

Vliv biologické předúpravy lignocelulózových substrátů na produkci bioplynu

Jitka Hrdinová, Milena Kozumplíková, Vanda Jagošová, Miroslav Minařík, Vlastimil Pištěk
EPS s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice
eps@epssro.cz

Úvod

Požadovaným cílem této práce bylo rozšířit substrátovou základnu pro bioplynovou stanici EPS, s.r.o. v Kunovicích. Zajímavou možností je využití odpadů lignocelulózové povahy, které jsou poměrně dostupné. Nejčastěji se vyskytující lignocelulózovou biomasou jsou např. zbytky ze zemědělství (sláma, slupky, stonky atd.) nebo lesnictví, městský odpad (papír, kartony, lepenka, zahradní odpad, dřevěné výrobky), případně energetické rostliny (např. americké proso). Rigidní struktura lignocelulos hraje ovšem důležitou roli při biologickém zpracování těchto odpadů. Aby byla zvýšena biologická dostupnost lignocelulos pro mikroorganismy přítomné v anaerobním kalu bioplynové stanice, byla použita aerobní předúprava lignocelulózových odpadů celulolytickými mikroorganismy.

Průběh experimentu

Testované substráty

Sláma (10-30 mm), piliny z měkkého dřeva, kancelářský papír skartovaný a namletá makovina.

Průměrné složení použitých lignocelulózových materiálů dle literatury (Howard et al., 2003; Straka, 2003):

papír - celulosa 85-99 % hm., lignin 0 % hm., hemicelulosa 0-15 % hm.

sláma - celulosa 55-60 % hm., lignin 14-17 % hm.

piliny z měkkého dřeva - celulosa 45-50% hm., lignin 25-35 % hm., hemicelulosa 25-30 % hm.

Aerobní předúprava

Aerobní fáze probíhala v Erlenmayerových baňkách na třepačce při teplotě 30 °C po dobu 2-12 týdnů (Obr. 1). Výše uvedené substráty byly kultivovány v submersním systému v přítomnosti jednotlivých celulolytických kmenů: *Trichoderma reesei*, *Trichosporon cutaneum* a kmen s pracovním označením Tur3. Po skončení této fáze byl obsah baněk analyzován (CHSK_{Cr}, sušina, organická sušina a kontrola přítomnosti celulolytické mikroflóry) a převeden do lahvíček určených pro anaerobní digesci.



Obr. 1: Aerobní předúprava lignocelulosových substrátů.

Anaerobní fáze

Anaerobní proces probíhal v termofilním režimu při 55 °C po dobu 40 dnů. Počáteční zatížení biomasy v jednorázových anaerobních testech bylo 0,3 g/g. Tyto testy poskytují informace o anaerobní rozložitelnosti sledovaného organického materiálu při optimálních podmínkách procesu a dostatečné době rozkladu. Je nutno věnovat náležitou pozornost volbě podmínek experimentu. Jde především o koncentraci biomasy, její fyziologický stav, stáří, druh a koncentraci substrátu, přítomnost živin, stimulačních nebo inhibujících látek, pH, teplotu, homogenitu prostředí, a také vhodné ředění a zatížení anaerobního kalu (inokula).

V průběhu testů byl monitorován objem vyprodukovaného bioplynu a složení bioplynu (GC/TCD). Na závěr byla stanovena sušina, organická sušina, $CHSK_{Cr}$, pH a nižší mastné kyseliny (GC/FID), které jsou indikátorem dobrého/špatného průběhu anaerobní digesce.

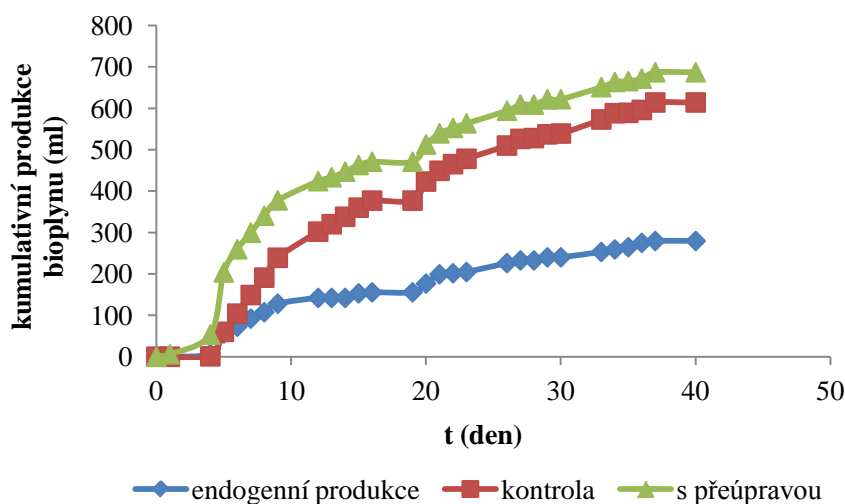


Obr. 2: Anaerobní fáze rozkladu lignocelulosových substrátů.

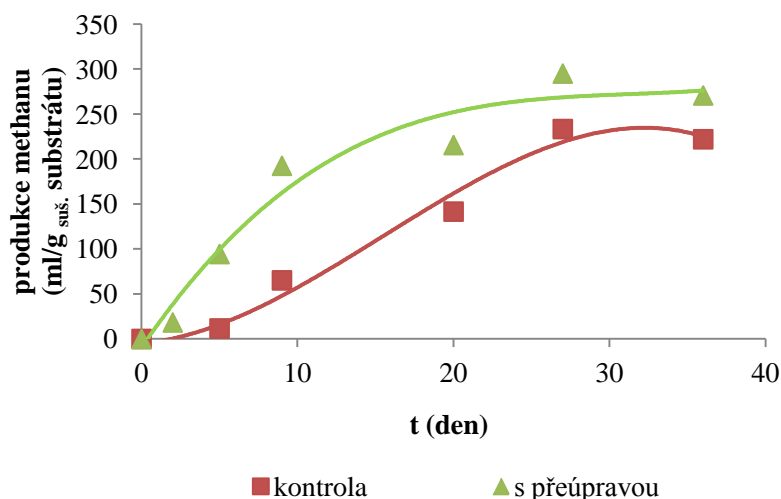
Výsledky

Tvorba bioplynu (methanu) byla sledována v závislosti na délce aerobní hydrolýzy 2-12 týdnů (Obr. 5). Jelikož všechny experimenty neprobíhaly souběžně, bylo nutné ke každé sadě připravit kontrolu bez biologické předúpravy (Obr. 6), aby mohly být jednotlivé experimenty srovnávány. Následující obrázek (Obr. 3) ukazuje kumulativní produkci bioplynu ze slámy, která byla 12 týdnů kontaktovaná s celulytickým mikroorganismem *T. reesei*. Je zde vidět,

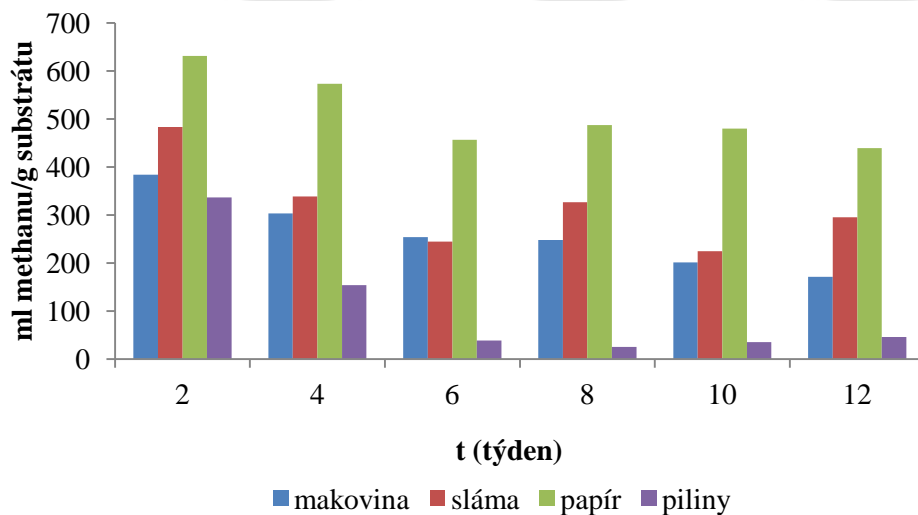
že produkce bioplynu u předupraveného vzorku byla rychlejší a také vyšší ve srovnání s kontrolním experimentem. V grafu (Obr. 3) je také znázorněna endogenní produkce bioplynu, tj. produkce samotným digestátem z bioplynové stanice bez substrátu. Čistá substrátová produkce methanu po odečtení endogenní produkce pro slámu je uvedena na Obr. 4. Nejvyšší substrátová produkce byla zaznamenána po cca 30 dnech od počátku anaerobní fáze a u předupravené slámy (12 týdnů) byla produkce methanu o 26,4 % vyšší než u slámy bez předúpravy.



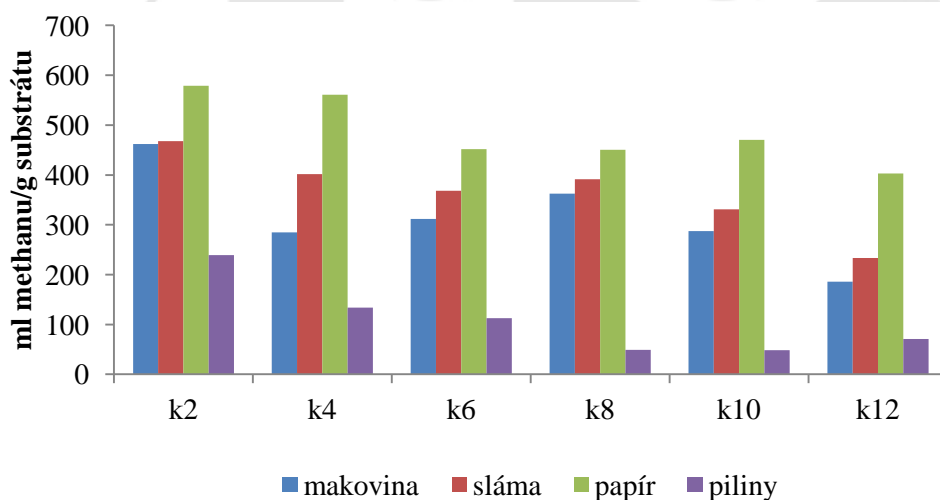
Obr. 3: Kumulativní produkce bioplynu po 12 týdnech aerobní předúpravy slámy kmenem *T. reesei*.



Obr. 4: Srovnání množství produkovaného methanu v průběhu anaerobní digesce bez předúpravy a po 12 týdnech předúpravy slámy. Množství methanu je vztaženo na gram sušiny substrátu.



Obr. 5: Maximální substrátová produkce methanu po 2-12 týdnech biologické předúpravy s *T. reesei*.



Obr. 6: Maximální substrátová produkce methanu – kontrolní experimenty (bez předúpravy).

Po čtyřtýdenní biologické předúpravě makoviny kmenem *T. reesei* došlo ke zvýšení produkce methanu o 6,5 %, u slámy o 26,4 % a u papíru o 9,7 % po 12-ti týdenní předúpravě, u pilin o 14,7-40,8 % po 2-4 týdnech. Předúprava substrátů kmenem *T. cutaneum* měla také pozitivní na produkci methanu. Po čtyřtýdenní předúpravě makoviny se zvýšila produkce methanu o 25,0 %, u slámy o 10,4-28,9 % po 2-4 týdnech, u papíru o 3,3-16,5 % po 8-12 týdnech a o 21,0 % po 12 týdnech u pilin. V případě kmene Tur3 biologická předúprava až na výjimky nezvýšila produkci methanu - u slámy se produkce methanu zvedla o 2,5 % po 12 týdnech předúpravy a u pilin o 9,3 % po 2 týdnech předúpravy.

Závěr

Podle předpokladů byla naměřena nejnižší produkce bioplynu z pilin. Ty obsahují vyšší množství ligninu, které ztěžuje dostupnost celulosy a hemicelulosy při degradaci. Biologická předúprava pilin kmenem *T. reesei* však zvýšila produkci methanu až o 40,8 %. Naopak nejvyšší substrátová produkce byla zjištěna u papíru. Předúprava testovaných substrátů kmenem *T. cutaneum* zvýšila produkci methanu v rozmezí 3,3-28,9 %, kmenem *T. reesei* v rozmezí 6,5-40,8 %. Bylo zjištěno, že kmen Tur3 není vhodný pro předúpravu testovaných substrátů, jelikož nedochází ke zvýšení produkce methanu.

Literatura

Howard R. L., Abotsi E., Jansen van Rensburg E. L., Howard S. (2003): Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production. African Journal of Biotechnology 2 (12), s. 602-619.

Straka F.: Bioplyn. Vydal GAS s.r.o. Říčany. 1. vydání, 2003. ISBN 80-7328-029-9.

Tato práce vznikla za finanční podpory MŠMT ČR poskytnuté v rámci řešení projektu Eureka E ! 3654-Euroenviron Biopols.