

Politechnika Rzeszowska
Wydział Chemiczny
Zakład Chemii Organicznej

dr hab. inż. Iwona Zarzyka, prof. PRz

Rzeszów, 11.09.2023

Recenzja

pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Mnich, pt. „Synteza i charakterystyka stereokompleksów polimerów kwasu mlekowego”

Podstawa opracowania recenzji

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo z dnia 13.07.2023 wystosowane przez Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Warszawskiej prof. dr. hab. inż. Janusza Zachary.

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi umowa z Politechniką Warszawską na wykonanie recenzji. Recenzja została opracowana na podstawie przekazanej, w dniu 21.07.2023, rozprawy doktorskiej.

Informacje dotyczące pracy doktorskiej i dorobku naukowego

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Mnich została zrealizowana na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej w Katedrze Chemii i Technologii Polimerów pod opieką Pana prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Florjańczyka, którego działalność naukowa jest szeroka i związana z tematyką chemii, technologii polimerów, technologii organicznej i katalizy, m. in. z wytwarzaniem układów polimerowych wykorzystywanych jako stałe elektrolity w ogniwach paliwowych, biodegradowalnych syntetycznych polimerów do zastosowań jednorazowych czy tworzyw biodegradowalnych otrzymywanych z kwasu mlekowego.

Praca doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Mnich dotyczy możliwości otrzymywania stereokompleksów z udziałem oligomerów kwasu *D*-mlekowego i polimerów oraz oligomerów kwasu *L*-mlekowego oraz zbadania właściwości uzyskiwanych stereokompleksów w aspekcie lepszych właściwości użytkowych tych materiałów. Tematyka pracy jest oryginalna, a wytworzenie nowatorskich kompozycji materiałowych ma istotny wkład w rozwój nauk podstawowych.

Pani mgr inż. Agnieszka Mnich jest współautorką 2 publikacji o zasięgu międzynarodowym w czasopiśmie *Polimery*, jednego zgłoszenia patentowego, 8 krajowych wystąpień konferencyjnych, w tym 4 w formie komunikatów i 4 w formie posterów.

Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji dysertacja doktorska została przygotowana w formie monografii, w języku polskim, na 199 stronach, a układ pracy jest niestandardowy. Praca zawiera: Streszczenie w języku polskim i w języku angielskim, Wykaz skrótów i symboli, Wstęp i cel pracy, Przegląd literatury, Wnioski z materiału literaturowego i główne założenia pracy, Badania własne i dyskusję wyników, Podsumowanie i wnioski z przeprowadzonych badań, Część eksperymentalną, Spis ilustracji, Spis tabel i Bibliografię. W pracy zostało zawartych 75 rysunków i 23 tabele oraz 24 wzory.



Układ pracy pod względem struktury i podziału treści uważam za prawidłowy. Kolejność rozdziałów zaskakuje w aspekcie umieszczenia części eksperymentalnej na końcu rozprawy.

Zamieszczony obszerny wykaz skrótów i symboli został podany w kolejności alfabetycznej, niestety nie uwzględnia części skrótów, którymi Doktorantka posługuje się w treści pracy, np. Et, *nPr*, *iPr*. Ponadto wykaz skrótów i symboli zawiera wiele błędnych skrótów, tudzież błędnych nazw pełnych, np. grupę acetylową oznacza się skrótem Ac, a nie ac jak w $\text{Bi}(\text{Oac})_3$, ale już w skrócie CAc jest zastosowany poprawny skrót. Poprawna nazwa to butano-1,4-diol, a nie 1,4-butanodiol, ponieważ zgodnie z obecnie obowiązującymi zasadami nazewnictwa IUPAC, lokanty umieszcza się bezpośrednio przed częścią nazwy, której dotyczą. Nazwa kwas tetra-1,2,3,4-butanokarboksylowy powinna brzmieć kwas butano-1,2,3,4-tetrakarboksylowy, tak jak poprawnie został nazwany kwas cytrynowy – kwas 2-hydroksypropano-1,2,3-trikarboksylowy; po czym znowu pojawia się niepoprawna nazwa kwas 1,3,5-trikarboksylobenzenowy, gdzie grupa funkcyjna została potraktowana jako podstawnik. Nazwa dimetylosulfotlenek nie jest nazwą obowiązującą, podobnie jak nazwa trimetylolopropan, czy nazwa grupy *n*-butylo.

We wstępie Doktorantka nakreśliła tematykę i cel swojej rozprawy przedstawiając konieczność stosowania biodegradowalnych tworzyw sztucznych w aspekcie rosnącej ilości odpadów wynikających ze stosowania tworzyw wytwarzanych z surowców petrochemicznych. Na tym tle przedstawia biodegradowalny kwas polimlekowy produkowany z surowców odnawialnych jako termoplastyczny polimer, który może być substytutem polistyrenu czy poli(tereftalanu etylenu), i może być stosowany do wyrobu materiałów o krótkim okresie użytkowania. Pani mgr inż. Agnieszka Mnich skupiła swoją uwagę na możliwości wytwarzania oligomerów kwasu *D*-mlekowego, jego kooligomerów oraz możliwości wytwarzania z ich udziałem stereokompleksów o potencjalnie lepszych właściwościach użytkowych.

W Przeglądzie literatury Pani mgr inż. Agnieszka Mnich zawarła informacje na temat metod syntezy kwasu mlekowego z uwzględnieniem stereochemii cząsteczki oraz metod jego polikondensacji. Następnie przedstawiła obecny stan wiedzy w zakresie metod wytwarzania laktydu i mechanizmów jego łańcuchowej polimeryzacji z otwarciem pierścienia. Kolejno scharakteryzowała stereoisomery kwasu polimlekowego i omówiła katalizatory stereoselektywnej polimeryzacji laktydu. Przechodząc do topologii kwasu polimlekowego i jego kopolimerów dwu- i trójblokowych opisała również metody ich syntezy, po czym scharakteryzowała stereokompleksy kwasu polimlekowego oraz jego kopolimerów. Przegląd stanowi właściwe wprowadzenie w tematykę badawczą i dalszą dyskusję wyników. Przegląd literatury napisany jest przyjaznym językiem, choć z nieco małą starannością.

Jako odrębny rozdział Doktorantka przedstawiła Podsumowanie materiału literaturowego i na tym tle przedstawiła główne założenia swojej pracy. Cel i zakres pracy zostały sformułowane zwięźle i przejrzysto. Cel pracy jest ważny poznawczo i odpowiada badaniom przeprowadzonym w ramach przedstawionej pracy doktorskiej. Doktorantka podjęła się niełatwego zadania wytworzenia oligomerów i kooligomerów kwasu mlekowego o konfiguracji *D* w bezpośredniej polikondensacji kwasu *D*-mlekowego, by następnie użyć je do wytworzenia stereokompleksów kwasu polimlekowego. Zakres prac podjętych w pracy doktorskiej jest bardzo szeroki, ale podzielony na zamknięte etapy.

Kolejny rozdział to Badania własne i dyskusja wyników, i stanowi w recenzowanej pracy jej najobszerniejszą część (88 stron). Rezultaty przeprowadzonych analiz przedstawione zostały na 37 rysunkach oraz w formie 23 tabel. Na szczególną uwagę zwraca liczba wykonanych reakcji polikondensacji z udziałem kwasu *D*-mlekowego.

W pierwszej części Doktorantka otrzymała oligomeryczne produkty homokondensacji, w rozpuszczalniku oraz w stopie, kwasu *D*- i *L*-mlekowego oraz polikondensacji z udziałem kwasu bursztynowego i kwasu butano-1,2,3,4-tetrakarboksylowego, przeanalizowała i porównała masy molowe uzyskanych

oligomerów metodą GPC i ^1H NMR. Następnie zoptymalizowała proces polikondensacji kwasu *D*-mlekowego i tetrakarboksyłowego uzyskując oligomery o wysokich masach molowych zakończone grupami karboksylowymi. W ramach optymalizacji polikondensacji z udziałem kwasu bursztynowego Doktorantka zastosowała zamiennie bezwodnik bursztynowy.

Z użyciem zsyntezowanych oligomerów kwasu *D*-mlekowego i handlowego kwasu poli(*L*-mlekowego) Pani mgr inż. Agnieszka Mních podjęła próby otrzymania stereokompleksów wykorzystując 2 metody: metodę odlewania ze stopu oraz odparowywania z roztworu i optymalizując warunki (uwzględniając masę molową oligomeru, liczbę rozgałęzień, grupy funkcyjne w cząsteczce), a następnie potwierdziła obecność stereokompleksów w blendach ODLA i PLLA za pomocą spektroskopii FT IR oraz metodą DSC i oszacował udział fazy krystalicznej stereokompleksów i homokrystalicznej PLLA. Za pomocą badań SEM Doktorantka potwierdziła przewagę metody rozpuszczalnikowej w wytwarzaniu stereokompleksów w blendach ODLA i PLLA.

W kolejnym etapie pracy mgr inż. Agnieszka Mních wytworzyła sole potasowe i wapniowe uzyskanych wcześniej oligomerów ODLA i zbadała je pod kątem możliwości tworzenia z ich udziałem stereokompleksów. Przeprowadziła analizę lepkości soli potwierdzając reologicznie ich zdolność do tworzenia blend z PLLA. Doktorantka potwierdziła również stabilność termiczną soli metodą TGA i zbadała właściwości termiczne soli metodą DSC. W rezultacie stwierdziła brak stereokompleksów w blendach soli potasowych ODLA z PLLA, trudniejszą krystalizację w blendach soli wapniowych, przy jednocześnie ich wyższej stabilności termicznej.

Pani mgr inż. Agnieszka Mních zbadała właściwości mechaniczne blend homooligomerów ODLA, telechelicznego ODLA oraz ich soli z polimerem kwasu *L*-mlekowego nie stwierdzając zwykle pozytywnego czy istotnego wpływu obecności stereokompleksów na zmianę udarności i wytrzymałości rozciągania oraz na wytrzymałość na ściskanie.

W dalszym etapie pracy Pani mgr inż. Agnieszka Mních podjęła badania nad syntezą kopolimerów stereoblokowych z udziałem koinicjatora rozgałęzionego uzyskanego w reakcji penterytrytolu i *D*-laktydu z uwzględnieniem wpływu temperatury prowadzenia syntezy.

Celem poprawienia ruchliwości łańcuchów polimerowych podczas tworzenia stereokompleksów Doktorantka wytworzyła również kooligomery trój- i dwu-blokowe z udziałem *D*- i *L*-laktydu i glikolu polietylenowego o różnych masach molowych lub monoeteru metylowego PEG. Dodatkowo Doktorantka zmodyfikowała końcowe grupy hydroksylowe za pomocą bezwodnika bursztynowego do grup karboksylowych celem stabilizacji oligomeru, bez jednoczesnego wpływu na zmianę parametrów termicznych, a zwłaszcza na zdolność do krystalizacji segmentów kwasu *D*-mlekowego. Korzystając z techniki odparowania rozpuszczalnika Pani mgr inż. Agnieszka Mních wytworzyła blendy uzyskanych kooligomerów dwu- i trójblokowych ODLA z PLLA oraz z kopolimerem OLLA z PEG1000, potwierdziła tworzenie stereokompleksów metodą spektralną i przeanalizowała wpływ długości łańcucha polioksyetylenowego na zawartość stereokompleksów. Zauważyła też zasadność wytwarzania blend kooligomerów dwu – i trójblokowych ODLA z kooligomerem OLLA metodą wylewania folii ze stanu stopionego.

Doktorantka zbadała także możliwość stosowania wytworzonych blend kwasu polimlekowego zawierających stereokompleksy jako membran organożelowych w bateriach litowych, gdzie kryształ stereokompleksu miały stabilizować membranę, a obszary amorficzne miały w sposób trwały wiązać cząsteczki węgla propylenu. Niestety zaobserwowała głównie dezintegrację membran podczas ekspozycji w węglanie propylenu, przy czym membrany wytworzone przy udziale oligomerów ODLA modyfikowanych bezwodnikiem bursztynowym okazały się stabilne. Doktorantka sprawdziła również wpływ stereokompleksów PLA na przewodność jonową elektrolitu stałego stosowanego w ogniwach jonowo-litowych, stosując membrany z udziałem stereokompleksów trójblokowych kooligomerów kwasu mlekowego. Zaobserwowała zdecydowanie wyższą przewodność przy udziale stereokompleksów oraz zwiększenie przewodności w niskiej temperaturze w obecności węgla propylenu.

Prezentacja i dyskusja wyników jest dość dobrze napisana i świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki. Niestety uzyskane wyniki nie zostały przedyskutowane w świetle dostępnych danych literaturowych, co zwiększyłoby wartość naukową pracy. Warto jednak podkreślić, że Doktorantka interpretując uzyskane wyniki zwracała uwagę zarówno na silne jak i na słabsze strony pracy oraz ewentualne niejasności związane z uzyskanymi danymi.

Układ pracy jest spójny, jednak studia nad tematem ujęte w niektórych punktach nie zawsze opisane są na satysfakcjonującym poziomie szczegółowości.

Na zakończenie rozprawy mgr inż. Agnieszka Mnich sformułowała 8 punktów podsumowania i wniosków, które ułatwiają zrozumienie pracy i pozwalają na przypomnienie najważniejszych osiągnięć.

Część eksperymentalna napisana jest poprawnym językiem. Stosowane surowce zostały odpowiednio scharakteryzowane. Opis przeprowadzonych prac badawczych nie jest szczegółowy i wyczerpujący. Wszystkie etapy pracy, udokumentowane w części doświadczalnej, są opisane w sposób ogólny, nieumożliwiający weryfikację zastosowanych procedur i ich ewentualną replikację, a procedura 6.2.5. jest niekompletna. Z kolei na podkreślenie zasługuje zastosowane w pracy szerokie spektrum metod analitycznych (spektroskopia ^1H i ^{13}C NMR, DLS, DSC, TGA, spektroskopia EIS i FT IR, GPC, SEM DSC, pomiary reologiczne, MALDI ToF, ^{13}C NMR w ciele stałym).

Bibliografia obejmuje 237 pozycji, głównie krajowych i zagranicznych publikacji naukowych oraz pozycje książkowe i patenty. W wykazie literatury nie doszukałam się pozycji, których Doktorantka byłaby współautorką. Sposób cytowania jest niejednorodny, skrót imienia znajduje się przed nazwiskiem, lub za nazwiskiem, a czasem nazwiska pojawiają się w trakcie cytowania danej pozycji (pozycja 60, 113, 119, 121, 231, 237) albo ich nie ma (pozycja 100, 153, 154, 189, 190).

Ocena rozprawy

Doktorantka otrzymała i scharakteryzowała stereokompleksy polimerów kwasu mlekowego z udziałem zarówno handlowo dostępnego PLLA jak i otrzymanych kooligomerów LLA oraz oligomerycznych DLA. Na szczególną uwagę zasługuje szerokie ujęcie prezentowanej tematyki i synteza oligomerów ODLA o różnej topologii, ich soli oraz kooligomerów dwu- i trójblokowych ODLA, jak również liczne badania potwierdzające ich przydatność do wytworzenia stereokompleksów z PLLA oraz badania właściwości blend polimerów i oligomerów kwasu mlekowego, w tym potwierdzenie obecności i ilości stereokompleksów.

Podkreślić należy również, próby zbadania potencjału aplikacyjnego wytworzonych blend polimerów kwasu mlekowego z udziałem stereokompleksów jako membran w produkcji ogniwo litowo-jonowych. Podczas lektury rozprawy doktorskiej uwagę zwraca bardzo duża liczba wykonanych badań laboratoryjnych i związana z tym ilość czasu, który Doktorantka poświęciła na ich przeprowadzenie i opracowanie uzyskanych wyników.

Zakres pracy oraz uzyskane wyniki świadczą o tym, że Pani mgr inż. Agnieszka Mnich swobodnie porusza się zarówno w obszarze syntezy oligomerów i kooligomerów kwasu mlekowego, wytwarzania semi-kryształicznych blend polimerowych jak również charakterystyki materiałów polimerowych przy użyciu różnych technik badawczych. Potwierdza to również odpowiednie teoretyczne przygotowanie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych przez Doktorantkę w uprawianej dyscyplinie nauki.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Mnich jest niewątpliwym osiągnięciem autorki w zakresie objętym tytułem i zawiera elementy autorskie, istotne w dyscyplinie naukowej - nauki chemiczne w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.

Do głównych osiągnięć naukowych należy zaliczyć:

- zbadanie możliwości wytwarzania semi-krystalicznych homooligomerów kwasu *D*-mlekowego w bezpośredniej polikondensacji kwasu *D*-mlekowego w roztworze i w stanie stopionym oraz wytwarzania oligomerów telechelicznych,
- opracowanie wytwarzania soli oligomerów kwasu *D*-mlekowego, kooligomerów blokowych z segmentem elastycznym oraz zbadanie metodami naukowymi ich składu, właściwości fizycznych i termicznych pod kątem zastosowania ich jako składników blend z polimerem kwasu *L*-mlekowego,
- wytworzenie semi-krystalicznych blend z udziałem oligomerów i kooligomerów kwasu *D*-mlekowego z polimerem lub kooligomerem kwasu *L*-mlekowego i przeprowadzenie metodami naukowymi oceny morfologii, właściwości fizycznych i termicznych, składu fazowego ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji obecności i udziału stereokompleksów,
- zbadanie możliwości praktycznego zastosowania wytworzonych blend oligomerów i polimerów kwasu mlekowego z udziałem stereokompleksów jako składników stałych elektrolitów polimerowych ogniw litowo-jonowych.

Do niedoskonałości pracy można zaliczyć:

- Brak podanej procedury wyznaczania udziałów poszczególnych faz krystalicznych badanych materiałów zarówno w części eksperymentalnej, jak i w dyskusji wyników. Na stronie 94 pojawia się tylko ogólny zapis, że udziały faz krystalicznych zostały wyznaczone przez porównanie ciepła topnienia badanego materiału z entalpią topnienia kryształów PLLA i *sc*-PLA o nieskończenie dużym rozmiarze, a w tabelach (tab. 4.4, 4.9, 4.13, 4.16, 4.19 i 4.20) podawane są gotowe wartości. Ponadto ciepło topnienia zarówno w tabelach, np. tab. 4.4 czy entalpia topnienia kryształów PLLA i *sc*-PLA o nieskończenie dużym rozmiarze podawane są w jednostce J/g. Z uwagi, że rozważane są polimery, oligomery, kooligomery bardziej dokładne wyniki można byłoby uzyskać stosując jednostkę J/mol, odnosząc się do powtarzającego się fragmentu mleczanowego.
- Doktorantka zbadała właściwości mechaniczne blend PLLA z solami ODLA z udziałem stereokompleksów (p. 4.4.3.) stwierdzając pogorszenie udarności, czy brak istotnych zmian wytrzymałości na rozciąganie. Jednocześnie zwraca uwagę na warunki formowania kształtek do badań w aspekcie ich wątpliwej homogeniczności. Uważam, że należało potwierdzić homogeniczność materiału oraz obecność i udział stereokompleksów w materiale kształtek. Kształtki otrzymane w innych warunkach niż wcześniej badane blendy powinny zostać podane badaniom DSC celem potwierdzenia wytworzenia i określania udziału stereokompleksów w warunkach formowania kształtek. Wówczas interpretacja wyników zbadanych właściwości mechanicznych byłaby bardziej wiarygodna.
- Część wyników przedstawiona jest w postaci tabel i jednocześnie rysunków, np. tab. 4.11, rys. 4.21 i 4.22; co budzi kontrowersję, że jest to dublowanie sposobu prezentacji tych samych wyników, chociaż z drugiej strony w tabelach łatwiej odczytać wartości, a wykresy z kolei ułatwiają zobrazowanie zmian i porównanie wyników.
- W punkcie 4.1.1., str. 87, Doktorantka pisze o możliwości hydrolizy niewielkiej ilości wiązań estrowych w warunkach miareczkowania podczas oznaczania liczby kwasowej. Wydają się to mało prawdopodobne, że w temperaturze pokojowej w obecności niespełna 0,6% roztworu wodorotlenku potasu następuje hydroliza wiązań estrowych.
- w punkcie 4.2.1. str. 94, rys. 4.7 podpis pod rysunkiem jest mało komunikatywny, czego dotyczy rysunek można doszukać się dopiero w tekście. Ponadto występuje brak opisów osi y na poszczególnych fragmentach widm, przy jednoczesnej zmianie trybu prezentacji widm FT IR.

- w punkcie 4.2.3. str. 101, w opisie rys. 4.12, reprezentującym obrazy SEM blend PLLA i ODLAc nie zostało podane czego dotyczy zestaw C rysunków, znowu należy doszukiwać się dopiero w tekście.
- w punkcie 4.3.3., str. 113 pojawia się tabela 4.8, przy czym nie została ona uwzględniona w bieżącej dyskusji wyników, choć zgodnie z nagłówkiem pojawia się we właściwej kolejności. Dopiero na str. 117, pojawia się odwołanie do tabeli 4.8 przy porównaniu wyników badań.
- str. 120, rys. 4.18, opis pod rysunkiem jest sprzeczny z dyskusją rozdziału 4.4.2., stąd wątpliwości, czy podpis jest błędny czy cały rysunek dotyczy innego materiału.
- str. 32: LA może występować w postaci 3 enancjomerów... Proszę uściślić definicję enancjomeru i odnieść się do 3 enancjomerów LA czy forma *mezo* jest enancjomerem?

Niestety poziom edytorski i językowy rozprawy pozostawia wiele do życzenia. Terminologia chemiczna niejednokrotnie nie jest zgodna z obecnie obowiązującą. Autorka nie ustrzegła się błędów interpunkcyjnych, braku polskich znaków, sklejania wyrazów, zgubionych liter, zamiany przecinków na kropki, jak też błędów dotyczących terminologii, niekonsekwencji w nazewnictwie, nieścisłości, uproszczeń i niefortunnnych sformułowań. Można do nich zaliczyć, np.:

- str. 24: zamiast n-butanol, powinno być użyte słowo butan-1-ol,
- str. 29: rys. 2.8, przedstawia tautomeryzację jednostki PLA, niemniej jednak strzałki użyte na schemacie nie dotyczą graficznego obrazowania zjawiska tautomeryzacji,
- str. 29: 7 linia od dołu w miejsce słowa zmian jest zanim,
- str. 36: rys. 2.13, podpis dotyczy otrzymywania DLA, a na rysunku znajduje się również schemat dla LLA, dlaczego?
- str. 45: 3-ci akapit, wyraz tetra-*n*-butyloamoniowego powinien brzmieć tetrabutylamoniowego,
- str. 47 i str. 16: kwas trifluorometanosulfonowy powinien brzmieć kwas trifluorometanosulfonowy,
- str. 48: linia ostatnia „monomerum”, co to jest ?
- str. 102: rys. 4.13, co oznaczają wolne wiązania od atomów wapnia?
- str. 132: drugi akapit, powinna być cytowana tab. 4.13, a jest tab. 4.11
- str. 139: rys. 4.29, opisy na widmach są mało czytelne,
- str. 156: wiersz 7 od dołu słowa wacha się powinno być pisane waha się.

Wykazane liczne niedociągnięcia, uwagi krytyczne i komentarze nie wpływają istotnie na wartość merytoryczną rozprawy oraz nie obniżają ogólnej dobrej oceny pracy doktorskiej, w której zaplanowane i poprawnie przeprowadzone badania doprowadziły do zrealizowania postawionego na początku celu pracy.

Wniosek końcowy

Zważywszy na aktualność podjętej tematyki rozprawy doktorskiej, duże znaczenie poznawcze pracy oraz aspekty aplikacyjne, a także zdobyte umiejętności i doświadczenie badawcze Doktorantki uważam, że opiniowana dysertacja Pani mgr inż. Agnieszki Mních zawiera istotne elementy oryginalności i nowości naukowej i spełnia zwyczajowe i ustawowe wymagania (ustawa z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki Dz. U. 2017 poz. 1789 wraz z późniejszymi zmianami oraz ustawa z dnia 3 lipca 2018 r. - Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz. U. 2018 poz. 1669, z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Agnieszki Mních do dalszych etapów przewodu doktorskiego.