

Łódź, 07.11.2018

Prof. dr hab. Stanisław Ledakowicz

Wydział Inżynierii Procesowej
i Ochrony Środowiska
Politechniki Łódzkiej
ul. Wólczańska 213, PL - 90 924 Łódź,

Tel. :+ (4842) 6313715, Fax: + (4842) 6313738

e-mail: stanleda@p.lodz.pl



OCENA

**osiągnięcia naukowego w postaci monotematycznego cyklu publikacji n.t.
„Przetwarzanie gnojowicy świńskiej i jej separacja metodą filtracyjną”
i całokształtu aktywności naukowej dr inż. Agnieszki Makary**

Recenzja osiągnięcia naukowego

Dr inż. Agnieszka Makara wskazała cykl 17 prac powiązanych tematycznie jako osiągnięcie naukowe. Obejmuje ono 2 monografie, 10 artykułów w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej (baza JCR), w tym 6 w czasopismach polskich, 2 patenty polskie i 3 pozycje nieindeksowane. Publikacje te dotyczą całokształtu zagadnień związanych z przetwarzaniem gnojowicy świńskiej, jej mineralizacji kwasami siarkowym i fosforowym, podwójnej alkalizacji mlekiem wapiennym, dodawania superfosfatu, obróbki termicznej i filtracji ciśnieniowej w celu wytworzenia nawozu mineralno-organicznego.

Obecnie zdecydowana większość budowanych lub modernizowanych ferm trzody chlewnej przystosowana jest do chowu w systemie bezściółkowym, któremu towarzyszy produkcja olbrzymich ilości gnojowicy. W gospodarstwach wyspecjalizowanych w produkcji zwierzęcej zagospodarowanie gnojowicy stanowi poważny problem. Gnojowicę wykorzystuje się bezpośrednio jako nawóz w gospodarstwach nastawionych na produkcję roślinną lub wysyła do biogazowni. Niestety regularne nawożenie gnojowicą odpowiada za zanieczyszczenie wód gruntowych składnikami nawozu, tj. azotem amonowym, który jest

wymywany w głąb gleby, co może prowadzić do eutrofizacji; ponadto negatywna dla środowiska jest jej uciążliwość zapachowa. Jedną z bezpiecznych dla środowiska możliwości wykorzystania nawozowych właściwości gnojowicy jest poddanie jej kompostowaniu (napowietrzaniu), które likwiduje odory wydzielane podczas rozkładu substancji organicznych oraz eliminuje zanieczyszczenia mikrobiologiczne, a prowadzi do stabilnego i bezpiecznego nawozu [Marszałek i in. 2012]. Inną istotną wadą gnojowicy jest jej duże uwodnienie, co powoduje wysokie koszty związane z jej magazynowaniem oraz transportem.

Biorąc pod uwagę skalę produkcji gnojowicy (5 mln t/r w Polsce), rosnące zagrożenie dla środowiska naturalnego oraz wymienione wcześniej wady bezpośredniego stosowania gnojownicy jako płynnego nawozu, uważam, że wybór tematyki badań Habilitantki, mających „na celu opracowanie ekonomicznej i proekologicznej metody przetwarzania gnojowicy świńskiej” jest w pełni uzasadniony i wychodzący naprzeciw oczekiwaniom społeczeństwa i rolnictwa.

Przedstawione do oceny dwie monografie, jedno-autorska w języku polskim „Przetwarzanie gnojowicy świńskiej i jej separacja metodą filtracyjną” H.1, i druga w języku angielskim „Innovative bio-products for agriculture” H.2, zostały wydane w 2016 roku i zawierają cytowania uzyskanych patentów i większości artykułów, które stanowią monotematyczny cykl publikacji zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe. Do oceny tego osiągnięcia naukowego Habilitantka dołączyła jeszcze dwa artykuły opublikowane w *Open Chemistry* (2017) i w *Journal of Cleaner Production* (2018). Nie bardzo rozumiem takiego zestawienia cyklu publikacji, gdyż wystarczyłoby poddać ocenie monografie i dwa ostatnio opublikowane artykuły. Pominę zatem monografie i skupię się na ocenie oryginalnych publikacji, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Habilitantki.

Artykuł H.3 opublikowany w polskim czasopiśmie *Acta Biochimica Polonica* z 2013 roku dotyczy analizy zmian składu gnojowicy w czasie, wyniki poddano obróbce statystycznej przy wykorzystaniu zintegrowanego pakietu R oprogramowania do statystycznego manipulowania danymi (www.R-project.org). Uzyskane korelacje pomiędzy zawartością fosforu a ChZT i BZT₅ oraz zawartością azotu w gnojowicy pozwalają przewidzieć wartość stężenia danego składnika na podstawie znajomości wartości innych globalnych parametrów. Artykuł ten oceniam jako użyteczny materiał analityczny.

Kolejny artykuł H.4 opublikowany w polskim czasopiśmie technicznym *Inżynieria Mineralna* w roku 2013 obejmuje „wstępne badania nad przeróbką gnojowicy świńskiej wykorzystaniem filtracji i możliwością zastosowania sedymentu jako nawozu”. Ten artykuł można ocenić jako jeden z pierwszych artykułów ujawniających koncepcję technologiczną

procesu neutralizacji, mineralizacji, filtracji i w efekcie otrzymywania tego mineralno-organicznego nawozu. Kolejne pozycje H.5 i H.6 to uzyskane patenty, które ujawniają dalsze szczegóły procesu ze wzbogacaniem osadu filtracyjnego poprzez dodatek superfosfatu. Niestety, trudno się spodziewać naukowego charakteru tych patentów; przykładowo nie wyjaśniono w żadnym z nich mechanizmu reakcji z superfosfatem oraz naukowych aspektów krystalizacji, czy filtracji.

Artykuł H.7 opublikowany w polskim czasopiśmie *Acta Biochimica Polonica* z 2013 roku, jak sugeruje tytuł „*Pig manure treatment by filtration*”, powinien dotyczyć procesu filtracji. Niestety poza zdjęciami osadu filtracyjnego i wynikami jego termogravimetrycznej analizy (TG, DTG i DTA) oraz podaniem jedynie wartości szybkości filtracji (1300-3000 kg/m²/h), nie ma w nim praktycznie żadnych danych odnośnie parametrów operacji jednostkowej, jaką jest filtracja (ciśnienie, typ filtru i przegrody filtracyjnej, sposób prowadzenia procesu, czy pod stałym ciśnieniem, czy ze stałą szybkością filtracji; brak jest krzywych filtracji, zatem trudno ustalić według jakiego mechanizmu przebiega filtracja, czy z początkowym blokowaniem porów, a następnie filtracji na warstwie utworzonego osadu - placku filtracyjnym ?).

Pozycja H.8 to materiał pokonferencyjny o stosunkowo niewielkim udziale Habilitantki (30%), zatem nie będę go oceniał. Ponadto autorka nie była korespondencyjnym autorem, podobnie jak w dotychczas omawianych artykułach i w kolejnym artykule H.9, opublikowanym w 2014 roku w czasopiśmie *Polish Journal of Chemical Technology*. Artykuł ten dotyczy wpływu stopnia rozcieńczenia gnojownicy na proces filtracji. Okazało się, że wzrastające rozcieńczenie gnojownicy redukuje zużycie materiałów i poprawia efektywność filtracji oraz obniża poziom ChZT w filtracie, co można było przewidzieć bez robienia eksperymentów. Nie ma w tym artykule żadnych informacji na temat samego procesu mineralizacji (rozumianej tu jako procesu krystalizacji powstałych soli, po traktowaniu zawiesiny kwasami i neutralizacji mlekiem wapiennym, dodaniu superfosfatu i obróbce cieplnej).

Dopiero w kolejnych artykułach H.10, H.11, H.13, H.16 i H.17, opublikowanych odpowiednio w *Journal of Environmental Management* (2015), *Desalination and Water Treatment* (2016), *Open Chemistry* (2017), *Journal of Cleaner Production* (2018) i *Przemysłe Chemiczne* (2016) Habilitantka jest pierwszym i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Publikację H.10 można ocenić jako pierwszą mającą naukowy charakter; opisuje ona zaproponowaną technologię AMAK w sposób całościowy z odniesieniem do literatury przedmiotu i podaniem szczegółów metodologii badań i analizy wyników stopnia redukcji

ChZT, zmian stężenia fosforu i azotu (TKN) w zależności od udziału dodanego superfosfatu, stopnia rozcieńczenia gnojowicy i poziomu pH, zależnie od stopnia alkalizacji mieszaniny. Interesującym jest, że osad po filtracji zawiera przede wszystkim krystaliczny hydroksyapatyt (50-60%), ale brak jest informacji szczegółowej o składzie fazy amorficznej, a ta jest najbardziej interesująca, ponieważ zawiera organiczną część proponowanego nawozu mineralno-organicznego. Zamieszczony jest schemat technologiczny z podaniem strumieni masowych w poszczególnych procesach i operacjach jednostkowych; szkoda, że nie zobrazowano tego schematu wykresami Sankeya dla strumieni materiałowych, i co jest nie mniej ważne dla strumieni energetycznych i niejednokrotnie decyduje o kosztach jednostkowych produktu. Nie wiem dlaczego w podpisach pod tym schematem, i zamieszczonym także w kolejnej publikacji H.13 (bez powoływania się na identyczny schemat i podpis pod rysunkiem w H.10), wyróżnia się filtrację, która jest tylko jedną z wielu operacji jednostkowych składających się na proces AMAK. Dopiero tu, w H.10, ujawniono, że filtracja była prowadzona pod ciśnieniem 0.3 MPa w temperaturze 70-75°C w filtrze Sartorius (brak typu?) o objętości 2 litrów. Ciekawe jest porównanie technologii AMAK z innymi procesami, znanymi z literatury takimi jak BIOSORTIM, BIOREK, SELCO i PIGMAN, a szacowany koszt wytworzenia nawozu w technologii AMAK wynosi 200 Euro/t.

Oceniając chronologicznie następne artykuły mogę stwierdzić, że H.11 opisuje wyniki pomiarów olfaktometrycznych surowca przed i produktów technologii AMAK. Wykazano, że ze wzrostem pH od 8 do 10.5 następuje ponad 99% zmniejszenie stężenia odoru, wyrażonego za pomocą europejskiej jednostki zapachowej (ou_E/m^3). Z kolei artykuł H. 13 poświęcony jest właściwościom filtratu otrzymanego w procesie AMAK, niestety powtarzając wiele wniosków z poprzednich artykułów, dotyczących redukcji odorów, schematu technologicznego, usuwania ChZT, azotu i fosforu. Jedynym nowym elementem jest szczegółowy skład ilościowy mikroelementów i metali ciężkich w filtracie, czyli można ten artykuł zaliczyć do typowej analityki chemicznej.

W kolejnych dwóch artykułach zamieszczonych w *Przemysle Chemicznym* w 2015 i 2016 roku, w których deklarowany udział Habilitantki wynosi 30 %, przedstawiono wyniki badań dotyczących oczyszczania filtratu z przetworzonej gnojowicy za pomocą koagulacji i flokulacji. Użyto w sumie sześciu koagulantów dostępnych w handlu i zbadano w skali laboratoryjnej skuteczność obniżenia mętności, barwy i poziomu ChZT, oraz ustalono optymalny czas flokulacji w zależności od rodzaju i dawki koagulantu. Artykuły te zawierają praktyczne wiadomości o stosunkowo niewielkim znaczeniu naukowym.

Przedostatni z opublikowanych artykułów Habilitantki H.16 w 2018 roku w *Journal of Cleaner Production* dotyczy zastosowania metody BATNEEC - najlepszych dostępnych technologii niepowodujących nadmiernych i nieuzasadnionych kosztów, do oceny lansowanej technologii AMAK dla właścicieli areałów ziemi uprawnej powyżej 30 000 ha i dużych ferm hodowlanych, produkujących ok. 240 000 m³ gnojowicy rocznie. Ewaluacja trzech różnych sposobów zagospodarowania gnojowicy świńskiej: jej magazynowania, wykorzystania do nawożenia i przetwarzania metodą AMAK. Jak można było przewidzieć, najwyżej oceniono technologię AMAK. Ponadto technologia AMAK powinna być oceniona za pomocą techniki oceny cyklu życia (LCA), bo istotą tej metody jest nastawienie nie tylko na ocenę wyniku końcowego procesu technologicznego, ale także ocena konsekwencji całego procesu dla środowiska naturalnego.

Uważam, że powinno się porównać ekonomicznie technologię AMAK z technologią fermentacji metanowej gnojownicy i metodą kompostowania (napowietrzania), i wtedy byłaby to właściwa weryfikacja i wybór najbardziej opłacalnej oraz przyjaznej dla środowiska naturalnego metody. Pewnym krokiem w tym kierunku jest ostatni artykuł H.17, opublikowany wcześniej (w 2016 roku) w *Przemysle Chemicznym*, pod tytułem „*Właściwości produktów otrzymanych w wyniku przetwarzania odpadu pofermentacyjnego z biogazowni rolniczej*”. Do ciekłego odpadu pofermentacyjnego zastosowano te same operacje i procesy jednostkowe, jakie występują w technologii AMAK, a produktami był stały osad i ciekły filtrat po końcowej operacji filtracji. Okazało się, że głównym składnikiem frakcji krystalicznej osadu jest hydroksyapatyt, a mętny filtrat o żółtej barwie może być również wykorzystany w celach nawozowych.

Niestety wartość naukowa tej ostatniej, jak i większości ocenianych publikacji, jest niewielka, nie wnoszą one istotnej nowości naukowej, jedynie pewną wartość użytkową. Ze swej strony proponuję Habilitantce zapoznać się z ostatnią publikacją Xue Zhou *et al.* w *Science of The Total Environment*, 649, 2019, 902-908, p.t. *Turning pig manure into biochar can effectively mitigate antibiotic resistance genes as organic fertilizer*, na którą natrafiłem przygotowując się do tej recenzji.

Podsumowując ocenę przedstawionego cyklu publikacji, wskazanych przez Kandydatkę jako główne osiągnięcie naukowe w związku z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego w technologii chemicznej w naukach technicznych, mogę stwierdzić, że mimo krytycznych uwag, rozprawa habilitacyjna w postaci monotematycznego cyklu artykułów naukowych dr inż. Agnieszki Makary zawiera pewne elementy innowacyjności zastosowań technik analitycznych i operacji jednostkowych do zagospodarowania

uciążliwego odpadu – surowca, jakim jest gnojowica świńska. Generalnie praca ma wyraźny charakter aplikacyjny, należy ją zakwalifikować do prac z dziedziny badań użytkowych, jakkolwiek stosowane nowoczesne techniki analityczne nie dotyczą badań mechanizmów, czy potwierdzania hipotez badawczych. Niemniej jednak, jest to praca wnosząca wiele praktycznych spostrzeżeń i cennych wartości techniczno-naukowych.

Z formalnego punktu widzenia ten obszerny, monotematyczny zestaw dwóch monografii i patentów oraz szeregu publikacji, mimo niewielkiej wartości naukowej, stanowi pewne osiągnięcie techniczno-naukowe dr inż. Agnieszki Makary i może być uznany za wystarczający i spełniający wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym w dyscyplinie technologii chemicznej w dziedzinie nauk technicznych.

Ocena całokształtu aktywności naukowej

Udokumentowany dorobek Habilitantki obejmuje ogółem 115 publikacji w czasopismach naukowych i recenzowanych materiałach konferencyjnych, z czego 52 w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej JCR, (według bazy Scopus) 32 w polskich czasopismach technicznych, 20 w materiałach konferencyjnych i 3 monografie, oraz 18 udzielonych patentów w Polsce. Niestety, brak jest publikacji mono-autorskich, poza jedną wspomnianą wcześniej monografią. O jakości dorobku naukowego nie świadczy jednak ilość publikowanych artykułów naukowych, ale to, jak często odwołują się do nich inni badacze. Tak rozumiana jakość publikowanych wyników badań jest mierzona przez tzw. Indeks Hirscha, który według bazy Scopus z listopada 2018 r. dla Habilitantki wynosi $h=3$, przy liczbie cytowań 35, wykluczając auto-cytowania, a nie jak podaje Habilitantka $h=6$ (według bazy Scopus) przy liczbie cytowań 126. Ta różnica w ocenie bibliometrycznej świadczy o wzajemnym cytowaniu własnych prac przez wszystkich współautorów publikacji Habilitantki.

Ponieważ zdecydowana większość publikacji dr inż. Agnieszki Makary jest dziełem dwóch lub więcej współautorów nasuwa się pytanie o merytoryczny i koncepcyjny udział Habilitantki w ich przygotowaniu. Mam pewne wątpliwości czy udział Habilitantki, w przedstawionych do oceny publikacjach był rzeczywiście dominujący. Jak podaje Habilitantka, uczestniczyła Ona w 12 projektach, przy czym 8 z nich było prowadzonych w ramach działalności statutowej, a w niektórych z nich była kierownikiem. Brała udział w 9 ekspertyzach i opracowaniach dla przemysłu. Ponadto dr inż. Agnieszka Makara jest współautorem 32 wzorów użytkowych i przemysłowych, które uzyskały ochronę i zostały

wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach. To współautorstwo jak na tak młodego naukowca wydaje się być wręcz nieprawdopodobnym. Przypuszczam, że Habilitantka zawdzięcza to udziałowi w dobrym zespole badawczym, który otrzymał tyle nagród i wyróżnień.

Ocena dorobku w zakresie działalności organizacyjnej i dydaktycznej

Działalność dydaktyczna dr inż. Agnieszki Makary w okresie Jej pracy jako nauczyciela akademickiego jest znacząca. Prowadzi Ona szereg zajęć dydaktycznych, w większości są to laboratoria dla trzech kierunkach studiów: technologia chemiczna, chemia i technologia kosmetyków i biotechnologia oraz wykład z surowców i procesów technologii nieorganicznej na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. Była promotorem 11 prac inżynierskich na macierzystym Wydziale.

Działalność organizacyjna dr inż. Agnieszki Makary jest skromna, ale zauważalna. Była członkiem komitetu organizacyjnego I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia przy stosowaniu substancji chemicznych w pracy” w Częstochowie w 2014 roku. Recenzowała 13 manuskryptów wysłanych do takich czasopism jak *Journal of Cleaner Production* (2), *Water Science & Technology* (3), *Open Chemistry* (1), *Agriculture, Ecosystems & Environment* (1) i innych. Otrzymała nagrodę im. Profesora Z. Engela za pracę doktorską i stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla Wybitnych Młodych Naukowców w latach 2015-18, oraz 5 dyplomów za wynalazki.

Od czerwca tego roku pełni funkcję zastępcy Dyrektora Instytutu Chemii i Technologii Nieorganicznej Politechniki Krakowskiej.

Wniosek końcowy

W oparciu o dokonaną ocenę całokształtu dorobku naukowego, w tym monotematycznego cyklu 17 prac, w tym 2 monografii, 2 patentów i 10 publikacji z listy JCR wskazanych przez Kandydatkę jako osiągnięcie naukowe w związku z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych, stwierdzam, że **dr inż. Agnieszka Makara spełnia wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego i w związku powyższym stawiam wniosek o nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie technologia chemiczna w dziedzinie nauk technicznych.**

