

Využití rostlinné biomasy v anaerobní digesci

Ing. Miroslav Minařík, Ing. Jiří Mikeš, Ing. Martina Siglová, PhD.
EPS, s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice,
e-mail: vyvoj@epsro.cz, www.epsro.cz

anaerobní digesce, rostlinný materiál, monitoring produkce bioplynu v laboratorním systému

Celulóza a hemicelulózy poskytují dobré výtěžky methanu, jeho koncentrace je však nižší. Hlavním problémem je u materiálů lignocelulosového charakteru omezená dostupnost polysacharidických řetězců pro hydrolyzu uvnitř ligninové struktury, která je v anaerobních podmínkách zcela integrována do jádra polymerní struktury.

Limitujícím prvkem v těchto procesech je schopnost mikrobiálního konsorcia realizovat enzymově katalyzované hydrolytické štěpení celulosy jako jedné z dominantních komponent obsažené v těchto surovinách. Řešení těchto problémů je možné vidět v několika přístupech. V první řadě se týká kinetiky příslušných celulas a zejména vlivu fyzikálně-chemického souboru parametrů, které mohou přispět k vyšší využitelnosti celulosy jako substrátu. Jedním z neúčinnějších producentů celulas (enzymů) jsou plísňe rodu *Trichoderma*. Problém však spočívá v nesouladu jejich produkčních a růstových požadavků s podmínkami determinovanými systémem anaerobní digesce, resp. mikrobiálním spektrem tyto přeměny schopným uskutečnit. Alternativou může být přesměrování zájmu o producenta celulas do oblasti prokaryotních mikroorganismů. Adney (1991) vypracoval podrobnou přehledovou publikaci, jejíž společným jmenovatelem je shrnout a vyzdvihnout fenomén hydrolytického potenciálu bakterií i s ohledem na možné uplatnění v biodegradaci celulosy v primárních fázích anaerobní digesce předcházející vlastní produkci methanu. Z těchto výsledků je pozoruhodná zejména studie 9 izolátů bakteriálních konsorcií z podmínek modelující anaerobní rozklad organické hmoty, z nichž 5 vykazovalo vysokou hydrolytickou aktivitu svého enzymového aparátu právě vůči celulóze. Dominujícím taxonem v těchto společenstvech byly zástupci rodu *Clostridium*, jejichž celulasový a lignocelulasový enzymový aparát úspěšně konvertoval celulosu do formy substrátů typu octan, ethanol nebo propionát (Soundra 1988). Van Assche (1983) dokonce publikoval výsledky, ve kterých upozorňuje na pozitivní vliv přídavku celulosového materiálu k prasečí kejďe jako stabilizačnímu prvku procesu. Ukazuje se, že potenciál rodu *Clostridium* je skutečně velmi podceněn a cesta založená na obohacování spektra mikroflóry realizující anaerobní digesci právě těmito zástupci zřejmě bude klíčová pro zefektivnění a zejména rozšíření spektra substrátů utilizovatelných a transformovatelných v procesech generujících palivo pro kogeneraci elektrické a tepelné energie. *Clostridium*, resp. jeho izolát JC3 byl studován s důrazem na možnosti genu *cellobiohydrolase A* zodpovědným za produkci příslušného enzymu v termofilních podmínkách (55°C). Z hlediska praktického využití jsou tyto informace cenné zejména proto, že klíčová měření byla uskutečněna na simulovaných odpadech s dominujícím zastoupením celulosy (Suytsubo 2005). Pro případ nalezení vhodného legislativně-právního rámce zapojení genově modifikovaných organismů do technologické praxe se zde nabízí využít cenné informace a poznatky ke konstrukci stabilních bakteriálních činitelů rozkladu celulosy.

Jinou cestou, která v sobě spojuje využitelnost ještě širšího spektra biologicky rozložitelných odpadů v procesech anaerobní digesce je výzkum orientovaný na tzv. „umělý bachor“ (*arteficial rumen*), kde hlavní myšlenka této výzkumně-vývojové práce se ubírá směrem nalezení vhodných bachorových mikroorganismů a odhalení podmínek, které umožní jejich existenci i mimo specifické prostředí zažívacího traktu přežvýkavců, vyvine metodologický

rámec operací s nimi a shrne prostředky monitoringu jejich činnosti (Gijzen 2004). Konkretizace na úroveň druhové skladby takového typu systému byla provedena pomocí moderních diagnostických prostředků a jedním z účinných zástupců je *Ruminococcus albus*, který velmi účinně transformuje lignocelulosový materiál z mokřadní rostliny orobinec (Zhenhu 2007).

Třetím možností řešení rovnováhy a stability procesů v účinně pracující stanici produkující bioplyn je nalezení optimálních dodávek živin. Týká se to zejména těch procedur, kde dominuje ve spektru odpadů živočišný odpad a je nutné usměrnit metabolické dráhy přidávkou materiálu na bázi rostlinného odpadu nebo biologicky odbouratelného komunálního odpadu. Ukázka, jak koordinovat dodávky, směřovat přítokové proudy a reagovat na výkyvy je shrnuta v případové studii provedené na ukrajinských a rakouských bioplynových stanicích zemědělského typu (Kryvoruchko 2007).

V příspěvku je představen systém měření a monitoringu bioplynu, který je vyvíjen v laboratorním fermentoru. V tomto experimentálním uspořádání byla testována vhodnost použití rostlinného materiálu pro účely anaerobní digesce spojené s výrobou bioplynu (zejména tzv. makoviny po extrakci). Z výsledků je zřejmé, že tento systém může být použit jako model bioplynové stanice v laboratorním měřítku.

Adney, W.S., Rivard, C.J., Ming, S.A., Himmel, M.E.: Anaerobic digestion of lignocellulosic biomass and wastes. Cellulases and related enzymes. Applied Biochemistry and Biotechnology - Part A Enzyme Engineering and Biotechnology Volume 30, Issue 2, Pages 165-183, 1991

Gijzen, Huub J., Lubberding, Henk J., Verhagen, Frank J., Zwart, Kor B., Vogels, Godfried D. : Application of rumen microorganisms for an enhanced anaerobic degradation of solid organic waste materials. Biological Wastes, Volume 22, Issue 2, Pages 81-95, 1987

Haga, Ishida, Ogawara: Anaerobic digestion process of wastes containing cellulose United States Patent 4510243

Krieg, A.: Graskraft-Abschubbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt, Pages 22, 1995

Kryvoruchko, V., Amon, T., Amon, B., Machmüller, A., Hopfner-Sixt, K., Bodirosa, V., Hrbek, R., Friedel, J., Pötsch, E., Wagentristl, H., Schreiner, M., Zollitsch, W. : Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations Bioresource Technology, Volume 98, Issue 17, Pages 3204-3212, 2007

Soundar, S., Chandra, TS: Anaerobic digestion of cellulose by pure and mixed bacterial cultures Journal of Industrial Microbiology, Volume 5, Issue 5, Pages 269-276, 1990

Syutsubo, K., Nagaya, Y., Sakai, S., Miya, A.: Behavior of cellulose-degrading bacteria in thermophilic anaerobic digestion process Water Science and Technology Volume 52, Issue 1-2, Pages 79-84, 2005

Van Assche, P., Poels, J., Verstraete, W.: Anaerobic digestion of pig manure with cellulose as co-substrate Biotechnology Letters, Volume 5, Issue 11, Pages 749-754, 1983

Zhenhu Hu, Zhiyou Wen: Pretreatment of lignocellulose-rich cattail by rumen microorganisms to enhance anaerobic digestion performance 2007 ASAE Annual Meeting 077075

EPS
biotechnologie