

Využití celulolytických mikroorganismů pro intenzifikaci procesu kompostování a bioremediačního kompostování

Jitka Hrdinová, Milena Kozumplíková, Vanda Jagošová, Martina Siglová, Jiří Mikeš, Miroslav Minařík, Vlastimil Píštěk

EPS, s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice
eps@epsro.cz

Souhrn:

Byly provedeny pilotní studie, jejichž cílem bylo ověřit účinnost použitého celulolytického inokula pro intenzifikaci procesu kompostování a bioremediačního kompostování. Pilotní testy probíhaly po dobu cca 100 dní. V průběhu testu byly sledovány následující parametry: teplota kompostu, okolní teplota, respirační aktivita, spalitelné látky, vlhkost, fytotoxicita, O₂, CO₂, poměr C:N, koncentrace NH₄⁺ a PO₄³⁻ ve výluhu a pH výluhu, případně koncentrace NEL. Jako inokulum byla použita směs celulolytických mikroorganismů *Trichoderma reesei*, *Trichosporon cutaneum* a *Fusarium proliferatum* v poměru 1:1:1.

Na základě teplotního profilu, poklesu organické sušiny a výsledků testů fytotoxicity lze usoudit, že kompostovací proces proběhl úspěšně v kontrolním i inokulovaném kompostu. Vlhkost zralého kompostu byla 45,4-51,5 %, obsah spalitelných látek 41,4-52,5 % a pH výluhu 6,2. V průběhu kompostovacího procesu nebyl zjištěn významný vliv aplikace celulolytického inokula.

V průběhu bioremediačního kompostování poklesla koncentrace ropných polutantů v obou kompostérech (kontrolní i s inokulem). Aplikace celulolytického inokula měla pozitivní vliv na biodegradaci ropných látek, jejich koncentrace klesla v průběhu kompostovacího procesu na 15,2 % původní koncentrace (u kontrolního kompostu na 28,7 %).

Úvod:

Kompostování je biologická metoda využívání biologicky rozložitelného odpadu (BRO), kterou se za kontrolovaných podmínek aerobních procesů a činností mikroorganismů přeměňuje BRO na kompost. Při kompostování probíhají analogické procesy jako při přeměně rostlinných zbytků v půdě. V kompostech je však možné tento proces intenzifikovat a dosáhnout až desetkrát většího počtu mikroorganismů ve srovnání s půdou. Tyto optimální podmínky v kompostu lze dosáhnout nejen provzdušňováním, ale i správnou úpravou vlhkosti (50-70 %), poměru uhlíku a dusíku (30-35:1), výběrem vhodných bioodpadů a úpravou zrnitosti a homogenity substrátu (Váňa, 2009).

Cílem tohoto pilotního testu bylo zjistit odpovědi na otázky, zda aplikace inokulačního materiálu s obsahem celulolytických mikroorganismů ovlivní mikrobiologickou rozložitelnost polymerních substrátů na bázi celulosy a zda zintenzivní mikrobiální rozklad organických polutantů typu ropných látek na pozadí celulosových materiálů.

Intenzifikace kompostování

Za základ systému byly zvoleny komerčně dostupné kompostovací boxy (cca 800 l), které jsou podle výrobce vyrobeny z recyklovatelného plastu, a jsou odolné vůči atmosférickým vlivům. Paralelně byly nasazeny vždy dvě vsádky, z nichž jedna byla neinokulovanou kontrolou. Do druhého boxu bylo přidáno inokulum tvořené populacemi *Fusarium proliferatum*, *Trichosporon cutaneum* a *Trichoderma reesei* (Obr. 1 – vlevo).

Kompostovací experimenty probíhaly po dobu 3-4 měsíců. V průběhu experimentů probíhalo periodické překopávání kompostovaného materiálu a byl prováděn monitoring kompostovacího procesu. Před aplikací inokula byly připraveny jednotlivé vsádky kompostovatelných matric (Obr. 1- vpravo). Celková vsádka činila 275 kg rozložitelného organického materiálu na kompostér: 62,5 kg pilin, 62,5 kg dřevní štěpky, 75 kg kalu z ČOV a 75 kg travní hmoty. Tyto suroviny byly doplněny 25 kg zeminy. Při návrhu experimentu byly dodrženy všechny základní parametry doporučené literaturou (vlhkost, poměr C:N atd.).

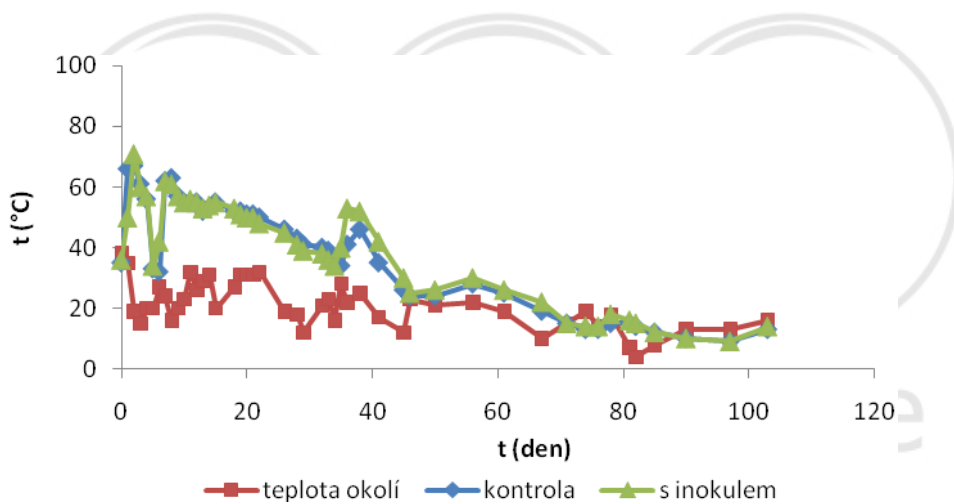


Obr. 1: Příprava inokulačního materiálu (vlevo) a jednotlivých vsádek (vpravo).

Na obr. 2 jsou vyneseny průměrné teploty okolí a teploty uvnitř kompostérů č. 1 a 2. V případě teplot se jedná o jeden z nejdůležitějších parametrů popisu kompostovacího procesu. Teplotní profily obou typů kompostů (inokulovaného i kontrolního) byly prakticky totožné a lze vysledovat následující trendy platné pro obě vsádky.

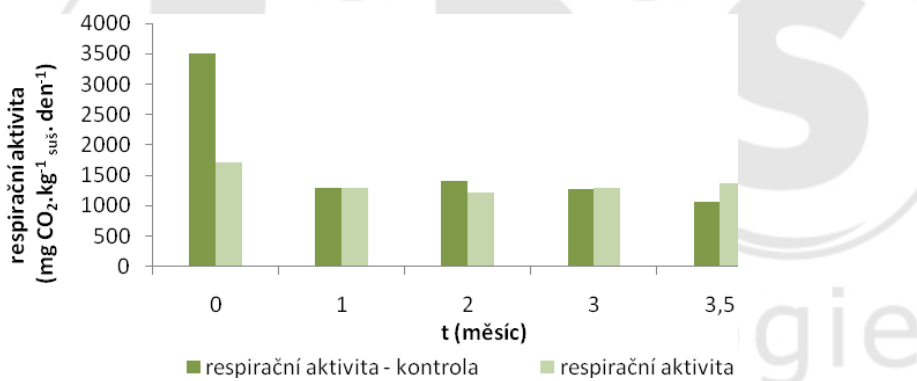
Překopávky byly u obou kompostérů nejintenzivnější v prvním týdnu po zahájení experimentu, kdy se vsádky přehřívaly a zároveň byla tímto způsobem zajišťována dostatečná aerace. Následující 4 týdny došlo ke snižování teplot uvnitř kompostérů z cca 60 °C na přibližně 35°C. Základní podmínky kompostovacího procesu - dosažení minimální teploty 45 - 65° C ve středu vsádky po dobu nejméně 5 dnů – bylo v obou případech s rezervou dosaženo.

Úpravy vlhkosti byly potřebné zejména ve druhé třetině experimentu a reinokulace kompostu č. 2 byla provedena pouze 1x za celý průběh kompostování (přibližně v polovině procesu). Kompostér č. 1 a 2 se svými nároky vzájemně příliš nelišily.

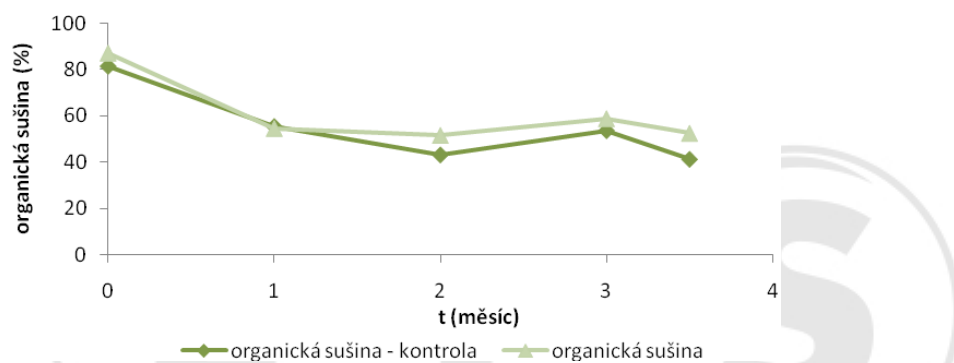


Obr. 2: Teplotní profil v kompostéru č.1 (kontrola), kompostéru č. 2 (s inokulem) a okolního prostředí.

Pro respirační aktivitu (Obr. 3) kompostovaných matric byly naměřené hodnoty téměř shodné pro inokulovanou i kontrolní experimentální variantu a pohybovaly se kolem 1300 mg CO₂/(kg suš. matrice·den).



Obr. 3: Respirační aktivita v kompostéru č.1 (kontrola) a v kompostéru č. 2 (s inokulem).



Obr. 4: Pokles organické sušiny v průběhu kompostovacího procesu (kontrola +systém po inokulaci).

Dalším důležitým parametrem ukazujícím kvalitu kompostu a správný průběh kompostovacího procesu je podíl organické sušiny. Při poklesu organické sušiny o více než 5 % lze říci, že kompostovací proces proběhl správně. Hodnota organické sušiny v hotovém

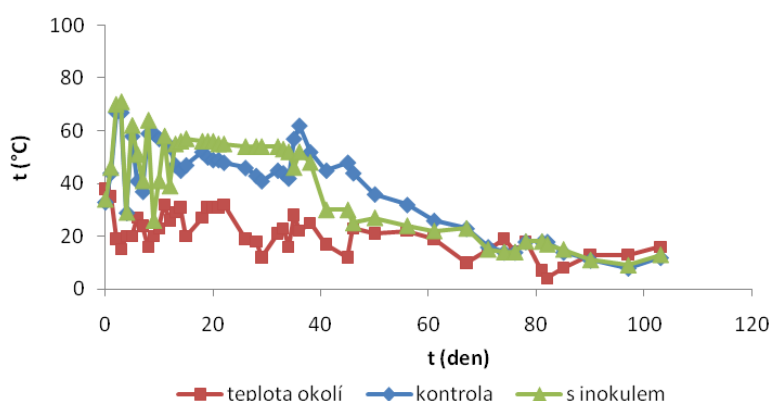
kompostu by však neměla klesnout pod 25 %. Z obr. 4 je vidět, že aplikace celulólytického inokula neměla významný vliv na pokles organické sušiny v kompostu. Vytvořený kompost splňoval všechny požadavky na zralý kompost.

Kompostování jako bioremediační postup

Paralelně byly nasazeny dvě vsádky, z nichž jedna byla neinokulovanou kontrolou. Do druhého boxu bylo přidáno inokulum tvořené populacemi *Fusarium proliferatum*, *Trichosporon cutaneum* a *Trichoderma reesei*. Před aplikací inokula byly připraveny jednotlivé vsádky kompostovatelných matric uměle kontaminovaných ropnými látkami. Celková vsádka činila 275 kg rozložitelného organického materiálu/kompostér: 62,5 kg pilin, 62,5 kg dřevní štěpky, 75 kg kalu z ČOV a 75 kg travní hmoty. Tyto suroviny byly doplněny 25 kg kontaminované zeminy, která obsahovala 10 l ropného znečištění (5 l nafta, 5 l vyjetý motorový olej). Při návrhu experimentu byly dodrženy další základní parametry doporučené literaturou např. vlhkost, pH, C:N atd.

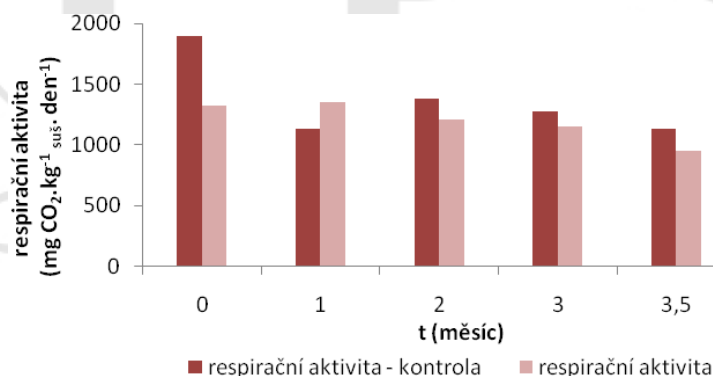
Kompostovací experimenty probíhaly po dobu 3-4 měsíců. V průběhu experimentu probíhalo periodické překopávání kompostovaného materiálu a byl prováděn monitoring průběhu kompostovacího procesu. Na Obr. 5 jsou vyneseny průměrné teploty okolí a teploty uvnitř kompostérů č. 3 a 4. Teplotní profily obou bioremediačních kompostů (inokulovaného i kontrolního) byly navzájem velmi podobné a lze vysledovat následující trendy platné pro obě vsádky. V prvních 2 týdnech po založení kompostu došlo několikrát k vysokému vzrůstu teplot. V prvním měsíci kompostování byly teploty kompostu s inokulem o něco vyšší než v kontrolním kompostéru, a proto zde byly překopávky častější. Následující 3 týdny se teploty uvnitř kompostérů udržovaly cca mezi 50-55 °C, u kontrolního kompostu (č. 3) došlo k opětovnému vzrůstu teploty nad 60 °C.

Úpravy vlhkosti byly potřebné zejména od druhého týdne experimentu a reinokulace kompostu č. 4 byla provedena pouze 1x za celý průběh kompostování a to přibližně v polovině procesu. Kompostér č. 3 a 4 se svými nároky vzájemně příliš nelišily.



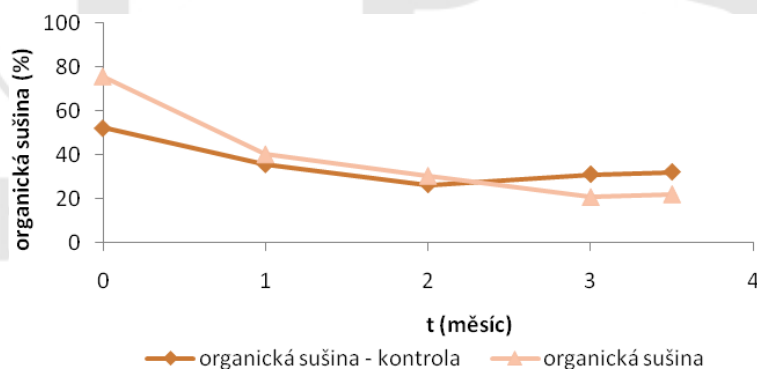
Obr. 5: Teplotní profil v kompostéru č.3 (kontrola), kompostéru č. 4 (s inokulem) a okolního prostředí.

Z Obr. 6 je zřejmé, že přidavek inokula výrazně neovlivnil trend hodnot respiračních testů. V průběhu kompostování hodnoty respiračních analýz mírně klesaly, což může souviset s úbytkem utilizovatelných složek a zřejmě i s kumulací inhibitorů.

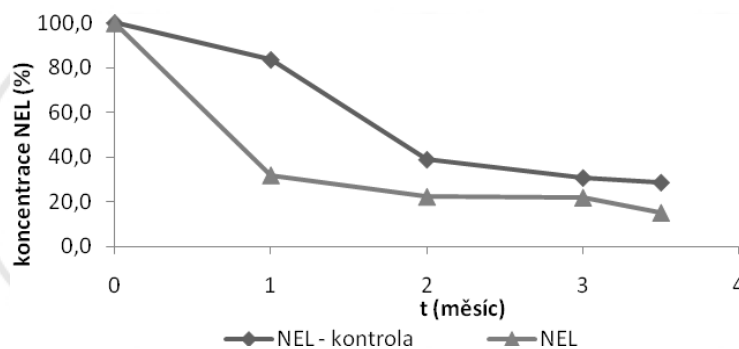


Obr. 6: Respirační aktivita v kompostéru č.3 (kontrola) a v kompostéru č. 4 (s inokulem).

V průběhu procesu kompostování **byl** zaznamenán výrazný úbytek organické sušiny (Obr. 7). Úbytek organické sušiny v kompostéru s celulolytickým inokulem (kompostér č. 4) se pohyboval okolo 50 %, u kontrolního kompostéru (č. 3) jen 20 %. Dá se tedy říct, že přidavek celulolytických mikroorganismů měl pozitivní vliv na úbytek organické sušiny.



Obr. 7: Pokles organické sušiny v průběhu kompostovacího procesu (kontrola + s inokulem).



Obr. 8: Pokles NEL v průběhu bioremediačního kompostování (kontrola + s inokulem).

V průběhu bioremediačního kompostování byl sledován pokles ropných látek vyjádřených jako koncentrace NEL v mg/kg_{suš.}. V kontrolním kompostu klesla koncentrace NEL na cca 30 % původní koncentrace, v systému s inokulem na 15 % výchozí koncentrace. Z těchto výsledků lze usoudit, že aplikace celulytických mikroorganismů zrychlila i zvýšila degradaci ropných látek, a to až dvakrát.

Závěr:

Na závěr lze konstatovat, že aplikace inokulačního materiálu obsahující celulytické mikroorganismy nemá žádný vliv při rozkladu polymerních substrátů na bázi celulosy. Bylo však zjištěno, že aplikace celulytického inokula zintenzivní rozklad organických polutantů typu ropných látek cca o 15 %.

Poděkování:

Tento projekt vznikl za podpory Programu „Trvalá prosperita“ – 2A-2TP1/088.

Literatura:

VÁŇA Jaroslav: Kompostování bioodpadu je technologií trvale udržitelného života. *Biom.cz* [online]. 2009-08-05 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-bioodpadu-je-technologie-trvale-udrzitelneho-zivota>>. ISSN: 1801-2655.