

Ověření vlivu zuhelnatělé biomasy – materiálu biouhel - na kvalitu půdy

Ing. Petra Huislová, Ing. Jarmila Čechmánková Ph.D,

Biouhel je biomasa zuhelnatělá za účelem aplikace do půdy. Tento jemnozrnný materiál povahy dřevěného uhlí je produktem rozkladu biomasy vlivem dostatečně vysoké teploty za malého nebo žádného přístupu vzduchu. Vlastní proces termochemické přeměny biomasy na uhel je označován jako suchá destilace či karbonizace. Výtěžky jednotlivých produktů pyrolýzy se mění podle druhu pyrolyzované biomasy, teploty, rychlosti ohřevu a reakční doby.

Potenciál biouhlu jako melioračního, rekultivačního či sanačního přípravku je obrovský. Četné studie poukazují na značně široký rozsah jeho užití. Zejména využití biouhlu, jako půdně melioračního přípravku, se zdá být díky jeho příznivým fyzikálně-chemickým vlastnostem a poměrně vysokým obsahem přístupných živin (K, Ca, Mg, S a P), jako racionální řešení a účinný nástroj efektivního hospodaření s bioodpady. Karbonizace biomasy se tak stává logickou součástí zemědělských bioplynových stanic či kompostáren. Surovinou pro výrobu biouhlu může být pevná část digestátu, kompost nevyhovující jakostním podmínkám, který se karbonizací změní z balastní organické hmoty na cenný stabilní uhlík s mnoha pozitivními vlastnostmi.

Z rešeršních zdrojů bylo zaznamenáno pouze několik výzkumných prací komplexně hodnotících stabilitu zuhelnatělé biomasy (biouhlu). Výsledky jednotlivých studií ukazují především na celkovou kvalitu této druhotné suroviny, ovšem přiznávají také významně rozdílné v charakteru přeměny biouhlu v půdě (v závislosti na půdně-klimatických poměrech); definují tak stabilitu popílku z biomasy v poměrně širokém rozsahu: jednotky - stovky let.

Je třeba podotknout, že doposud chybí ucelená studie, která by v globálním měřítku hodnotila charakter užití biouhlu v různých půdně-klimatických podmínkách. Přesto si lze z dosavadních výzkumných projektů vytvořit empirický náhled, vedoucí k pochopení funkce popílku v půdním prostředí a odhadnout tak, jak se bude určitý materiál v půdní matici chovat.

Na pozemcích Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP) byl založen pokus, který si klade za cíl komplexně zhodnotit vliv zapravení biouhlu na sklonitém pozemku. Článek shrnuje činnosti, které byly provedeny v rámci prvního roku testování tohoto materiálu - způsob přípravy a zapravení biouhlu na pokusné ploše, výsledky fyzikálních analýz půdy (po a před zapravením), výsledky agrochemických analýz (základní půdní vlastnosti), výsledky analýz hygieny půdy, hodnocení vlivu na srážkoodtokové vlastnosti pozemku.

Tento experimentální výzkum probíhá pouze díky financování soukromou firmou BIOUHEL.CZ. Díky této spolupráci vzniká komplexní studie popisující vliv biouhlu na půdní prostředí a jeho využití v produkčním hospodaření.

Založení experimentu

Dne 1. 6. 2015 na výzkumné ploše Třebsín byl aplikován na pokusnou parcelu (kde se několik let simuluje konvenční způsob hospodaření) materiál Biouhel v množství 4 l/m². Aplikace byla provedena ručně rovnoměrným nanesením materiálu pomocí plastových nádob na plochu o velikosti 3m x 30m. Aplikaci předcházela úprava pozemků pomocí rotačních bran, čímž se povrch zkypřil do hloubky 10-15cm. Po nanesení definované dávky Biouhlu na povrch parcely se materiál zapravil rovněž pomocí rotačních bran, tak aby nedošlo k odnosu větrem, nebo v případě vydatných srážek povrchovým odtokem. O týden později byla pokusná parcela oseta ručním secím strojem. Setou plodinou byl čirok, širokořádková plodina setá kolmo na vrstevnice.



Obrázek 1 Předúprava parcely rotačními branami



Obrázek 2 Pokusná parcela s aplikovaným biouhlem



Obrázek 3 Zapravení biouhlu

Vyhodnocení fyzikálních charakteristik

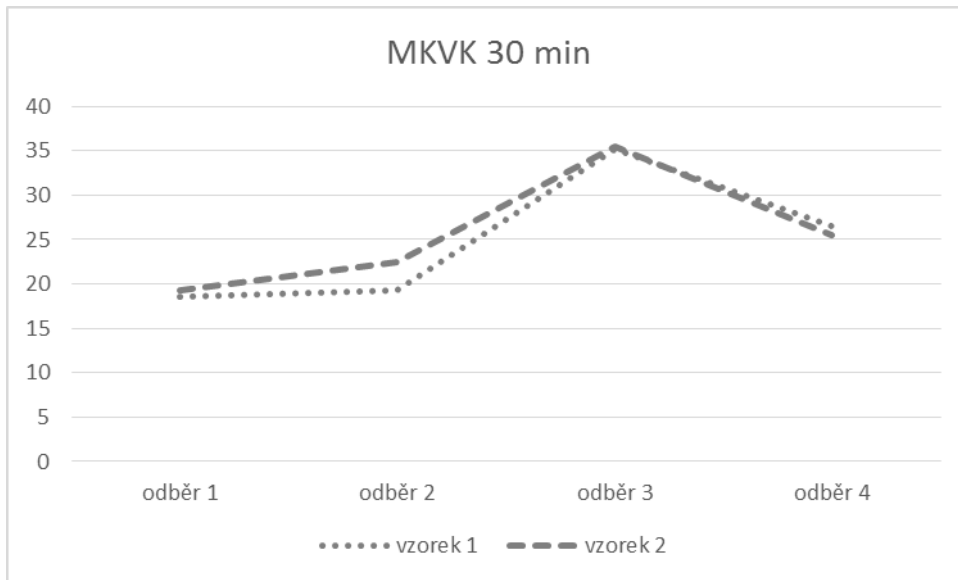
- V rámci jednoho vegetačního cyklu byl sestaven systém 4 odběrů půdních vzorků v různé vegetační fázi pěstované plodiny (Sorghum) čírok.
- Změny v celkovém uspořádání půdních pórů (potažmo retenčních či infiltračních schopností půd) jsou v rámci ročního měření složitě porovnatelné. Přesto je jistá dílčí změna fyzikálních vlastností v průběhu měření zaznamenána. Pro obě stanoviště s vnosem biouhlu došlo k mírnému snížení objemové hmotnosti půdy.
- Hodnocení stability půdních agregátů bylo založeno na předpokladu změny půdní struktury (metody WSA a MWD). V rámci rozsáhlé studie a měření změn půdní stability byl zaznamenán obecně platný trend vyšší stability (vyšší mikrobiální aktivity) v průběhu vegetace (období II. a III.). Rozdíly byly zaznamenány mezi vrcholovým stanovištěm 1A (horší stabilita půd) vůči níže postavenému 2A. V nižších polohách je vyšší obsah sedimentů – vyšší potenciál k utváření půdní struktury.
- Z hodnocení změn stability půdní struktury po zapravení uvedené dávky přípravku biouhlu není možné usuzovat na výrazné zvýšení stabilizace povrchové vrstvy půdy, tudíž snížení erozního ohrožení. Pro lepší zhodnocení změn stability půdní struktury, lze doporučit delší časový horizont.
- Projevily nepatrné změny v nasákavosti půdy. Při porovnání hodnot z průběhu konce vegetačního období, bylo zaznamenáno zvýšení tohoto parametru, což ukazuje na zlepšující se půdní strukturu a celkový hydropedologický režim plochy.
- Podrobnější studie zastoupení kapilárních (MKVK 24 hod) a nekapilárních pórů (MKVK 30 min) naznačuje větší stabilitu nekapilárních, tedy gravitačních pórů v průběhu sledovaného období než tomu bylo u konvenční plochy. U kapilárních pórů se tento trend nepotvrdil.
- Výnosy plodiny nebyly zahrnuty do hodnocení, avšak vzrůst rostlin na plochách se zapraveným biouhlem byl vyšší než na ploše, kde byla simulována konvenční technologie a to i pře extrémní suché počasí. Tento fakt může být přičítán zvýšeným množstvím přijatelných živin, organické hmoty či pozitivní změnou vodního režimu na ploše.
- Po zapravení biouhlu se zdá, že sorpční schopnosti přípravku by mohly zvyšovat vodostálost půdní struktury (zvyšovat odolnost povrchové vrstvy), měření toto nepotvrzují. Opět zde hraje roli časové hledisko, kdy během krátké doby po aplikaci biouhlu nedojde k optimálnímu zformování půdních agregátů s využitím fragmentů rozpadajícího se biouhlu. Ukazuje se, že k optimálnímu smísení biouhlu s půdou je zapotřebí delší čas – minimálně přes jedno zimní období.
- Z těchto důvodů se domníváme, že je vhodnějším obdobím pro zapravení přípravku podzimní příprava půdy (půda jde do fáze vegetačního klidu – čas pro slehnutí a samovolné procesy zapravení přípravku). V jarním období pak mohou rostliny čerpat živiny z již částečně připraveného půdního substrátu.

Konvenční technologie – bez aditiv

Konvenční technologie – Biouhel



Obrázek 4 Porovnání porostu čiroku na experimentálních plochách ve stejném období (21. 8. 2015)



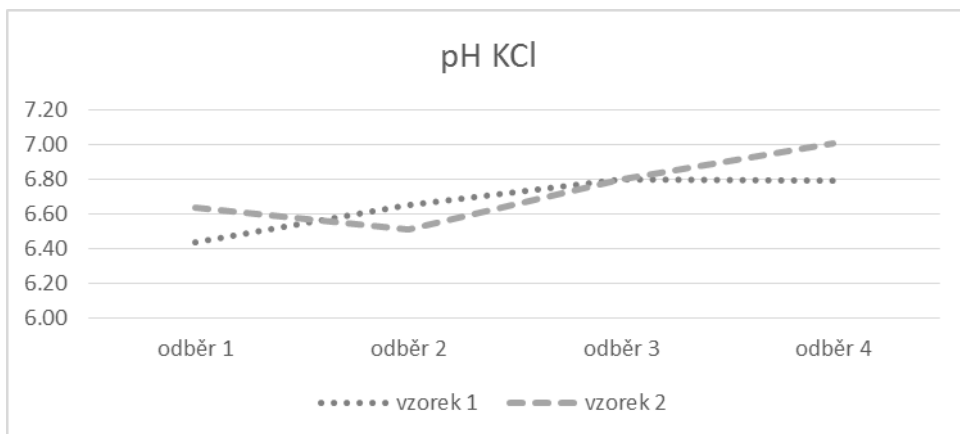
Graf 1 Nekapilární (gravitační) póry

Vyhodnocení chemických charakteristik

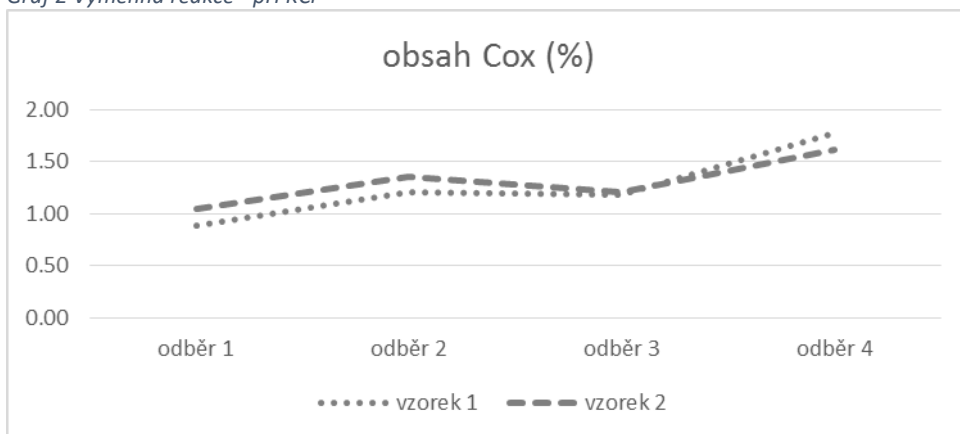
- pHKCl se v půdách pohybovalo v hodnotách od 6,44 do 7,01. U série vzorků 1 i 2 lze pozorovat nárůst hodnoty pH po aplikaci biouhlu od hodnot slabě kyselých, po hodnoty neutrální (vyhl. č. 275/1998 Sb.). Aplikace biouhlu přispěla ke zvýšení hodnoty pH k neutrální reakci. Kontrolní varianta vykazovala hodnoty neutrální.
- Obsah Ca se pohyboval od 1511 do 2094 mg/kg. Jedná se o hodnoty vyhovující až dobré, což ukazuje postupné uvolňování Ca na variantách s aplikací biouhlu. Na kontrolní variantě se obsah Ca pohyboval v hodnotách hodnocených jako dobré (Klement, 2011).
- Obsah Mg se pohyboval v hodnotách od 121 do 250 mg/kg. Jedná se o hodnoty vyhovující až dobré. Patrný je nárůst obsahu Mg bezprostředně po aplikaci biouhlu. Na kontrolní variantě se hodnoty obsahu Mg pohybovaly v kategorii - dobré (Klement, 2011).
- Obsah K se pohyboval v hodnotách od 131 do 330 mg/kg. Z výsledků je patrný postupný nárůst obsahu K po aplikaci biouhlu. Hodnoty lze charakterizovat jako vyhovující až vysoké (Klement, 2011). Obdobné výsledky byly zjištěny na kontrolní variantě.
- Hodnoty obsahu celkového N (N_{tot}) se pohybovaly od 0,112 do 0,155 %. Obsah N_{tot} nebyl aplikací biouhlu ovlivněn.
- Hodnoty Cox se pohybovaly od 0,88 do 1,78 %. U obou variant (vzorků) je patrný postupný nárůst Cox po aplikaci biouhlu. Tyto hodnoty lze po přepočtu hodnotit jako hodnoty obsahu humusu nízké až dobré, aplikace biouhlu vedla ke zvýšení obsahu Cox v půdách.
- Hodnoty obsahu fulvokyselin (FK) se pohybovaly od 0,08 do 0,19. Patrný je nárůst těchto látek bezprostředně po aplikaci biouhlu v obou variantách. Po dalších odběrech byla zjištěna stabilizace této hodnoty.
- Hodnoty obsahu huminových kyselin (HK) se pohybovaly v rozmezí 0,11 až 0,23 %. Hodnoty nebyly aplikací biouhlu ovlivněny.
- Hodnoty obsahu humusových látek celkem (HL) se pohybovaly v rozmezí 0,27 až 0,35 %. Hodnoty nebyly aplikací biouhlu ovlivněny.



Obrázek 5 Řez orníci se zapraveným biouhlem



Graf 2 Výměnná reakce - pH KCl



Graf 3 Obsah organické hmoty

Tabulka 1 Přijatelné živiny

Přijatelné živiny							
Odběr číslo	označení vzorku	pH	Př. Ca - Meh III, mg/kg	Př. Mg - Meh III, mg/kg	Př. K - Meh III, mg/kg	Př. P - Meh III, mg/kg	Dusík celkový mg/kg
I	1A	6,44	1511	121	131	203,4	0,129
II	1A	6,65	1946	160	233	206,4	0,135
III	1A	6,80	1806	147	242	168,5	0,115
IV	1A	6,79	2022	250	330	212,7	0,145
I	2A	6,64	1800	152	170	232,0	0,150
II	2A	6,51	1970	229	272	205,9	0,155
III	2A	6,80	1803	145	204	167,2	0,112
IV	2A	7,01	2094	182	231	224,5	0,129

Výsledky měření vlivu na srážkoodtokové vlastnosti

- Simulace přívalových srážek pomocí dešťového simulátoru probíhaly ve dvou termínech, vždy dvě měření na každé variantě, a to na suchou - předtím nezadeštěnou plochu a následně po prvním zadeštění na zadeštěnou plochu. Pro každý odběr a hodnocenou srážko-odtokovou událost byla navržena referenční varianta.
- Při každém zadeštění se měřila vlhkost půdy před zadeštěním a po zadeštění, počátek povrchového odtoku, velikost povrchového odtoku a infiltrace.
- Na experimentálních plochách s biouhlem došlo k prodloužení časového intervalu, kdy započne povrchový odtok oproti konvenční ploše. Tyto hodnoty potvrzují zlepšení fyzikálních vlastností půdy v orniční vrstvě s biouhlem.
- Hodnoty infiltrace a velikost povrchového odtoku jsou sice horší u plochy s biouhlem ale tento rozdíl je velmi nepatrný.
- Vyšší hodnota ztráty půdy může být způsobena vyplavováním biouhlu, tzn. více nerozpustných látek v kalu.
- Rozbory vzorků kalů ukazují na poměrně vysoké hodnoty přijatelných živin a organické hmoty, které se odplaví při přívalové srážce z ploch se zapraveným biouhlem. Díky malé objemové hmotnosti biouhlu dochází na sklonitých pozemcích v prvním roce po aplikaci k jeho vyplavování a současnému odnosu živin. (Smísení vzorků kalu u druhého termínu zadešťování proběhlo v důsledku malého množství smyvu, tedy nedostatečného množství vzorku u jednotlivých simulací.)
- Dle výsledků měření za šestiměsíční období nebyl průkazně zjištěn pozitivní vliv technologie jednorázové aplikace biouhlu do půdy na snížení erozního smyvu avšak je velice pravděpodobné, že tato technologie je schopna snížit interval, kdy začne docházet k povrchovému odtoku.
- Vzhledem k nepříznivému vývoji počasí však neproběhlo měření zcela objektivně, jelikož porost plodiny (čiroku) nebyl zapojen a půda je k erozi nejvíce náchylná. Navíc zapojení porostu na konvenční ploše a ploše s biouhlem se mírně lišilo.



Obrázek 6 Zadešťovaná plocha



Obrázek 7 simulovaná přívalová srážka

První zadeštění (20 min)

Tabulka 2 Hodnoty prvního termínu zadeštění

varianta	výška plodiny	vlhkost půdy % obj.		začátek povrchového odtoku	infiltrace	velikost povrchového odtoku	ztráta půdy
	[cm]	před zadeštěním	po zadeštění	[s]	[mm]	[mm]	[t/ha]
úhor	0	19,5	27,8	174	10,70	7,76	1,60
konvenčně 2. termín - strniště	20	19,8	24,6	103	14,84	3,83	0,11
biouhel	160	20,1	27,1	174	13,09	5,10	0,37
biouhel 2. termín - strniště	20	20,3	26,9	178	12,49	5,38	0,47

Druhé zadeštění (20 min)

Tabulka 3 Hodnoty druhého termínu zadeštění

varianta	výška plodiny	vlhkost půdy % obj.		začátek povrchového odtoku	infiltrace	velikost povrchového odtoku	ztráta půdy
	[cm]	před zadeštěním	po zadeštění	[s]	[mm]	[mm]	[t/ha]
úhor	0	27,8	28,1	34	5,89	12,43	2,43
konvenčně 2. termín - strniště	20	24,6	24,8	30	10,41	8,00	0,19
biouhel	160	27,1	27,2	69	8,70	9,43	0,37
biouhel 2. termín - strniště	20	26,9	27,0	77	9,45	8,86	0,44

Závěr a doporučení

Aplikace biouhlu do půdy vedla během jednoho sledovaného vegetačního období ke stabilizaci půdní reakce, respektive k jejímu zvýšení k hodnotám příznivým pro zemědělské využití půdy. Ani na konci vegetačního období nebyl zaznamenán opětovný pokles půdní reakce, předpokládáme však, že pro její udržení v dalším vegetačním období by byla potřebná opětovná aplikace biouhlu.

Aplikace biouhlu přispěla k nárůstu obsahu hořčíku a draslíku ve sledovaných půdách. Ukazatele kvality půdní organické hmoty nebyly aplikací biouhlu významně ovlivněny. Došlo k nárůstu obsahu oxidovatelného uhlíku celkem. Celkově lze aplikaci biouhlu v jednom sledovaném vegetačním období hodnotit jako vhodnou pro stabilizaci půdní reakce a zvýšení některých živin. Pro doporučení pravidelné dlouhodobější aplikace do půdy by bylo nutné půdní ukazatele sledovat i v dalších obdobích.

Obsahy sledovaných rizikových prvků v půdách (odebraných vzorcích) po aplikaci biouhlu do půdy jsou velmi nízké a nepřekračují hodnoty dané legislativními předpisy České republiky.

Změna hydrofyzikálních vlastností naznačila jistý trend zlepšování vodního režimu na ploše, nutno však poznamenat, že tyto změny jsou vždy otázkou delšího časového rámce, než byl experiment realizován. Stejně tak je důležitým faktorem roční období, kdy byl biouhel na plochu zapravován. Materiál tak neměl zcela vhodné podmínky pro smísení a zapojení se do orničního horizontu.

Jistý trend ukazují i výsledky ze simulace deště, kde se projeví změny v množství infiltrované vody, odnosu pevných částic (ztrátě půdy). Jako jednoznačně pozitivní výsledek lze hodnotit výrazné zkrácení doby začátku povrchového odtoku. Tyto výsledky podporují tvrzení o zlepšení fyzikálních vlastností a prokázání melioračního potenciálu biouhlu.

Následné vyplavování materiálu z půdy spolu s živinami je otázkou množství zapraveného biouhlu a sklonu pozemku. Aplikační dávka (4 l/m^2) se blížila maximálnímu doporučenému množství, dá se tedy usuzovat, že se množství zapraveného materiálu musí upravovat dle sklonitosti pozemku a povaze půdy.

Použitá literatura:

- KLEMENT, V. Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2011 až 2016. Metodický pokyn č. 51/OBKP. Brno: UKZUZ, 2011. 39 s.
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků