

# Krátke vlákna z odpadových vôd papierenského priemyslu - potenciálna surovina na výrobu bioetanolu druhej generácie

Jarmila Puškelová , Štefan Boháček, Juraj Gigac,  
Mária Fišerová, Zuzana Brezániová, Andrej Pažitný,  
Michal Letko, Albert Russ

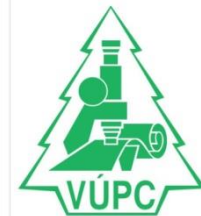
Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s., Lamačská 3,  
84104 Bratislava 4, Slovenská republika





# Bioetanol

- Možnosť využitia ako biopalivo
- Obnoviteľný, ekologický
- Menší vplyv na životné prostredie ako použitie fosílnych palív



# Bioetanol 1. generácie

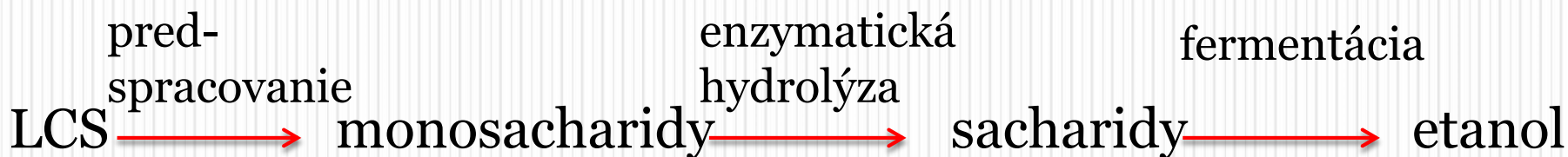
- Využívanie potravinárskych plodín najmä:
  - Kukuričných zrn,
  - Obilných zrn,
- Výroba zo škrobu a fermentovateľných cukrov





# Bioetanol 2. generácie

- Výroba zo zvyškov:
  - Poľnohospodárskych plodín
  - Zvyškov drevnej biomasy
  - Zberového papiera
  - Vlákňitých kalov
- Nutné  
predspracovanie
- Menší obsah hemicelilóz
- Obsahujú vysoký obsah  
celulózy s lepšou  
prístupnosťou pri  
hydrolýze.
- Výroba je technicky náročnejšia a drahšia

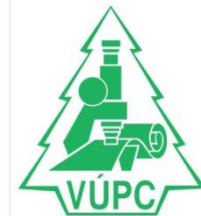




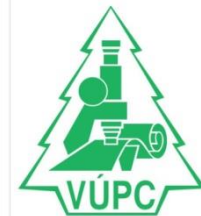
# Vláknité kaly

- **KV** → Krátke vlákna zo spracovania buničiny zo spracovania buničiny z papierne Metsa Tissue Slovakia s.r.o. Žilina, sušina 14,4%, pH 7,0
- **OVK** → Odpopolené vláknité kaly zo spracovania zberového papiera sušina 28,6%, pH 7,15. Bol pripravený z vláknitého kalu zo spracovania zberového papiera (Metsa Tissue Slovakia s.r.o.) prídavkom HCl za miešania a následným premývaním vodou.
- **VK** → Vlákňité kaly zo spracovania zberového papiera (Metsa Tissue Slovakia s.r.o. Žilina), sušina 48,5%, pH 7,6.

# Podmienky enzymatickej hydrolýzy



- Enzýmový preparát **Cellic CTec3** (aktivita 1 700 BHU/g produktu) od firmy Novozymes, Dánsko.
- Hmotnostná koncentrácia suroviny 12,5%
- Zanáška Cellic CTec3 v množstve 5%, 10% a 20% na obsah glukánu v surovine (20% zanáška Cellic CTec3 - maximálna akcesibilita celulózy v jednotlivých surovinách)
- Zanáška 0,02% azidu sodného ako biocídu
- Teplota 50 °C
- pH 5 (úprava kyselinou citrónovou a citrátovým pufrom)



# Podmienky merania

- Vzorok hydrolyzátov boli odobraté po 6, 24, 72 a 96 hodinách
- Filtrácia teflonovými mikrofiltrami – 0,22 µm
- Stanovenie sacharidov pomocou HPLC
- Mobilná fáza 0,05N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

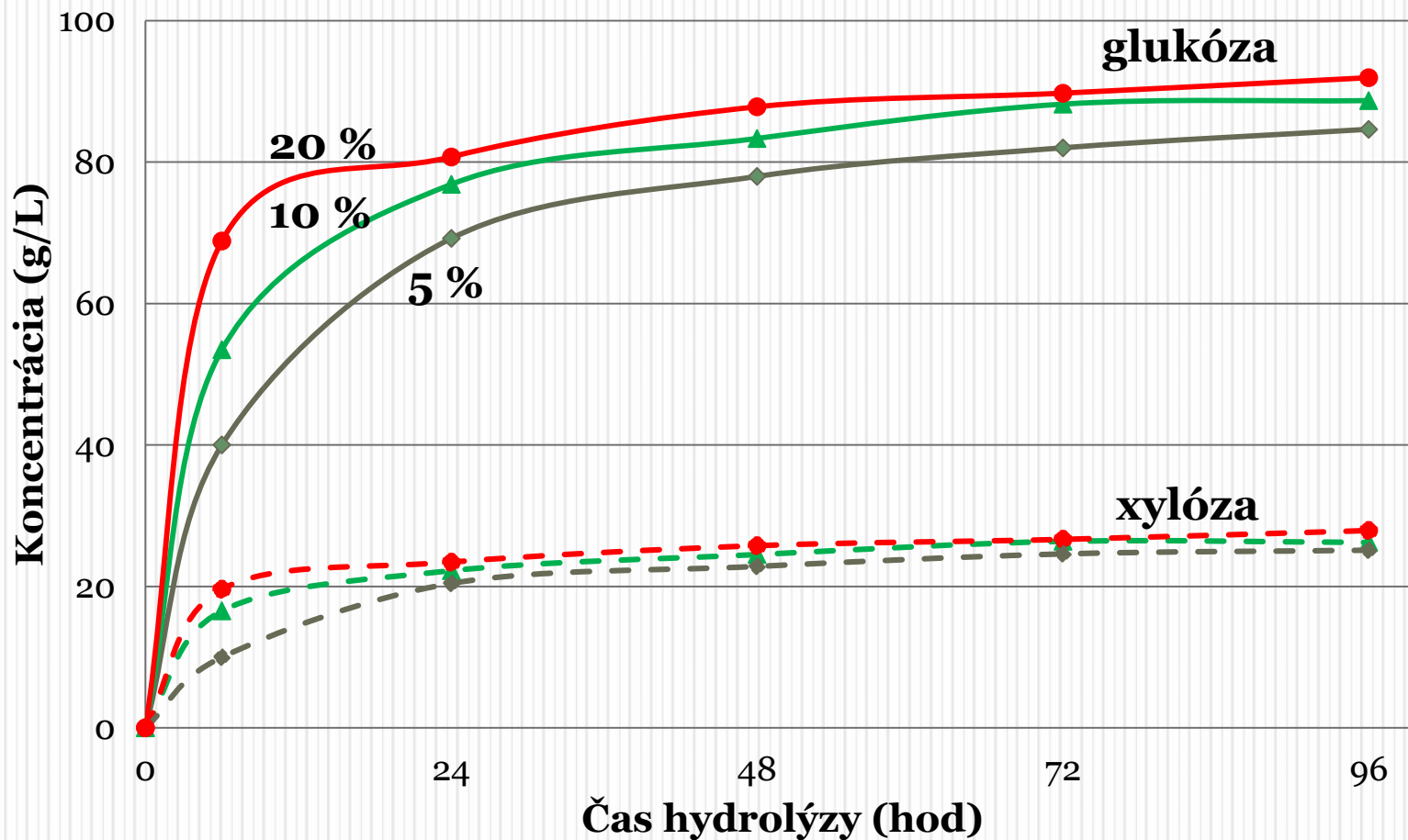
# Chemické zloženie



Surovina	Obsah popola (%)	Extraktívne látka (%)	Látky nerozpustné v kyseline (%)	Lignín rozpustný v kyseline (%)	Polysacharidy (%)
<b>KV</b>	7,17	0,86	9,72	0,69	81,6
<b>OVK</b>	33,4	2,37	16,2	0,5	47,5
<b>VK</b>	62,4	1,22	9,6	0,29	26,5

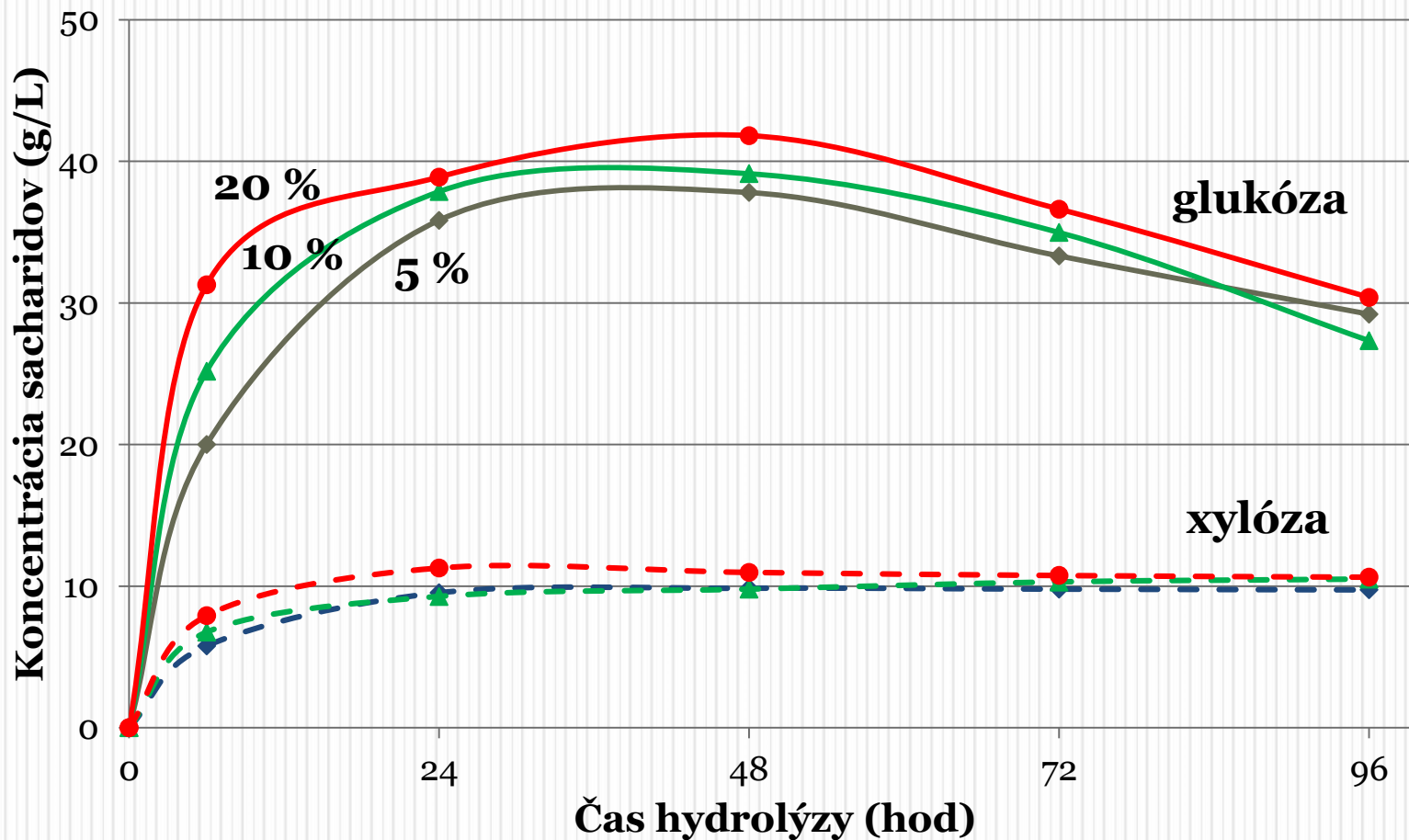
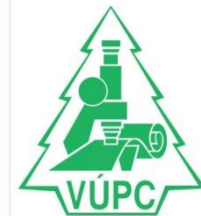


# Enzymatická hydrolýza KV (Cellic CTec 3)



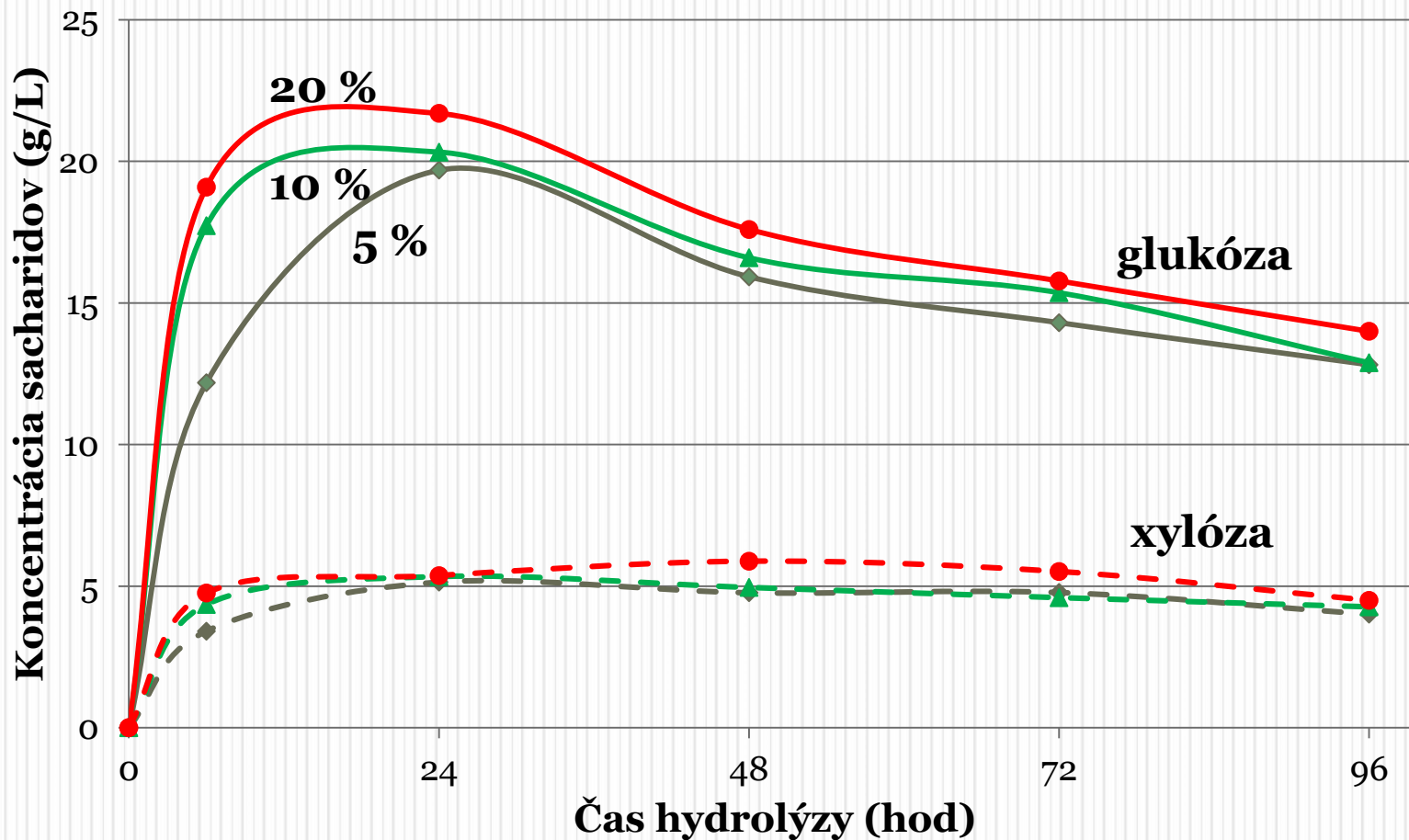
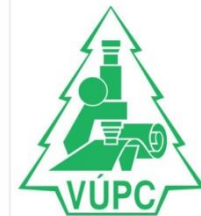
# Enzymatická hydrolýza OVK

(Cellic CTec 3)



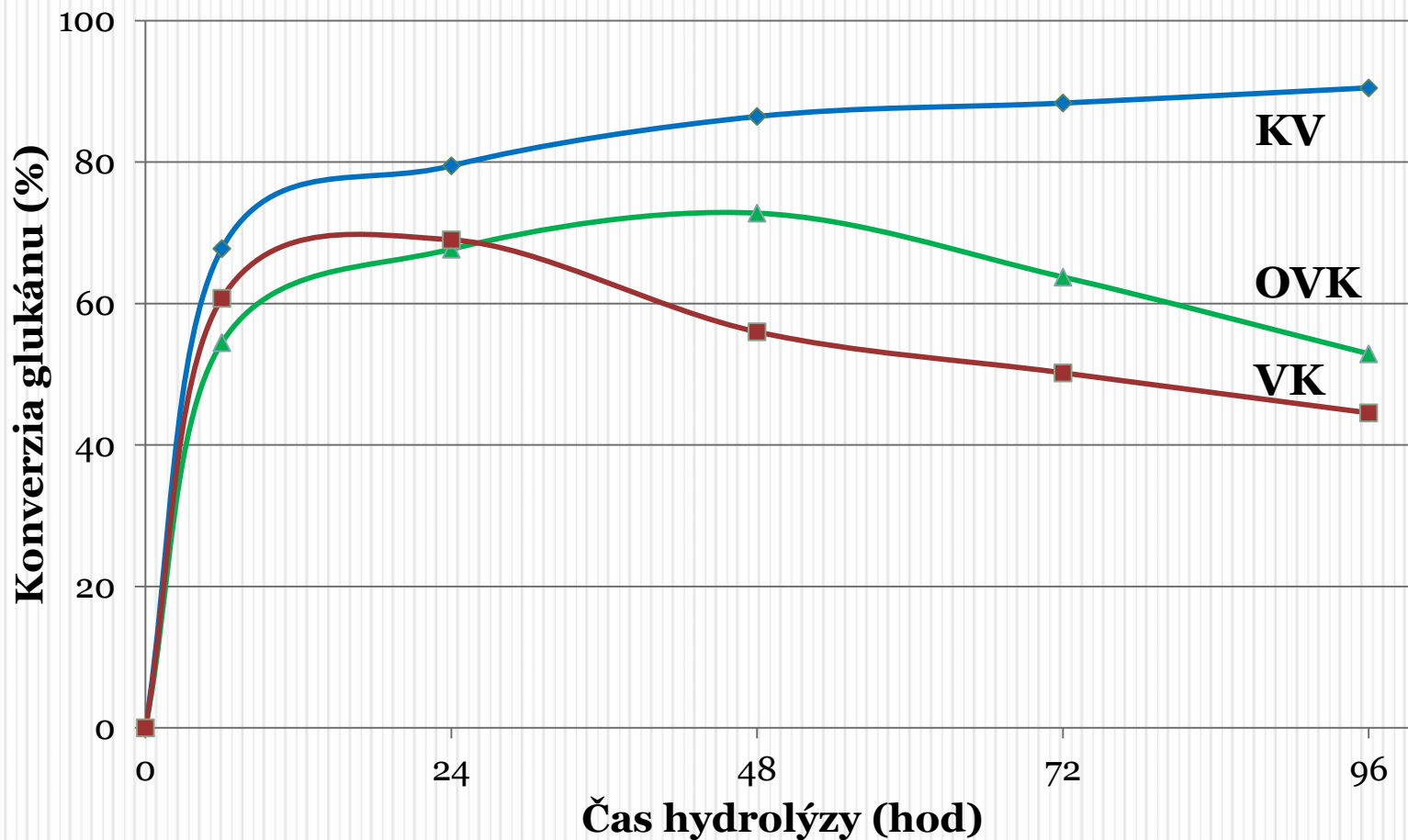
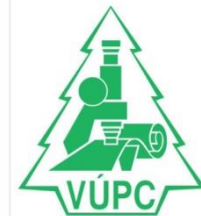
# Enzymatická hydrolýza VK

(Cellic CTec 3)



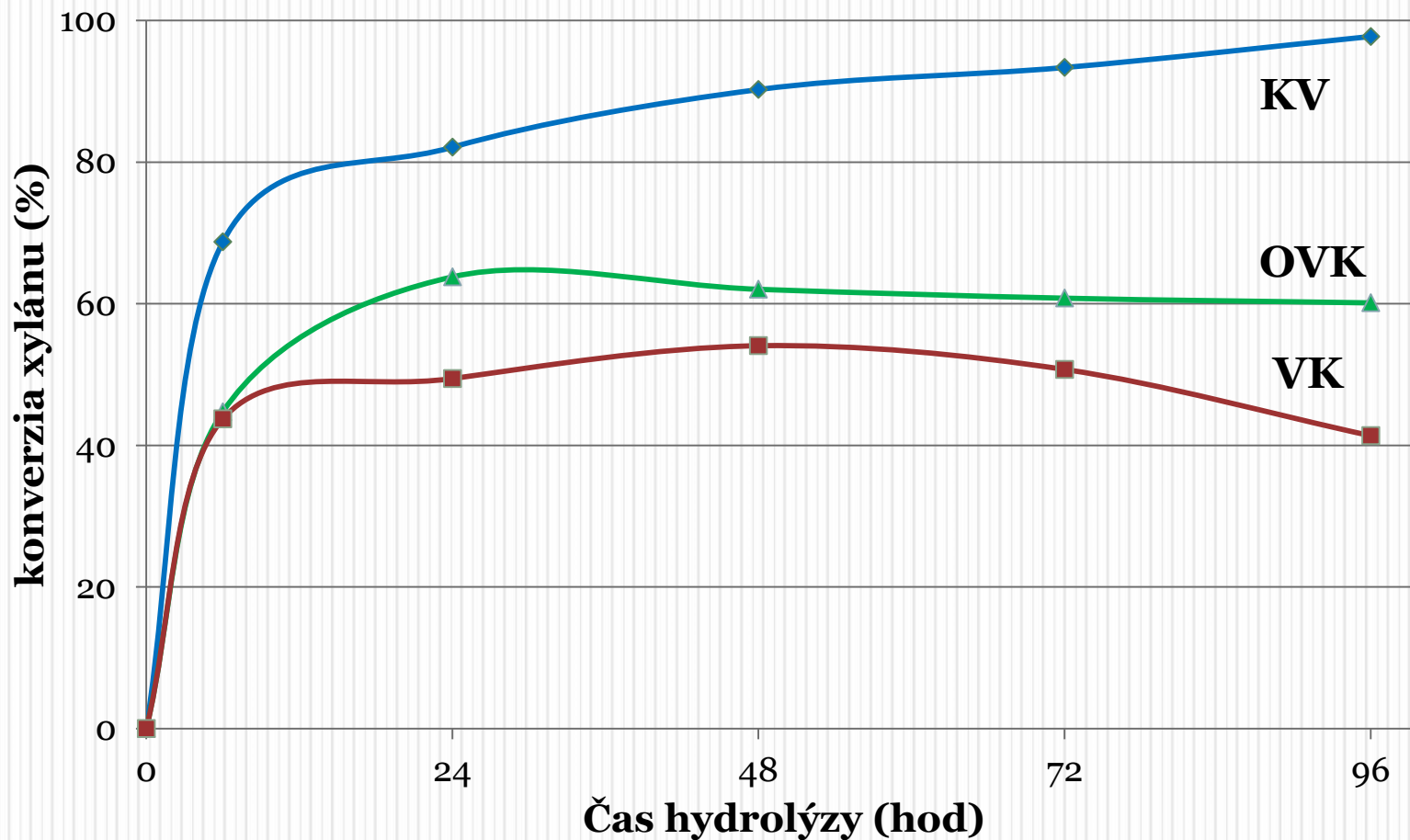
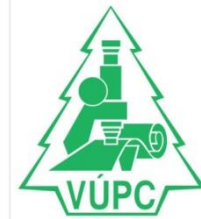
# Konverzia glukánu na glukózu

(20 % Cellic CTec 3)

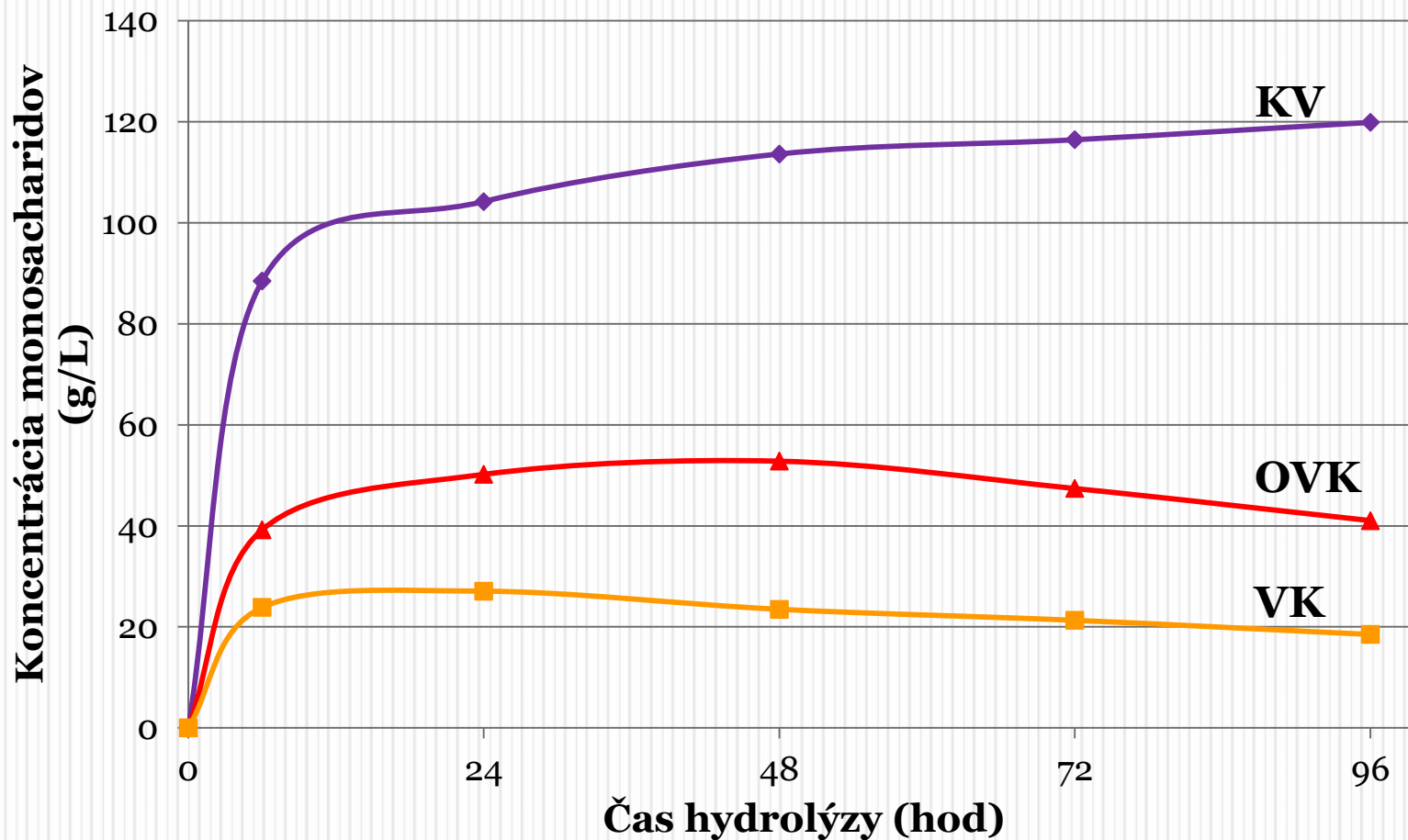
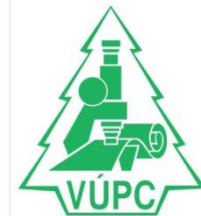


# Konverzia xylánu na xylózu

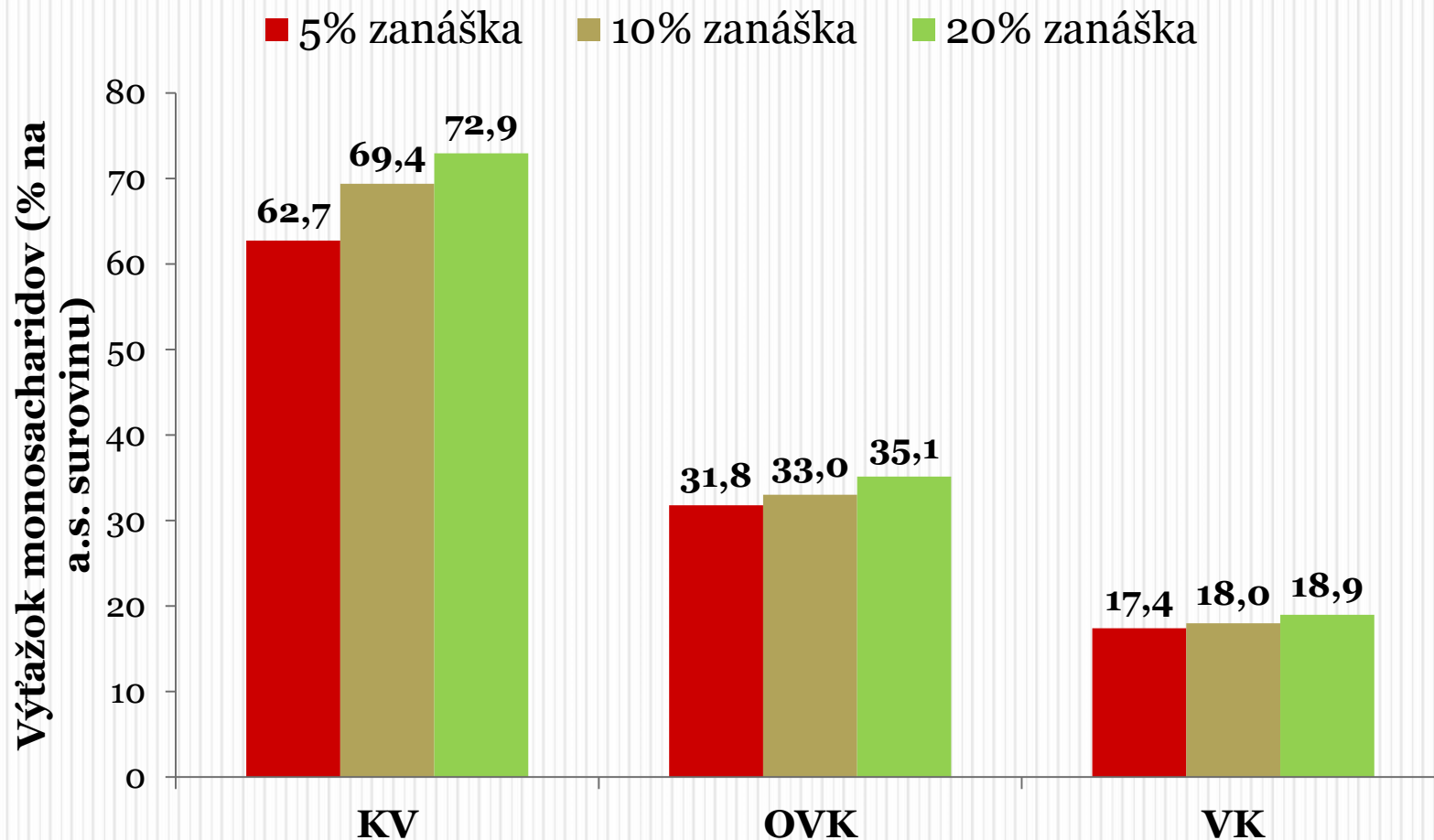
(20 % Cellic CTec 3)

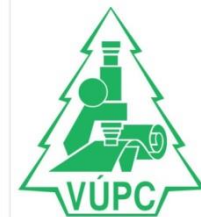


# Koncentrácia monosacharidov (20 % Cellic CTec 3)



# Výtěžok monosacharidov

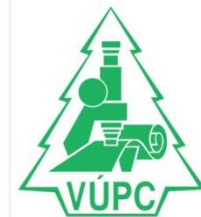




# Záver

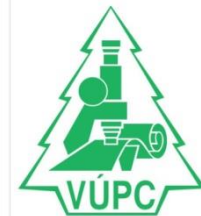
- Najväčší výťažok monosacharidov bol získaný zo vzoriek **KV**
- Zo vzoriek **OVK** bol výťažok monosacharidov vzhľadom k vzorke **KV** o  $\frac{1}{2}$  nižší
- Zo vzoriek **VK** bol výťažok monosacharidov vzhľadom k vzorke **KV** nižší o  $\frac{1}{3}$
- Konverzia celulózy dosahovala pri **KV** 85 % a konverzia xylánu 90 %
- Konverzia celulózy a xylánu dosahovala nižšie hodnoty pri vzorkách **OVK** (67% a 62%) a **VK** (65% a 58%)





# Záver

- Popol znižuje rýchlosť hydrolýzy
  - Limituje hmotnostnú koncentráciu suroviny pri hydrolýze a fermentácii
  - Vysoký obsah  $\text{CaCO}_3$  v papierenských kalov prekáža pri riadení pH a má za následok vysokú spotrebu kyseliny pri úprave pH na hodnotu optimálnu pre daný enzýmový prostriedok.
- Pri spracovaní odpadových materiálov je potrebné zvládnuť mikrobiológiu procesu. Tie sú do systému zavádzané:
  - kontaminovaným výmetom,
  - vlhkou buničinou
  - zberovým papierom.



# Výhody/nevýhody KV

- Nižšia cena o 1/3 v porovnaní s inými LCS
- Nie je nutné predspracovanie → žiadne inhibítory
- Rovnomernejšia kvalita
- Minimálny vplyv sezónnosti alebo počasia
- Nevýhodou je prítomnosť anorganických pigmentov a popola



# Pod'akovanie

Dosiahnuté výsledky vznikli v rámci riešenia projektu „Výskum možností integrácie výroby bioetanolu prvej generácie na báze kukurice a druhej generácie na báze celulózy zo slamy, kukuričného kôrovia a krátkych vlákien zo spracovania zberového papiera“, ktorý je podporovaný Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR v rámci poskytnutých stimulov pre výskum a vývoj zo štátneho rozpočtu v zmysle zákona č. 185/2009 Z. z. o stimuloch pre výskum a vývoj a o doplnení zákona č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov v znení zákona č. 40/2011 Z. z.

**Ďakujem za pozornosť**

