

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 7 Zelená chemie pro udržitelný rozvoj

T A
Č R

Projekt TA ČR č. TN02000044

Výsledky roku 2025

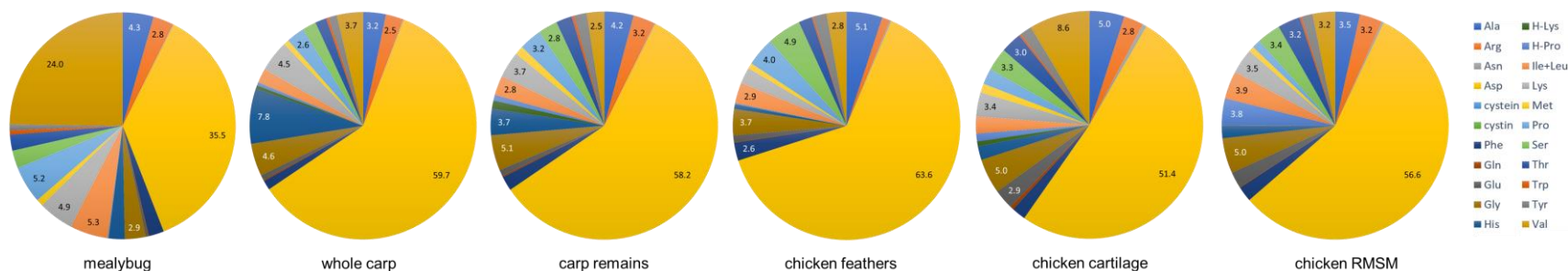
Výsledek	Popis výsledku	Druh
V08	Hydrolyzát ze živočišných odpadů modifikovaný aditivy pro odstranění těžkých kovů ze zemin	O
V09	Chemická náhražka zápachu	Gfunk
V10	Udržitelná chemie	O

Dále realizovány další aktivity s návaznými výsledky v příštích letech

Hydrolyzát ze živočišných odpadů modifikovaný aditivem pro odstranění těžkých kovů ze zemin – výsledek typu O (TN02000044/7-V8)

Odborná studie zaměřená na zhodnocení využitelnosti hydrolyzátu ze živočišných odpadů modifikovaného aditivem pro odstranění těžkých kovů ze zemin nahrazující CHELATON2 coby stimulant pro půdní bakterie.

6 různých hydrolyzátů; kuřecí peří, chrupavky a zbytky po odstranění masa
Různé složení aminokyselin



Odborná studie založená na výsledcích vsádkových a kolonových experimentů realizovaných v letech 2023–2024 (návaznost na výsledky Gfunk a Ztech)

Na základě výsledků z experimentů:

- kontinuálního promývání ve svislém trubkovém reaktoru (2 typy zemin)
- vsádkového promývání silně znečištěných půd (3 typy zemin)

Vsádková chelatace kovů



Kontinuální promývání kovů

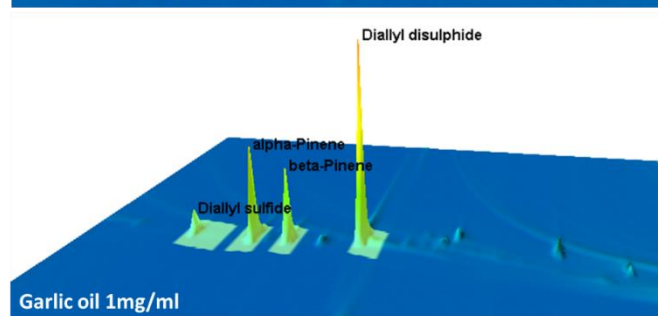
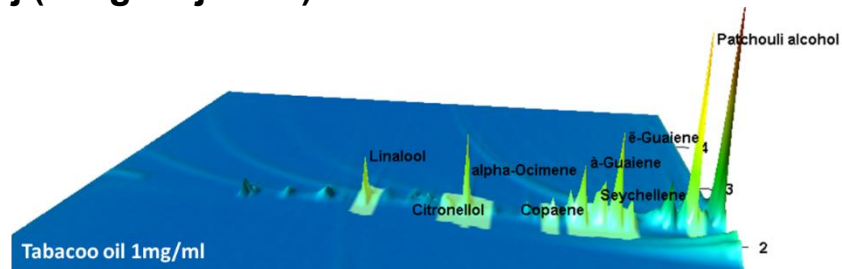
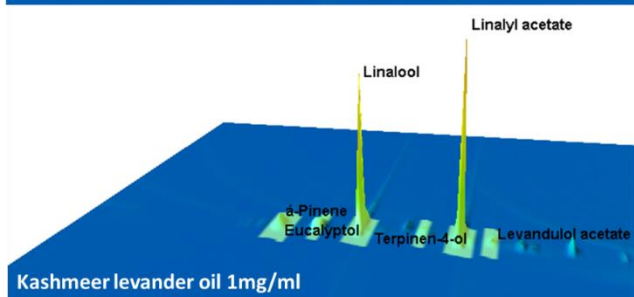
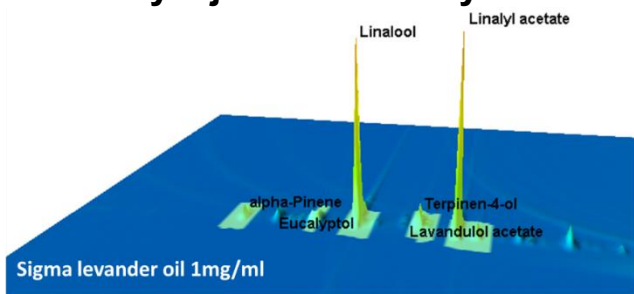


Chemická náhražka zápachu – výsledek Gfunk (TN02000044/7-V9)

Funkční vzorek ekologické pachové směsi

Připraven na základě výsledků dosažených v letech 2024 a 2025:

- vyvinuta a ověřena metoda stanovení pachové látky v nosičích (2024)
- provedení dvou ověřovacích polních pokusů na ŠLP Kostelec n/ČL (2024-2025)
- ověření vyvinuté metody pro určení přibližné doby aplikace fortifikačního postřiku (2025)
- ověření vybrané pachové směsi (2025) - vybrány těkavé látky přítomné v přírodních esenciálních olejích - analyzovány **dva druhy levandulového esenciálního oleje, jeden česnekový a jeden tabákový esenciální olej (1 mg oleje / ml)**



Udržitelná chemie – výsledek O (TN02000044/7-V10)

Odborná studie zaměřená na zhodnocení environmentálních a sociálních dopadů udržitelných postupů v chemii

- zpracována studie e-LCA a S-LCA pro vybrané druhy konvenčních a udržitelných plastů
- prezentována formou posteru na mezinárodní konferenci, sborník ISSN: 2241-3146

ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY OF GREEN PLASTICS

*Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýčka 129, CZ-165 00 Prague, Czech Republic; e-mail: wimmerova@fp.czu.cz

In recent years, demands for the development and use of 'green' plastic materials have been growing. Environmentally friendly plastics are plastics with reduced or at least minimized impacts on the environment during their life cycle (i.e. their sources, production, use, and their end of life). These plastics may be made from biological materials such as plant resins or shells, instead of fossil fuels, or their advantage could be based on their easy recycling or biodegradability at the end of their life. However, to call these plastics as sustainable, not only environmental but also social aspects must be

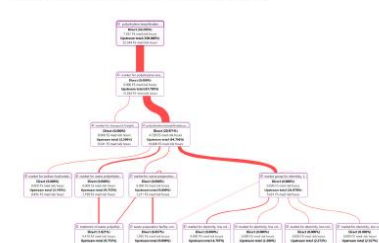
The presented life cycle assessment (LCA) study was carried out in accordance with the ISO 14040:2006 and ISO 14044:2006 standards. The study was built as a comparative study of a production phase of selected plastics – HDPE (high density polyethylene), HDPE recycled, PET (polyethylene terephthalate), PET recycled and PLA (polylactic acid). It was modeled in the openLCA software using the ecoinvent v3.9.1 database (openLCA, openLCA, 2016). The model included environmental and social impacts. The declared unit was set on 1 kg of plastics. The Social Impacts Weighting Method (for social impacts) and the ecoinvent - CML v4 8/2016 method (for environmental impacts) were used to assess respective impacts. No allocations were applied.

Results showed that 'green' plastics such as PLA or recycled PET, do not perform best in all addressed environmental and social factors. Tables 1 and 2 below shows details.

Impact category	HDPE	HDPE recycled	PET	PET recycled	PLA
Climate change (GWP100)	1.8851	0.4667	2.9832	0.8820	3.1073
Ecotoxicity: freshwater	0.5582	2.0412	1.3836	7.8892	2.764
Ecotoxicity: marine	1353.52	9604.20	3438.27	41263.90	3977.99
Human toxicity	1.0736	1.5608	3.1378	3.0336	3.4333

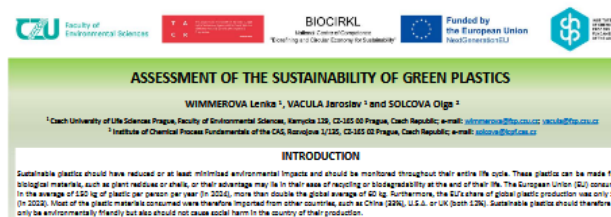
Impact category	HOPE	HOPE received	PET	PET received	PLA
Anti-competitive behaviour or violation	6.9438	15.1931	91.7077	10.7881	187.4114
Fair Salary	12.6423	14.3536	48.2588	22.5445	40.8289
Fatal accidents	0.0085	0.0183	0.0696	0.0155	0.1995
Health expenditure	2.5829	6.0075	35.8277	4.2383	74.5758
Illiteracy, total	6.0066	14.7167	94.5831	9.8139	186.2034
Social security expenditure	3.5018	13.6689	78.9715	6.8928	178.5118
Unemployment	3.5075	3.8645	5.0493	0.6028	18.1035

High differences were observed for both environmental and social impacts. In terms of social impacts, most of them were in Asian and African countries and posed a high to extremely high risk to workers, their wages and education. Similarly, the environmental impacts of recycled plastics were significant mainly on marine waters, while human toxicity and GWP100 did not showed much difference among modelled plastics. Figures 1 and 2 below show the contributions of the PLA or recycled PET production processes on Fair salary category.



Acknowledgement: This work was financed by the project BIOCIRKL (reg. no. TN02000044), supported by the Czech Recovery Plan and the Technology Agency of the Czech Republic within the National Centres of Competence Programmes in years 2023–2028.

Create 2025
27-31 May
Chania, Greece
Industrial & Hazardous
Waste Management



The LCA study was conducted in the openLCA software v2.0 using the ecoinvent and ecoinvent databases (ecoinvent), allowing modelling both environmental impacts. The ecoinvent – CML v2.025 method (for environmental impact) and Social Impact Weighting Method (for social impacts) were used. The study was built as a comparative study of the production phase of 5 selected plastics – HDPE (high density polyethylene), HDPE PET (polyethylene terephthalate), PET recycled and PLA (polylactic acid). The production of 1 kg of 5 different plastic alternatives was modelled.

* **FT2** (polyethylene production, high density, granulate = FET, UJID 400934a-2189-0347a-0203023a023)

* **FT2 recycled** (polyethylene, high density, granulate, recycled to generic market for high density granulate = Europe without Switzerland, UJID 042310a-0056-0447-9a02-00110a0a0a0a)

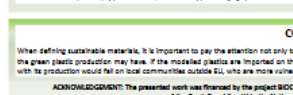
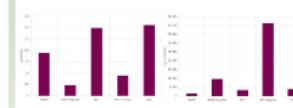
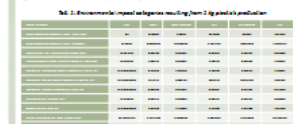
* **FT3** (polyethylene terephthalate production, granulate = FET, UJID 042310a-044a-0a0a-0a0a-0a0a0a0a)

* **FT3 recycled** (polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled to generic market amorphous FT3 granulate = Europe without Switzerland, UJID 042310a-0a0a-03a0-03a0-03a00a0a0a)

RESULTS & DISCUSSION

Biodegradable plastics such as PLA or recycled PET do not perform best in all examined environmental impact categories. While the recycled PET had the highest impact on mineral and freshwater scarcity among the classical plastics (mineral scarcity was also the environmental value due to the high rate and emission of sulfur), DGE of Saryllon 10, the highest DGE of PLA was observed in fossil fuel depletion, climate change (DWP120) and human toxic category. Similarly, the comparison of the biodegradable plastics revealed that the recycled material performed in the same impact categories, water scarcity and human toxicity.

The social impact results showed that "green" practices do not perform the best in all aspects as expected. PLA, which is considered as a biodegradable plastic material and is commonly used, shows the highest impacts in most social categories, such as employee benefits, public safety, public security, public security, and total life cycle. In the social impact categories child labour, fair salary and unemployment were the highest calculated for the PET primary production. Nevertheless, the PLA production category performed on these three categories as well.



CONCLUSION

When defining sustainable materials, it is important to pay the attention not only to their environmental impacts, but it is important to address as well the potential social risks, which the green plastic production may have. If the modelled plastics are imported on the EU market from non-EU countries, most of the environmental impacts and social risks associated with the production would still exist even when materials are imported. Only when green plastic is produced in the EU, the environmental and social risks are reduced.

ACKNOWLEDGEMENT: The presented work was financed by the project BIODRILL (reg. no. TN02000044), supported by the Czech Recovery Plan and the Technology Agency.

Další rozpracované aktivity

- Testování RRD na výsypkách (rekultivační pokusy)
- Přípravek pro opětovné použití průmyslových odpadů z pivovarnictví
- Ověření biodegradability pachových pěn vč. vzorku taninových pěn
- Ověření funkčního vzorku taninových pěn jako nosiče pachů
- Testování využití biocharu a hydrocharu pro čištění odpadních vod a vzdušnin
- Proměření vlastností a ekotoxicity vyrobených materiálů, tj. všech biocharů a hydrocharů (20 typů)
- ...

Výsadba rekultivačního pokusu na výsypce Malé Březno s rychle rostoucími dřevinami (RRD) a aplikacemi hydrolyzátů v 1. roce (XI24-2025)

Výsadba RRD výmladkové pěstování (řízků)

- vysazeno 2880 ks řízků, Design pol. pokusu – faktory:
- aplikace hydrolyzátů: s hormony, biocharem a kompostovou štěpkou
- odrůdy (vrby Stvola, Rokyta, topoly J-105, Kaktu)
- 2 substrát (rekultivovaná ornice a jílová skrývka)



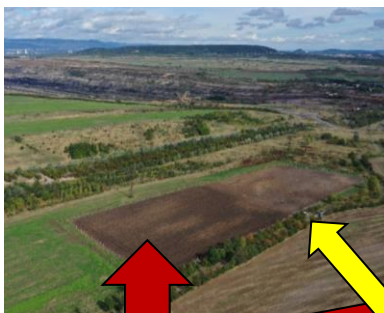
Výsadba RRD agrolesnické pěstování (sazenice)

- vysazeno 400 sazenic (V=1m), faktory:
- hydrolyzát s biocharem
- odrůdy (vrby Stvola, Rokyta, topoly J-105, Kaktu)
- 2 substrát (rekultivovaná ornice a jílová skrývka)



Cíle pokusných výsadeb

- optimalizace agrotechnologií porostů RRD a ALS (agroles.system) na výsypkách
- návrh nových postupů rekultivace výsypek pro aktualizaci rekultivační strategie s ohledem na ekonomicko-ekologické a výrobní účinky
- 2026: instalace obnovených PV (vertikální AgPV) a založení pokusu s borůvkami, zálivkou



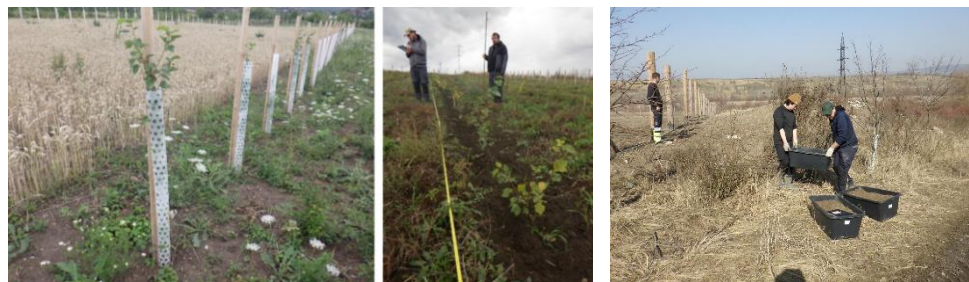
Rekultivovaná
(orná půda)

Nerekultivovaná
(jílovitý substrát, srovnaná)

První hodnocení rekultivačního pokusu RRD na výsypce Malé Březno s aplikacemi hydrolyzátů v 1. roce (2025)

RRD ve výmladkovém pěstování (řízky)

- V-VI 2025 hodnocení ujímavosti a vitality dřevin
- vitalita byla hodnocena podle stupnice:
0=odumřel, 1=žije, 2=žije roste, 3=vitální
- ujímavost bylo hodnocena v procentech
- statistika KW ANOVA a Tukeyho testem (HSD)
- odběry půd pro nádobové pokusy (UPOL a VÚK)



RRD v agrolesnické pěstování (sazenice)

- Identický postup hodnocení jako v RRD

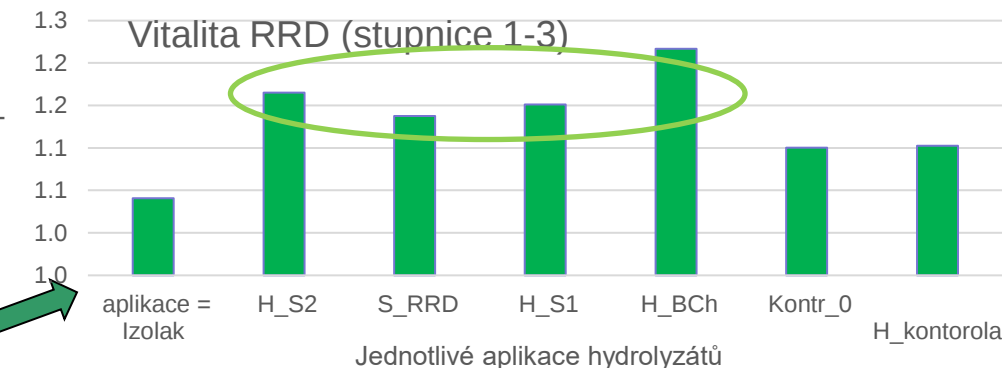
Měsíční srážky IX24-IX25:

40-80% hodnot dlouhodobého normálu.

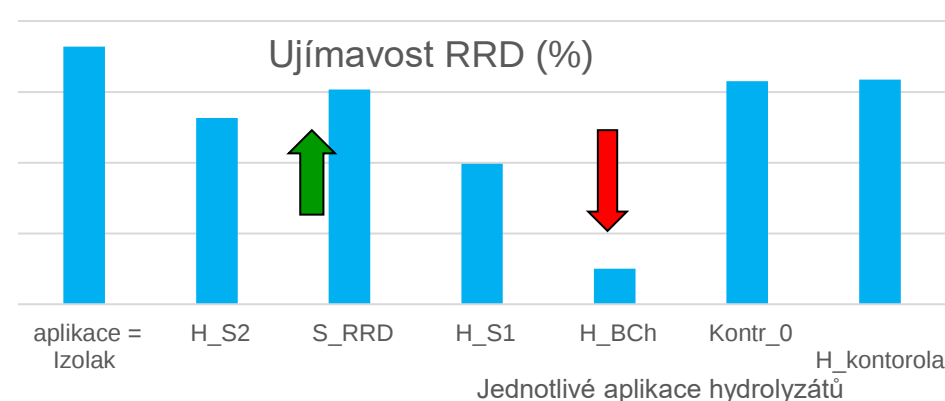
První výsledky hodnocení:

- poškození srnčí zvěří (vrby > topoly)
- **vitalita** lepší u Hydrolyzátů než u kontrol, nejlepší u biocharu s hydrolyzátem ryb; u hydrolyzátů s hormony byla podobná H2 > H1
- **ujímavost** 67 % u řízků a 51 % u sazenic
- lepší ujímavost u kontrol, nejhorší u biocharu (optimalizace dávkování – nádobové pokusy 26?)
- v průměru ujímavosti a vitality vyšla nejlépe kombinace hydrolyzátu s kompostovanou štěpkou
- hodnocení biometrických parametrů probíhá

Vitalita na stupnici 1-3

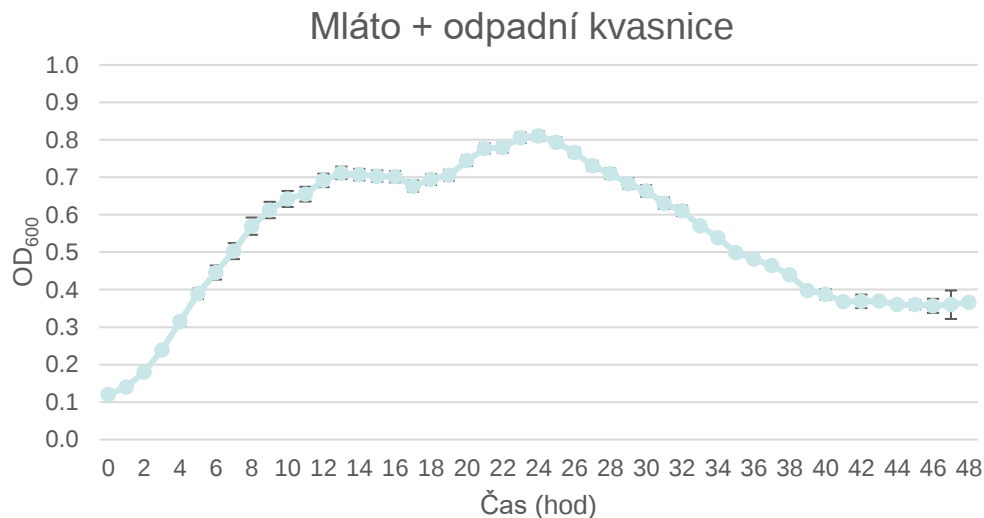


Ujímavost v %



Přípravek pro opětovné použití průmyslových odpadů z pivovarského průmyslu

- Další odpady potravinářského průmyslu – mláto a pivovarské kvasnice
- Mláto
 - autoklávováno, 121 °C, 20 min, 20 g/l
 - + 5 % pivovarské kvasnice (50 °C, 24 hod, 90 g/l)
- Růst *Sutcliffiella cohnii* DSM 6307



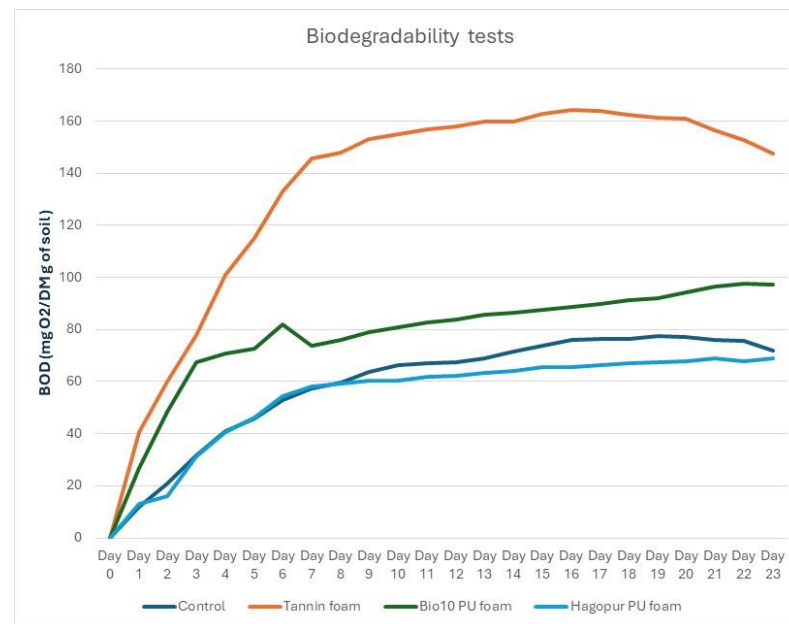
- Podobně slibné výsledky i při obohacení hydrolyzátu peří kvasnicemi
- Momentálně analýza vzorků biobetonu

Biodegradabilita pachových pěň vč. taninového nosiče

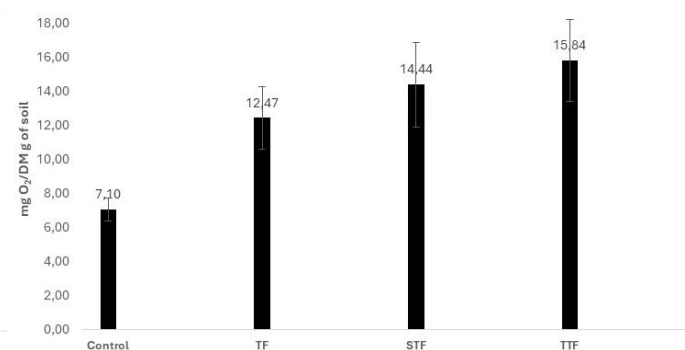
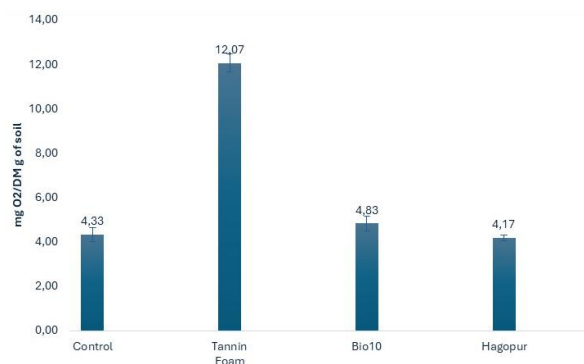
- laboratorní, poloproduční a polní experimenty
- testovány komerční materiály a funkční vzorek taninové pěny



Výplň: biochar z biomasy, který je
napuštěn pachovou látkou



Stanovení
BSK a AT4



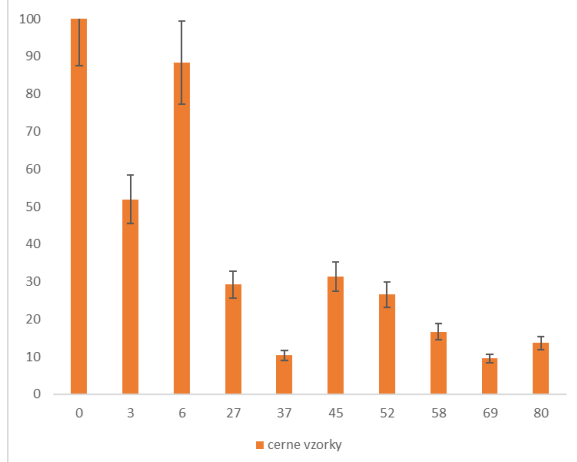
Ověření funkčnosti emisí pachových látek z tanninových pěn

- založen polní pokus pro zjištění koncentrací účinných látek (ŠLP Kostelec n/ČL)

Tanninová pěna



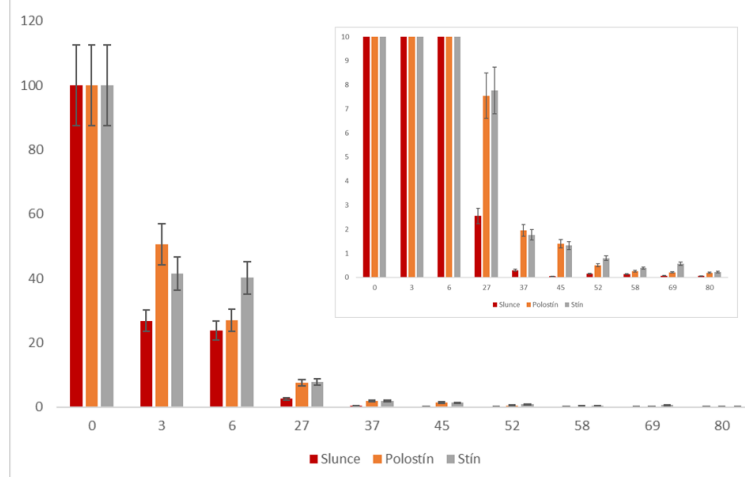
koncentrace kyseliny isovalerové v % v porovnání
se dnem aplikace



BIO 10 PU pěna



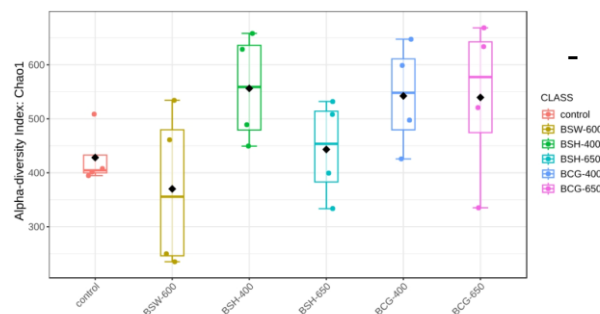
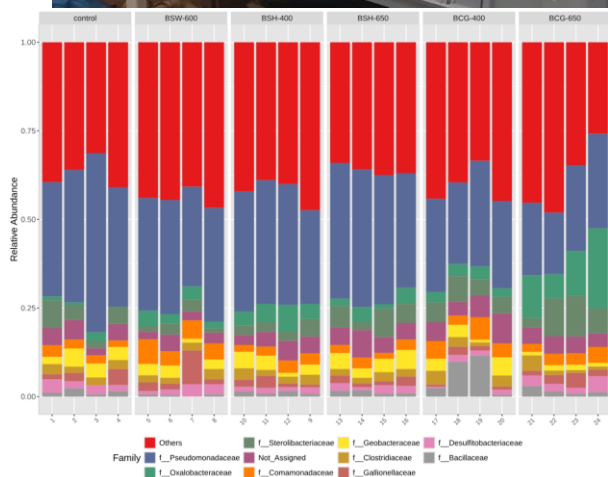
koncentrace kyseliny isovalerové v % v porovnání se dnem
aplikace



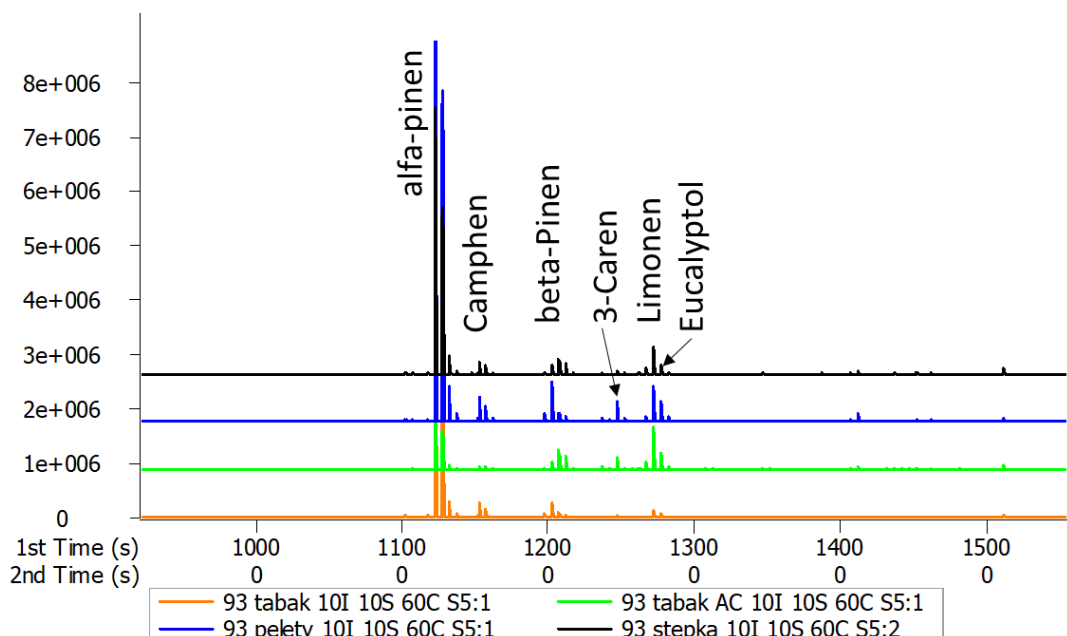
Využití biocharu a hydrocharu pro čištění odpadních vod



- prováděny vsádkové a kolonové testy
- zahájena druhá část testování biocharu a hydrocharu (káva, cigaretové nedopalky, pyrolýza 220-650 °C)
- cílovými látkami farmaka: flucanazol, hydrochlorothiozid, carbamazepin a diclofenak (v moči)
- analýza DNA (ve spolupráci s JČU - bioinformatika)
- spolupráce studenti



Využití biocharu a hydrocharu pro čištění vzdušnin



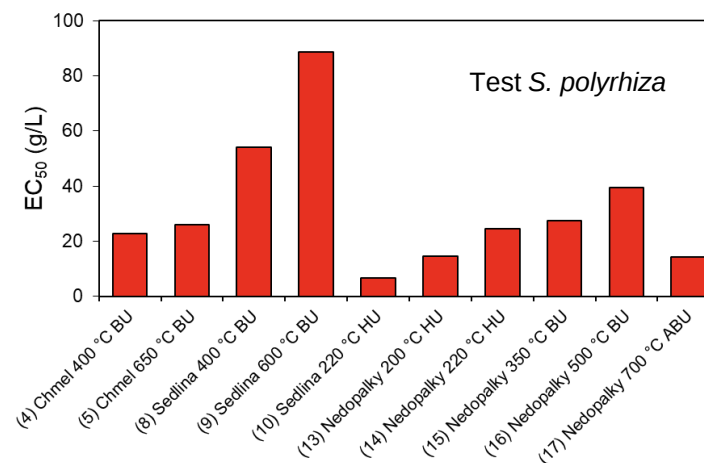
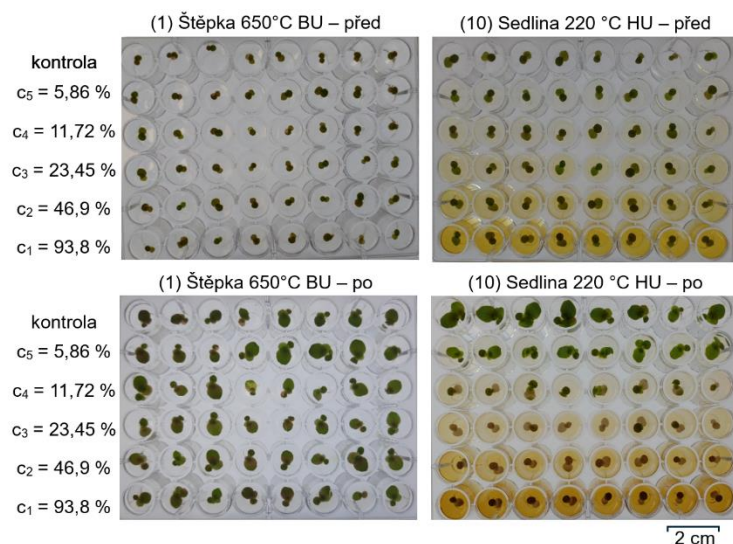
chromatografické záznamy z dvourozměrné plynové chromatografie v pohledu první dimenze a vybranou typickou hmotou pro terpenické sloučeniny (m/z 93) ukazují různé odezvy identifikovaných látek ze skupiny terpenů

- zpracována základní rešerše, příprava k publikaci
- zahájena první část testování
- prováděny jednorázové testy na vybraných vzorcích biocharů
- testovány pro zachycování těkavých látek jako potenciální materiál do filtrů
- cíl: použitelný materiál či tkanina v rozvodech vzduchotechniky nebo jako materiál do biologických instalací (tj. aplikací za účelem čištění ovzduší)
- v budoucnu zápašné látky?
- spolupráce studenti

Testy ekotoxicity biocharů a hydrocharů

Do současnosti realizované testy (ve výluhu a ve výluhu ze standardní zeminy):

- *Aliivibrio fischeri*, *Daphnia magna*, *Spirodela polyrhiza*, *Sinapis alba*, *Lepidium sativum*



- Nejcitlivějšího organismus luminiscenční bakterie *A. fischeri*
- Většina testovaných biocharů vykazovala určitý (mírný až vyšší) negativní účinek ve vodných výluzích
- Přídavek standardizované půdy tento efekt významně zmírnil, zejména ve vztahu k inhibici růstu obou testovaných rostlin (*S. polyrhiza*, *S. alba*)

Publikace studentské práce

<https://app.jove.com/t/68994/assessment-waste-derived-biochars-on-health-biological-activity>



Assessment of Waste-Derived Biochars on the Health and Biological Activity of Soil

Anshu Shaw¹, Rafaella Denissa Muscalu¹, Lenka Wimmerova¹

¹ Department of Applied Ecology, Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague

Corresponding Author

Anshu Shaw
shaw@fep.czu.cz

Citation

Shaw, A., Muscalu, R.D.,
Wimmerova, L. Assessment of Waste-
Derived Biochars on the Health and
Biological Activity of Soil. *J. Vis. Exp.*
(224), e68994. doi:10.3791/68994
(2025).

Date Published

October 10, 2025

DOI

10.3791/68994

URL

jove.com/video/68994

Abstract

Biochar is the product obtained by heating biomass through pyrolysis at high temperatures and has emerged as a common soil amendment based on its potential to improve soil properties such as water retention, pH, and nutrient availability. However, biochar prepared from certain waste materials can exert negative ecotoxicological effects on soil biota. The overall aim of this study was to evaluate the impact of selected biochars derived from coffee grounds, spent hops, spruce wood, and cigarette butts on soil health, focusing on microbial activity, plant growth, and potential ecotoxicity. Biochar-amended soils were incubated for 15 days in total, and a series of assays were performed, including dehydrogenase activity, bacterial quantification, a phytotoxicity bioassay using seeds of *Sinapis alba*, and an ecotoxicity test using *Enchytraeus albidus*. Biochar amendments can alter soil pH and impact water retention. Cigarette-butt biochar showed the highest stimulation of bacterial colonies, with counts reaching up to 1.00×10^6 CFU/mL compared to 8.47×10^4 CFU/mL across control replicates, whereas coffee-grounds biochar enhanced dehydrogenase activity (3.53×10^{-3} mU/g), implying higher microbial metabolic capacity. Phytotoxicity tests indicated that plant growth was enhanced by hops (162.96%) and spruce-wood biochars (206.66%), whereas higher application rates of cigarette-butt biochar suppressed seedling growth (62.36% inhibition). The ecotoxicity test with *Enchytraeus albidus* indicated that all biochars had a detrimental effect except the cigarette-butt biochar (33% stimulation). The findings of this study highlight that the effect of biochar on soil health is source-dependent, with important implications for soil management. The study reveals the need for biochar application adjustments based on concentration and type to maximize its benefits while minimizing potential hazards to soil systems.



Výsledky plánované pro rok 2026

Výsledek	Popis výsledku	Druh
V11	Přípravek pro opětovné použití průmyslových odpadů z pivovarnického průmyslu	Gfunk
V12	Využití průmyslových odpadů pro technologii MICP	O
V13	Výběr vhodných sortimentů pro podmínky výsypek	O
V14	Sorpční jednotka pro odstraňování polutantů z vod pro terciální čištění	Gfunk

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

**Děkujeme za pozornost
a kolegům za spolupráci !**