

Posouzení proveditelnosti anaerobní digesce pro odpadní materiály produkované chovem hmyzu

Petra Wojnarová^a, Jiří Rusín^a, Panagiotis Basinas^a, Luděk Poschmaier-Kamarád^b

^aInstitut environmentálních technologií, CEET, VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 17. Listopadu 2172/15, Ostrava – Poruba 708 00, Česká republika

***^bIFA BOKU, Institut für Umweltbiotechnologie, Konrad-Lorenz-Straße 20, Tulln an der Donau 3430, Rakousko
e-mail: petra.wojnarova@vsb.cz***

Souhrn

Zájem o hmyz v potravinářském průmyslu se neustále zvyšuje. Důvodem je především jeho vysoký obsah bílkovin, tuků, vlákniny, vitamínů a minerálních látek. Hmyz se stává cennou surovinou i v oblasti medicíny, kosmetickém a textilním průmyslu. S rostoucí poptávkou o chov hmyzu celosvětově roste i počet tzv. hmyzích farem, a s tím souvisí i narůstající produkce biologického odpadu z jejich chovu. Jednou z možností zpracování tohoto vznikajícího odpadu je jeho zpracování v bioplynové stanici, kde může vhodně doplnit stávající surovinovou skladbu. Příspěvek uvádí výsledky 35-denní vsádkové anaerobní digesce odpadů ze tří nejčastěji chovaných druhů hmyzu v České republice.

Klíčová slova: chov hmyzu, bioodpad, bioplyn, metan

Úvod

Potravinářský průmysl se stále intenzivněji zaměřuje na zdroje tuků, bílkovin, vitamínů, vlákniny i minerálních látek z hmyzu [1]. V současné době je hmyz běžnou součástí stravy pro více než 2 miliardy lidí [2]. Mezi „jedlé druhy“ bylo zařazeno více než 2100 druhů hmyzu [2]. Hmyz patří mezi uznávaný a hodnotný alternativní zdroj proteinů a tuků. Hmyzí protein je navíc efektivněji metabolizovatelný, než běžné živočišné bílkoviny a zároveň také nutričně bohatší než rostlinné bílkoviny [3, 4]. Kromě toho obsahuje řadu vitamínů, minerálů, tuků i vlákniny [5, 6]. Například množství nenasycených omega-3 a omega-6 mastných kyselin je u larev Potemníka moučného ekvivalentní množství v rybách, a výrazně vyšší než u skotu či prasat. Většina hmyzu má rovněž vysoký obsah esenciálních mikroživin, jako jsou draslík, vápník, železo, hořčík a selen. Hmyz obsahuje více vápníku a železa než hovězí, vepřové i kuřecí maso [2].

Hmyz se stává cennou surovinou i v oblasti medicíny [7], kde izolovaný chitin slouží jako doplněk stravy i pro výrobu umělých šlach a vazů. Izolovaný chitin je také hojně používán v kosmetickém průmyslu [8] a dalších průmyslových odvětvích (aditivum v papírenském průmyslu, lepidlo v textilním průmyslu apod.) [6, 9]. Například larvy Potemníka moučného jsou běžně používanou složkou přípravků pro bělení kůže a při léčbě kožních poruch [8, 10]

S rostoucím zájmem o hmyz celosvětově roste i počet hmyzích farem, a s tím souvisí i narůstající produkce biologického odpadu z jejich chovu. Využití biomasy hmyzu a odpadní biomasy vznikající při chovu hmyzu nebylo dosud pro výrobu bioplynu příliš uvažováno. Množství organických substrátů vhodných pro výrobu bioplynu a bio-hnojiva anaerobní digescí v bioplynových stanicích je přitom omezené. Příspěvek uvádí výsledky 35-denní vsádkové anaerobní digesce post-produkčních odpadů ze tří nejčastěji chovaných druhů hmyzu v České republice.

Metodika a použitý materiál

Substráty a inokulum

Jako substrát pro zjištění biochemického potenciálu sloužily vzorky odpadů ze tří nejčastěji chovaných druhů hmyzů v České republice: Potemníka moučného (*Tenebrio molitor*), Potemníka stájového (*Alphitobius diaperinus*) a Potemníka brazilského (*Zophobas morio*) (viz Obrázek 1). Vzorky tzv. post-produkčních odpadů byly získány z hmyzí farmy Papek s.r.o. a byly tvořeny hmyzími výměšky, zbytky rostlinných krmiv (převážně zelenina a otruby) a drobnými odumřelými částmi hmyzu.



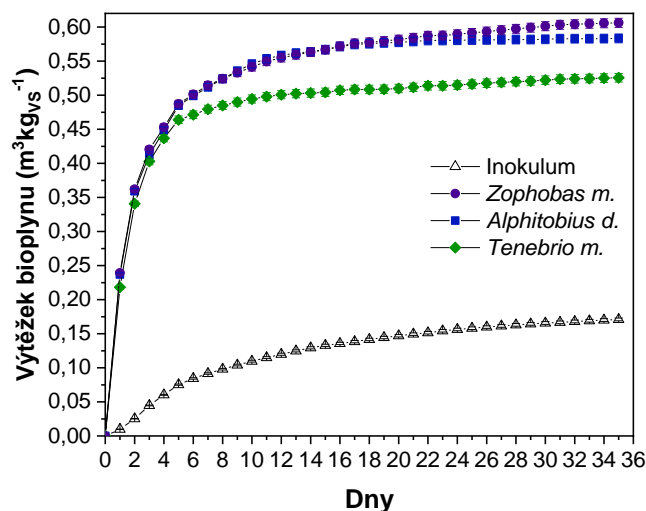
Obrázek 1 Larvy Potemníka brazilského (*Zophobas morio*) [11].

Jako inokulum (očkovací látka) pro test produkce bioplynu a metanu (BMP test) byla použita tekutá fermentující suspenze (tzv. digestát) ze zemědělské bioplynové stanice (Zemspol Studénka, a.s.). Toto inokulum bylo použito k simulaci mikrobiálních podmínek běžných v zemědělské bioplynové stanici. Vzorky byly podrobeny 35-denní vsádkové digesci. Experimentem byl rovněž testován vliv různých zatížení reaktoru organickými látkami (OLR) s důrazem na odhalení případné nežádoucí inhibice tvorby metanu.

U vzorků substrátů i inokula byl dále stanoven obsah organických látek (VS, žháním při 550 °C v atmosféře O₂ do konstantní hmotnosti, RSD 5,0 %). Použit byl termogravimetrický analyzátor LECO TGA 701. Hustota sušin v práškovém stavu byla stanovena poloautomatickým plynovým pyknometrem Thermo Fisher Scientific Pycnomatic ATC s He (tlak 50 kPa). Prvkové složení sušiny (CHNS) bylo stanoveno elementárním analyzátozem LECO Truspec CHN 628 + S 628, přičemž obsah O₂ byl dopočten. U všech vzorků odpadů a inokula byla zjišťována hodnota pH, a to pomocí přístroje WTE 340i se sondou Sen Tix 41.

Výsledky

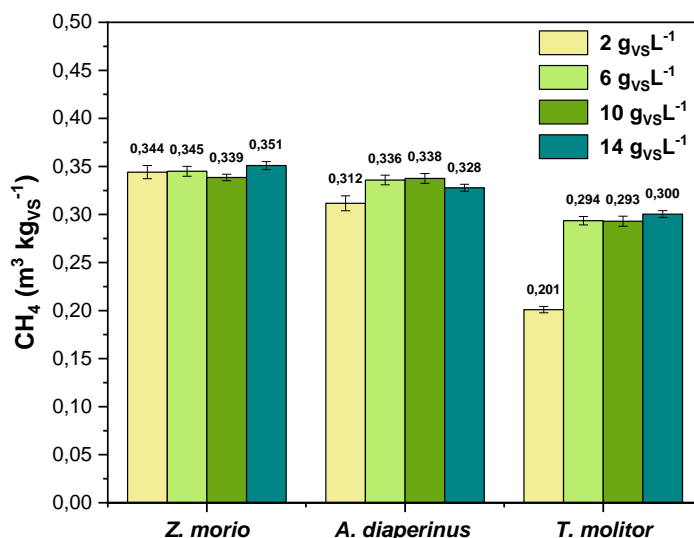
Kumulativní měrná produkce bioplynu z inokula činila 0,170 m³ kg_{VS}⁻¹, což je hodnota srovnatelná s mnoha dalším i testy na pracovišti i v literatuře [4]. Nejvyšší kumulativní měrná produkce bioplynu byla naměřena pro substrát post-produkčního odpadu Potemníka brazilského (0,606 m³ kg_{VS}⁻¹), následně pro Potemníka stájového (0,583 m³ kg_{VS}⁻¹) a nejnižší výtěžek pro Potemníka moučného (0,525 m³ kg_{VS}⁻¹). U všech výše jmenovaných post-produkčních substrátů bylo během prvních pěti dnů testu dosaženo 70-80 % z celkové kumulativní produkce bioplynu (viz Obrázek 3).



Obrázek 3 Kumulativní výtěžky bioplynu z hmyzích post-produkčních odpadů pro 14 g_{VS}L⁻¹

Měrné produkce metanu z organické sušiny (VS) byly dostatečně vysoké u všech testovaných odpadů, jedná se tedy o materiály v bioplynové stanici velmi dobře využitelné. Nejvyšší měrná produkce metanu (0,351 m³kg_{VS}⁻¹) byla naměřena v případě digesce post-produkčního odpadu Potemníka brazilského, při použití nejvyššího hmotnostního zatížení reakčního prostoru, tedy 14 g_{VS}L⁻¹. Naopak celkově nejnižší měrnou produkci metanu poskytl post-produkční odpad z Potemníka moučného, konkrétně 0,201 m³kg_{VS}⁻¹ při OLR 2 g_{VS}L⁻¹ (viz Obrázek 4).

Spalovací elementární analýzou byl zjištěn nejvyšší obsah dusíku (6,85 hm. %) a síry (0,97 hm. %) právě v odpadu z chovu Potemníka moučného. Inhibice biologických dějů volným amoniakem, amoniakálním dusíkem a případně i sulfanem zde tedy mohla nastat nejsnadněji.



Obrázek 4 Měrná produkce CH₄ z hmyzích post-produkčních odpadů pro 2-14 g_{VS}L⁻¹

Nejvyšší koncentrace metanu v bioplynu byla naměřena v konečné fázi testu pro post-produkční substrát z Potemníka brazilského (67 obj.%). Nejvyšší koncentrace vodíku (3200 ppm) byla naměřena první den BMP testu, a to opět pro substrát z Potemníka brazilského Již třetí den testu však jeho hodnota klesla na 330 ppm. Maximální koncentrace sirovodíku (960 ppm) pro tento substrát byla taktéž naměřena v první den testu. Nejvyšší naměřená koncentrace sirovodíku (1250 ppm) byla v průběhu experimentu naměřena pátý den testu a to pro post-produkční substrát Potemníka moučného. V následujících dnech však koncentrace postupně klesala. Obdobný trend byl zaznamenán i pro post-produkční odpad Potemníka stájového, jehož maximum pro koncentraci sirovodíku (1150 ppm) byl sedmý den testu.

Závěr

Odpad vznikající chovem tří nejčastěji chovaných hmyzích druhů v České republice představuje materiál s vysokým množstvím celkové sušiny (ve vzorcích naměřeno 86,53-88,81 hm. %), a především materiál s vysokým podílem organických látek (88,46-92,26 hm. %), jejichž koncentrace je srovnatelná, nebo dokonce vyšší než u běžně zpracovávaných druhů odpadů, jako je např. hnůj domácích zvířat (70-95 hm. %) a odpad z potravinářského průmyslu (VS 80-99 hm. %). Testy biochemického metanového potenciálu potvrdily, že odpad vznikající chovem hmyzu představuje kvalitní surovinu pro výrobu bioplynu (biomethanu).

Poděkování

Experimentální výsledky byly získány s využitím velké výzkumné infrastruktury ENREGAT podporované MŠMT, č. projektu LM2018098 a velké výzkumné infrastruktury ENREGAT podporované MŠMT, č. projektu LM2023056.

Literatura

- [1] K. Złotko, K., A. Waško, D.M. Kamiński, I. Budziak-Wieczorek, P. Bulak, A. Bieganowski, Isolation of Chitin from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) and Its Usage to Metal Sorption, *Polymers*. 13 (2021) <https://doi.org/10.3390/polym13050818>
- [2] S.L. Jantzen, A., Menegon de Oliveira, L., da Rocha, M., Prentice, C. (2020). Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food chemistry*, 311, 126022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022>.
- [3] A. Gravel, A. Doyen, The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59 (2020) doi.org/10.1016/J.IFSET.2019.102272.
- [4] P.Wojnarová, J. Rusín, *Tenebrio molitor* as substrate for anaerobic digestion. *Waste Forum*. 3 (2020). ISSN 18040195.
- [5] A.T. Dossey, J. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas, *Insects as Sustainable Food Ingredients, Production, Processing and Food Application*, 1st ed.; Elsevier: Cambridge, USA, 2016; pp. 1–27.
- [6] K. Złotko, A. Waško, D.M. Kamiński, I. Budziak-Wieczorek, P. Bulak, A. Bieganowski, Isolation of Chitin from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) and Its Usage to Metal Sorption. *Polymers*. 13 (2021) <https://doi.org/10.3390/polym13050818>.
- [7] M. Rinaudo, Chitin and chitosan: Properties and applications, *Prog. Polym. Sci.* 31 (2006) 603-632. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>.
- [8] J. Synowiecki, N.A. Al-Khateeb, (2010). Production, Properties, and Some New Applications of Chitin and Its Derivatives. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 43 (2010) 145-171. <https://doi.org/10.1080/10408690390826473>.
- [9] P.K. Dutta, J. Dutta, V.S. Tripathi, Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 63 (2004) pp. 20-31. <https://doi.org/10.1002/chin.200727270>
- [10] J. Kim, K.S. Kim, J.Y. BYUG, Optimization of Antioxidant and Skin-Whitening Compounds Extraction Condition from *Tenebrio molitor* Larvae (Mealworm). *Molecules*. 23(2018) <https://doi.org/10.3390/molecules23092340>
- [11] <http://www.papek.cz/krmny-hmyz/>