

dr Justyna Świątkiewicz

Rozprawa doktorska: „Otrzymywanie lotnych kwasów tłuszczowych z frakcji organicznej odpadów komunalnych w procesie fermentacji”



W prezentowanej pracy podjęłam się tematu alternatywnego sposobu zagospodarowania frakcji organicznej odpadów komunalnych celem pozyskania cennych energetycznie bio-produktów. W Polsce, w tym również w województwie łódzkim, bio-odpady stanowią zwykle ok. 30-35% komunalnych odpadów stałych. Do odpadów biodegradowalnych (tzw. bio-odpadów) w ujęciu selektywnej gospodarki odpadami zaliczamy odpady zielone (trawa, drobne gałęzie, liście, itp.), papier i tekturę oraz odpady kuchenne. Spośród bio-odpadów, **odpady żywnościowe** (kuchenne) stanowią największą frakcję (ok. 30%). Preferowany system **gospodarki odpadami komunalnymi** zakłada podział odpadów na dwie frakcje: zmieszaną oraz selektywną. W przypadku tej pierwszej, w zależności od ilości mieszkańców stosuje się termiczną stabilizację odpadów lub mechaniczno-biologiczne przetwarzanie. W przypadku frakcji przesegregowanych w sortowniach odpadów odzyskuje się surowce do wtórnego przekształcenia bądź nawóz organiczny powstały w wyniku procesów obróbki biologicznej w kompostowniach. W woj. łódzkim, podobnie jak w innych częściach kraju, niestety nadal największa frakcja odpadów komunalnych to niesegregowane odpady zmieszane.

Jak wynika z danych statycznych, pomimo, iż frakcja biodegradowalna stanowi około 1/3 zbieranych selektywnie odpadów, w wyniku segregacji u źródła odzyskuje się jedynie ok. 9%. Widać zatem pilną potrzebę z jednej strony wzmożonej edukacji społecznej dotyczącej właściwej segregacji odpadów biodegradowalnych i ich recyklingu, z drugiej natomiast wdrażania technologii, które pozwolą na maksymalizację odzysku energii z odpadów organicznych przy minimalnych nakładach finansowych. Jedną z takich technologii są procesy biologicznego unieszkodliwiania odpadów, w tym fermentacja. Proces ten jest już bardzo dobrze poznany i wykorzystywany w gospodarce odpadami, głównie w biogazowniach (fermentacja metanowa). Okazuje się jednak, iż oprócz użytecznego energetycznie produktu końcowego jakim jest biogaz, proces ten odpowiednio pokierowany na ścieżkę tzw. **fermentacji kwaśnej**, może dostarczyć również bardzo pożądaných półproduktów, jakimi są m.in. **lotne kwasy tłuszczowe** o szerokim spektrum zastosowań. Do lotnych kwasów tłuszczowych zalicza się m.in. **kwasi octowy**, **kwasi propionowy** czy **kwasi masłowy**. Oczyszczone, mogą stać się wartościowym produktem lub substratem do syntezy złożonych związków chemicznych, używanych w wielu gałęziach przemysłu. Lotne kwasy tłuszczowe znalazły swoje zastosowanie m.in. w syntezie biopolimerów (np. biodegradowalnego plastiku), w przemyśle spożywczym jako dodatki do żywności (np. ocet), w przemyśle chemicznym (m.in. jako rozpuszczalniki) czy w energetyce np. do produkcji biowodoru. Obecnie lotne kwasy tłuszczowe produkowane są głównie poprzez utlenianie lub karboksylację prekursorów chemicznych, pochodzących z przetwarzania ropy naftowej, co nie wpisuje się w trend wykorzystywania odnawialnych źródeł energii. Analizowane w mojej rozprawie doktorskiej podejście do produkcji lotnych kwasów tłuszczowych i **wodoru** z odpadów kuchennych uwzględnia proces fermentacji kwaśnej prowadzony przez **mieszane kultury bakterii**. Jedną z przewag mieszanych kultur bakterii jest to, że mogą metabolizować szerokie spektrum związków organicznych, w tym węglowodanów, białek i lipidów zawartych w odpadach

żywnościowych. Jest to możliwe dzięki różnym ścieżkom metabolicznym zależnym od substratów oraz zasiedlających środowisko procesu mikroorganizmom. Dodatkowo, mieszane kultury bakterii mogą być pozyskiwane bez dodatkowych nakładów finansowych z produktów ubocznych innych procesów, jak np. osad przefermentowany pozyskiwany z oczyszczalni ścieków, który został użyty do moich badań.

W związku z powyższym wdrożenie wyżej opisanej technologii w woj. łódzkim w miejscach, gdzie przetwarzane są odpady pochodzenia organicznego, jak np. kompostownie, instalacje do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów czy biogazownie pozwoliłyby z czasem na uporanie się z problemem nadmiernego składowania odpadów organicznych w regionie. Dodatkowo, umożliwiłyby odzysk energii z odpadów w postaci lotnych kwasów tłuszczowych i wodoru w procesie fermentacji kwaśnej oraz metanu w procesie fermentacji metanowej. Uważam, że wyżej opisana technologia wpisuje się w światowy i europejski trend Gospodarki o Obiegu Zamkniętym, a jej wdrożenie spowodowałoby postrzeganie województwa łódzkiego jako jednego z ważniejszych eko-regionów Polski.

Osoba do kontaktu: **dr Justyna Świątkiewicz**; e-mail: justyna_grzelak@hotmail.com

Praca doktorska została wykonana w Katedrze Inżynierii Bioprocessowej na wydziale WIPOŚ Politechniki Łódzkiej. Promotorem głównym pracy była Pani prof. dr hab. inż. Liliana Krzystek, promotorem pomocniczym: dr inż. Radosław Ślęzak.

Lista publikacji dotyczących zagadnień mojej rozprawy doktorskiej:

- **J. Grzelak**, R. Slezak, L. Krzystek, S. Ledakowicz: Effect of pH on the production of volatile fatty acids in dark fermentation process of organic waste, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 25(2), 2018, 295–306, DOI: 10.1515/eces-2018-0020.
- R. Slezak, **J. Grzelak**, L. Krzystek, S. Ledakowicz: Influence of initial pH on the production of volatile fatty acids and hydrogen during dark fermentation of kitchen waste, *Environmental Technology*, 2020, DOI: 10.1080/09593330.2020.1753818
- R. Slezak, **J. Grzelak**, L. Krzystek, S. Ledakowicz: Production of volatile fatty acids and H₂ for different ratio of inoculum to kitchen waste, *Environmental Technology*, 2019, DOI: 10.1080/09593330.2019.1619847
- R. Slezak, **J. Grzelak**, L. Krzystek, S. Ledakowicz: The effect of initial organic load of the kitchen waste on the production of VFA and H₂ in dark fermentation, *Waste Management*, 68, 2017, 610-617, DOI:10.1016/j.wasman.2017.06.024
- **J. Grzelak**, R. Ślęzak, L. Krzystek: Kinetics of volatile fatty acids and hydrogen production during anaerobic digestion of organic waste material. *Challenges of Modern Technology*, Volume 6, Issue 3, 2015, 48-52.
- **J. Grzelak**, R. Ślęzak, L. Krzystek: Otrzymywanie lotnych kwasów tłuszczowych oraz wodoru z frakcji organicznej stałych odpadów komunalnych. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 4, 2015, 157-158.
- R. Ślęzak, L. Krzystek, S. Ledakowicz, **J. Grzelak**: Produkcja polihydroksymaślanu przez *Cupriavidus necator*. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2015, 3, 121-122
- **J. Grzelak**, L. Krzystek: Zmiany składu morfologicznego stałych odpadów komunalnych w mieście Łodzi w latach 1995-2011, ze szczególnym uwzględnieniem frakcji organicznej. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2012, nr 4, 51, 128-130.