

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Národní Centra kompetence

www.tacr.cz
Výzkum užitečný pro společnost.

BIOCIRKL

Národní centrum kompetence
„Biorafinace a cirkulární ekonomika pro udržitelnost“



Funded by
the European Union
NextGenerationEU



Dílčí projekt DP 1

**Nová řešení v oblasti
snižování energetické
náročnosti a snižování emisí
v biorafinačních procesech
a v zemědělství**

Výsledky v roce 2025

T A
Č R

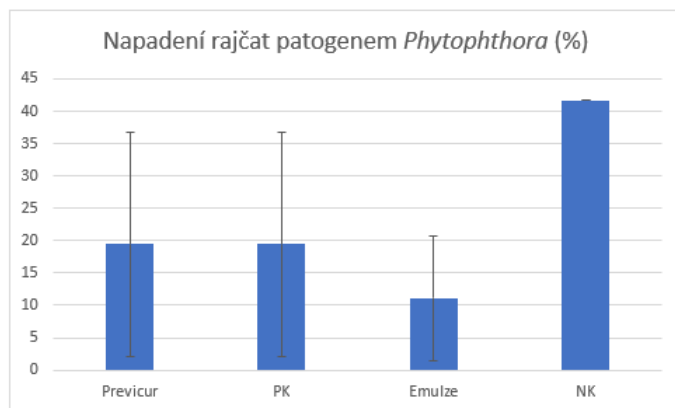
Projekt TA ČR č. TN02000044/1

DP 1 – Přehled výsledků – plánované dosažení 12/2025

Výsledek	Popis výsledku	Druh
V07	Rostlinný extrakt s antitumorovou aktivitou	G _{funk}
V08	Živné médium podporující množení probiotických mikroorganismů připravené z vedlejších zemědělských a potravinářských produktů	G _{funk}
V11	Využití rostlinných a živočišných odpadů pro formulaci media pro kultivaci endofytních bakterií	O
V12	Podpůrný rostlinný přípravek	F _{užit}
V13	Podpůrný rostlinný přípravek biologicky aktivních sloučenin z odpadních pivovarských kvasnic s přísadami pro optimalizovaný výkon.	G _{funk}
V15	Funkční potravina	Z _{tech}
V17	Biostimulátor růstu rostlin na bázi mikroorganismů	G _{funk}
V19	Přípravek na bázi mikroorganismů se schopností MICP	G _{funk}
V23	Levný (nízkonákladový) sorbent	G _{funk}
V25	Nosič pachů	G _{funk}
V29	Funkční vzorek renovovaného fotovoltaického modulu	G _{funk}
V33	Metodika identifikace potenciálu solárních panelů pro opětovné použití.	O
V38	Výroba recyklované bavlny ze směsných textilních vláken	G _{funk}
V40	Výzkumná zpráva: Zpracování směsných textilních vláken rozpouštědlovou extrakcí	O
V42	Makroporézní katalyzátor pro valorizaci ethanolu	G _{funk}
V44	In situ monitorovací jednotka pro sledování procesních parametrů vodních zdrojů	G _{funk}

Rostlinný extrakt s antimykotickou aktivitou - G_{funk} (TN02000044/1-V07)

Byl vyvinut funkční vzorek formulace s antimykotickými účinky proti předním fytopatogenům (*Phytophthora infestans* a *Bothrytis cinerea*), který kombinuje široké spektrum polárních i nepolárních metabolitů rostlinného původu za využití inovativní technologie mikrofluidizace. Jeho základem je extrakt z měsíčku a esenciální olej ze skořice.



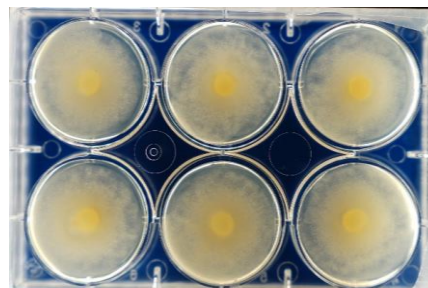
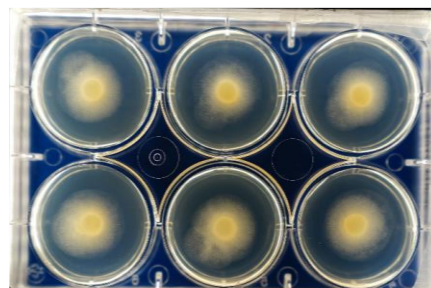
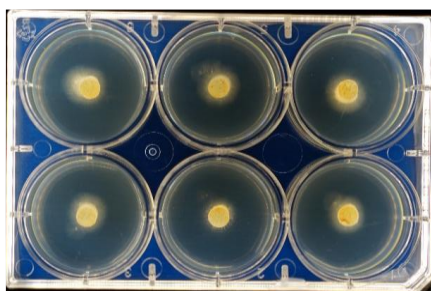
Rostlinný extrakt s antimykotickou aktivitou - G_{funk} (TN02000044/1-V07)

Byl vyroben funkční vzorek lihovodného extraktu z jehličí smrku ztepilého, u kterého byla ověřena fungicidní aktivita na petriho miskách (*Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* a *Fusarium culmorum*) a v polní experimentu na pšenici ozimé.

Extrakt ze smrku se připravil z 30 kg biomasy smrku ztepilého (30 kg odpadní biomasy - jehličí) 5 a 150 kg vyluhovacího roztoku (roztok denaturovaného ethanolu 40,0 % obj.). Extrakce probíhala 6 dní při teplotě 45 °C. Po šesti dnech se stočilo a zfiltrovalo 130 kg extraktu s obsahem sušiny 5,6 % hmotn. Tento extrakt se dále zahuštěním na vakuové odparce standardizoval na obsah sušiny 8,5 % hmotn., přičemž došlo ke snížení jeho hmotnosti na 85 kg.

Tabulka 1: Procenta inhibice růstu *F. culmorum*, *A. alternata* a *B. cinerea* při různých koncentracích extraktu ze smrku ztepilého.

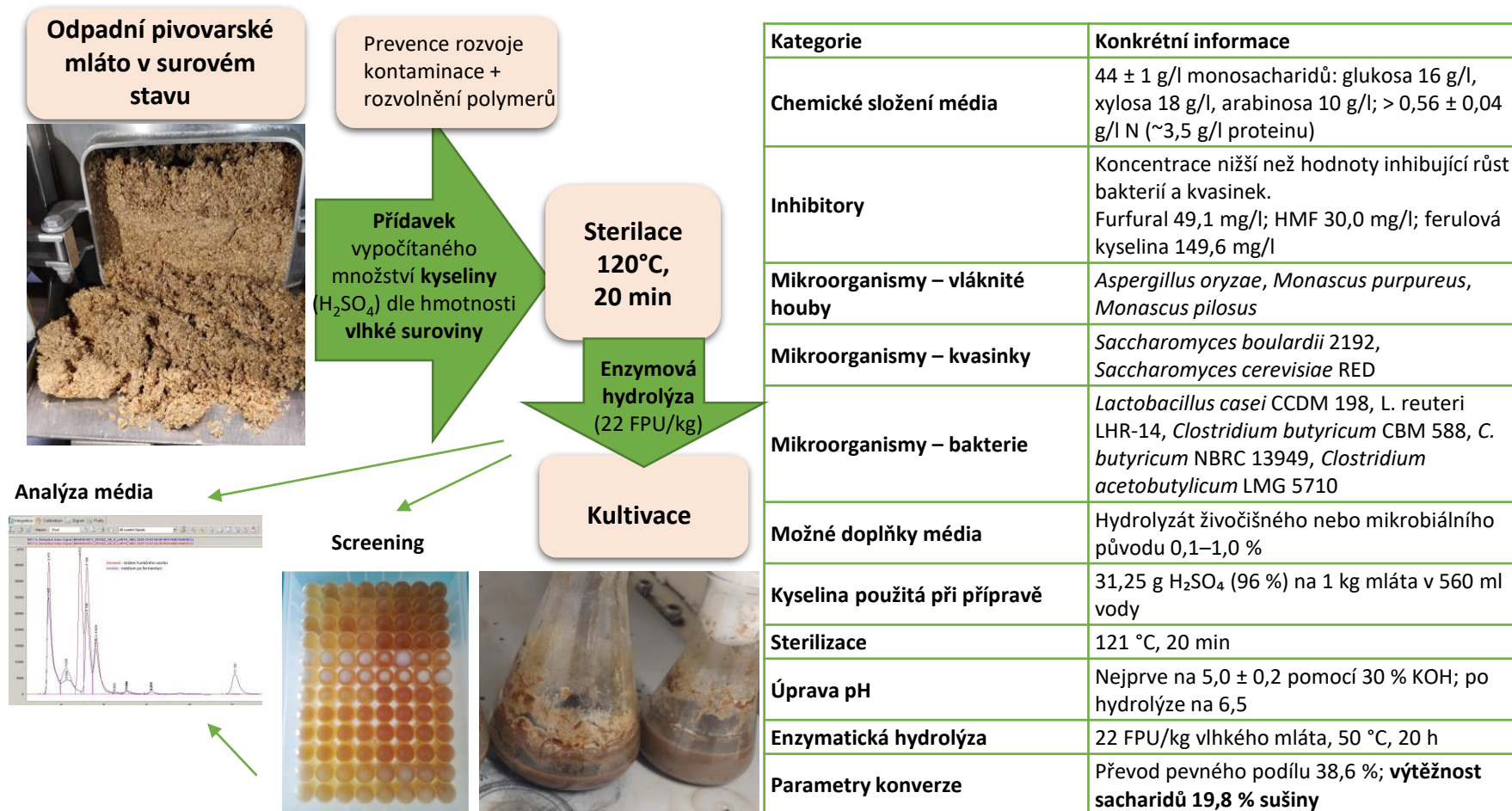
Koncentrace extraktu Druh houby	1 % hmotn. (%)	2 % hmotn. (%)	5 % hmotn. (%)	10 % hmotn. (%)
<i>F. culmorum</i>	73 ± 8	80 ± 2	88 ± 1	99 ± 1
<i>A. alternata</i>	10 ± 12	40 ± 5	80 ± 1	94 ± 2
<i>B. cinerea</i>	85 ± 2	91 ± 2	95 ± 1	98 ± 2



**Nejvyšší inhibiční účinek
na houbové patogeny,
vzhledem k ekonomice
výroby a aplikace, byl při
5 % koncentraci.**

Živné médium podporující množení probiotických mikroorganismů připravené z vedlejších zemědělských a potravinářských produktů - G_{funk} (TN02000044/1-V08)

Kultivační médium připravené z jednoho druhu suroviny optimalizovaným postupem
Poskytuje komplexní výživu pro růst mikroorganismů BEZ nutnosti přidavku dalších složek



Využití rostlinných a živočišných odpadů pro formulaci media pro kultivaci endofytních bakterií- O (TN02000044/1-V11)

Ústní příspěvek v sekci Biotechnologie a biorafinace na 12. ICCT konferenci,
Mikulov 14.-16.4. 2025

ICCT Mikulov 2025

UCT PRAGUE

The Use of Plant and Animal Wastes for the Preparation of Media for the Endophytic Bacteria Cultivation

Tomáš Hašek, Zdeněk Jandajsek, Petra Patáková

T A Č R

BIOCIRKL
Národní centrum kompetence
„Biorafinace a cirkulární ekonomika pro udržitelnost“

NÁRODNÍ
PLÁN
OBNOVY

RABBIT
CZ HOLDING

 **ICCT**
INTERNATIONAL CONFERENCE
ON CHEMICAL TECHNOLOGY

14.-16. dubna 2025
12. mezinárodní
chemicko-technologická
konference

Hotel Galant, Mikulov

CSPCH
STU
FCHPT
Unipetrol
T ECH

PLANT GROWTH PROMOTION

Control

BIOMASS
Fresh: 100 %
Dried: 100%

ROOT LENGTH
100%

LEAVES
13 ± 0.8

Feather Medium

BIOMASS
Fresh: ↑ 118%
Dried: ↑ 109%

ROOT LENGTH
↑ 146%

LEAVES
↑ 14.5 ± 0.5

MS medium

BIOMASS
Fresh: ↑ 127%
Dried: ↑ 117%

ROOT LENGTH
↓ 96%

LEAVES
↑ 15.3 ± 0.5

PLANT GROWTH PROMOTION



Podpurný rostlinný přípravek - $F_{užit}$ (TN02000044/1-V12) + Podpurný rostlinný přípravek biologicky aktivních sloučenin z odpadních pivovarských kvasnic s přísadami pro optimalizovaný výkon – G_{funk} (TN02000044/1-V13)

Odpadní
pivovarské
kvasnice
Voda
Sladový květ

50 °C, 24 hod

Autolyzát se
sladovým květem

Centrifugace

Produkt

- Užitný vzor č. PUV 2025-43341
- Prezentace na konferenci
Pivovarsko-sladařský
seminář (Plzeň 2025)



varianta - zdrojový materiál pro hydrolýzu	typ hydrolýzy (činitel)	Aplikace v růstové fázi BBCH / dávka hydrolyzátu		Výnos zrna - t/ha při 14 % vlhkosti	% na kontrolu	Počet zrn v klasu	% na kontrolu
		BBCH 30-33	BBCH 37-45				
kontrola				11,66	100,00	59,50	100,00
Pivovarské kvasinky	kyselá hydrolýza (kys. sírová)	4,0 l/ha	4,0 l/ha	12,58	107,89	62,88	105,68
Pivovarské kvasinky	kyselá hydrolýza (kys.fosforečná)	4,0 l/ha	4,0 l/ha	12,45	106,81	63,58	106,85

Funkční potravina - Z_{tech} (TN02000044/1-V15)

Byla vyvinuta a ověřena technologie přípravy funkční potraviny obsahující inovativní surovinu na bázi vedlejších produktů z výroby piva. Výstupním produktem je prášek, který se plní do kapslí.

Technologie zahrnuje následující kroky:

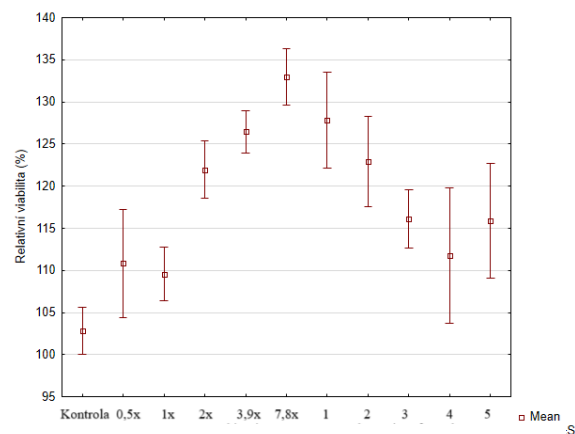
- Příprava vstupní suroviny s využitím odpadních pivovarských kvasnic a sladového květu (Maltobiom)
- Návrh směsi obsahující tuto surovinu a další komponenty s prebiotickými účinky
- In-vitro testování prebiotických účinků směsi a jejích komponent
- Optimalizace formulace na základě předchozích výsledků



Sladový květ



Kapslovačka



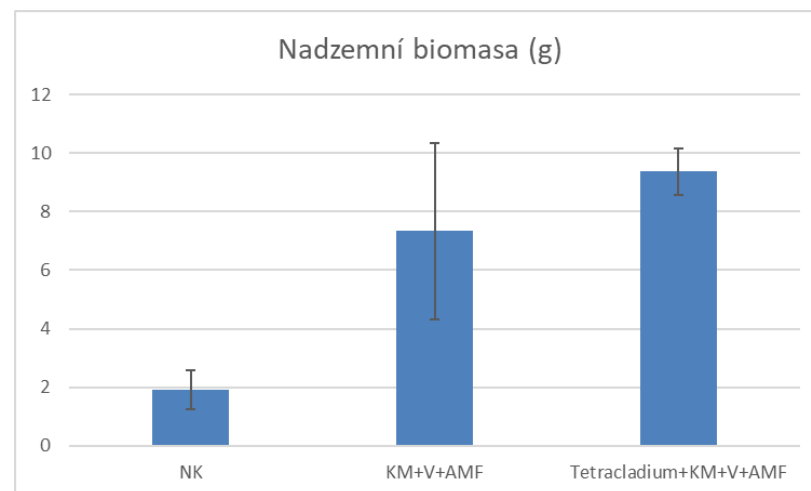
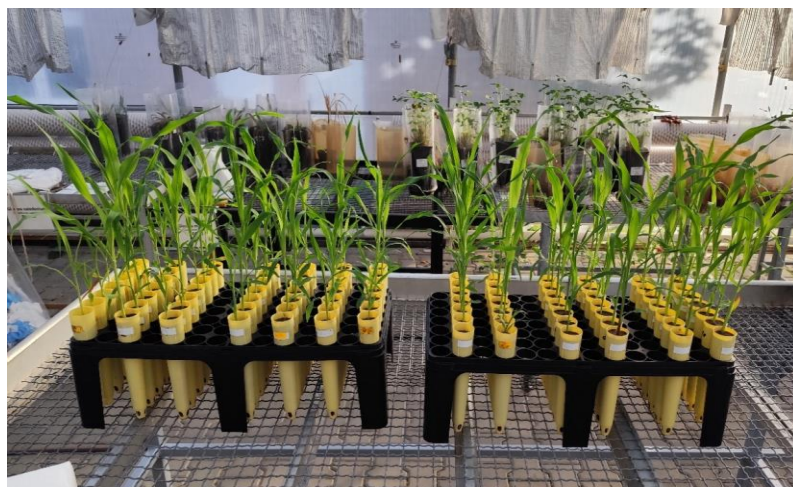
In-vitro testy: optimalizace formulace



Autolyzační kotel

Biostimulátor růstu rostlin na bázi mikroorganismů - G_{funk} (TN02000044/1-V17)

Byl vyvinut biostimulant s extremofilní houbou rodu *Tetracladium* z antarktické sbírky Botanického ústavu AV ČR. Jako matrice sloužily přírodní materiály s pozitivními účinky na růst rostlin – odpadní ovčí vlna a kostní moučka z jatečných zvířat. Prokázalo se synergní působení mezi antarktickou houbou a arbuskulárně mykorhizními houbami.



Přípravek na bázi mikroorganismů se schopností MICP – G_{funk} (TN02000044/1-V19)

- Recyklace jemného odpadního betonu – pomocí mikrobiálního srážení uhličitanu vápenatého (MICP) vzniká pevný kompozitní vzorek, biobeton
- Hydrolyzát z peří jako kultivační médium pro zlevnění celé technologie
 - Peří: z 90 % protein, nerozpustný betakeratin
- Optimalizace hydrolyzátu peří pro dva bakteriální rody schopné MICP a produkce biobetonu
 - *Sporosarcina pasteurii* DSM 33, *Sutcliffeiella cohnii* DSM 6307 (dříve *Bacillus*)
- Testované podmínky hydrolýzy:
 - koncentrace peří (5–15 g/l)
 - koncentrace hydroxidu (4–10 g/l)
 - teplota hydrolýzy (100–121 °C)
 - délka hydrolýzy (0,25–2 hod)
 - koncentrace kvasničného extraktu (YE) (0,5–4 g/l)
- Dle růstu bakterií vybrány tyto podmínky:
 - pro *S. pasteurii*: 100 °C, 20 min, 8 g/l KOH, 15 g/l peří, 2 g/l YE
 - pro *B. cohnii*: 100 °C, 20 min, 8 g/l KOH, 15 g/l peří, 3 g/l YE
 - vybráno pomocí strojového učení na základě bakteriálního růstu ve 46 hydrolyzátech



Přípravek na bázi mikroorganismů se schopností MICP – G_{funk} (TN02000044/1-V19)

- Příprava kompozitních vzorků biobetonu s optimalizovaným hydrolyzáty



Jemné frakce
odpadního betonu

+



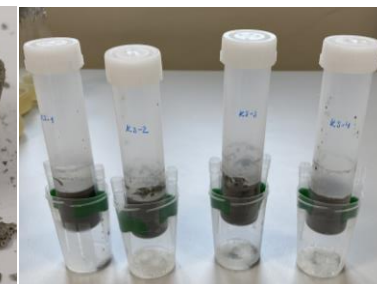
S. pasteurii/
S. cohnii

+



médium s Ca²⁺

=

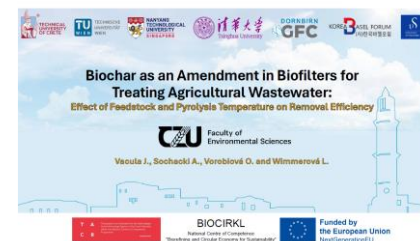
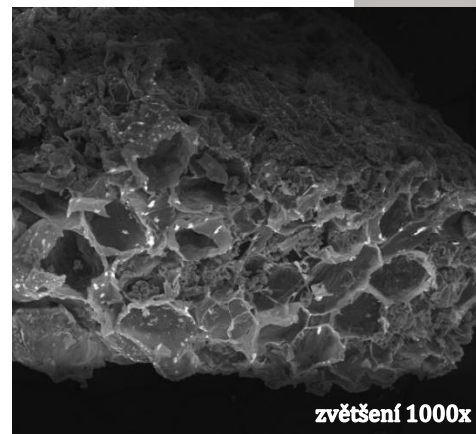


biobeton

- Testování mechanických a fyzikálních vlastností vzorků ve spolupráci s ČVUT
 - vzorky s hydrolyzátem peří měly stejné nebo lepší vlastnosti jako vzorky s komerční kontrolou
- Připraven funkční vzorek
- Publikace bude podána do konce roku 2025
- Připraveny vzorky i s nahrazením kvasničného extraktu kvasnicemi z pivovaru, vzorky momentálně analyzovány

Levný (nízkonákladový) sorbent – G_{funk} (TN02000044/1-V23)

- Biochar vyrobený z odpadní biomasy chmele (400 °C)



Prezentace výsledků – konference
Industrial Hazardous Waste
Manag., 27.-31.5.2025, Chania,
Kréta

- Provedena základní charakterizace vyrobeného materiálu a modelové testy biosorpce a biofiltrace (oživení povrchu autochtonními mikroorganismy)
- Úspěšné odstranění N-sloučenin a vybraných pesticidních látek z modelové odpadní vody (nejlepší výsledky dosaženy pro cyprosulfamid a metazachlor)

Levný (nízkonákladový) sorbent – G_{funk} (TN02000044/1-V23)

Specifika vyrobeného biocharu (chmel, 400°C)

Základní charakteristika biocharu

Parametr	Jednotka	Chmel. biochar
		průměr
Vlhkost, W	hm. %	8,43
Popel, A	hm. %	12,1
Prchavá hořlavina, V	hm. %	71,1
Neprchavá hořlavina, FC	hm. %	16,7
Obsah uhlíku, C	hm. %	43,2
Obsah vodíku, H	hm. %	5,90
Obsah dusíku, N	hm. %	2,64
Obsah celkové síry, S	hm. %	0,206
Obsah kyslíku, O	hm. %	36,0
Specifický povrch, S _{BET}	m ² /g	1,30-2,50

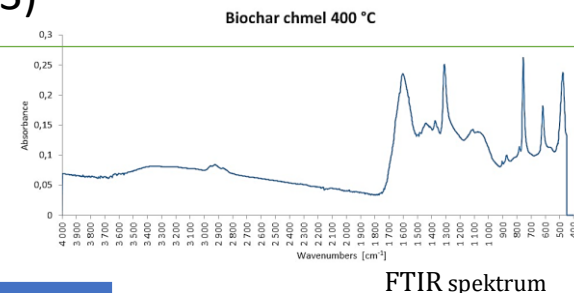
Vyroběný biochar vhodný pro environmentální aplikace, kde jsou výhodné jak reaktivita (z těkavých látek a kyslíkatých skupin), tak vyšší obsah minerálů (např. pro účely likvidace znečištění v biofiltračních zařízeních)

XRF vzorků popela biocharu

Parametr	Jednotka	Chmel. biochar
MgO	hm. %	9,74
SiO ₂	hm. %	12,8
P ₂ O ₅	hm. %	8,00
SO ₃	hm. %	2,10
Cl	hm. %	3,92
K ₂ O	hm. %	21,5
CaO	hm. %	39,8
Suma	hm. %	97,8

Obsah vybraných TK v biocharu

Parametr	Jednotka	Chmel. biochar
As	mg/kg	0,44
Cd	mg/kg	0,09
Cr	mg/kg	2,83
Ni	mg/kg	1,17
Pb	mg/kg	2,53
Zn	hm. %	113



- Molární poměr O/C (0,63) naznačuje vysoký obsah kyslíku, mnoho polárních funkčních skupin a strukturu bližší částečně zuhelnatělé biomase
- Lze předpokládat poločas rozpadu kratší než 100 let (klasifikace dle Spokas, 2010)

Nosič pachů - G_{funk} (TN02000044/1-V25)

Funkční vzorek dvou pachových nosičů pocházejících z odpadních nebo přírodních materiálů s přidanou environmentální hodnotou naplňuje požadavek na udržitelné používání chemických látek.

Dva nosiče na bázi taninové pěny s dvěma různými sorpčními výplněmi, které protrahují účinek pachového ohradníku – dřevitá vlna vhodná pro odoranty nepolárního charakteru, výplň biocharu vhodná pro odoranty polárního i nepolárního charakteru

Dřevitá vlna



Biochar z dřevní štěpky



Aplikace pachových
nosičů podél
komunikace

Testy
biodegradability

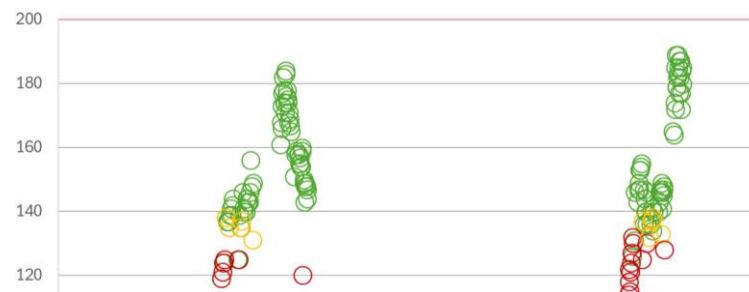


Testovaný materiál	Sorpční kapacita nepolární rozp. (g _{kapaliny} /g _{materiálu})	Sorpční kapacita dest. voda (g _{kapaliny} /g _{materiálu})
Dřevitá vlna	2,10	0,50
Biochar z dřevní štěpky	2,92	3,50

Funkční vzorek renovovaného fotovoltaického modulu – G_{funk} (TN02000044/1-V29) + Metodika identifikace potenciálu solárních panelů pro opětovné použití - O (TN02000044/1-V33)

Testování solárních panelů

- kontrola fyzického stavu panelů,
- měření výkonu pomocí solárního analyzátoru, který byl doplněn o senzory intenzity slunečního záření a měření teploty pro následné korekce výsledků,
- výběr panelů vhodných k opětovnému použití (~180 Wp).

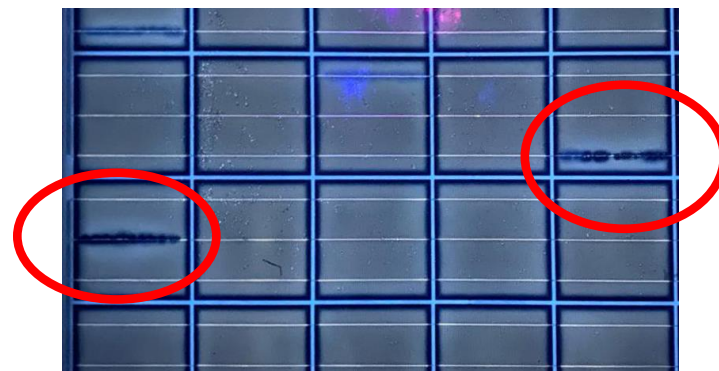
**> 80 %****Solárních panelů vhodných
k opětovnému použití**

Repose solárních panelů

- kontrola konektorů,
- nástřik panelů polysiloxanovým gelem.

Testování repasovaných solárních panelů

Provedení standardního Flashtestu ve fotovoltaické laboratoři ČVUT.



Provedení UV luminescence,
dokumentace závad. Sledování
úspěšnosti konzervačního procesu.

Funkční vzorek renovovaného fotovoltaického modulu – G_{funk} (TN02000044/1-V29) + Metodika identifikace potenciálu solárních panelů pro opětovné použití - O (TN02000044/1-V33)

Instalace repasovaných solárních panelů na produkční skleníky **VÚKOZ**

- zhotovení statických posudků skleníků pro osazení repasovaných SP,
- navržení způsobu instalace a zapojení,
- instalace a zapojení solárních panelů (probíhá nyní)

Repasované solární panely budou využity jako zastínění
rostlin a pro výrobu elektrické energie.

Projekt bude pokračovat

- mapováním pomocí UV luminiscence
- sledováním dopadu zastínění na produkci rostlin,
- měřením výroby elektrické energie,
- sledováním rozvoje konzervovaných závad.



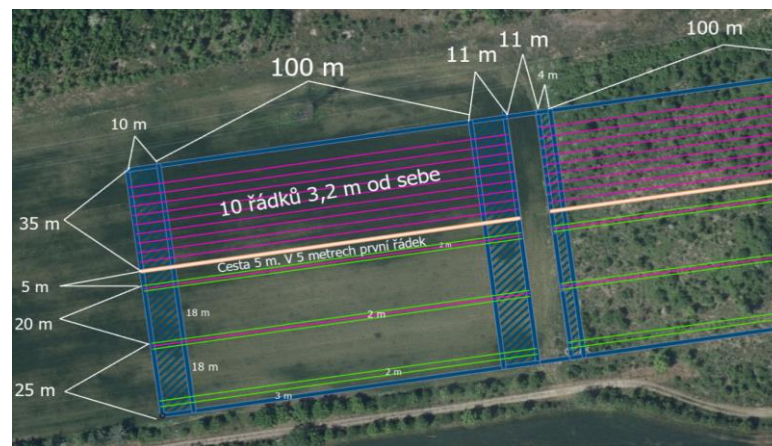
Instalace repasovaných solárních panelů na výsypky společnosti **Sev.en**

- návrh osevních ploch, předpokládané zastínění,
- navržení způsobu instalace a zapojení.

Repasované solární panely budou využity jako oplocení
obhospodařovaných ploch před zvěří a pro výrobu
elektrické energie.

Projekt bude pokračovat

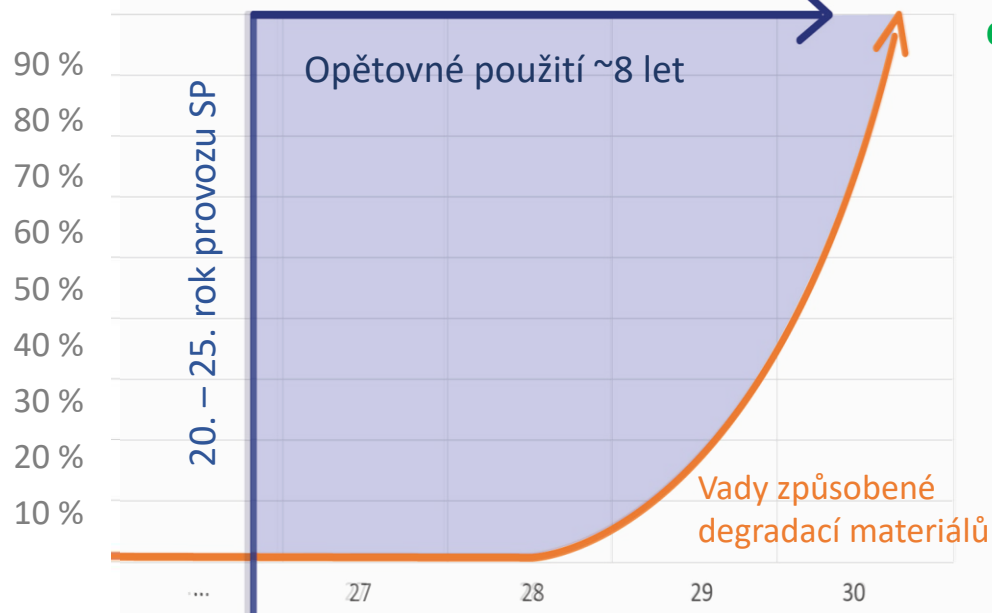
- instalací,
- mapováním pomocí UV luminiscence,
- měřením výroby elektrické energie,
- sledováním rozvoje konzervovaných závad.



Funkční vzorek renovovaného fotovoltaického modulu – G_{funk} (TN02000044/1-V29) + Metodika identifikace potenciálu solárních panelů pro opětovné použití - O (TN02000044/1-V33)

Scénář životnosti repasovaného solárního panelu

Podíl závad



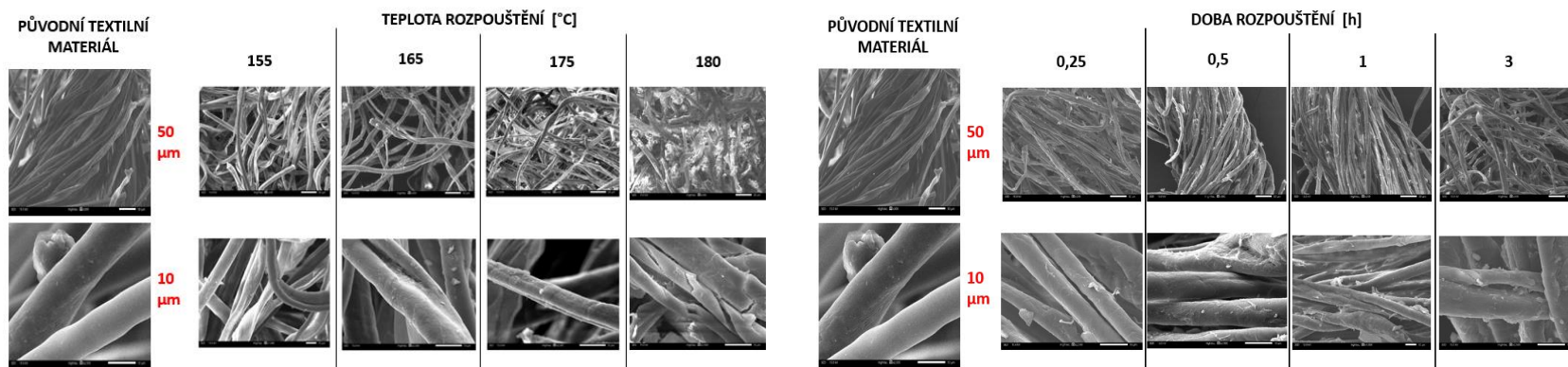
Jeden solární panel v průběhu
osmi let opětovného použití:

vyrobí 2,1
MWh

ušetří
0,9 t
CO₂ ekv.

Výroba recyklované bavlny ze směsných textilních - G_{funk} (TN02000044/1-V38)

Byl optimalizován navržený postup recyklace textilií pomocí rozpouštědlové extrakce a byl testován vliv podmínek na výslednou kvalitu získané přírodní složky – bavlny/viskózy:



SEM snímky bavlny po rozpouštědlové extrakci – vliv teploty a doby rozpouštění

→ Modifikací a optimalizací podmínek rozpouštění bylo dosaženo různých kvalit recyklované bavlny

Aplikace funkčního vzorku:

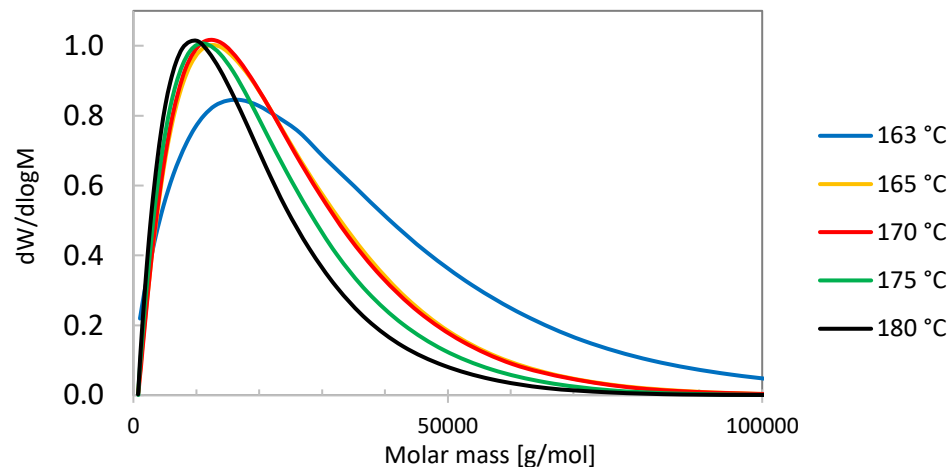
Tento postup výroby recyklované bavlny ze směsných textilních vláken lze využít k přípravě recyklované bavlny v různé kvalitě.

Recyklovaný polymer z odpadních textilních materiálů - G_{funk} (TN02000044/1-V38) Nad rámec projektu

Byl optimalizován navržený postup recyklace textilií pomocí rozpouštědlové extrakce s cílem získat co nejvyšší kvalitu polymeru

→ S rostoucí teplotou rozpouštění je polymer více štěpen

→ Preferovány jsou co možná nejnižší teploty rozpouštění (170°C) – nejvyšší kvalita a vysoký výtěžek



Distribuce molárních hmotností recyklovaného polymeru v závislosti na teplotě

Aplikace funkčního vzorku:

Rozpouštědlovou recyklací textilu lze vedle bavlny získat i recyklovaný polymer. Správnou volbou podmínek procesu je možné optimalizovat kvalitu takového polymeru s ohledem na jeho zamýšlenou aplikaci.

Výzkumná zpráva: Zpracování směsných textilních vláken rozpouštědlovou extrakcí – O (TN02000044/1-V40)

Bylo provedeno rozsáhlé laboratorní testování
postupu recyklace textilií pomocí
rozpouštědlové extrakce

Nejvhodnější podmínky:

Testovaná podm.	Rozsah testování	Nejlepší výsledek
TEPLOTA	150 – 180 °C	165 °C
DOBA ROZPOUŠTĚNÍ	5 – 180 min	10 – 15 min
POMĚR TEXTIL:ROZP.	1:15 – 1:50	1:20
SLOŽENÍ TEXTILU	5 druhů látek	Nemá vliv

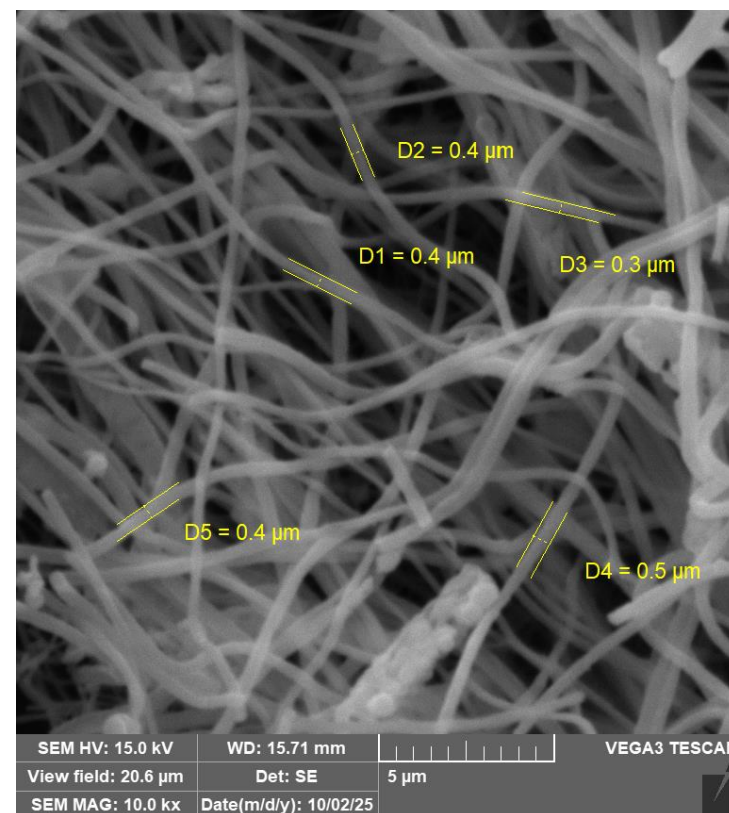


Čeho bylo dosaženo?

- ✓ Efektivní odstranění polyesteru ze směsných textilií
- ✓ Získ kvalitní nedegradované bavlny pocházející ze směsných textilií bez obsahu polymerních látek

Makroporézní katalyzátor pro valorizaci ethanolu - G_{funk} (TN02000044/1-V42)

- Vyvinuta metoda přípravy makroporézního nanovláknenného katalyzátoru technikou elektrostatického zvlákňování pro valorizaci ethanolu Guerbetovou reakcí
- MgO nanovláknenný katalyzátor připraven z roztoku sestávajícího z octanu hořečnatého, polyvinylpyrrolidonu a ethanolu
- Bezprostředně po zvlákňování katalyzátor kalcinován ve statickém vzduchu při teplotě 700 °C
- Podařilo se připravit katalyzátor s mimořádně úzkou distribucí průměrů nanovláken se střední hodnotou cca 400 nm
- Makroporézní síť s transportními póry v řádu jednotek mikrometrů tvořena volnými prostory mezi nanovláknky



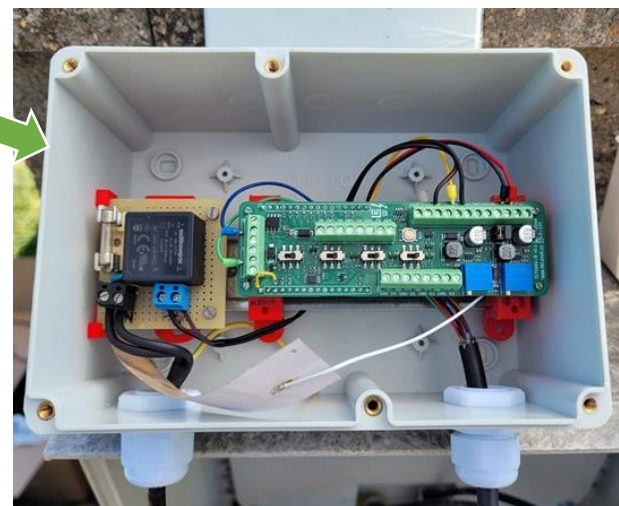
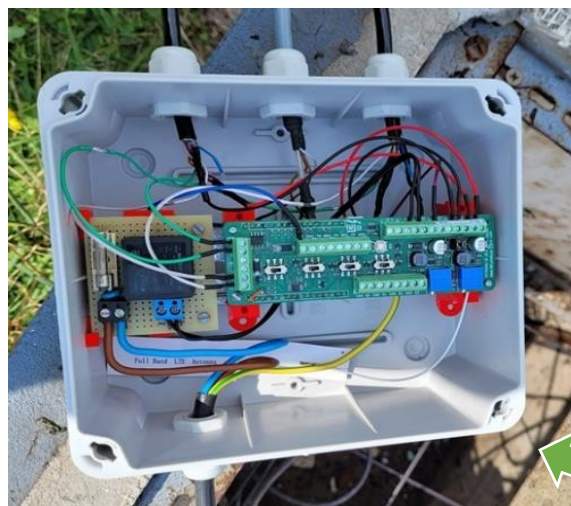
*SEM mikrosnímek připraveného
MgO nanovláknenného katalyzátoru*

In-situ monitorovací jednotka pro sledování procesních parametrů vodních zdrojů - G_{funk} (TN02000044/1-V44)

Instalovány dvě monitorovací jednotky:

1. digitální senzor výšky hladiny
2. analogový senzor výšky hladiny, dva digitální senzory (teplota, pH, salinita...)

Probíhá kontinuální sběr dat pomocí obou experimentálních monitorovacích jednotek na polygonu v hydrogeoparku *Pátek* (kooperace s firmou TERAMED). Systém slouží k monitorování parametrů sanovaných podzemních a srážkových vod.



In-situ monitorovací jednotka pro sledování procesních parametrů vodních zdrojů - G_{funk} (TN02000044/1-V44)

Vlastnosti a komponenty systému:

- Vstupy analogových senzorů – 4x nastavitelné kanály: 0 – 10 V / 0 – 20 mA / 4 – 20 mA
- Univerzální digitální kanály – 4x nastavitelné: vstup/výstup – 3,3 V / vstup – 5 V
- Digitální senzory – až 32 zařízení: Modbus RTU přes RS-485 (5 – 12 V)
- Napájení senzorů – 2x nastavitelné napěťové zdroje (9 – 24 V), 2x statické (3,3 V, 5 V)
- Přenos dat – využití GSM: GPRS / LTE (Cat-M1 / NB-IoT), zabezpečený MQTT protokol
- Napájení bezdrátového zařízení – 5 V
- Serverové služby – MQTT agent, databáze, zobrazování dat webovou aplikací



Ukázka zaznamenaných dat výšky hladiny podzemních vod

In-situ monitorovací jednotka pro sledování procesních parametrů vodních zdrojů - G_{funk} (TN02000044/1-V44)

Navržené optimalizace:

- In-situ monitorovací jednotka - přidání možnosti HW restartu senzorů
- Server – monitorování výpadků pro zpětnou analýzu

Probíhající práce:

- Rozšíření systému – meteorologická měření (primárně teplota a srážky)
- Úpravy webové aplikace – rozšíření v podobě exportu dat
- Analýza výpadků před a po zavedení optimalizací
- Přidání notifikačního systému

Závěr ze sledování provozu:

- Systém pracuje autonomně
- Po výpadku dokázal systém vždy obnovit provoz bez zásahu obsluhy
- Při závadě senzoru (zkrat) se systém zotavil po jeho manuálním odpojení

Monitoring podzemních vod

- Kvalitativní znaky
- Kvantitativní znaky
- Podkladová data

Monitoring srážek a sorpční systém prvního splachu

- Chemické složení
- Indikace prvního splachu a změny režimu sorpčního čištění

Respirometrie v kompostování

- Online data o procesu
- Teplota, plyny (oxid uhličitý, kyslík)

Půdní procesy

- Monitoring metabolických plynů

Testováno na polygonu HYDROGEOPARK v experimentálních kompostovacích systémech a v Pavilonu technologického vývoje.

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Národní Centra kompetence

www.tacr.cz
Výzkum užitečný pro společnost.

BIOCIRKL

Národní centrum kompetence
„Biorafinace a cirkulární ekonomika pro udržitelnost“



Funded by
the European Union
NextGenerationEU



**Děkuji Vám za pozornost
a všem spoluřešitelům
a partnerům projektu za
vynikající spolupráci při
jeho realizaci.**



T A
Č R

Dílčí projekt DP 1

Projekt TA ČR č. TN02000044/1