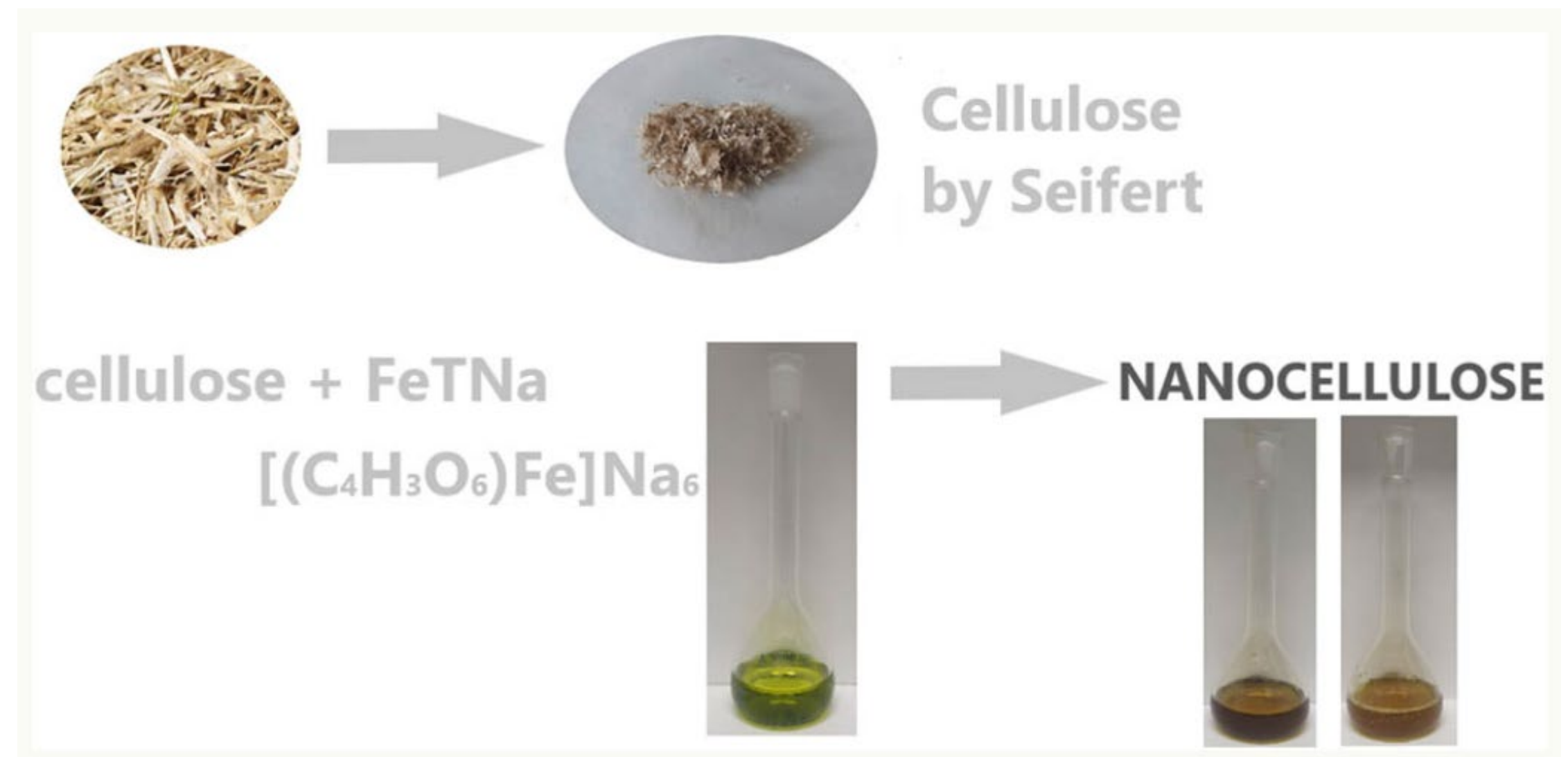
Nanocelulóza

Bárta, J.; Hájková, K.; Sikora, A. (2025). Nanocellulose solution based on iron(III) sodium tartrate complexes. *Nanotechnology Reviews* 14(1), 20250229.

11

Příprava nanocelulózy

- Chemická úprava celulózy
- Rozrušení struktury
- Kovové komplexy
- Stabilní roztoky zpracování



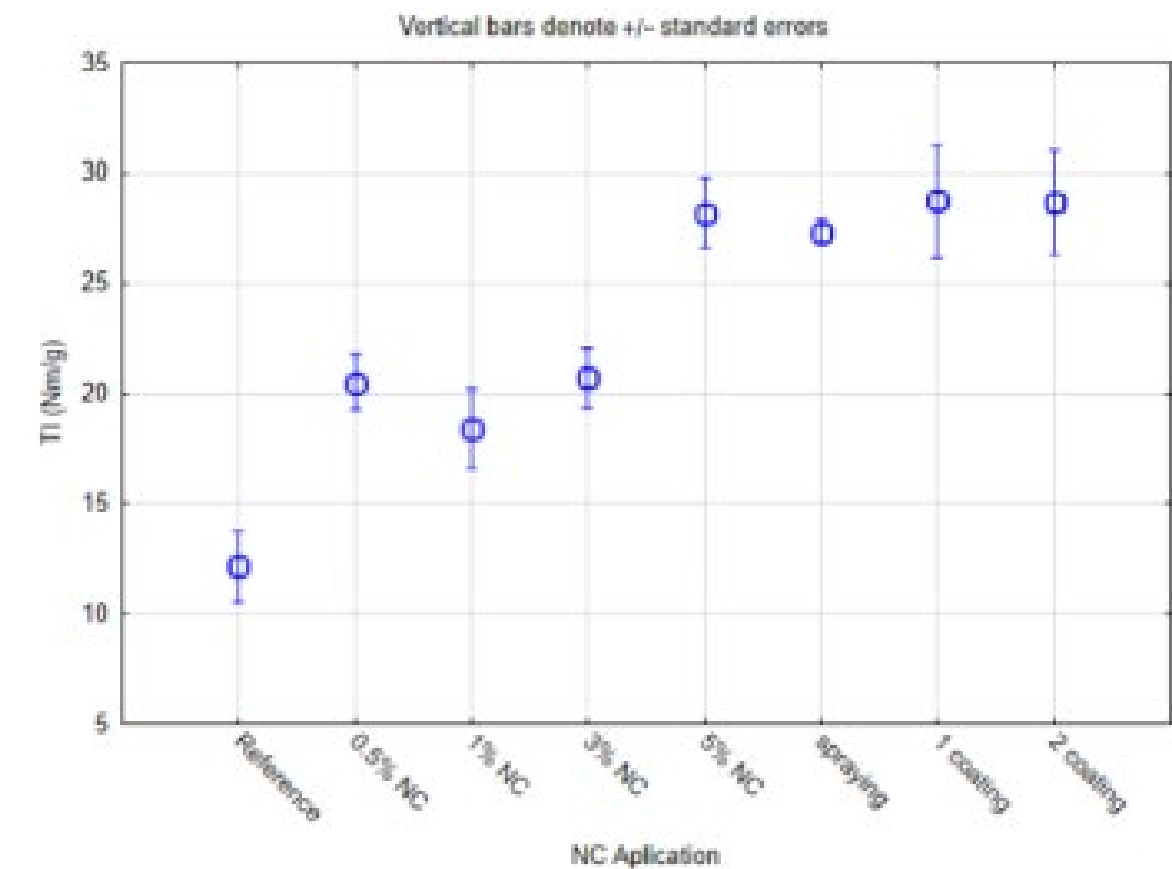
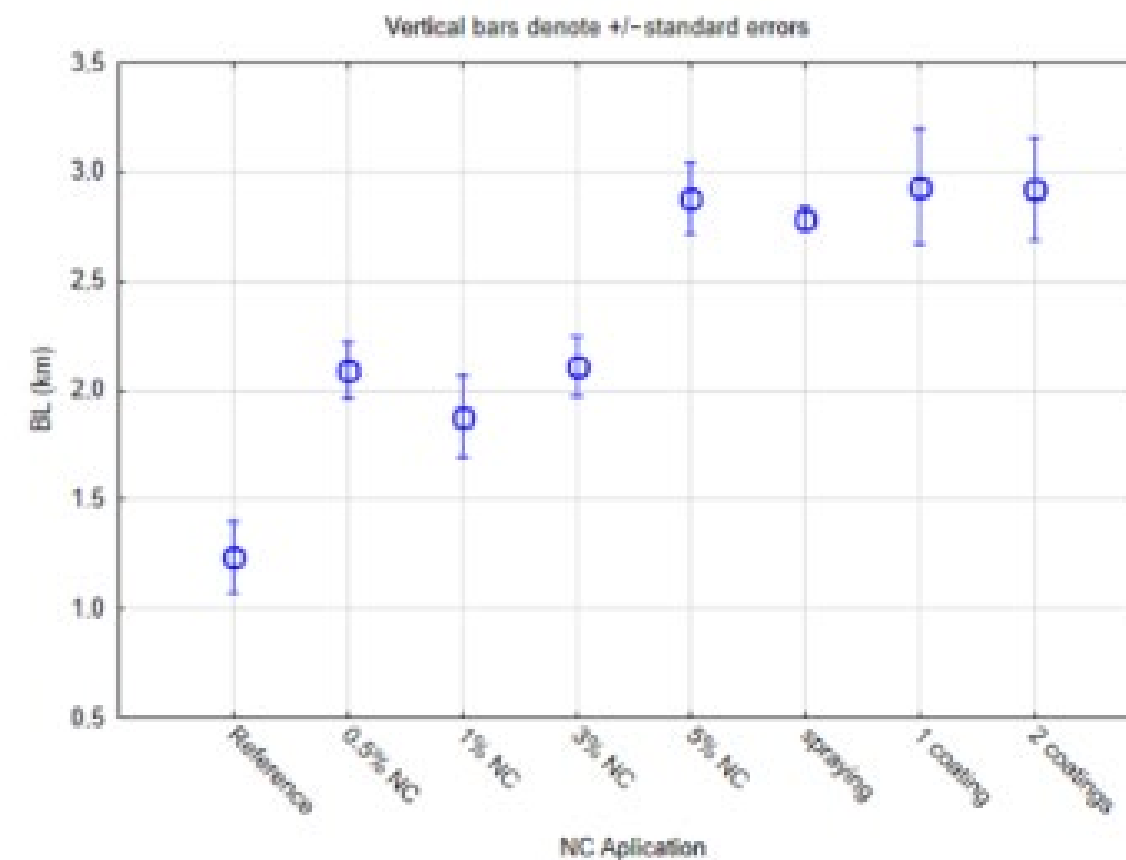
Nanocelulóza

Bárta, J., Hájková, K., Sikora, A., Jurczyková, T., Popelková, D., Kalous, P. (2024). Effect of a Nanocellulose Addition on the Mechanical Properties of Paper. *Polymers* 16(1),73.

12

Vlastnosti a aplikace

- Kompozity
- Papír
- Filtrace
- Biomedicína

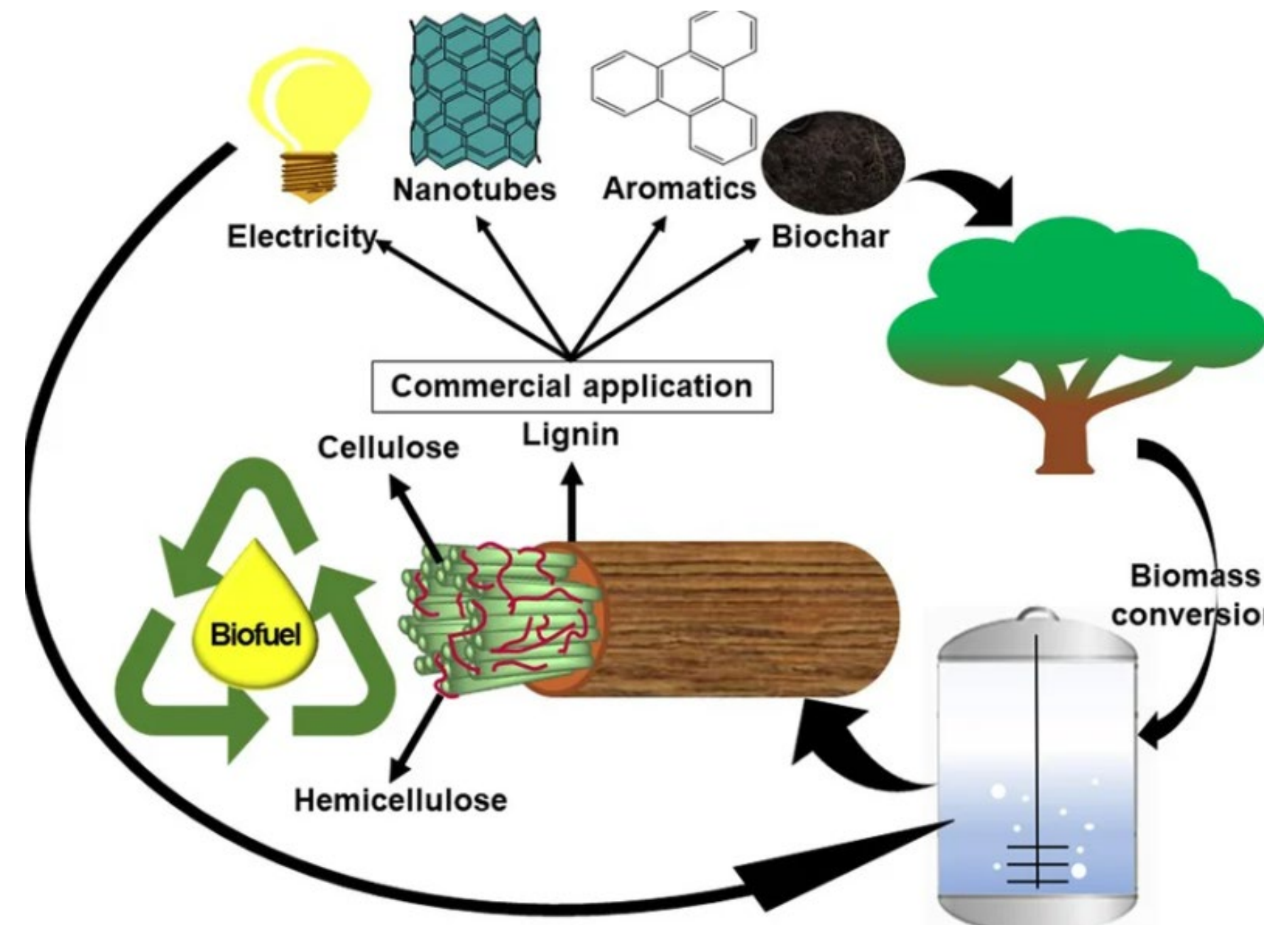


Lignin

13

Využití ligninu

- Vedlejší produkt (černý louh)
- Vysoký potenciál využití
- Náhrada syntetických materiálů
- Biopolymery a kompozity



Lignin

14

Lignin jako součást pryskyřic

- Náhrada fenolu
- Lignin v PF pryskyřicích
- Zachování vlastností
- Snížení toxicity



Němec, M.; Hájková, K.; Hýsek, Š. (2023). Paper-Based Laminates Impregnated with a Hybrid Lignin-Phenol-Formaldehyde Resin. *Materials*, 16(7), 2669.

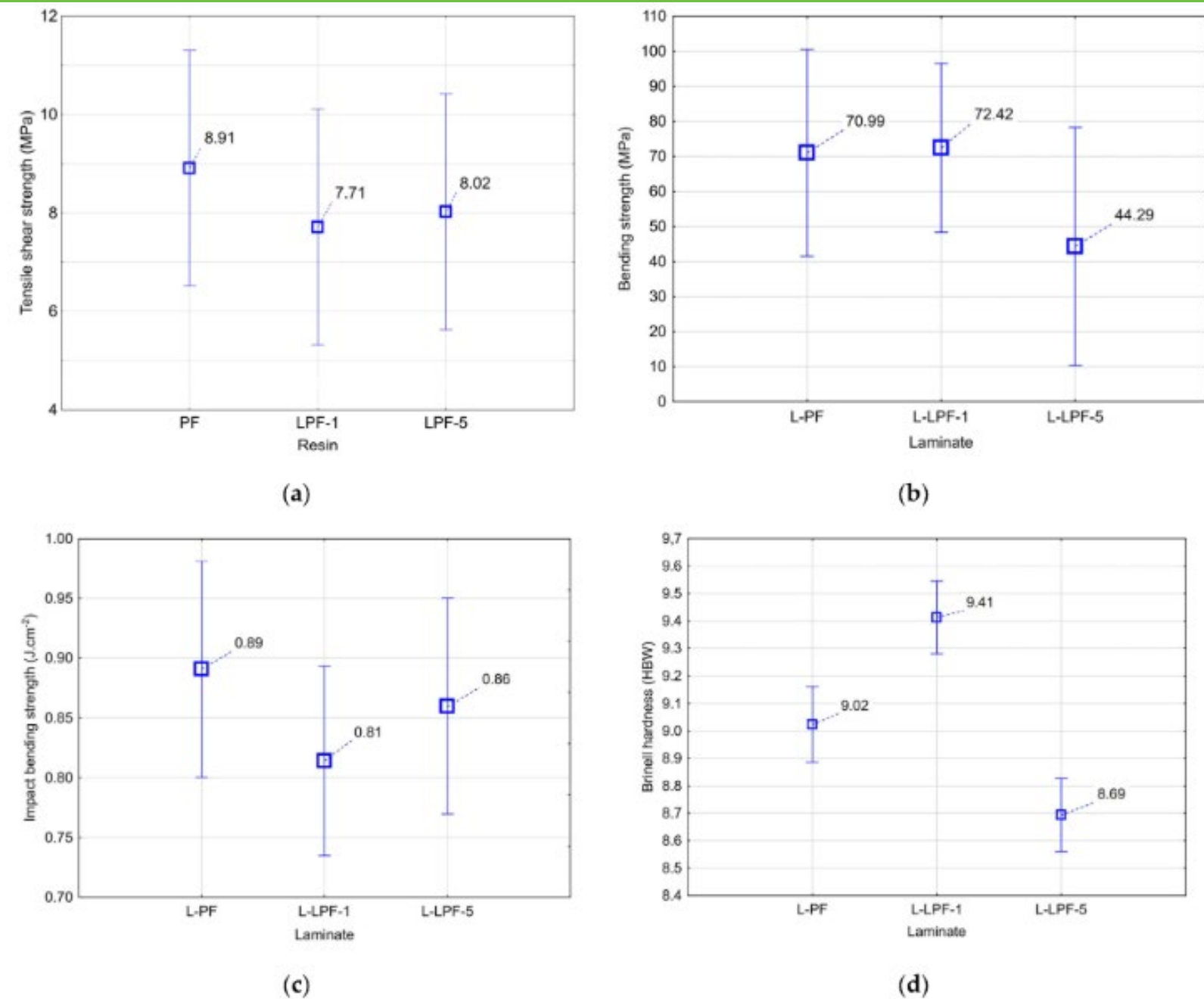


Figure 8. Influence of resin on (a) tensile shear strength, (b) bending strength, (c) impact bending strength, (d) Brinell hardness. Note: vertical bars represent 95% confidence intervals; *p*-values are presented in [Table 4](#).

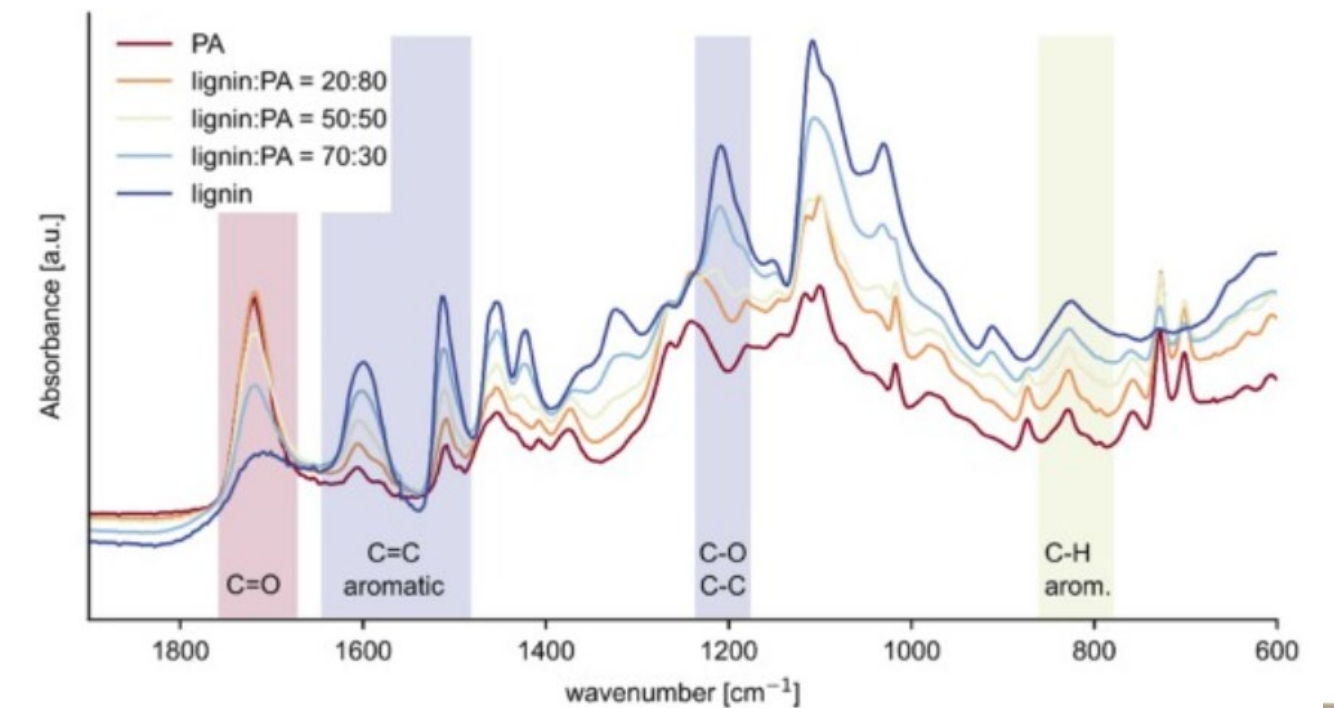
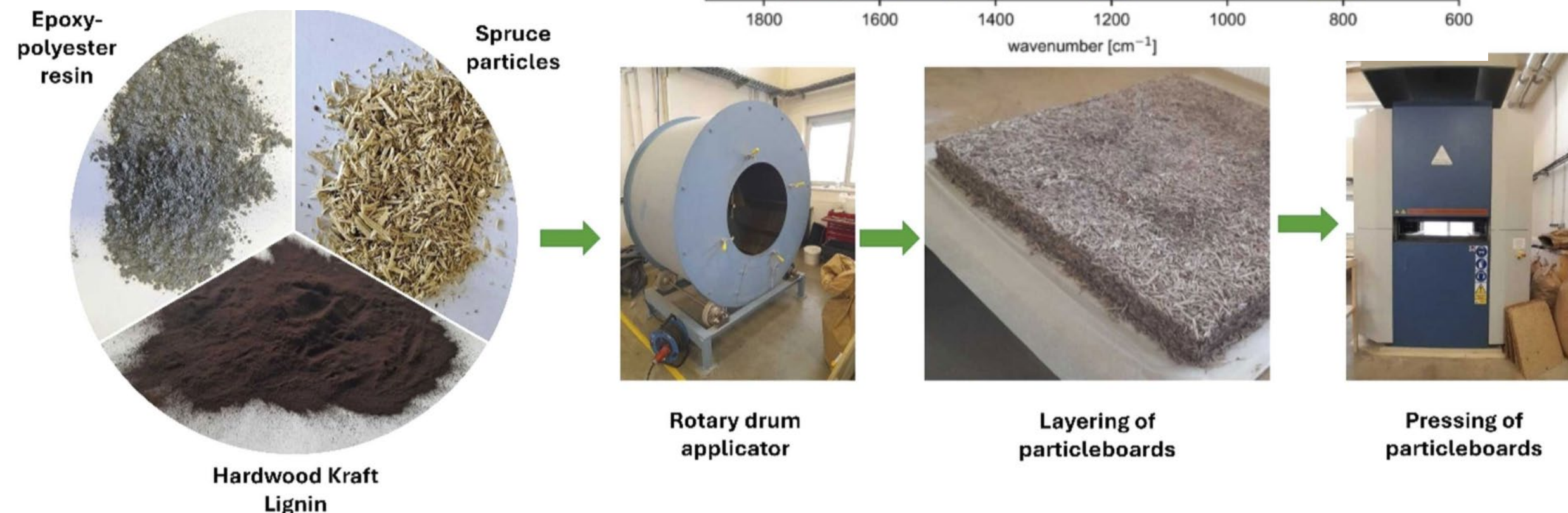
Lignin

Němec, M.; Janesch, J.; Sahula, L.; Hájková, K.; Pipíška, T.; Král, P.; Petržela, B.; Hýsek, Š. (2025). Development of an innovative powder adhesive based on epoxy-polyester and lignin for production of particleboards. *Case Studies in Construction Materials*, 23, e04985.

15

Lignin v lepidlech pro dřevotřísky

- Bio-based lepidla
- Epoxy–lignin systém
- Dřevotřískové desky
- Snížení formaldehydu



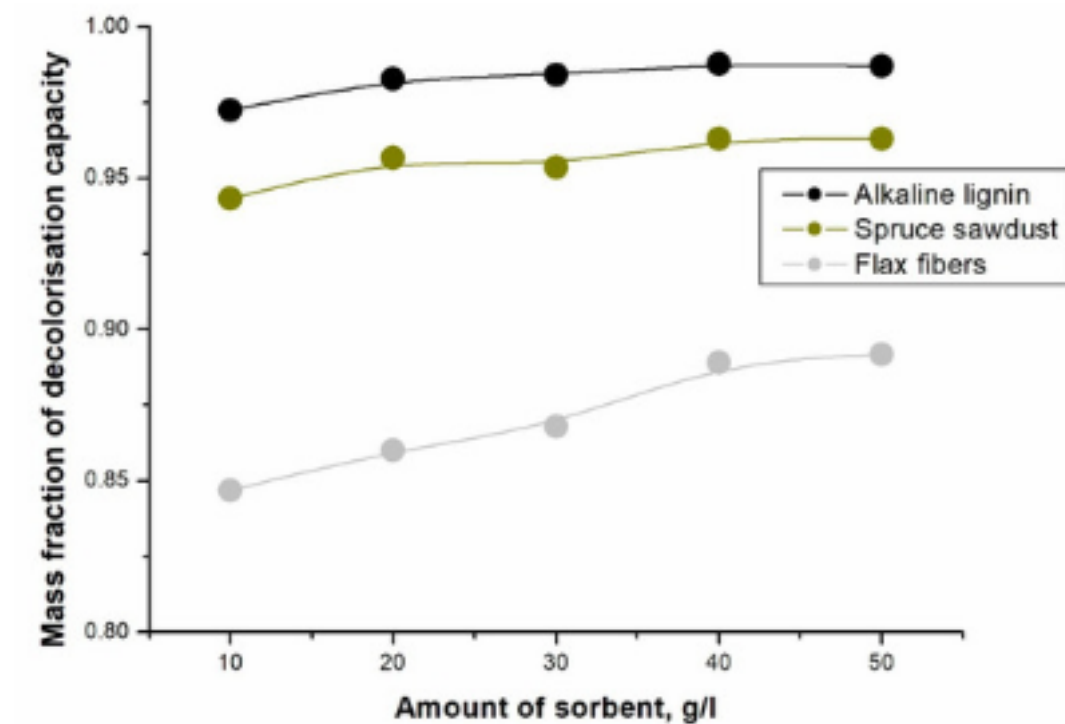
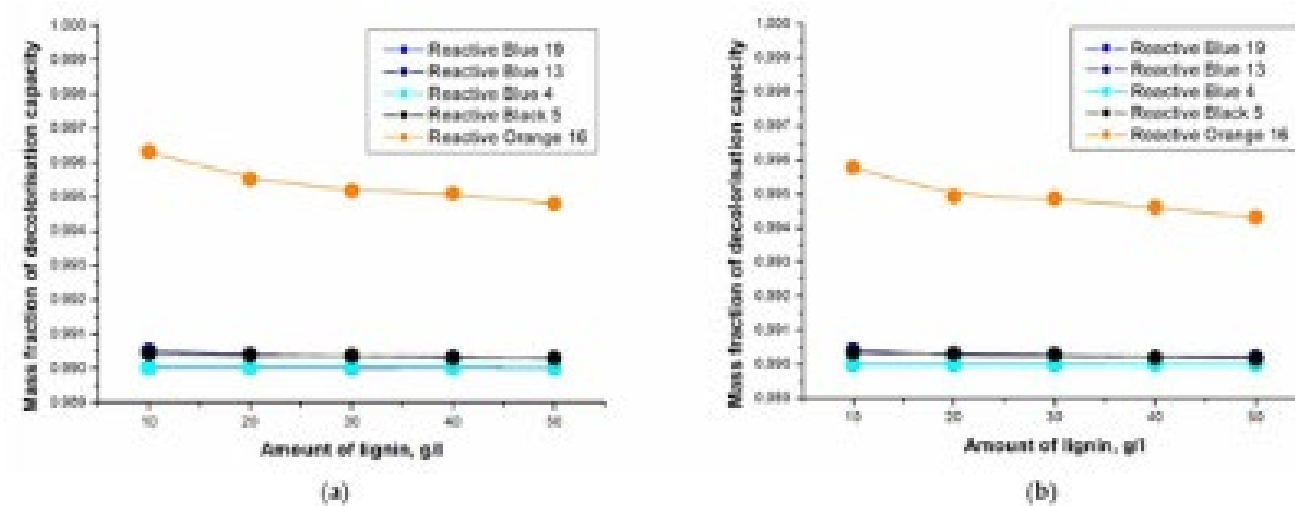
Lignin

16

Hájková, K., Filipi, M., Fojtík, R., Dorieh, A. (2023). Application of Alkali Lignin and Spruce Sawdust for the Effective Removal of Reactive Dyes from Model Wastewater. *Molecules* 28(10):4114.

Lignin jako sorbent

- Odstranění barviv z vody
- Kombinace s pilinami
- Environmentální aplikace

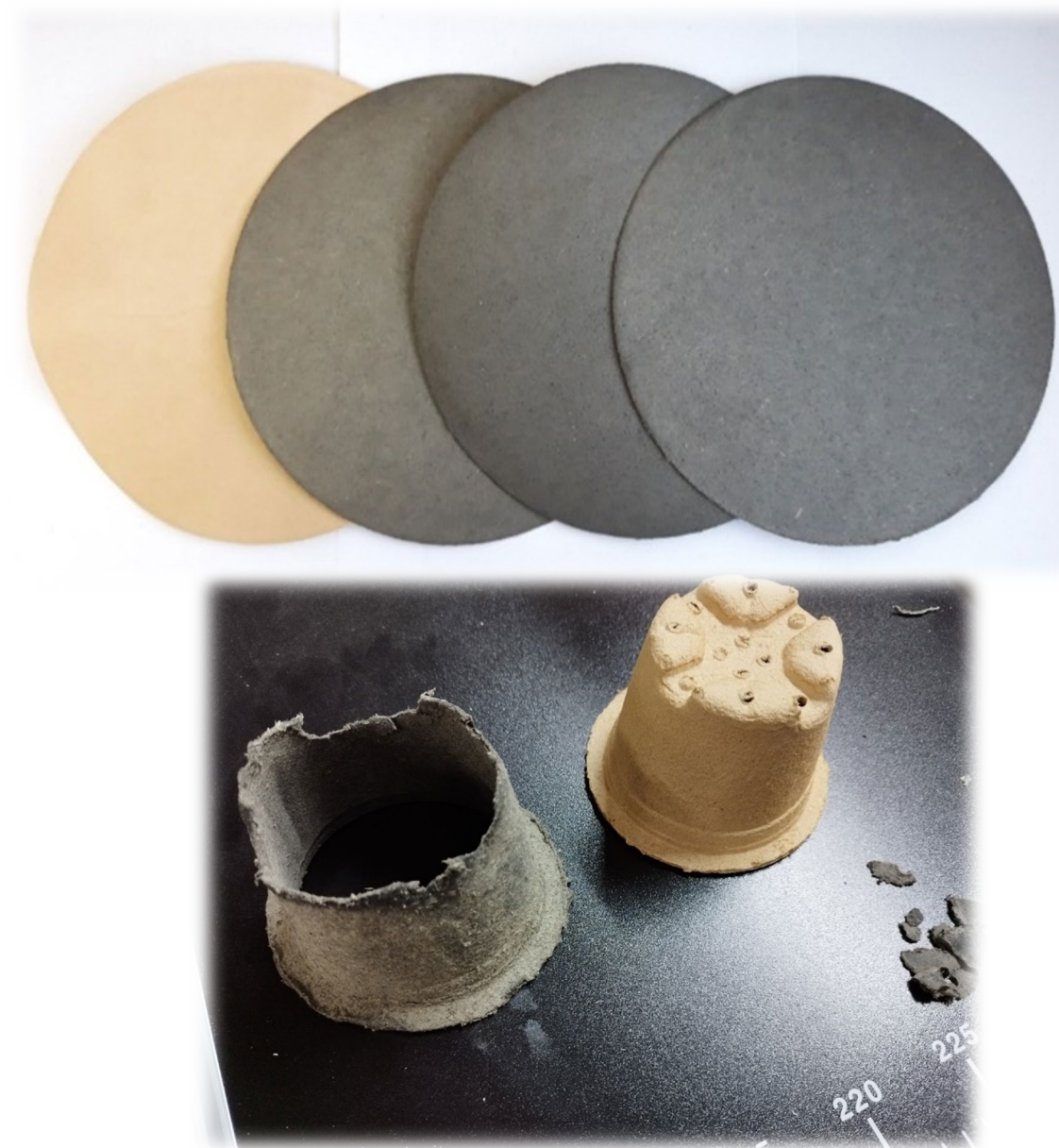


Sorbenty – směr výzkumu

17

European Patent (EP4342288)

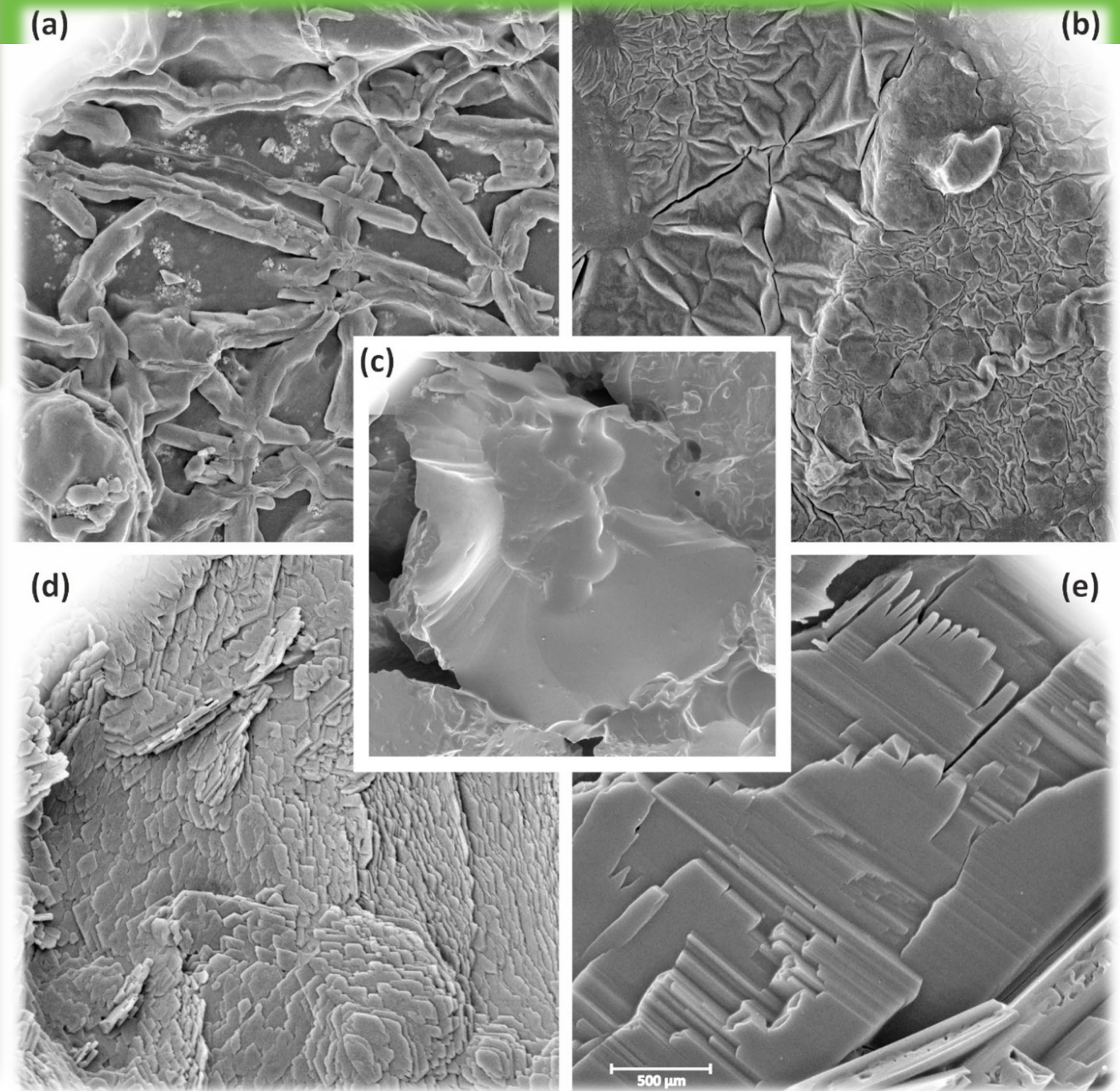
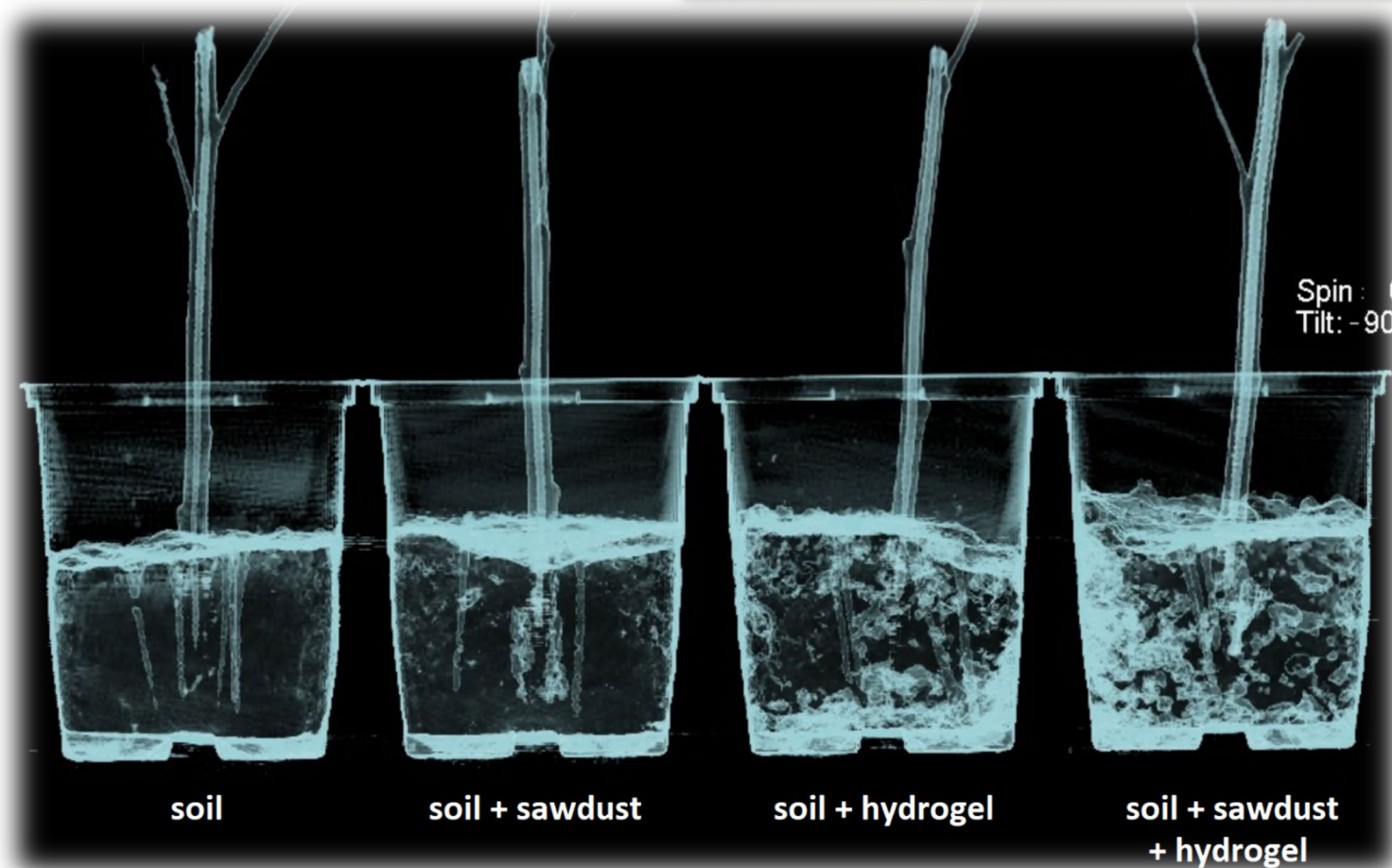
Biochar



Sorbenty – směr výzkumu

Hájková, K.; Tomášková, I.; Holeček, T.; Bittner, V.; Šenfeld, P.; Sikora, A.; Resnerová, K.; Turek, J.; Trombik, J.; Macků, J. (2025). Optimizing Soil Properties through Hydrogel and Sawdust Combinations for Better Plant Growth. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 189(1), 168–178.

Hydrogel



Sorbenty – směr výzkumu

Environmentální aplikace



**Thank you
for your attention**



**Czech University
of Life Sciences Prague**