

Recenzja rozprawy doktorskiej:

„Chemiczna przeróbka osadów ściekowych w celu ich rolniczego wykorzystania”

Określenie skuteczności metod higienizacji komunalnych osadów ściekowych w aspekcie ich rolniczego wykorzystania, z uwzględnieniem obecności w nich wybranych zanieczyszczeń

w ramach programu pt. „Doktorat wdrożeniowy” MNiSW nr 57/DW/2017/01/1 w latach 2017-2022.

A. Ocena formalna pracy

Rozprawę doktorską „Doktorat wdrożeniowy”, Pan mgr inż. Sławomir Kaczmarek przygotował pod opieką naukową Prof. UAM dr hab. Przemysława Andrzejewskiego z Wydziału Chemii, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Złożona do zaopiniowania praca, w formie maszynopisu zawiera 162 strony o następującej strukturze:

A.1. Dwa jednostronicowe streszczenia w języku polskim i angielskim po których Doktorant przedstawił w formie *wstępu* zagadnienia szeroko omawiane w rozdziale pt. Stan wiedzy.

A.2. Stan wiedzy: 68 stron; 29 podrozdziałów; stanowi 42% całości rozprawy

Ten rozdział jest opracowany szczegółowo i przedstawia niezbędne informacje odnośnie wszystkich zagadnień związanych z tematyką osadów ściekowych. Charakterystyka i struktura podrozdziałów wskazują jednoznacznie na wnikliwe starania i dążenia Doktoranta do zaproponowania czytelnikowi „wszystkiego” o osadach ściekowych w jednym opracowaniu. Stąd zachodzi konieczność zamieszczania integralnych treści podrozdziałów, jako cenne wskazówki kierunkowe na dalsze rozdziały rozprawy:

2.1. Ścieki

2.1.1. Definicja i podział ścieków na komunalne, przemysłowe i mieszane

2.1.2. Przesłanki oczyszczania ścieków

2.1.3. Oczyszczanie ścieków w prawodawstwie polskim i europejskim

2.1.4. Typowe technologie oczyszczania ścieków

2.2. Osady ściekowe: „uboczny produkt” oczyszczania ścieków

2.2.1 Definicja i podział osadów ściekowych

2.2.2. Problem zagospodarowania osadów ściekowych w prawodawstwie polskim i europejskim

- 2.2.3. *Sposoby zagospodarowania osadów ściekowych oraz techniki ich przetwarzania*
 - 2.2.3.1. *Stabilizacja osadów ściekowych*
 - 2.2.3.2. *Odwadnianie osadów ściekowych*
 - 2.2.3.3. *Suszenie osadów ściekowych*
 - 2.2.3.4. *Kompostowanie osadów ściekowych*
 - 2.2.3.5. *Termiczne przekształcenie osadów ściekowych*
 - 2.2.3.6. *Składowanie osadów ściekowych*
- 2.2.4. *Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych*
- 2.2.5. *Wymagania dotyczące składu osadów ściekowych w kontekście ich rolniczego zastosowania (umocowania prawne obecne i oczekiwane)*
- 2.2.6. *Higienizacja osadów ściekowych: cel, techniki, zalety, wady*
 - 2.2.6.1. *Wapnowanie osadów ściekowych*
 - 2.2.6.2. *Pasteryzacja osadów ściekowych*
 - 2.2.6.3. *Procesy mikrofalowe*
 - 2.2.6.4. *Inne metody*
- 2.3. *Zaawansowane metody utleniania*
 - 2.3.1. *Zaawansowane metody utleniania w technologii oczyszczania ścieków*
 - 2.3.2. *Zaawansowane metody utleniania w technologii przeróbki osadów ściekowych*
- 2.4. *Krótką charakterystyka zanieczyszczeń potencjalnie obecnych w osadach ściekowych*
 - 2.4.1. *Leki*
 - 2.4.2. *Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA*
 - 2.4.3. *Mikroplastik*
 - 2.4.4. *Metale ciężkie*

Podrozdziały 2.2.6, a szczególnie 2.3 oraz najbardziej 2.4. (np. 2.4.1 – Leki oraz 2.4.3 – Mikroplastyki) stanowią kompendium wiedzy oraz zapowiedź wyzwań badawczych z jakimi Doktorant miał się zmierzyć.

A.3. Cel pracy oraz Problem badawczy:

Autor sformułował w sposób zwięzły cel pracy jako „Opracowanie technologii produkcji granulatu nawozowego ze składem opartym na komunalnych osadach ściekowych, oraz przeprowadzenie analizy stwierdzającej czy stosowane metody higienizacji osadów ściekowych redukują określone mikrozanieczyszczenia w osadach”.

Obszerność tematyki badawczej, szczególnie złożoność metodyki jak i technik analiz laboratoryjnych skłoniły Doktorantowi do sformułowania czterech (4) problemów badawczych ujętych w podrozdziale, jak poniżej:

3.1. Problem badawczy:

1. *wybranie zanieczyszczeń środowiskowych w komunalnych osadach ściekowych będących przedmiotem badań (metody analityczne),*
2. *sprawdzenie skuteczności działania stosowanych metod higienizacji osadów ściekowych na zanieczyszczenia środowiskowe,*
3. *sprawdzenie skuteczności działania nadtlenodisiarczanu (VI) potasu (PDS) jako środka wspomagającego usuwanie zanieczyszczeń środowiskowych i metody jego aktywacji,*
4. *określenie możliwości rolniczego wykorzystania produktu nawozowego powstałego po higienizacji komunalnego osadu ściekowego.*

A.4. Metodyka badawcza: 14 stron; 18 podrozdziałów; stanowi 9% całości rozprawy
Objętość tego rozdziału jest właściwa i adekwatna do zadań i przedsięwzięć podjętych przez Doktoranta. Wyszczegółowienie podrozdziałów należy uważać jako mocną stroną tej części pracy, tym bardziej że pozwala na wnikliwie pełne śledzenie koncepcji rozprawy doktorskiej. Szczególnie dla doktoratów o profilu ‘Doktorat wdrożeniowy’.

4.1. Aparatura

4.1.1. Higienizacja komunalnego osadu ściekowego

4.1.2. Identyfikacja i analiza ilościowa diklofenaku i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadzie ściekowym

4.1.3. Analiza jakościowa mikroplastików

4.1.4. Analiza jakościowa i ilościowa metali ciężkich

4.2. Odczynniki

4.3. Zadania badawcze

4.4. Opis i metodyka przeprowadzonych analiz

4.4.1. Przygotowanie prób do analiz

4.4.1.1. Metoda higienizacji z tlenkiem wapnia

4.4.1.2. Metoda higienizacji z tlenkiem magnezu i kwasem siarkowym

4.4.2. Analizy mikrobiologiczna

4.4.3. Analiza metali ciężkich

4.4.4. Analiza wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych

4.4.5. Analiza zawartości diklofenaku

4.4.6. Analiza mikroplastików

4.4.7. Wpływ skali procesu na przebieg reakcji

4.4.8. Granulowanie nawozu

Podrozdziały 4.1.2, 4.1.3; 4.4.4 a szczególnie 4.4.5 oraz 4.4.6 podtrzymują aspekty badań innowacyjnych a dalej unikatowość tych metod jak i danych referencyjnych dla badanego materiału – osadów ściekowych.

Doktorant strategicznie i sprawnie sformułował zadania badawcze (podrozdział 4.3). Jest to sposób „narzucania” sobie pełnego badawczego ale szczególnie analitycznego wobec szerokiej i ogromnej liczby parametrów fizykochemicznych do scharakteryzowania.

4.3. Zadania badawcze:

Zadanie 1: *przeprowadzenie badań mikrobiologicznych na zgodność produktu nawozowego z obowiązującymi przepisami.*

Cel zadania 1: potwierdzenie skuteczności działania wybranych metod higienizacji pod kątem wymagań mikrobiologicznych.

Zadanie 2: *przeprowadzenie rozeznania spośród wybranych oczyszczalni ścieków dotyczącego zawartości metali ciężkich w osadzie ściekowym i przeprowadzenie badań własnych.*

Cel zadania 2: ustalenie rzeczywistego zagrożenia środowiskowego wynikającego z zawartości metali i w ciężkich w osadach oraz wykazanie skutków przeprowadzonych reakcji dla stężeń metali w osadzie produkcie nawozowym.

Zadanie 3: *przeprowadzenie badań skuteczności eliminacji WWA w osadzie ściekowym podczas procesów higienizacji przeprowadzanych w standardowych warunkach oraz ze zintensyfikowaniem reakcji utleniania.*

Cel zadania 3: określenie skuteczności procesów oraz stwierdzenie zasadności użycia dodatkowych środków utleniających.

Zadanie 4: przeprowadzenie badań dotyczących występowania leków w osadzie ściekowej (diklofenak), przeprowadzenie badań skuteczności eliminacji leku w osadzie ściekowym podczas procesów higienizacji przeprowadzanych w standardowych warunkach oraz ze zintensyfikowaniem reakcji utleniania.

Cel zadania 4: określenie zawartości leku w osadzie ściekowym, określenie skuteczności procesów oraz stwierdzenie zasadności użycia dodatkowych środków utleniających.

Zadanie 5: przeprowadzenie analizy mikroplastików (PVC), przeprowadzenie analizy wpływu przeprowadzonych procesów na badany mikroplastik.

Cel zadania 5: określenie skuteczności przeprowadzonych procesów higienizacji osadu ściekowego.

Zadanie 6: przeprowadzenie reakcji higienizacji osadu ściekowego z użyciem badanych metod w skali półtechnicznej.

Cel zadania 6: określenie wpływu ilości reagentów na przebieg procesu higienizacji.

Zadanie 7: sprawdzenie możliwości przetworzenia masy reakcyjnej w granulatu nawozowy.

Cel zadania 7: uzyskanie granulatu nawozowego o parametrach nieodbiegających od wyrobów rynkowych

A.5. Ocena merytoryczna - Wyniki analiz i ich omówienie oraz podsumowanie: 39 stron;

stanowi 20% całości rozprawy

Są to właściwie objętościowo rozdziały, liczące 39 stron. Przedstawiają uzyskane wyniki prac badawczych w formie graficznej (30 wykresów, 8 rysunków) oraz tabelarycznej (13 tabel). Liczba danych zamieszczonych syntetycznie w tabelach pozwoliła na rozbudowanie szeregu wykresów, jednak przyjmuje się zasada, albo tabela albo wykres.

Z tej samej powszechnie przyjętej zasady, że tytuł tabel sugeruje się zamieszczyć nad tabelą w odróżnieniu od wykresów lub rycin, pod wykresami lub rycinami.

Jednak o ile Doktorant w swoich wykresach zamieszczył informację na temat odchyień standardowych, w rozdziale *Metodyka badawcza*, trudno doszukiwać się postępowania kierunkowego umożliwiającego śledzenie rozrzutu wartości średnich (np. ilość próbek osadów ściekowych, liczba powtórzeń analitycznych, ..). Jest to ważny materiał informacyjny, tym bardziej, że osady ściekowe wykazują się szeroką różnorodnością zarówno fizyczną, chemiczną oraz mikrobiologiczną.

Charakterystyka i struktura organizacyjna tego rozdziału wskazuje jednoznacznie na kierunek „wdrożeniowy” ujawniający przede wszystkim istotę i zastosowalność wyników rozwiązań.

Poruszana tematyka „*Chemiczna przeróbka osadów ściekowych w celu ich rolniczego wykorzystania*”, jest na tyle nośna, innowacyjnie, naukowo, przyrodniczo, gospodarczo rolniczo jak i społecznie, że oczekuje się od Autora rozprawy doktorskiej szerszego komentarza (omówienia) tak unikatowych danych (wyników). Dotyczy to aspektów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ale szczególnie pozostałości

leków (na przykładzie badanego diklofenaku) jak i sztucznych organicznych zanieczyszczeń (mikroplastyków).

O ile metody higienizacji pozwalały na „pokoleniowy” skok w rozwiązaniu analitycznym tych „futurystycznych” pod kątem formalno-administracyjnym zanieczyszczeń, to oczekiwania gospodarcze (nie tylko techniczne czy technologiczne), przede wszystkim koszty tych rozwiązań [(np. z zastosowaniem nadtlenuodsiarczanu (VI) potasu (PDS)] zamknęłyby w pełni wdrożeniowy „kręgosłup” tych unikalnych osiągnięć. Tym bardziej, że dla sfery agrochemicznej (rolniczej) ten związek wnosi cenne składniki pokarmowe roślin (siarczany - SO_4^{2-} i potas – K). Tym bardziej, że rezultatami prac i wyników wykonanych w ramach zadań badawczych z użyciem PDS doprowadziły do sformułowania zgłoszeń patentowych P.436387 i P.436388 obejmujących swoim zakresem sposób intensyfikacji higienizacji osadów ściekowych. Potwierdzenie tych oczekiwań są zapisy ujęte w rozdziale **Wnioski**, jak wnioski:

4. *W uzasadnionych przypadkach zasadnym jest użycie środków intensyfikujących działanie higienizujące osad ściekowy takich jak nadtlenuodsiarczan(VI) potasu.*
5. *W toku realizacji zadań pracy doktorskiej uzyskano nawóz/środek polepszający właściwości gleby spełniający wymagania jakościowe i prawne, jednocześnie wykazano możliwość zmniejszenia stężeń zanieczyszczeń, które nie są jeszcze uregulowane prawnie.*

A.6. Spis literatury

Łączna liczba cytowanych opracowań wynosi 196, w tym 80 anglojęzycznych źródeł literaturowych, 10 źródeł z pozycji internetowych dla których Autor nie wskazał daty dostępu. W większości są to materiały źródłowe oryginalne artykuły naukowe, monografie, a także zapisy prawne (Ustawy, Rozporządzenia). Wysoki udział prac anglojęzycznych (41% całości spisu literatury) wskazuje na gruntowne zorientowanie się Doktoranta w międzynarodowej tematyce poruszanej w rozprawie. Potwierdza to sprawność poruszania się w tak szerokich zagadnieniach a ponadto, jako podstawa na sformułowanie swoich wniosków patentowych.

A.7. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej recenzji stwierdzam, że rozprawa doktorska „Doktorat wdrożeniowy” mgr inż. Sławomira Kaczmarka spełnia warunki określone w *art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku, Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Dorobek naukowy pod kątem publikacyjnym w okresie złożenia rozprawy doktorskiej jest bogaty i dobrze ukierunkowany naukowy jak i wdrożeniowo. Autor rozprawy spełnił jeden z kluczowych wymogów nałożonych na rozprawy w programie „Doktorat wdrożeniowy”: uzyskanie

produktu (nawóz granulowany), wzoru rozwiązań (PDS), a ponadto, zarejestrował dwa wnioski patentowe.

Wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Chemii, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr inż. Sławomira Kaczmarka do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Jean Diatta

