

dr hab. inż. Ewelina Lipiec
Instytut Fizyki
Zakład Fizyki Nanostruktur i Nanotechnologii
ul. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków
Ewelina.Lipiec@uj.edu.pl
+48 12 664 45 85



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wydział

Fizyki

Astronomii

i Informatyki

Stosowanej

Kraków, 14 lipca 2023

Ocena merytoryczna wniosku dr Beaty Brzozowskiej w ramach postępowania habilitacyjnego

Dr nauk fizycznych Beata Brzozowska ukończyła studia magisterskie i w 2005 roku obroniła pracę magisterską zatytułowaną „Produkcja hadronów w obszarze ograniczonej fragmentacji” w Zakładzie Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych, Instytutu Fizyki Doświadczalnej, Wydziału Fizyki, Uniwersytetu Warszawskiego. Rozprawa doktorska Pani dr Brzozowskiej pt.: „Scaled momentum spectra in deep inelastic scattering at HERA” została przygotowana pod kierunkiem prof. dr hab. Teresy Tymienieckiej w tym samym zakładzie i obroniona w 2010 roku. Od 2011 roku dr Brzozowska została zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zakładzie Fizyki Biomedycznej Wydziału Fizyki, Uniwersytetu Warszawskiego. Staż podoktorski dr Brzozowska odbyła na uniwersytecie w Sztokholmie w Department of Molecular Biosciences, The Wenner-Gren Institute.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Osiągnięcie naukowe pt.: „Struktura toru cząstki oraz jej wpływ na uszkodzenie i naprawę DNA w komórkach ludzkich poddanych działaniu promieniowania jonizującego” stanowi podstawę ubiegania się o tytuł doktora habilitowanego w niniejszym postępowaniu. Spójny cykl stanowi 10 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach o międzynarodowym zasięgu. Opisywana tematyka obejmuje badanie procesów powstawania różnych typów uszkodzeń radiacyjnych DNA w komórkach oraz mechanizmów ich naprawy. Habilitantka porównuje skuteczność indukcji różnych efektów biologicznych jak np. występowanie aberracji chromosomowych czy tworzenie się tzw. mikrojąder pod wpływem naświetlania promieniowaniem, które powoduje dużą gęstość jonizacji (cząstki alfa), relatywnie małą gęstość jonizacji (prom. X) oraz wiązkami mieszanymi. W pracach przedstawionych jako osiągnięcie znajduje się wnikliwa analiza efektów synergii i addytywności w odpowiedzi komórek na naświetlanie mieszanymi wiązkami

ul. prof. Stanisława

Łojasiewicza 11

PL 30-348 Kraków

tel. +48(12) 664-48-90

fax +48(12) 664-49-05

e-mail:

wydzial.fais@uj.edu.pl

promieniowania. Integralną częścią badań habilitantki jest charakterystyka rozkładów energii promieniowania deponowanego w materii biologicznej podczas napromieniania. Indywidualny wkład habilitantki w powstanie każdej pracy jest szczegółowo określony i potwierdzony przez współautorów w załączonych oświadczeniach. W dwóch artykułach habilitantka jest pierwszym autorem, w czterech jest drugim, w jednym trzecim autorem, w czterech pracach dr Brzozowska pełni rolę autora korespondencyjnego co świadczy o Jej wiodącym i znaczącym udziale w powstaniu tych prac.

Sumaryczna liczba cytowań artykułów które składają się na osiągnięcie habilitacyjne wynosiła w chwili składania wniosku habilitacyjnego 79. Wskaźniki Impact Faktor czasopism, w których opublikowane są artykuły znajdują się w przedziale od 2,017 do 8,013 (średnio 4,44). W mojej ocenie są to wskaźniki bibliometryczne, które odpowiadają wymaganiom stawianym do uzyskania tytułu doktora habilitowanego.

Struktura chromatyny determinuje przekrój czynny na indukcję poszczególnych typów uszkodzeń radiacyjnych przez różne rodzaje czynników uszkadzających DNA, w tym promieniowanie jonizujące. Wyniki badań wpływu struktury chromatyny na skuteczność indukcji uszkodzeń radiacyjnych mają duże znaczenie dla planowania leczenia radioterapeutycznego oraz ochrony przed promieniowaniem. Artykuł zatytułowany „*Analysis of chromatin opening in heterochromatic non-small cell lung cancer tumour initiating cells in relation to DNA damaging antitumour treatment*” opublikowany w znakomitym czasopiśmie *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics* wpisuje się w ten ważny kierunek badawczy. Istotny wkład dr. Brzozowskiej w powstanie tej pracy obejmował opracowanie metod analizy danych eksperymentalnych.

Drugi artykuł, który habilitantka opisuje jako część osiągnięcia pt.: „*Alpha Particles and X Rays Interact in Inducing DNA Damage in U2OS Cells*” został opublikowany w jednym z najbardziej znanych czasopism w obszarze badań radiacyjnych *Radiation Research*. W tej obszernej pracy analizowano wielkość i ilość ognisk naprawy DNA po naświetlaniach promieniowaniem o niskim liniowym transferze energii (ang. Linear Energy Transfer, LET, promieniowanie X), promieniowaniem o wysokim LET (cząstki alfa) oraz ich kombinacją. Wyniki opublikowane w pracy potwierdzają, iż założenie, że całkowity efekt biologiczny pochodzący od różnych źródeł radioaktywnych jest sumą efektów od poszczególnych jego składników jest nieprawdziwe. Te bardzo ważne rezultaty, pokazują, że odpowiedź komórek w wyniku ekspozycji na mieszane wiązki fotonów i cząstek alfa jest inna niż ta przewidziana w oparciu o założenie

E. Brzozowska

addytywności i wykazuje efekt synergii. Habilitantka jako drugi autor niniejszego artykułu opracowała cyfrowe narzędzia analizy zdjęć mikroskopowych w celu określenia liczby i wielkości ognisk naprawczych. Dodatkowo dr Brzozowska opracowała przedstawioną w artykule tzw. metodę kopert addytywności, która pozwala do badanie interakcji dwóch rodzajów promieniowania i ich skuteczność w indukcji wybranych efektów radiacyjnych tu podwójnych przerwań nici DNA.

Kolejny niezwykle ciekawy artykuł został opublikowany w czasopiśmie *International Journal of Molecular Sciences*. W pracy pt.: *"Analysis of chromatin opening in heterochromatic non-small cell lung cancer tumour initiating cells in relation to DNA damaging antitumour treatment"* skupiono się na ruchliwości ognisk naprawczych w obszarze jąder komórkowych i obliczono ich średnie kwadratowe przemieszczenie w czasie. Udział dr Brzozowskiej w tej pracy obejmował analizę mobilności ognisk naprawczych. Otrzymane wyniki pokazały, że ogniska naprawcze w komórkach naświetlanych cząstkami alfa oraz promieniowaniem X naprawiają się i poruszają się wolniej niż ogniska w których odbywa się naprawa uszkodzeń indukowanych tylko jednym źródłem promieniowania. Autorzy wyjaśniają, iż powodem tego „paraliżu chromatyny” jest błędna naprawa blisko zlokalizowanych podwójnych przerwań nici DNA.

Dr Brzozowska uczestniczyła także w badaniach uszkodzeń DNA oraz ich naprawy w limfocytach izolowanych z krwi poddanej ekspozycji na promieniowanie X, cząstki alpha oraz wiązki mieszane. Podobnie jak dla komórek linii nowotworu płuc zaobserwowano silniejszą odpowiedź komórkową po napromienianiu wiązkami mieszanymi niż estymowaną w oparciu o zasadę addytywności. Wyniki tych badań są opisane w artykule zatytułowanym *"Simultaneous induction of dispersed and clustered DNA lesions compromises DNA damage response in human peripheral blood lymphocytes"*, który został opublikowany w czasopiśmie *PLOS ONE*. Habilitantka jako drugi autor tej pracy opracowała metodę badania synergii działania promieniowania jonizującego przy użyciu testu kometowego (koperty addytywności) oraz zaimplementowała porównywanie danych radiobiologicznych z wykorzystaniem rozkładów Weibulla.

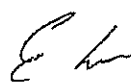
Następny artykuł przedstawiony jako część osiągnięcia habilitacyjnego pt.: *"Freeware tool for analysing numbers of cell colonies"*, został opublikowany w czasopiśmie *Radiation and Environmental Biophysics*. Praca ta przedstawia nowy pakiet oprogramowania do wyznaczenia liczebności komórek i analizy tempa wzrostu kolonii oraz analizy rozkładu tych wielkości. Oprogramowanie "countPHICS" obejmuje narzędzia przetwarzania obrazów szalek Petriego (w których rosną komórki), umożliwiające określenie liczebności kolonii na szalce, oraz



oszacowanie ich wielkości (pola powierzchni zajmowane przez pojedyncze kolonie). Integralną częścią jest program Plotting Histograms of Colony Size (PHICS) z graficznym interfejsem użytkownika do wizualizacji histogramów rozkładu wielkości kolonii. Program umożliwia także sparametryzowanie rozkładów wielkości kolonii poprzez dopasowanie najlepszej funkcji (rozkład Gaussa lub Weibulla). Wiodący udział habilitantki w powstaniu tej pracy obejmuje analizę otrzymanych wyników klonogenego testu przeżywalności z wykorzystaniem liczby i wielkości powstałych kolonii oraz zaprojektowanie i implementację oprogramowania do analizy kolonii komórkowych na podstawie obrazów mikroskopowych. Dodatkowo Habilitantka zaimplementowała algorytm pomiaru wielkości kolonii, która może być ważnym parametrem wykorzystywanym do badania skuteczności biologicznej promieniowania jonizującego i innych czynników uszkadzających DNA.

Zautomatyzowanie analizy obrazów w tym obrazów mikroskopowych wciąż stanowi ogromne wyzwanie technologiczne mimo dostępności i coraz większej popularności zawansowanych narzędzi wykorzystujących algorytmy uczące się. Przyjmuje się, że analiza obrazów mikroskopowych otrzymanych w badaniach radiobiologicznych wymaga oceny doświadczonych eksperymentatorów. Dr Brzozowska zaproponowała porównanie wyników testu aberracji chromosomowych z testem mikrojądrowym otrzymanych przez osoby bardziej i mniej doświadczone. Oceny obrazów mikroskopowych w obu testach dokonywali doświadczeni cytogenetycy i początkujący eksperymentatorzy. Wyniki porównania wskazały, iż rozpoznawanie aberracji chromosomowych jest trudniejsze niż ocena ilościowa mikrojąder, ale oszacowanie zależności liczby aberracji od dawki przez niedoświadczone osoby po dwutygodniowym kursie jest wystarczające. Wyniki tych badań mogą mieć duże znaczenie w ocenie dawek po wypadkach radiacyjnych, kiedy duża liczba testów radiobiologicznych musi być przeprowadzona w jak najkrótszym czasie. Wyniki tych badań zostały opublikowane w artykule pt.: „*Precision of scoring radiation induced chromosomal aberrations and micronuclei by unexperienced scorers*” w czasopiśmie *International Journal of Radiation Biology*.

W kolejnej pracy pt.: „*Impact of ATM and DNA-PK Inhibition on Gene Expression of and Individual Response Human Lymphocytes to Mixed Beams of Alpha Particles and X-Rays*” opublikowanej w czasopiśmie *Cancers*, która stanowi część osiągnięcia naukowego, badano wpływ promieniowania X, cząstek alfa oraz wiązek mieszanych na ekspresję wybranych genów. Za pomocą metody qPCR, mierzono poziomy mRNA FDXR, GADD45A, BBC3, MDM2, CDKN1A oraz XPC dobie po napromienieniu. Udowodniono, iż cząstki alfa i wiązki mieszane silniej



indukowały ekspresję wyżej wymienionych genów w porównaniu z promieniowaniem X. Udział habilitantki w powstaniu niniejszej pracy obejmował zaproponowanie i implementację analizy kopert addytywności dla danych genowych.

Dr Brzozowna jest pierwszym i korespondencyjnym autorem pracy pt.: „*Monte Carlo modeling of DNA lesions and chromosomal aberrations induced by mixed beams of alpha particles and X-rays*”, która została opublikowana w czasopiśmie *Frontiers in Physics, Medical Physics and Imaging*. Wkład habilitantki do powstania tego artykułu obejmował stworzenie koncepcji pracy oraz zaplanowanie metod opracowania i porównania wcześniej otrzymanych wyników eksperymentalnych, wykonanie obliczeń potwierdzających efekt synergiczny promieniowania X i alfa w indukcji aberracji chromosomowych, przeprowadzenie symulacji z wykorzystaniem kodów PARTRAC opartych na metodach Monte Carlo. W tej pracy badano zależność skuteczności indukcji pojedynczych (sng Single Strand Breaks SSB) i podwójnych przerwań nici DNA (ang. Double Strand Breaks DSB) oraz wystąpienia aberracji chromosomowych od dawki i rodzaju promieniowania (prom. X, cząstki alfa wiązki mieszane). Pokazano, iż całkowita liczba SSB i DSB wywołanych wiązkami mieszanymi jest sumą SSB i DSB pochodzących od fotonów i cząstek alfa (efekt addytywny). Natomiast wyliczona teoretycznie ilość aberracji chromosomowych wytworzonych po napromienianiu wiązkami mieszanymi wskazuje na efekt synergiczny, co jest zgodne z wynikami eksperymentalnymi. Wyniki obliczeń otrzymanych za pomocą kodów PARTRAC, wykazały, iż poziom synergii zależał od składu wiązek mieszananych. Najwyższą synergię zaobserwowano przy stosunku dawki 1:1 cząstek alfa do promieniowania rentgenowskiego.

Dystrybucja rozmiarów klastrów jonizacji (ang. Ionisation Cluster Size Distributions, ICSD) jest niezwykle ważnym parametrem, który wpływa na odpowiedź komórki na promieniowanie jonizujące. Obliczenia ICSD wykonane z wykorzystaniem bazujących na metodach Monte Carlo kodów Geant4-DNA są przedstawione w kolejnej pracy stanowiącej część osiągnięcia, zatytułowanej „*Geant4-DNA modeling of nanodosimetric quantities in the Jet Counter for alpha particles*” która została opublikowana w *Physics in Medicine and Biology*. W tym nowatorskim artykule po raz pierwszy określono niepewność ICSD uwzględniając odpowiednie modele i parametry dla środowiska wodnego. Na podstawie opisanych w publikacji wyników można stwierdzić, że niepewność określenia wydajności nanodosymetru JC wprowadza większe różnice pomiędzy ICSD uzyskanymi z symulacji Geant4-DNA oraz otrzymanymi eksperymentalnie niż uwzględnienie różnych modeli fizycznych. Potwierdza to zasadność dalszych prac w kierunku unowocześniania

EL

aparatury oraz proponowania nowych metod pomiarowych. Wyniki dowiodły wysokiej precyzji przewidywań obliczeń ICSD i ich parametrów na podstawie symulacji Geant4-DNA. Badania te mogą znaleźć zastosowanie w planowaniu leczenia w oparciu o wielkości nanodozymetryczne. Wiodący udział habilitantki w powstaniu tego artykułu obejmował stworzenie koncepcji pracy oraz koordynowanie wszystkich zadań obliczeniowych (określenie parametrów symulacji), a także analizy otrzymanych wyników.


Cykl prac zamyka artykuł zatytułowany „*Modeling of dose and linear energy transfer homogeneity in cell nuclei exposed to alpha particles under various setup conditions*”, który został opublikowany w *International Journal of Radiation Biology*. W pracy przedstawiono wyniki obliczeń rozkładu dawek promieniowania w czterech różnych układach eksperymentalnych wykorzystujących ^{241}Am jako źródło cząstek alfa. Za pomocą symulacji, z wykorzystaniem kodów PARTRAC i Geant4 wyznaczono niejednorodności rozkładu dawek i ich niepewności. Otrzymane wyniki pozwoliły na dokładną charakterystykę energii promieniowania deponowanej w komórkach, która powinna być uwzględniana w każdym eksperymencie radiobiologicznym. Habilitantka opracowała koncepcję badań i koordynowała wszystkie prace prowadzące do powstania artykułu.

Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Według Web of Science w czasie składania recenzowanej aplikacji dr Brzozowska była autorką aż 105 publikacji, cytowanych 2737 razy (2563 bez autocytowań). Wówczas Indeks Hirscha wynosił 28. Wg mnie są to imponujące wskaźniki bibliometryczne. Ten znaczący dorobek naukowy potwierdza ogromne zaangażowanie habilitantki w prace badawcze oraz zdolność do nawiązywania współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Rezultaty badań naukowych były wielokrotnie prezentowane w formie wykładów i plakatów oraz wykładów na zaproszenie przez habilitantkę na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych oraz seminariach.

Dr Brzozowska uczestniczyła w realizacji trzech projektów finansowanych w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Na podkreślenie zasługuje otrzymanie finansowania oraz kierowanie projektem SONATA, a także koordynowanie zadania w ramach projektu EU; 7th Framework Programme.

Jednym z najważniejszych osiągnięć dr Brzozowskiej niewątpliwie jest stworzenie grupy badawczej i laboratorium radiobiologicznego



na Uniwersytecie Warszawskim. Grupa kierowana przez dr Brzozowską realizuje radiobiologiczne badania eksperymentalne oraz zajmuje się modelowaniem uszkodzeń i naprawy DNA za pomocą metod MC. Grupa używa oraz zaawansowanych kodów Geant4-DNA w ramach Geant4-DNA Collaboration oraz we współpracy z dr. Wernerem Friedlandem. Obliczenia obejmują modelowanie procesów oddziaływania promieniowania z materią oraz symulacje reakcji biologicznych na poziomie komórkowym z uwzględnieniem trzech podstawowych faz (fizycznej, chemicznej i biologicznej) powstawania uszkodzeń DNA.

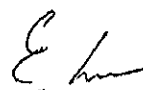
Dr Brzozowska jest członkiem kilku międzynarodowych lub krajowych organizacji i towarzystw naukowych między innymi Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, European Radiation Research Society, Geant4-DNA. Na uwagę zasługuje również aktywność recenzencka habilitantki. Dr Brzozowska recenzowała artykuły dla czasopism o zasięgu międzynarodowym, w tematyce fizyki radiacyjnej, fizyki medycznej oraz radiobiologii. W ostatnich latach osiągnięcia naukowe habilitantki zostały docenione przez Władze Uniwersytetu Warszawskiego w postaci nagrody indywidualnej II stopnia Rektora Uniwersytetu Warszawskiego w 2021 oraz wyróżnienia Rektora UW za osiągnięcia mające wpływ na rozwój i wzrost prestiżu Uniwersytetu Warszawskiego w 2022 roku.

Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych

W mojej ocenie Dr Brzozowska może pochwalić się również imponującym dorobkiem dydaktycznym i organizacyjnym. Habilitantka była promotorem lub promotorem pomocniczym 20 prac licencjackich oraz 28 prac magisterskich. Kilka z tych prac otrzymało prestiżowe nagrody i wyróżnienia przyznane przez Polskie Towarzystwo Nukleoniczne. Obecnie pod kierunkiem dr Brzozowskiej powstaje 1 praca licencjacka, 4 prace magisterskie i 6 prac doktorskich. W sumie Habilitantka była/jest promotorem pomocniczym 7 doktoratów.

Dodatkowo dr Brzozowska pełni opiekę nad studentami Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych a także nad kołami naukowymi: Kołem Naukowym Fizyki Medycznej Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i Kołem Doktorantów Dawka LETalna. Od lutego 2020 roku Habilitantka pełni rolę zastępcy przewodniczącego Rady Dydaktycznej Wydziału Fizyki UW.

Dr Brzozowska prowadzi przedmioty specjalistyczne dla studentów kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie wybierających specjalność Fizyka Medyczna. Habilitantka aktywnie uczestniczyła w pracach przy planowaniu programu studiów I i II stopnia na kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie oraz koordynowaniu praktyk studenckich.



Szczególnym osiągnięciem było uruchomienie ćwiczeń z Planowania radioterapii.

Podczas stażu podoktorskiego Dr Brzozowska prowadziła zajęcia laboratoryjne dot. dozymetrii promieniowania jonizującego w ramach kursu CELOD (Cellular effects of ionising radiation – introduction to radiation biology) organizowanego dla studentów biologii w Departmencie Biologii Molekularnej (The Wenner-Gren Institute). Obecnie Habilitatka corocznie wygłasza wykład podczas kursu CELOD.

Zaangażowanie dydaktyczne dr Brzozowskiej zostało docenione zarówno przez władze Uniwersytetu Warszawskiego, jak i studentów. Habilitantka otrzymała Nagrodę Indywidualną II stopnia Rektora UW za osiągnięcia dydaktyczno-organizacyjne wspomagające rozwój specjalności Fizyka Medyczna oraz Nagrodę Indywidualną III stopnia Rektora Uniwersytetu Warszawskiego. Na podstawie ankiet studenckich Dziekan Wydziału Fizyki UW przyznał dr Brzozowskiej wyróżnienie za prowadzenie ćwiczeń z Wnioskowania statystycznego oraz z Fizycznych podstaw radioterapii.

Jako swoje największe osiągnięcie organizacyjne habilitantka przedstawia stworzenie i wyposażenie laboratorium radiobiologicznego na Wydziale Fizyki UW. Jej aktywność organizacyjna obejmuje także uczestnictwo w komitetach organizacyjnych trzech edycji konferencji Warsaw Medical Physics Meeting, pięciu edycji konferencji Fizyka Medyczna-Farmacja Fizyczna oraz cyklu trzech wydarzeń o tematyce profilaktycznej "OnkoListopad". Dr Brzozowska jest zaangażowana również w działalność popularyzatorską w ramach której przygotowywała wykłady i warsztaty dla licealistów oraz uczniów szkół podstawowych a także brała udział w tworzeniu materiałów promocyjnych dla specjalności Fizyka Medyczna.

Podsumowanie

Recenzowane osiągnięcie naukowe świadczy o istotnym wkładzie Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej nauki fizyczne, dokładnie w rozwój fizyki medycznej. Wiele opisanych wyników np. efekt synergii obserwowany w odpowiedzi komórek naświetlanych wiązkami mieszanymi oraz zastosowanie nowatorskich metod do wyznaczania wielkości ognisk podwójnych przerwań nici DNA i ich dystrybucji powinna być brana pod uwagę przy planowaniu strategii radioterapeutycznych oraz ochrony przed promieniowaniem. O szerokiej wiedzy i doświadczeniu dr Brzozowskiej świadczą jej osiągnięcia eksperymentalne oraz teoretyczne w zakresie obliczeń i analizy statystycznej. O wnikliwym i kompleksowym podejściu habilitantki do przeprowadzonych badań i ich wyników mogłam przekonać się osobiście podczas znakomitego referatu który dr Brzozowska wygłosiła

w ramach seminariów Zakładu Nanostruktur i Nanotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Podczas referatu wywiązała się wnikliwa dyskusja, na wszystkie pytania Habilitantka udzieliła pełnych i szczegółowych odpowiedzi przekonując wszystkich uczestników o swojej szerokiej wiedzy i doświadczeniu oraz znaczącym udziale w powstaniu wszystkich publikacji stanowiących recenzowane osiągnięcie naukowe. Dodatkowo dr Brzozowska zaprezentowała ciekawe i nowatorskie badania jakie są wykonywane przez doktorantów i magistrantów pod Jej kierunkiem w grupie badawczej którą stworzyła.

Całość dorobku naukowego Habilitantki jest na bardzo wysokim poziomie. Przedstawione osiągnięcia dydaktyczne oraz organizacyjne również oceniam wysoko. W moim przekonaniu oryginalny i znaczący dorobek naukowy oraz dydaktyczny dr Brzozowskiej stanowi solidną podstawę do ubiegania się o tytuł doktora habilitowanego.

W moim przekonaniu przedstawione do recenzji osiągnięcie naukowe dr Beaty Brzozowskiej zatytułowane „*Struktura toru cząstki oraz jej wpływ na uszkodzenie i naprawę DNA w komórkach ludzkich poddanych działaniu promieniowania jonizującego*”, składające się z cyklu dziesięciu powiązanych tematycznie oryginalnych artykułów naukowych wraz z załączoną dokumentacją spełnia wszystkie wymagania ustawowe oraz zwyczajowe określone w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 roku. Wnosi ono znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Wobec tego składam wnioszek do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne na Uniwersytecie Warszawskim o dopuszczenie dr Beaty Brzozowskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Evelin Lipiec

UNIwersytet warszawski BIURO RAD NAUKOWYCH
2023 -07- 18
WPLYNEŁO
L.dz. <i>1434</i>Podpis.....