

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w
Warszawie

Instytut Biologii,

ul. Nowoursynowska 159

02-776 Warszawa

(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,
wybranego do przeprowadzenia postępowania)

za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Marta Kutwin

.....
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Biologii, Katedra Nanobiotechnologii,

.....
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 03.03.2025 r.

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie **nauk ścisłych i przyrodniczych** w dyscyplinie **NAUKI BIOLOGICZNE**

Określenie osiągnięć naukowych będących podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora
habilitowanego:

***Biologiczne mechanizmy przeciwnowotworowej aktywności nanocząstek platyny, tlenku
grafenu oraz nanosystemów grafenu skoniugowanego z cząsteczkami mikroRNA.***

Wnoszę – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie
wyższym i nauce – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia
doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym***¹

Zostałem poinformowany, że:

*Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w
sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej
z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).*

*Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu.
Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c)
Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.
232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu
przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i
obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.*

*Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest
na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html*

.....
Marta Kutwin

(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Wniosek przewodni (w wersji polskiej i angielskiej)
2. Dane wnioskodawcy (w wersji polskiej i angielskiej)
3. Autoreferat (w wersji polskiej i angielskiej)
4. Wykaz osiągnięć naukowych (w wersji polskiej i angielskiej)
5. Publikacje wchodzące w skład osiągnięć naukowych stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.
6. Kopia dyplomu potwierdzającą nadanie stopnia naukowego doktora.
7. Oświadczenia współautorów prac stanowiących osiągnięcia naukowe stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego (w wersji polskiej).
8. Publikacje nie wchodzące w skład osiągnięć naukowych stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Dr Marta Kutwin

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Instytut Biologii

Katedra Nanobiotechnologii

ul. Ciszewskiego 8

02-786 Warszawa

Autoreferat



**SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO**

Instytut Biologii

Spis treści

1. Imię i Nazwisko	1
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	1
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych	1
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca.....	3
4.1. Merytoryczne ujęcie prezentowanych osiągnięć.....	3
4.1.1. Publikacje wchodzące w skład Osiągnięć naukowych:.....	3
4.2. Wprowadzenie.....	5
4.2.1. Cel naukowy i zakres badań, stanowiących omawiane osiągnięcia naukowe.	9
4.3. Osiągnięcie nr 1.: Wykazanie przeciwnowotworowej aktywności nanocząstek platyny, oraz kompleksów nanocząstek platyny osadzonych na płatkach tlenku grafenu, w zakresie aktywacji mechanizmów apoptotycznych i zwiększonej cytotoxycności.	9
4.3.1. Cel naukowy i zakres badań, stanowiących Osiągnięcie nr I.....	9
4.3.2. Opis merytoryczny Osiągnięcia nr I.....	11
4.4.1. Cel naukowy i zakres badań, stanowiących Osiągnięcie nr II.	15
4.4.2. Opis merytoryczny Osiągnięcia nr II.	17
4.4.3. Podsumowanie osiągnięcia naukowego nr 2.	27
4.5. Podsumowanie wyników opisanych w wykazanych osiągnięciach naukowych, ich znaczenie oraz możliwości zastosowania.	28
4.5.1. Piśmiennictwo	29
4.6. Formalne ujęcie prezentowanych Osiągnięć Naukowych nr 1 i nr 2. Indywidualny wkład Autorki w powstanie cyklu publikacji dokumentujących osiągnięcia naukowe	32
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.....	37
5.1. Opis działań prowadzonych w ramach stażu doktorskiego odbytego na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytetu w Kopenhadze.	37
5.2. Opis działań prowadzonych w ramach staży po-doktorskich realizowanych w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.....	37
5.2.1. Opis działań prowadzonych w ramach staż po-doktorskiego odbytego w Laboratorium	

Fizjologii Molekularnej, sekcji Patobiologii (Laboratory for Molecular Physiology, Section for Pathobiology), Uniwersytetu w Kopenhadze.	37
5.2.2. Opis działań prowadzonych w ramach stażu po-doktorskiego odbytego w Wojskowej Akademii Technicznej oraz SGGW, odbył się terminie 01.06.2024-01.09.2024r. w Instytucie Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.....	41
5.3. Współpraca naukowa z innymi jednostkami badawczymi	42
5.3.1. Współpraca naukowa przed uzyskaniem stopnia doktora podczas pracy w SGGW:.....	42
5.3.2. Współpraca naukowa po uzyskaniu stopnia doktora podczas pracy w SGGW:.....	42
5.4. Omówienie działań naukowych prowadzonych w jednostce macierzystej, poza badaniami, których tematyka została włączona w osiągnięcia naukowe.....	43
5.4.1. Omówienie działań naukowych prowadzonych w jednostce macierzystej, poza badaniami, których tematyka została włączona w osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem stopnia doktora. .	43
5.4.2. Tematyka badań będących przedmiotem mojego zainteresowania po uzyskaniu stopnia doktora, nie wchodząca w skład osiągnięcia naukowego.....	45
5.5. Podsumowanie dorobku naukowego oraz wskaźniki bibliometryczne.....	50
6.Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	52
6.1. Osiągnięcia dydaktyczne	52
6.1.1. Promotor pomocniczy w rozprawie doktorskiej:	52
6.1.2. Promotor prac magisterskich.....	52
6.1.3. Promotor prac inżynierskich / licencjackich	52
6.2. Opieka naukowa nad stażystami realizującymi praktyki zawodowe w Katedrze Nanobiotechnologii, SGGW.....	54
6.2.1. Stażyści z polskich ośrodków naukowych	54
6.2.2. Stażyści z zagranicznych ośrodków naukowych.....	54
6.3. Prowadzone zajęcia dydaktyczne w SGGW w Warszawie.....	55
6.3.1. Realizowane przedmioty:	55
6.4. Działalność w zakresie popularyzacji nauki:	56
6.5. Działalność organizacyjna.....	57
7. Inne informacje, ważne z jego punktu widzenia wnioskodawcy, dotyczące jego kariery zawodowej.	58

7.1. Odbyte szkolenia i spotkania naukowe:	58
7.2. Otrzymane nagrody i wyróżnienia	59

1. Imię i Nazwisko

Marta Kutwin

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2015 r. – doktor nauk rolniczych w dyscyplinie zootechnika.

Praca wykonana w Katedrze Żywienia i Gospodarki Paszowej, Wydziału Nauk o Zwierzętach, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na temat: „Wpływ nanocząstek platyny Pt⁽⁰⁾ na stan morfologiczno funkcjonalny wybranych komórek zwierząt modelowych i komórek glejaka wielopostaciowego łac. *Glioblastoma multiforme*.” pod kierunkiem prof. dr hab. Ewy Sawosz Chwalibóg.

2012 r.- technik farmacji, uzyskanie tytułu zawodowego technika farmacji, nadany przez CKE w Warszawie, potwierdzonego uzyskaniem pozytywnego wyniku z egzaminu państwowego z części teoretycznej oraz praktycznej

2011 r. – magister biologii, specjalizacja: biologia zwierząt.

Praca wykonana w Zakładzie Ichtiobiologii i Rybactwa, Wydziału Nauk o Zwierzętach, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na temat: „Wpływ żywienia paszami zawierającymi gluten pszenicy suplementowanymi: dwupeptydem bądź wolnymi aminokwasami na budowę i rozwój mięśni szkieletowych karpia (*Cyprinus carpio*)” pod kierunkiem dr hab. Macieja Kamaszewskiego. prof. SGGW

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

2019 r. - **obecnie** adiunkt w Katedrze Nanobiotechnologii (wcześniej Zakładzie Nanobiotechnologii i Ekologii Doświadczalnej), Instytutu Biologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

2016 r.- 2019 r. adiunkt w Katedrze Żywienia i Biotechnologii Zwierząt, Wydział Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

2015 r. – 2016 r. asystent w Katedrze Żywienia i Biotechnologii Zwierząt, Wydział Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

2011 r. – 2015 r. doktorantka, stacjonarne studia doktoranckie „Biotechnologia w produkcji zwierzęcej, Wydziału Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca

4.1. Merytoryczne ujęcie prezentowanych osiągnięć

Przeprowadzone przeze mnie badania i ich wyniki, stanowiące Osiągnięcia naukowe, będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, prowadzone były w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie NAUKI BIOLOGICZNE.

Wyniki badań, dokumentujące Osiągnięcia naukowe nr 1 oraz nr 2 zostały przedstawione w 2 cyklach tematycznie spójnych, oryginalnych publikacji z zakresu tematyki:

Biologiczne mechanizmy przeciwnowotworowej aktywności nanocząstek platyny, tlenku grafenu oraz biosystemów grafenu skoniugowanego z cząsteczkami mikroRNA.

Wyniki badań pozwoliły na udokumentowanie i sformułowanie następujących Osiągnięć naukowych:

Osiągnięcie nr 1. Wykazanie przeciwnowotworowej aktywności nanocząstek platyny, oraz kompleksów nanocząstek platyny osadzonych na płatkach tlenku grafenu, w zakresie aktywacji mechanizmów apoptotycznych i zwiększonej cytotoksyczności.

Osiągnięcie nr 2. Udokumentowanie, że koniugaty wybranych cząsteczek miRNA z grafenem, korzystnie modulują biologiczne mechanizmy przeciwnowotworowe w komórkach i guzach glejaka, a zwłaszcza produkcję cytokin i regulację szlaku mTOR PI3K/Akt.

4.1.1. Publikacje wchodzące w skład Osiągnięć naukowych:

Osiągnięcie nr 1.:

Publikacja I.

Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbiński Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Chwalibóg André: Assessment of the proliferation status of glioblastoma cell and tumour tissue after nanoplatinum treatment,

PLoS ONE, vol. 12, nr 5, 2017, Numer artykułu: e0178277, s. 1-14,

Publikacja II

Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Sosnowska Malwina, Trzaskowski Maciej, Chwalibog André: *Nanocomplexes of graphene oxide and platinum nanoparticles against colorectal cancer Colo205, HT-29, HTC-116, SW480, liver cancer HepG2, human breast cancer MCF-7, and adenocarcinoma LNCaP and human cervical Hela B cell lines*, *Materials*, vol. 12, nr 6, 2019, Numer artykułu: 906, s. 1-17.

Osiągnięcie nr 2.

Publikacja III

Kutwin Marta, Sosnowska Malwina, Strojny-Cieślak Barbara, Jaworski Sławomir, Trzaskowski Maciej, Wierzbicki Mateusz, Chwalibog Andre, Sawosz Chwalibóg Ewa: *MicroRNA Delivery by Graphene-Based Complexes into Glioblastoma Cells*, *Molecules*, vol. 26, nr 19, 2021, Numer artykułu: 5804, s. 1-28,

Publikacja IV

Kutwin Marta, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Ostrowska Agnieszka, Trzaskowski Maciej, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir: *Influence of GO-Antisense miRNA-21 on the Expression of Selected Cytokines at Glioblastoma Cell Lines*, *International Journal of Nanomedicine*, vol. 18, 2023, s. 4839-4855, DOI:10.2147/ijn.s419957

Publikacja V

Kutwin Marta, Sosnowska – Ławnicka Malwina, Nasilowska Barbara, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir. *The delivery of mimic miRNA-7 into glioblastoma cells and tumour tissue by graphene oxide nanosystems*. *Nanotechnology Science and Application*. 2024 (DOI: 10.2147/NSA.S469193).

4.2. Wprowadzenie

Nowotwór jako nabyta choroba genetyczna wynikająca z zaburzeń struktury DNA, rozwija się wobec niesprawnych wewnątrzkomórkowych mechanizmów naprawczych lub braku aktywacji mechanizmów odpowiedzialnych za programowaną śmierć komórki na drodze apoptozy. Komórki nowotworowe są odporne na sygnały wysyłane przez organizm, dotyczące ograniczenia wzrostu, rozmnażania i różnicowania. W komórce, która ulega mutacji „aktywującej” w obrębie jednego z protoonkogenów, obserwuje się zmianę poziomu specyficznych dla nowotworu onkogenów, czego wynikiem jest biosynteza białek tzw. „onkoprotein” o odmiennej budowie, funkcji i strukturze, odpowiadających za nadmierną proliferację komórek nowotworowych. Nowotwory stały się jedną z najczęstszych przyczyn przedwczesnych zgonów wśród ludzi. Najnowsze wyniki badań i analiz statystycznych opublikowane przez Globocan [1] wskazują, że u jednego na pięciu mężczyzn, oraz u jednej na pięć kobiet zostanie zdiagnozowany nowotwór, podczas gdy około jeden na dziewięciu mężczyzn i jedna na dwanaście kobiet umiera z tego powodu. Biorąc pod uwagę prognozy oparte na danych demograficznych, wskazujące na to, że do 2050 roku liczba nowych przypadków zachorowania na raka osiągnie 35 milionów, istnieje realna potrzeba zintensyfikowania prac badawczych, również w zakresie badań podstawowych wyjaśniających mechanizmy powstawania, jak również leczenia nowotworów. CO więcej, wobec nie w pełni efektywnych metod zwalczania chorób nowotworowych, istnieje ogromne zapotrzebowanie na innowacyjne substancje farmakologiczne, selektywne systemy dostarczania substancji leczniczych, biomolekuł lub terapii genowych.

Jednym z nowotworów złośliwych, bardziej problematycznych w leczeniu jest glejak wielopostaciowy, który jest najbardziej agresywnym złośliwym nowotworem mózgu o wysokiej zapadalności i niskiej przeżywalności. Stanowi około 14,7% wszystkich nowotworów ośrodkowego układu nerwowego (OUN) i 56,5% glejaków [1]. Według Światowej Organizacji Zdrowia glejaki są klasyfikowane od I do IV, gdzie guzy glejaka stopnia IV są najbardziej śmiertelnymi guzami o wysokiej inwazyjności, migracji i wskaźniku nawrotów. Obecne strategie leczenia glejaka, które zwykle obejmują operację, radioterapię i chemioterapię, nie są wystarczająco skuteczne ze względu na szybkość i inwazyjność guzów. Według bazy danych Globocan w 2022 r. odnotowano łącznie 321 731 pacjentów, u których zdiagnozowano glejaka [1]. Liczba zgonów wyniosła 248 500 zmarło, co wskazuje, współczynnik przeżywalności wynosi tylko 25%.

Niski wskaźnik przeżywalności 5-letniej, wynikający z wysokiej agresywności glejaków oraz wysokiego współczynnika nawrotów, wpływa również na medianę czasu przeżycia, która wynosi 12 miesięcy we wszystkich przypadkach glejaka. Niskie wskaźniki wynikają głównie z braku dostępności efektywnej terapii antynowotworowej, umożliwiającej ograniczenie stopnia inwazji glejaka, jak również nawrotów wzrostu tkanki guza. Problemy standardowych terapii dotyczą głównie braku efektywności leków przeciwnowotworowych w przekraczaniu bariery krew-mózg (BBB), immunosupresji mikrośrodowiska glejaka (TME) oraz są konsekwencją rozwoju oporności wielolekowej w tkance guzów. Biorąc pod uwagę oporność glejaka na konwencjonalne podejścia terapeutyczne, istnieje pilna potrzeba opracowania nowych strategii w celu uzupełnienia lub ulepszenia obecnych metod leczenia i poprawy wskaźnika przeżywalności pacjentów.

Badanie specyficznych mutacji genów związanych z rozwojem glejaka oraz deregulowanych ścieżek sygnałowych apoptozy, przeżycia i inwazji komórek wskazało terapię genową jako potencjalne podejście do leczenia glejaka. Strategia terapii genowej polega na zastąpieniu wadliwego genu jego prawidłową kopią (gen terapeutyczny) lub na wyłączeniu uszkodzonego genu poprzez zablokowanie jego ekspresji. Zalety terapii genowej opierają się na możliwości wykorzystania wirusowych lub nie wirusowych systemów nośnikach dostarczających DNA, RNA lub innych specyficznych sekwencji nukleotydowych, które indukują deregulację poziomu ekspresji genów w odpowiedzi na warunki stresowe, w konsekwencji indukując śmierć komórek nowotworowych [2]. Największą popularnością cieszą się nośniki wirusowe, ale główną wadą są skutki uboczne, takie jak: immunogenność, wrodzona toksyczność lub indukowana złośliwość w wyniku terapii genowych opartych na retrowirusach [3]. Alternatywą dla nośników wirusowych mogą być zaprojektowane nanomateriały o unikalnych właściwościach fizykochemicznych, które umożliwiają przenikanie cząsteczek docelowych przez bariery błonowe (błony zewnątrzkomórkowe i wewnątrzkomórkowe). Intensywny rozwój systemów nośnikowych opartych w swojej budowie o nanocząstki umożliwił zwiększenie selektywności dostarczania związków terapeutycznych, jak również sekwencji nukleotydowych genów do komórek docelowych - nowotworowych, co przyczynia się do minimalizacji zjawiska lekooporności.

Aby zwiększyć skuteczność terapii przeciwnowotworowej, badane są również strategie terapii bazujące na ograniczeniu stopnia proliferacji komórek nowotworowych za pomocą nanocząstek. Nanocząstki metali szlachetnych, takie jak nanocząstki platyny (NP-Pt), mają wysoki stosunek powierzchni do objętości i posiadają właściwości

katalityczne, które mogą wspomagać procesy biochemiczne w terapii antynowotworowej. NP-Pt ze względu na swój rozmiar, są również w stanie przekraczać barierę krew-mózg, a nawet dyfundować transbłonowo do komórek glejaka [4]. Co więcej, stwierdzono interakcję między albuminą surowicy ludzkiej i cisplatyną w reakcji syntezy *in situ* NP-Pt w warunkach *in vivo*, co przyczyniło się do powstania tzw. korony białkowej, która jest jednym z bardziej istotnych elementów aktywności biologicznej nanocząstek. Badania prowadzone przez Zeng i wsp. [5] wykazały, że NP-Pt są syntetyzowane w krwi pacjentów poddanych leczeniu chemioterapeutycznemu cisplatyną i są zdolne do preferencyjnej kumulacji we wnętrzu guzów nowotworowych. NP-Pt wykazują duży potencjał w otrzymywaniu systemu nośnikowego substancji leczniczych, również zdolnego do odwrócenia oporności na wybrane chemioterapeutyki. Jest to możliwe poprzez zmniejszenie wewnątrzkomórkowego stężenia glutationu, będącego składową korony białkowej wytworzonej wewnątrzkomórkowo wokół NP-Pt [5]. Poza badaniem aktywności biologicznej nanocząstek platyny, w przedłożonym osiągnięciu naukowym zajmowałam się również alotropowymi formami węgla, głównie tlenkiem grafenu i zredukowanym tlenkiem grafenu. Tlenek grafenu (GO), jest alotropową formą węgla, wyizolowaną z krystalicznego grafitu, złożoną z jednoatomowych, dwuwymiarowych płatków o charakterystycznej strukturze tzn. „plastra miodu”. GO znalazł zastosowanie w różnych dziedzinach naukowych, w tym w elektronice, chemii, biologii oraz coraz częściej jest wykorzystywany w zastosowaniach medycznych, w tym w celach diagnostycznych. Systemy nośnikowe oparte na strukturze GO zyskują coraz większą popularność w medycynie ze względu na możliwość poprawy stabilności hydrokoloidów, ukierunkowanie działania, czy też zwiększenie penetracji cząstek sygnałowych do tkanki nowotworowej oraz zminimalizowanie aktywacji reakcji immunologicznej organizmu. Każdy system nośnikowy musi charakteryzować się wysokim poziomem biokompatybilności. Zapewnia to nie tylko bezpieczeństwo pacjenta, ale także gwarantuje skuteczność chemioterapii, czy też terapii genowej. GO wykazuje wysokie powinowactwo do błon biologicznych, może penetrować błony komórkowe [6], oddziaływać z materiałem genetycznymi [7], jak również gromadzić się w miejscu podania w modelach *in vivo* [8]. Według Castagnola i in. GO charakteryzuje się wysoką biogodnością *in vitro* i nie wykazywał negatywnego wpływu na integralność i funkcjonalność bariery krew-mózg [9]. Ponadto akumulacja GO w miejscu podania, po podaniu dootrzewnowym u myszy nie spowodowała ogólnej toksyczności, jak również nieprawidłowości w wskaźnikach biochemicznych i parametrach pełnej krwi [8].

Wielokrotne wstrzyknięcia dootrzewnowe GO u szczurów nie skutkowało obecnością stanu zapalnego, martwicy ani reakcji tkankowej w miejscu wstrzyknięcia [8]. Wyniki wspomnianych badań sugerują, że zachowanie w warunkach *in vivo* GO, jak również jego efekty toksykologiczne zależą od czynników takich jak budowa chemiczna powierzchni, rozmiar płatków grafenu, droga podania i, co najważniejsze, ich zamierzone zastosowanie. Co więcej, dwuwymiarowa struktura GO, pod względem zastosowań w naukach przyrodniczych, jest najbardziej korzystna ze względu na chemię powierzchni monowarstw, które mogą ulegać funkcjonalizacji na drodze samoorganizacji z cząsteczkami DNA czy też RNA [10; **Publikacja III-V**].

Cząsteczki sygnalizacyjne mikroRNA (miRNA) pełnią rolę regulatorową, są zaangażowane w przekazywanie sygnału molekularnego, w obrębie kluczowych szlaków sygnałowych dla rozwoju tkanki nowotworowej glejaka. MiRNA są rodziną jednoniciowych, niekodujących, endogennych cząsteczek regulacyjnych, powstających z dwuniciowych prekursorów. Zbudowane są zwykle z 21-23 nukleotydów odpowiadając głównie za potranskrypcyjną regulację ekspresji licznych genów. Pojedyncza cząsteczka miRNA może jednocześnie kontrolować ekspresję setek docelowych genów. Ponad 1/3 genów kodujących białka w ludzkich komórkach podlega regulacji przez miRNA. Szacuje się, że geny kodujące miRNA stanowią 1-5% wszystkich genów u ludzi i zwierząt. Mechanizm działania cząsteczek miRNA związany jest z potranskrypcyjną regulacją ekspresji genów, która możliwa jest dzięki komplementarności par zasad z cząsteczkami informacyjnego RNA. Wyciszanie genów może się odbywać albo poprzez degradację określonego mRNA, albo w wyniku zahamowania translacji transkryptu. Hamowanie translacji będzie następowało w sytuacji niepełnego dopasowania mRNA i miRNA, ale przy zachowaniu odpowiedniego układu i rozmieszczenia miejsc komplementarnych. Dostarczenie cząsteczek miRNA do komórek może odbywać się za pomocą znanych systemów nośnikowych, ale innowacyjnym podejściem było wykorzystanie w przedłożonym osiągnięciu GO. Podsumowując, NP-Pt, GO oraz koniugaty wybranych cząsteczek miRNA z GO mogą wpływać na biologiczne odpowiedzi komórek nowotworowych, w tym na procesy apoptozy, zwiększonej cytotoksyczności, proliferacji oraz modyfikację syntezy cytokin, co stało się podstawą podjęcia prezentowanych badań.

4.2.1. Cel naukowy i zakres badań, stanowiących omawiane osiągnięcia naukowe.

Celem podjętych badań było określenie biologicznego mechanizmu działania NP-Pt, kompleksów GO-NP-Pt (**Osiągnięcie nr 1**) oraz koniugatów cząsteczek mikroRNA z GO (**Osiągnięcie nr 2**) jako czynników o ograniczonej toksyczności, które mogą modulować mechanizmy biologiczne wspierające aktywność przeciwnowotworową w komórkach nowotworowych, ze szczególnym uwzględnieniem nowotworów mózgu, w tym glejaka. Badania koncentrowały się na analizie wpływu wymienionych nanocząstek i ich koniugatów na regulację ekspresji genów, biosyntezy białek związanych ze stanem zapalnym oraz aktywację szlaku programowanej śmierci komórkowej na drodze apoptozy. Dodatkowo, w przeprowadzonych przeze mnie badaniach, zwróciłam szczególną uwagę na ograniczenie zdolności replikacyjnej komórek oraz modulację szlaków sygnalizacyjnych w komórkach, które regulują procesy biologiczne w tym wzrost, proliferację, metabolizm, angiogenezę oraz odpowiedź na stres komórkowy.

Zakres badań, pozwalających na uzyskanie omawianych **osiągnięć naukowych nr 1 oraz nr 2** obejmował:

1. Opracowanie metod przygotowania hydrokoloidów nanocząstek platyny (NP-Pt), tlenku grafenu (GO) kompleksów hydrokoloidu nanocząstek GO-NP-Pt oraz koniugatów GO z cząsteczkami mikroRNA (miRNA) wraz z ich charakterystyką
2. Określenie biogodności kompleksów GO-Pt, oraz koniugatów GO-miRNA w warunkach *in vitro*
3. Określenie biologicznej aktywności kompleksów GO-Pt oraz koniugatów miRNA-GO w badaniach *in vitro* na komórkach wybranych linii komórkowych glejaka
4. Określenie biologicznej aktywności koniugatu GO- mimiczne miRNA-7 w badaniach *in ovo*

4.3. Osiągnięcie nr 1.: Wykazanie przeciwnowotworowej aktywności nanocząstek platyny, oraz kompleksów nanocząstek platyny osadzonych na płatkach tlenku grafenu, w zakresie aktywacji mechanizmów apoptotycznych i zwiększonej cytotoxyczności.

4.3.1. Cel naukowy i zakres badań, stanowiących Osiągnięcie nr I.

Celem naukowym **Osiągnięcia nr 1** było wskazanie mechanizmów biologicznych związanych z oddziaływaniem nanocząstek platyny (NP-Pt) oraz ich kompleksów z

tlenkiem grafenu (GO-NP-Pt) wobec komórek nowotworowych. Badania miały na celu ocenę wpływu zastosowanych nanomateriałów na kluczowe procesy biologiczne, takie jak proliferacja, migracja i apoptoza komórek nowotworowych oraz określenie ich potencjału przeciwnowotworowego i antymetastatycznego, w porównaniu do klasycznej terapii cisplatyną. Istotnym aspektem badań była także analiza zmian w ekspresji genów oraz biosyntezie białek związanych z regulacją tych procesów.

Zakres pracy obejmował dwa kluczowe etapy:

1) Badania nad efektywnością nanocząstek platyny (NP-Pt) w hamowaniu proliferacji i migracji komórek glejaka wielopostaciowego w modelu *in vitro* oraz *in ovo* (**Publikacja I**).

Zakres badań obejmował ocenę wpływu NP-Pt na zmiany morfologiczne komórek nowotworowych, ich żywotność, zdolność do migracji oraz zmiany w poziomie syntezy białka PCNA — kluczowego markera proliferacji. Przeprowadziłam analizę zmian w ekspresji genów proapoptotycznych (*kaspaza-3*, *kaspaza-9*, *Bax*) oraz biosyntezy białek zaangażowanych w kontrolę cyklu komórkowego i apoptozy. W badaniach wykorzystałam model ksenograftu glejaka hodowanego na błonie kosmówkowo-omoczniowej zarodka kury (CAM), co pozwoliło na ocenę skuteczności NP-Pt w ograniczaniu wzrostu guza oraz hamowaniu potencjału przerzutowego.

2) Badania nad mechanizmami przeciwnowotworowego działania kompleksów GO-NP-Pt wobec wybranych linii komórkowych raka jelita grubego, raka wątrobowokomórkowego, piersi, gruczołu krokowego, szyjki macicy oraz glejaka (**Publikacja II**).

Zakres pracy obejmował syntezę kompleksu GO-NP-Pt oraz ocenę jego wpływu na proliferację, migrację, apoptozę i zmiany morfologiczne komórek nowotworowych. Przeprowadziłam analizę zmian w ekspresji genów proapoptotycznych *kaspaza-3*, oraz związanych z proliferacją *PCNA*. Dodatkowo porównałam skuteczność przeciwnowotworową NP-Pt, GO oraz kompleksu GO-NP-Pt, aby określić potencjalne korzyści wynikające z zastosowania kompleksu na bazie GO.

4.3.2. Opis merytoryczny Osiągnięcia nr 1.

Nanocząstki od wielu lat wzbudzają zainteresowanie biologów, biotechnologów oraz farmaceutów ze względu na unikalne, w stosunku do skali makro, właściwości fizykochemiczne, które mogą przyczynić się do rozwoju efektywnej terapii antynowotworowej poprzez zmianę mechanizmów biologicznych odpowiedzialnych za proliferację, śmierć komórkową oraz migrację komórek nowotworowych. W przedłożonym **osiągnięciu naukowym nr 1**, pierwszym etapem była weryfikacja możliwości ograniczenia proliferacji i migracji komórek glejaka na poziomie badań *in vitro* oraz w ksenograftach tkanki glejaka o indukowanym wzroście na błonie kosmówkowo-omoczniowej zarodka kury za pomocą hydrokoloidu NP-Pt (**Publikacja I**). Badania pierwszego etapu **osiągnięcia naukowego nr 1**, realizowałam w celu weryfikacji następującej hipotezy badawczej:

Zastosowanie hydrokoloidu NP-Pt skutecznie ogranicza proliferację oraz migrację komórek glejaka wielopostaciowego zarówno w warunkach in vitro, jak i in ovo, poprzez obniżenie ekspresji i syntezy białka PCNA, co prowadzi do zmniejszenia potencjału przerzutowego nowotworu.

Nadrzędnym celem, pierwszego etapu badań osiągnięcia naukowego nr 1, było określenie efektywności hydrokoloidu NP-Pt w zahamowaniu procesu proliferacji i migracji komórek glejaka wielopostaciowego w warunkach *in vitro* oraz w modelu *in ovo*, a także ocena jego wpływu na ekspresję i biosyntezę białka PCNA, jako kluczowego wskaźnika aktywności proliferacyjnej i potencjału przerzutowego nowotworu. Wyniki przeprowadzonych badań na poziomie *in vitro* wykazały, że zastosowanie hydrokoloidu NP-Pt wykazało wysoką skuteczność, zbliżoną do efektywności działa cisplatyny w aktywacji biologicznych mechanizmów w komórkach glejaka, których efektem była obserwacja zmian w morfologii, proliferacji i migracji komórek. W połączeniu z oceną stopnia migracji komórek na poziomie badań *in vitro*, wykazałam, że zastosowanie hydrokoloidu NP-Pt w sposób istotny obniżyło proliferację oraz migrację komórek glejaka. Ponadto, ocena potencjału migracyjnego komórek glejaka dostarczyła informacji na temat wpływu NP-Pt na możliwość powstawania przerzutów tkanki nowotworowej. Wykazałam, że zastosowanie hydrokoloidu NP-Pt, a także cisplatyny, może ograniczyć przerzuty komórek nowotworowych glejaka poprzez redukcję liczby migrujących komórek, a co za tym idzie nowotworowych komórek przedostających się do

krwioobiegu. W niniejszym badaniu wykazałam również, że poziom syntezy białka jądrowego antygenu komórek proliferujących (PCNA) był istotnie obniżony w próbkach guza glejaka po zastosowaniu NP-Pt w stosunku do grupy kontrolnej. PCNA to niehistaminowe białko jądrowe o masie cząsteczkowej 36 kDa, którego zwiększony poziom syntezy PCNA obserwuje się głównie w fazie G1 i S cyklu komórkowego [11-12]. Ocena poziomu biosyntezy PCNA jest kluczowa dla określenia złośliwości, możliwości powstawania przerzutów, jak również stopnia zaawansowania nowotworu [13-14]. Badania dotyczące zmiany poziomu syntezy białka PCNA w komórkach astrocytomy i oligoastrocytomy wykazały, że ilość białka była skorelowana ze wzrostem stopnia zaawansowania nowotworu [15] i obniżeniem wskaźnika przeżycia pacjentów [16]. Wpływ NP-Pt na poziom ekspresji *PCNA* można analizować na poziomie badań *in vitro* oraz *in vivo*. W przedłożonym osiągnięciu naukowym unikatowym jest ocena zmiany poziomu ekspresji *PCNA* oraz syntezy białka PCNA w modelu ksenograftów glejaka wielopostaciowego hodowanych w warunkach *in ovo* po zastosowaniu bezpośredniej iniekcji hydrokoloidu NP-Pt oraz roztworu cisplatyny. Mając na uwadze możliwość aktywacji mechanizmów komórkowych związanych z supresją procesów proliferacji, za pomocą NP-Pt wobec komórek glejaka (**Publikacja I**), kolejnym etapem badań przedłożonego **osiągnięcia naukowego nr 1** była ocena wpływu NP-Pt, GO oraz GO-NP-Pt na wybrane komórki nowotworowe, w tym: raka jelita grubego, raka wątrobowokomórkowego, piersi, gruczołu krokowego, szyjki macicy oraz glejaka (**Publikacja II**).

Nieprawidłowości w strukturze i funkcjonowaniu komórek wynikają z działania czynników zewnętrznych, takich jak promieniowanie ultrafioletowe (UV), zakażenia bakteryjne i wirusowe, a także otyłość i niezdrowy styl życia, które doprowadzają do inicjacji powstawania komórek nowotworowych. Odpowiedź antyproliferacyjną, jak również genotoksyczne działanie NP-Pt zaobserwowano również w nienowotworowych liniach komórkowych, takich jak ludzkie komórki nabłonka oskrzeli HBEC3-kt, w których NP-Pt zwiększały degradację mikrojąderek oraz odpowiadały za degradację DNA [17]. Mechanizm aktywacji programowanej śmierci komórkowej na drodze apoptozy za pomocą NP-Pt polega na bezpośrednim oddziaływaniu NP-Pt z DNA komórek nowotworowych [4;18-19], a także na uwalnianiu jonów Pt⁺ podczas produkcji H₂O₂ w endosomach [19-20]. Brown i współpracownicy [20] wykazali, że po dożylnym podaniu NP-Pt myszom z guzem wątrobowokomórkowym linii HepG2, nanocząstki te

oddziaływały na tkankę nowotworową, ale również kumulowały się w śledzionie i wątrobie zwierząt modelowych. Ponadto obecność NP-Pt w krwiobiegu wskazuje, że mogą one przekraczać bariery błonowe, co prowadzi do niepożądanych efektów ubocznych. Zhang i współautorzy [21] wykazali natomiast, że NP-Pt były efektywnie osadzone na powierzchni GO, jednak nie wykazały działania przeciwnowotworowego wobec linii komórkowych MCF-7 (rak piersi) i SGC-7901 (rak żołądka). Mając na uwadze wyniki badań wstępnych oraz opublikowane wyniki badań dotyczące nanocząstek platyny, w etapie drugim omawianego **osiągnięcia naukowego nr 1**, postawiłam i zweryfikowałam hipotezę badawczą:

Zastosowanie GO jako nośnika dla nanocząstek platyny (NP-Pt) umożliwia kontrolowane i spowolnione uwalnianie platyny do wnętrza komórek nowotworowych, co przyczynia się do zwiększenia efektywności działania przeciwnowotworowego oraz minimalizacji ryzyka niekontrolowanej dystrybucji NP-Pt w organizmie.

Głównym celem drugiego etapu badania przedłożonego **osiągnięcia naukowego nr 1** była ocena właściwości przeciwnowotworowych kompleksu GO-NP-Pt wobec różnych linii komórek nowotworowych o odmiennych cechach morfologicznych, metabolicznych oraz profilu mutacji genetycznych. W badaniach przedstawionych w **Publikacji II**, wykorzystałam po raz pierwszy w świecie, nowo syntetyzowany kompleks GO-NP-Pt, który składał się z wielowarstwowego, płatkowego GO, pokrytego równomiernie rozproszonymi NP-Pt. Kompleks GO-NP-Pt został utworzony w wyniku samoorganizacji GO i Pt, indukowanej sonikacją. Po scharakteryzowaniu wybranych właściwości fizykochemicznych w tym potencjału Zeta (ζ) potwierdziłam, że syntetyzowany kompleks posiadał ładunek anionowy i był najbardziej stabilnym koloid spośród badanych hydrokoloidów nanocząstek. Otrzymane wyniki są zgodne z wcześniejszymi badaniami, które wykazały, że nanocząstki o ładunku ujemnym wywierają silniejszy efekt toksyczny na komórki niż cząstki kationowe [22]. Dodatkowo NP-Pt, GO oraz otrzymany kompleks zobrazowałam za pomocą skaningowego transmisyjnego mikroskopu elektronowego w celu określenia najważniejszych cech ich ultrastruktury. Widmo spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR) GO-NP-Pt i GO wykazało główne piki przy długości fali 1700 cm^{-1} , 1650 cm^{-1} i 1200 cm^{-1} , które były związane odpowiednio z wiązaniami C=O, C=C i C-O, które są charakterystyczne dla GO. Analiza FTIR kompleksu GO-NP-Pt nie wykazała zmian w wiązaniach chemicznych

na powierzchni nanopłatków GO pokrytych NP-Pt w porównaniu do materiału wyjściowego- płatków GO, co sugeruje, że interakcja między płatkami GO, a NP-Pt opiera się na wiązaniach nie chemicznych, w tym oddziaływaniach jak siły van der Waalsa, czy też jest wynikiem fizysorpcji. Po raz pierwszy opisałam biologiczne mechanizmy oddziaływania otrzymanego kompleksu na komórki, w tym zmianę aktywności metabolicznej i proliferacji. Obserwowałam obniżenie żywotności komórek po zastosowaniu GO-NP-Pt w komórkach linii Colo205 i HepG2. Największą wrażliwość na działanie kompleksu GO-NP-Pt zaobserwowałam w komórkach raka jelita grubego z linii SW480, Colo 205 i HTC116. Jednak komórki linii raka piersi MCF-7 okazały się najbardziej odporne na działanie kompleksu GO-NP-Pt. Co więcej, obserwowałam niższy poziom cytotoksyczności NP-Pt osadzonych na płatkach GO w porównaniu do niezwiązanych nanocząstek NP-Pt. Udowodniłam, że synteza kompleksów GO-NP-Pt okazała się korzystna w ograniczaniu niekontrolowanego uwalniania NP-Pt w systemie biologicznym i pozwoliła na zmniejszenie możliwych skutków ubocznych NP-Pt. Wysokie powinowactwo kompleksu GO-NP-Pt do błon komórkowych obserwowałam w przypadku wszystkich badanych przeze mnie linii komórkowych, co sugeruje że NP-Pt, GO-NP-Pt mogą hamować funkcje komórkowe niezależnie od linii komórkowej. Po raz pierwszy opisałam, główny biologiczny mechanizm interakcji między GO-NP-Pt, a błoną komórkową komórek nowotworowych, który wynikał z oddziaływań elektrostatycznych między nanocząstkami, a białkami strukturalnymi błon komórkowych. Wyniki badań uzyskane w drugim etapie osiągnięcia naukowego nr 1 wykazały istotny wzrost ekspresji *kaspazy-3* po zastosowaniu kompleksu GO-NP-Pt wyłącznie w linii komórkowej Colo 205 w porównaniu z komórkami nieleczonymi (grupa kontrolna). GO w połączeniu z nanocząstkami metali szlachetnych, powoduje wzrost poziomów ekspresji mRNA dla *kaspazy-3*, *kaspazy-9* i *Bax*, jak również aktywuje programowaną śmierć komórek [23]. Analiza zmiany poziomu ekspresji mRNA dla *PCNA* wykazała, że zastosowanie kompleksu GO-NP-Pt wobec komórek glejaka obniżyło ekspresję *PCNA* w liniach komórkowych Colo 205 i MCF-7. Natomiast biodystrybucja kompleksu GO-NP-Pt w modelach *in vivo* jest silnie ograniczona poprzez wysoki stopień powinowactwa GO do błon biologicznych. Kompleks GO-NP-Pt, kumulując się w miejscu podania, może okazać się skutecznym rozwiązaniem w bezpośrednich wstrzyknięciach do guza GO sfunkcjonalizowanego NP-Pt, co może zwiększyć miejscową aktywność przeciwnowotworową NP-Pt.

4.3.3. Podsumowanie Osiągnięcia nr 1.

Przeprowadzone badania pozwoliły na wyjaśnienie, nieznanych wcześniej biologicznych mechanizmów interakcji NP-Pt (**Publikacja I**) oraz ich kompleksów GO-NP-Pt (**Publikacja II**) z komórkami nowotworowymi. Wyniki podkreślają innowacyjność w podejściu do badań nad nanomateriałami, koncentrując się na ich wpływie na podstawowe procesy biologiczne, takie jak proliferacja, migracja oraz apoptoza komórek. Kluczowym elementem badań była analiza zdolności NP-Pt i GO-NP-Pt do modyfikowania aktywności proliferacyjnej poprzez regulację biosyntezy białka PCNA, kluczowego wskaźnika aktywności proliferacyjnej komórek. Wykazałam, że kompleksy GO-NP-Pt wykazują specyficzność wobec błon komórkowych, co wynika z interakcji elektrostatycznych oraz specyficznych właściwości strukturalnych GO. Opisane przeze mnie mechanizmy oddziaływania pomiędzy badanymi nanocząstkami i ich kompleksami, a komórkami nowotworowymi pozwalają lepiej zrozumieć, w jaki sposób nanocząstki wpływają na cykl komórkowy oraz homeostazę komórek. Dodatkowo, badania nad programowaną śmiercią komórkową na drodze apoptozy ujawniły, że NP-Pt oraz GO-NP-Pt aktywują geny proapoptotyczne, takie jak *kaspaza-3*, co prowadzi do wewnętrznych zmian w strukturze komórek GO-NP-Pt, dzięki zaawansowanym właściwościom, takim jak zdolność do samoorganizacji oraz stabilność koloidalna. Wyniki przeprowadzonych badań znacząco poszerzają wiedzę na temat biologicznego oddziaływania nanocząstek na poziomie molekularnym i komórkowym, podkreślając potencjał GO jako nośnika wspierającego funkcjonalność nanocząstek. Uzyskane odkrycia stanowią istotny wkład w rozwój biologii komórki i nanobiotechnologii, jednocześnie otwierając nowe perspektywy badawcze dotyczące zastosowania nanomateriałów w modelach biologicznych.

4.4. Osiągnięcie nr II.: Udokumentowanie, że koniugaty wybranych cząsteczek miRNA z grafenem, korzystnie modulują biologiczne mechanizmy przeciwnowotworowe w komórkach i guzach glejaka, a zwłaszcza produkcję cytokin i regulację szlaku mTOR PI3K/Akt.

4.4.1. Cel naukowy i zakres badań, stanowiących Osiągnięcie nr 2.

Celem naukowym osiągnięcia nr 2 było zbadanie biologicznych mechanizmów działania GO oraz zredukowanego tlenku grafenu (rGO) wobec komórek glejaka oraz ocena

możliwości wykorzystania GO i rGO jako nośników cząsteczek mikroRNA (miRNA), w celu zwiększenia ich skuteczności w modyfikacji procesów biologicznych, takich jak proliferacja, apoptoza i migracja komórek nowotworowych.

Zakres pracy obejmował trzy kluczowe etapy:

1) Badania nad możliwością stworzenia koniugatów wybranych cząsteczek miRNA – grafen, opartego na alotropowych formach grafenu jako nośniku miRNA – badania na poziomie *in vitro* (**Publikacja III**).

Zakres pracy obejmował określenie zdolności cząsteczek miRNA do kompleksowania GO i rGO, umożliwiającego precyzyjne dostarczanie tych cząsteczek do komórek nowotworowych. Badania, które przeprowadziłam obejmowały ocenę efektywności enkapsulacji wybranych cząsteczek miRNA, optymalizację stężeń poszczególnych elementów koniugatów oraz wpływu koniugatów miRNA z GO, rGO na żywotność komórek nowotworowych, ich morfologię, ekspresję genów oraz biosyntezę białek związanych z procesem programowanej śmierci komórki na drodze apoptozy, jak również proliferacją komórek.

2) Badania nad modulacją odpowiedzi immunologicznej za pomocą kompleksów miRNA-GO (**Publikacja IV**)

Zakres pracy obejmował syntezę koniugatu antysensownego miRNA-21 z GO oraz zbadanie wpływu tego koniugatu na odpowiedź immunologiczną komórek glejaka oraz ich zdolność do migracji i inwazji. Oznaczałam również parametry związane z aktywacją mechanizmów biologicznych związanych ze zmianą poziomu syntezy cytokin: IL-6, IL-8 czy TIMP-2, które są kluczowe dla mikrośrodowiska nowotworu.

3) Badania nad możliwością stworzenia systemu dostarczania cząsteczek mimicznego miRNA-7, opartego na GO jako nośniku miRNA – badania na poziomie *in vitro* (**Publikacja V**).

Zakres badań obejmował syntezę koniugatu zbudowanego z mimicznej sekwencji miRNA-7 osadzonej na płatkach GO oraz ocenę ich właściwości fizykochemicznych, takich jak efektywność enkapsulacji, stabilność koloidu, kinetyka uwalniania miRNA-7, oraz analizę ultrastruktury koniugatu. Co więcej, oznaczałam parametry

charakterystyczne dla biologicznej odpowiedzi komórkowej z uwzględnieniem zmian w morfologii komórek glejaka, żywotności oraz zmiany w aktywności szlaku PI3K/AKT/mTOR poprzez ocenę zmiany poziomu ekspresji mRNA dla *PI3K*, *AKT1*, *mTOR* i *PTEN*. Zakres pracy obejmował również opracowanie ksenograftów glejaka na błonie kosmówkowo-omoczeniowej (CAM) zarodków kury z wykorzystaniem linii komórkowych U87 i A172, oraz ocenę wpływu nanosystemów GO-miRNA-7 na rozmiar, masę guzów, oraz modulację aktywności szlaku PI3K/AKT/mTOR w tkance nowotworowej.

4.4.2. Opis merytoryczny Osiągnięcia nr 2.

W dziedzinie terapii genowych, cząsteczki mikroRNA (miRNA) zyskują coraz większe znaczenie. Te krótkie, jednoniciowe fragmenty RNA, składające się z 18-22 nukleotydów, odgrywają fundamentalną rolę w regulacji ekspresji genów. Mimo że miRNA nie kodują białek, modułują procesy biologiczne poprzez wiązanie się z komplementarnymi sekwencjami w regionach 3' mRNA. Skutkiem tego oddziaływania jest: i) degradacja mRNA, uniemożliwiająca translację i prowadząca do obniżenia poziomu ekspresji białek; ii) inhibicja translacji, ograniczająca syntezę białek z docelowego mRNA; iii) destabilizacja mRNA poprzez skrócenie ogona poliadenylowego. miRNA uczestniczą w kluczowych procesach biologicznych organizmu, takich jak różnicowanie komórek, proliferacja, apoptoza oraz odpowiedź na stres komórkowy. Ponadto, miRNA pełnią istotną funkcję w onkogenezie, regulując ekspresję genów związanych z proliferacją komórek, zdolnością do unikania apoptozy, angiogenezą, migracją i inwazją nowotworową. Zaburzenia poziomu ekspresji miRNA w nowotworach mogą manifestować się jako nadekspresja lub supresja, zależnie od specyfiki badanej cząsteczki miRNA i typu nowotworu. Onkogenne miRNA (onkomiry) charakteryzują się podwyższoną ekspresją w komórkach nowotworowych i promują progresję choroby poprzez hamowanie ekspresji genów supresorowych. Przykładem jest miRNA-21, które wycisza ekspresję genów odpowiedzialnych za apoptozę i stymuluje wzrost tkanki nowotworowej. Z kolei supresorowe sekwencje miRNA wykazują obniżoną ekspresję w nowotworach, co skutkuje niekontrolowanym wzrostem komórek. Mimo znaczącego potencjału terapeutycznego, zastosowanie miRNA w terapii napotyka na szereg wyzwań, obejmujących: i) stabilność miRNA *in vivo* – naturalne miRNA są podatne na degradację enzymatyczną; ii) efektywne dostarczanie do komórek

docelowych – wymaga opracowania bezpiecznych i skutecznych nośników, takich jak nanocząstki lipidowe, polimerowe czy zaawansowane platformy nośnikowe; iii) specyficzność działania – konieczne jest unikanie efektów niepożądanych, takich jak interakcje z niewłaściwymi genami.

Grafen, dzięki swojej dwuwymiarowej strukturze i dużej powierzchni właściwej [23], wykazuje zdolność do interakcji z cząsteczkami biologicznymi i chemicznymi, co czyni go atrakcyjnym materiałem w zastosowaniach biomedycznych. Obecność na powierzchni GO licznych grupy funkcyjnych w tym grup hydroksylowych (-OH), epoksydowych (-O-) i karboksylowych (-COOH) jest szczególnie korzystna w zastosowaniach nauk biologicznych. W pierwszym etapie **osiągnięcia naukowego nr 2** weryfikowałam hipotezę badawczą:

GO i rGO pełniąc rolę nośników dla cząsteczek miRNA, umożliwiają ich efektywną enkapsulację, ochronę przed degradacją oraz dostarczanie do komórek glejaka wielopostaciowego, gdzie w postaci koniugatów przyczyniają się do modulacji ekspresji genów i procesów biologicznych związanych z proliferacją, apoptozą i migracją komórek nowotworowych.

Wyniki badań dotyczących charakterystyki wykorzystanych materiałów, w tym badania ultrastruktury GO i rGO za pomocą mikroskopii elektronowej transmisyjnej (TEM) ujawniły różnice w morfologii między tymi materiałami. GO wykazuje strukturę wielowarstwowych płatków, podczas gdy rGO charakteryzuje się nieregularnym kształtem, silnym pofałdowaniem płatków oraz tendencją do aglomeracji. Podobne właściwości zostały wcześniej opisane przez Szczepaniaka i in. [24], którzy zaobserwowali różnice w elektrogęstości nanomateriałów grafenowych w analizowanych obrazach ultrastruktury, wskazujące na odmienną liczbę warstw w płatkach GO i rGO. Ważnym aspektem badań nad wykorzystaniem nanomateriałów oraz nanocząstek w biologii i nanomedycynie jako nośników dla cząsteczek miRNA jest określenie poziomu efektywności enkapsulacji. Proces enkapsulacji polega na wprowadzeniu substancji aktywnej, w przypadku omawianego osiągnięcia naukowego – cząsteczki miRNA do wnętrza nośnika lub adsorpcji substancji/sekwencji oligonukleotydowych na powierzchni nośnika, np. nanomateriałów węglowych. Wydajność enkapsulacji (EE) to miara określająca, jak skutecznie dany nośnik, może wiązać i zatrzymywać substancję aktywną (np. leki, sekwencje oligonukleotydowe, białka lub miRNA) w swojej strukturze. EE jest uzależniona od właściwości powierzchni wykorzystanego nośnika, interakcji między

powierzchnią nośnika, a substancją aktywną- w przypadku moich badań cząsteczką miRNA. W kontekście GO i rGO, wysoka wydajność enkapsulacji, opisana w wynikach w **Publikacji III**, wynosiła 87,80% dla GO i 95,45% dla rGO. Wysoki poziom EE wskazuje na zdolność GO oraz rGO do efektywnego przytrzymywania cząsteczek miRNA na powierzchni płatków, co oznacza, że w prowadzonych przeze mnie badaniach, niemal całe miRNA użyte w procesie funkcjonalizacji zostało skutecznie zaadsorbowane na powierzchni GO lub rGO. Wyniki EE były istotnym elementem potwierdzającym ogromny potencjał nanomateriałów węglowych jako nośników dla sekwencji miRNA, a wraz z obserwacjami uzyskanymi w analizach FTIR i TEM dostarczyły kluczowych informacji dotyczących nanomateriałów oraz możliwości funkcjonalizacji ich powierzchni za pomocą sekwencji miRNA. Co więcej, w pierwszym etapie **osiągnięcia naukowego nr 2** zbadalam również możliwość efektywnego transportu, za pomocą GO oraz rGO wybranych cząsteczek miRNA do komórek nowotworowych glejaka wielopostaciowego oraz komórek linii nie nowotworowej, fibroblastów HFFF2. Zbadalam również aktywację biologicznych mechanizmów w odpowiedzi na poddanie komórek działaniu koniugatów GO/rGO-miRNA. Obserwowałam zmiany w morfologii i żywotności komórek, ekspresji wybranych genów w tym: *p21*, *p53*, *Bcl-2*, *BAX* oraz *PCNA* oraz biosyntezy białek związanych z procesem apoptozy. Badania nad wpływem GO i rGO na żywotność komórek glejaka ujawniły obniżenie żywotności we wszystkich analizowanych liniach komórkowych nowotworu (U87, U118, U251 i T98). Linia komórkowa HFFF2, stanowiąca model nienowotworowych komórek fibroblastów była oporna na działanie rGO, ale po ekspozycji na GO o koncentracji 100 µg/mL nastąpił wzrost żywotności w komórkach linii HFFF2. Na podstawie uzyskanych wyników dotyczących oceny morfologii i żywotności komórek dokonano selekcji koncentracji hydrokoloidów grafenowych do dalszych badań. Stężenie 100 µg/mL zostało wybrane jako optymalne, a w kolejnym etapie przeprowadzono funkcjonalizację GO i rGO sekwencjami miRNA w celu uzyskania niżej wymienionych kompleksów:

- 1) GO (100 µg/mL) z mimicznymi sekwencjami miRNA-124, miRNA-137 oraz antysensownym miRNA-21, -221 i -222 (5 pmol/mL),
- 2) rGO (100 µg/mL) z mimicznymi sekwencjami miRNA-124, miRNA-137 oraz antysensownym miRNA-21, -221 i -222 (5 pmol/mL).

Wybrane sekwencje miRNA charakteryzowały się tym samym stężeniem 5 pmol/µl, co jest zgodne z licznymi publikacjami naukowymi, w których stosowano sekwencje

miRNA [25]. Zbadałam również efektywności transfekcji wybranymi koniugatami miRNA z nanomateriałami grafenowymi. Analizę efektywności transfekcji przeprowadzono z wykorzystaniem cytometrii przepływowej oraz mikroskopii konfokalnej, a uzyskane wyniki potwierdziły porównywalną skuteczność transfekcji w odniesieniu do elektroporacji. Wysoki poziom enkapsulacji oraz transfekcji za pomocą koniugatów miRNA-GO/rGO, pozwolił na prowadzenie przeze mnie dalszych badań, wyjaśniających biologiczne efekty dostarczania koniugatów miRNA-GO/rGO do nowotworowych komórek glejaka linii U87, U118, U251 oraz T98, jak również fibroblastów linii HFFF2 ze szczególnym uwzględnieniem zmian na poziomie molekularnym. Ekspozycja komórek glejaka i fibroblastów na koniugaty miRNA-21-GO doprowadziła do obniżenia zdolności komórek nowotworowych do proliferacji, a badania zmiany poziomu ekspresji mRNA dla genów związanych z procesem programowanej śmierci komórkowej na drodze apoptozy i proliferacją komórkową (*p21*, *p53*, *BAX*, *Bcl-2* oraz *PCNA*) potwierdziły aktywację apoptotycznych ścieżek sygnałowych w analizowanych komórkach nowotworowych glejaka linii U87, U118, U251 oraz T98. Co więcej, koniugat miRNA-21-GO w linii komórkowej U118 glejaka doprowadził do zwiększonej biosyntezy białek proapoptotycznych, takich jak BAX, białko szoku cieplnego 60 (HSP60), kaspazy-8, ligand TRAIL związany z indukcją apoptozy (TRAILR-2), aktywator kaspazy Smac oraz cytochromu c. Wyniki analizy zmian poziomu mRNA dla białek związanych z procesem apoptozy wskazują na dwukierunkowy mechanizm aktywacji tego procesu przez koniugaty miRNA-21-GO. Zwiększenie biosyntezy białek TRAILR-2 oraz kaspazy-8 w linii komórkowej U118 glejaka wskazuje na aktywację tego szlaku po zastosowaniu badanego koniugatu. Wzrost zawartości białka kaspazy-8, członka rodziny proteaz cysteinowych, sugeruje, że transfekcja mogła wywołać aktywację kaspazy-8 przez oligomeryzację i autoproteolizę. Przedstawione przeze mnie rezultaty badań potwierdzają synergistyczne działanie właściwości fizykochemicznych GO oraz aktywności biologicznej antysensownego miRNA-21. Istotne zmiany zaobserwowano w liniach komórkowych U118 i U251, gdzie zmiana poziomu ekspresji mRNA dla proapoptotycznego BAX była podwyższona, a poziom ekspresji mRNA dla *PCNA* związanego z proliferacją komórek – uległ obniżeniu. Szlak sygnałowy p53, kluczowy dla supresji nowotworów, został aktywowany w wyniku transfekcji sekwencjami miRNA-124 i miRNA-137 w połączeniu z GO, co również wskazuje na ich potencjał antynowotworowy. Wyniki te stanowiły solidną podstawę do dalszych badań nad biologicznym mechanizmem działania GO w połączeniu z

cząsteczkami miRNA wobec komórek nowotworowych.

Drugim etapem omawianego **osiągnięcia naukowego nr 2** było poznanie biologicznych mechanizmów oddziaływania koniugatów miRNA-21 -GO na odpowiedź immunologiczną w komórkach glejaka linii: U87, U118, U251, T98 oraz nienowotworowej linii komórkowej fibroblastów (HFFF2) (**Publikacja IV**).

W ciągu ostatniej dekady przeprowadzono wiele badań przedklinicznych i klinicznych skoncentrowanych na miRNA, które zostały skatalogowane przez ClinicalTrials.gov [26]. RNA jest bardzo podatne na degradację enzymatyczną przez nukleazy i hydrolazy obecne we krwi oraz płynach ustrojowych, co prowadzi do jego szybkiego rozpadu. Niezabezpieczone RNA ma wyjątkowo krótki okres półtrwania w organizmie [27]. Ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne – hydrofilowość, ładunek ujemny i dużą masę cząsteczkową – RNA nie jest w stanie łatwo przenikać hydrofobowej dwuwarstwy lipidowej błony komórkowej. Co więcej, nawet jeśli cząsteczki RNA zostaną skutecznie wprowadzone do komórek, często są zamykane w endosomach lub degradowane w kwaśnym środowisku lizosomów. Enzymatyczna degradacja w tych organellach dodatkowo ogranicza dostarczenie nienaruszonego RNA do cytoplazmy, gdzie mogłoby wywoływać zamierzone efekty terapeutyczne. Zatem zasadnym jest poszukiwanie i zastosowanie wektorów nośnikowych, które zagwarantują efektywne dostarczenie, przy jednoczesnym zachowaniu funkcjonalności cząstek dostarczanych do komórek docelowych. Dotychczas około 70% badań klinicznych terapii genowej wykorzystuje zmodyfikowane wirusy w celu dostarczania genów [26]. Jednak dostarczanie miRNA za pomocą wektorów wirusowych wiąże się z potencjalnymi skutkami ubocznymi, takimi jak niekontrolowana odpowiedź immunologiczna, cytotoksyczność, ograniczona wydajność oraz rzadkie, ale możliwe efekty niepożądane. Alternatywnie, w terapii genowej nowotworów można zastosować nośniki nie wirusowe.

Zaproponowanym przeze mnie rozwiązaniem było zastosowanie GO, który ze względu na unikalne właściwości fizykochemiczne oraz udowodnione przeze mnie wysokie współczynniki enkapsulacji i efektywność transfekcji, opisane w publikacjach (**Publikacja III-V**), umożliwił efektywne dostarczenie koniugatów miRNA-21-GO do wnętrza komórek glejaka, pozwolił na ograniczenie aktywacji szlaków sygnałowych związanych ze stanem zapalnym. Dostarczanie cząsteczek miRNA za pomocą alotropowych form grafenu, w GO, miało na celu zwiększyć stabilność koniugatów, poziom penetracji miRNA w tkance nowotworowej oraz zminimalizować aktywację

układu immunologicznego. W drugim etapie badań osiągnięcia naukowego nr 2 weryfikowałam następującą hipotezę badawczą:

Koniugaty antysensowne miRNA-21-GO wpływają na regulację ekspresji prozapalnych cytokin (IL-6, IL-8, MCP-1) oraz białek adhezyjnych i proteolitycznych (ICAM-1, TIMP-2), co modyfikuje mikrośrodowisko nowotworowe, ograniczając procesy stymulujące angiogenezę, migrację i inwazję komórek nowotworowych, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej efektywności transfekcji.

Ocenę właściwości biologicznych koniugatu antysensowne miRNA-21-GO przeprowadziłam rozpoczynając od badań *in vitro* weryfikujących efektywność transfekcji komórek glejaka za pomocą technik mikroskopowych oraz cytometrii przepływowej. Wyniki potwierdziły, że transfekcja za pomocą miRNA-21 GO może być skutecznym systemem wewnątrzkomórkowego dostarczania sekwencji genowych. Jak wykazałam w **Publikacji III**, koniugaty miRNA-GO mogą ulegać internalizacji w komórkach glejaka na drodze endocytozy, a następnie są uwalniane do cytoplazmy. W cytoplazmie miRNA może pełnić funkcje regulacyjne, wiążąc się z docelowymi mRNA i hamując ich translację lub indukując ich degradację. GO charakteryzuje się biokompatybilnością oraz posiada zdolność do funkcjonalizacji z ligandami charakterystycznymi dla danych komórek nowotworowych. Co więcej, w porównaniu z innymi alotropowymi formami węgla, takimi jak wielościenne nanorurki węglowe (MWNTs), GO przyczynił się do nadmiernej aktywacji odpowiedzi immunologicznej [27]. W przeprowadzonych przeze mnie badaniach GO wykazał potencjał w modulacji odpowiedzi immunologicznej, który regulował syntezę białek IL-6, IL-8 oraz MCP-1 poprzez aktywację szlaku sygnalizacyjnego NF- κ B. Obniżenie syntezy białek IL-6 i IL-8 może przyczynić się do zmniejszenia angiogenezy w tkance nowotworowej glejaka hodowanej metodą *in ovo* [28]. Biorąc pod uwagę właściwości biologiczne oraz cechy fizykochemiczne GO, jest on obiecującym nanomateriałem do dostarczania antysensownego miRNA-21 do komórek glejaka oraz obniżenia biosyntezy białek prozapalnych. Wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań wykazały, że koniugaty antysensowne miRNA-21-GO mogą modyfikować odpowiedź zapalną poprzez wpływ na biosyntezę białek cytokin. IL-6, jako cytokina prozapalna, reguluje reakcję zapalną oraz odpowiada za zwiększoną proliferację komórek i angiogenezę w tkance nowotworowej. Wysoka zawartość IL-6 koreluje z stopniem złośliwości guzów w tym glejaka, co wpływa na zwiększenie inwazyjności, powstawanie przerzutów oraz sprzyja

przeprogramowaniu mikrośrodowiska tkanki guza [29]. Interleukina-8 (IL-8) jest chemokiną, która uczestniczy w procesie angiogenezy, stanach zapalnych i wzroście tkanki nowotworowej. Inne zespoły badawcze, wykazały, że w tkance guzów glejaka, poziom mRNA dla IL-8 jest wyższy, czego konsekwencją była promocja wzrostu tkanki nowotworowej oraz wzrost inwazyjności [30]. IL-8 promując angiogenezę sprzyja powstawaniu nowych naczyń krwionośnych, a dane opublikowane przez Cancer Genome Atlas [30] i Ivy Glioblastoma Atlas [31] wskazują na negatywną korelację pomiędzy ekspresją *IL-8*, a czasem przeżycia pacjentów z rozpoznanymi guzami mózgu. Wysokie stężenie IL-6 wpływa na aktywność białek z rodziny metaloproteinaz (MMP) i zmniejsza stężenie glikoproteiny błonowej MHC II, kompleksu różnicowania 80 (CD80) i CD60 w glejaku. Warto zauważyć, że uzyskane wyniki badań omawianego osiągnięcia naukowego nr 2 (**Publikacja IV**), wykazały po raz pierwszy, że elektroporacja z antysensowym miRNA-21 znacząco zwiększyła stężenie IL-6, IL-8 i IL-10. Stężenie białka inhibitora metaloproteinaz typu 2 (TIMP-2) było podwyższone w wyniku zastosowania GO i koniugatu antysensowne miRNA-21-GO w komórkach glejaka linii U87, U251 i T98. W badaniach wykazałam również, że zmienność stężenia TIMP-2 była związana z aktywnością fizjologiczną i zdolnością przerzutową wybranych linii komórkowych glejaka. Natomiast biosynteza białek adhezyjnych ICAM-1 była obniżona w komórkach glejaka linii 251 i T98 po zastosowaniu koniugatu antysensowne miRNA-21-GO. Otrzymane wyniki badań wskazują na wysoką skuteczność koniugatów antysensowne miRNA-21-GO w terapii ograniczającej inwazję i migrację komórek glejaka. Wykorzystane przeze mnie w badaniach biologicznych linie komórkowe glejaka U87, U118, U251 i T98 charakteryzują się różną inwazyjnością i migracją, czego wynikiem jest odmienny poziom biosyntezy białek, takich jak EGFR i MMP-2. Wyższe stężenie IL-8 może również stymulować aktywację białek dla cząsteczki adhezji międzykomórkowej 1 (ICAM-1), co zwiększa oporność glejaka na terapię antyangiogenną. ICAM-1 bierze udział w adhezji komórek i może promować interakcję między komórkami odpornościowymi, a komórkami nowotworowymi. W omawianym etapie osiągnięcia naukowego nr 2, wykazałam również, że synteza białka ICAM-1 była komórkowo zależna w przypadku transfekcji antysensownym miRNA-21 drogą elektroporacji. Co więcej, stężenie białka MCP-1 było istotnie podwyższone po elektroporacji z antysensowym miRNA-21 w porównaniu z grupą kontrolną komórek nowotworowych, jak również w porównaniu z transfekcją opartą na GO. Obniżenie poziomu ekspresji mRNA dla miRNA-21 przez zastosowanie antysensownej sekwencji

mikroRNA-21, może również wpłynąć na obniżenie syntezy białek TIMP-2 i ICAM-1 w komórkach glejaka. Ważne jest, aby podkreślić, że aktywność koniugatów antysensowne miRNA-21-GO jest uzależniona od typu komórek, dawki i czasu ekspozycji, a także składu chemicznego GO. Uzyskane wyniki badań omawianego **osiągnięcia naukowego nr 2**, sugerują wysoką skuteczność metody transfekcji bazującej na GO w komórkach glejaka. Ponadto, ocena zmiany profilu syntezy cytokin wskazuje, że koniugaty antysensowne miRNA-21-GO mogą regulować poziom ekspresji mRNA dla cytokin w komórkach glejaka, a także zmniejszać żywotność komórek.

Ostateczny etap prac w ramach omawianego **osiągnięcia naukowego nr 2** dotyczył oceny aktywności mimicznej sekwencji miRNA-7, skoniugowanej z GO, na szlak sygnałowy PI3K/AKT/mTOR na poziomie komórkowych oraz tkankowym w guzach glejaka (**Publikacja V**).

Badania przedkliniczne i podstawowe w biologii nowotworów często wykorzystują modele *in vitro*. Pozwalają one analizować potencjał proliferacyjny, metastatyczny oraz odpowiedź komórek na chemioterapeutyki i substancje przeciwnowotworowe. Jednak długotrwałe pasażowanie komórek może prowadzić do zmian ich właściwości. Selekcja subklonów w populacji komórkowej może skutkować utratą cech charakterystycznych dla guzów. Dotyczy to również mikrośrodowiska nowotworów, co może wpływać na wiarygodność uzyskanych wyników. Dodatkowo, hodowle jednowarstwowe typu monolayer zapewniają komórkom łatwy dostęp do składników odżywczych i tlenu, co skutkuje powstaniem jednolitej populacji komórek o ograniczonej heterogenności. Brak unaczynienia, komórek zapalnych oraz macierzy zewnątrzkomórkowej w tych warunkach stanowi kolejne istotne ograniczenie. Ze względu na te ograniczenia, wyniki badań *in vitro* często wymagają ostrożnej interpretacji i nie zawsze mogą być bezpośrednio przekładane na warunki biologiczne organizmu. Dlatego konieczne jest poszukiwanie alternatywnych modeli badawczych, które lepiej odzwierciedlają naturalne środowisko nowotworu. Umożliwiłoby to bardziej precyzyjną analizę aktywacji biologicznych mechanizmów w komórkach nowotworowych w odpowiedzi na substancje o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym.

Na podstawie otrzymanych przeze mnie wyników pilotażowych badań wskazujących, że nadekspresja miRNA-7 może prowadzić do ograniczenia aktywności szlaku Akt w glejaku, w ostatnim etapie omawianego osiągnięcia naukowego nr 2 dokonałam oceny biologicznych efektów działania koniugatów mimicznej sekwencji

miRNA-7-GO na stan morfologiczno-funkcjonalny komórek oraz tkanki glejaka poprzez interakcję ze szlakiem PI3K/AKT/mTOR (**Publikacja V**). Postawiłam następującą hipotezę badawczą:

Koniugaty mimicznej sekwencji miRNA-7 z tlenkiem grafenu (GO), wprowadzone do komórek i tkanki glejaka, mogą modulować mechanizmy biologiczne, prowadząc do zwiększenia ekspresji miRNA-7, czego rezultatem może być aktywacja szlaku mTOR/PI3K/Akt poprzez podwyższenie poziomu mRNA genu PTEN, co wpłynie na regulację procesów proliferacji, apoptozy oraz homeostazy komórkowej.

W ostatnim etapie badań omawianego osiągnięcia naukowego nr 2 wykorzystałam model *in ovo* ksenograftów guzów glejaka, który polegał na hodowli komórek nowotworowych glejaka na błonie kosmówkowo-omoczniowej (CAM) zarodka kury. Jest to alternatywny model badawczy, szeroko stosowany w onkologii eksperymentalnej, pozwalający na ocenę biologii nowotworów, ich inwazyjności, angiogenezy oraz odpowiedzi na testowane terapie. Jedną z kluczowych korzystnych cech modelu *in ovo* jest łatwość implantacji komórek glejaka, które w postaci zawiesiny nakładane są bezpośrednio na błonę CAM, co umożliwia ich wzrost i tworzenie guzów w warunkach *in vivo*. Proces ten jest możliwy dzięki bogatemu unaczynieniu błony CAM, co zapewnia intensywny dopływ składników odżywczych i tlenu, wspierając rozwój nowotworu. W omawianym etapie osiągnięcia naukowego nr 2, skupiłam się na wskazaniu mechanizmów działania sekwencji mimicznej miRNA-7 dostarczanej za pomocą koniugatów z GO do komórek oraz tkanki glejaka wybranych linii komórkowych. miRNA-7 odgrywa kluczową rolę w rozwoju ośrodkowego układu nerwowego (OUN), a w licznych badaniach wykazano również znaczące zmniejszenie poziomu ekspresji genów dla miRNA-7 w tkankach glejaka [32-34]. Wyniki badań Jia i in. [33] wykazały nie tylko redukcję poziomu miRNA-7 w linii komórkowej odpornej na temozolomid (TMZ), ale także korelację między obniżoną ekspresją miRNA-7, a opornością glejaka na TMZ. MiRNA-7 odgrywa kluczową rolę w regulacji ekspresji genów wpływających na aktywność szlaków sygnałowych związanych z patogenezą glejaka [34]. Jednym z pierwszych docelowych białek dla aktywności biologicznej miRNA-7, które zostały szeroko zbadane, było białko receptora naskórkowego czynnika wzrostu (EGFR), który odgrywa kluczową rolę w różnych szlakach stymulujących wzrost komórek, w tym szlakach sygnałowych PI3K/Akt i MAPK. Nieprawidłowa aktywacja szlaku sygnałowego PI3K/Akt jest skorelowana z procesem nowotworzenia, proliferacją komórek,

niekontrolowanym wzrostem, unikaniem apoptozy, inwazją, metastazą, przejściem nabłonkowo-mezenchymalnym (EMT), nabywaniem cech podobnych do komórek macierzystych, modulacją mikrośrodowiska guza oraz odpowiedzią immunologiczną. Dodatkowo szlak PI3K/AKT/mTOR, będący kluczowym szlakiem zależnym od EGFR, jest ściśle związany z proliferacją, przeżyciem i ruchliwością/metastazą komórek. Zrozumienie mechanizmów biologicznej aktywności szlaku PI3K/Akt w nowotworach jest kluczowe dla opracowania ukierunkowanych strategii terapeutycznych. Gen fosfatazy i homolog tensyny (*PTEN*) odgrywa istotną rolę w regulacji szlaku PI3K/AKT. Ekspresja tego genu jest kontrolowana przez czynniki transkrypcyjne, a jego mechanizm działania opiera się na aktywności fosfatazy lipidowej wobec PI3K. Dzięki tej funkcji *PTEN* wpływa na procesy komórkowe związane z rozwojem nowotworu.

W przypadku przeprowadzonych przeze mnie badań zastosowanie koniugatów mimicznych miRNA-7-GO spowodowało, że ekspresja genu *AKT1* uległa obniżeniu w komórkach glejaka linii komórkowej U87 oraz U251. Zmiany w ekspresji *mTOR*, *PI3K* i *AKT1* wskazują, że koniugaty mimiczne miRNA-7-GO działały w sposób zależny od linii komórkowej glejaka. Jednak najbardziej optymistycznym uzyskany przez mnie wynikiem badań z punktu widzenia możliwości dalszych analiz była zwiększona ekspresja *PTEN* w komórkach glejaka, po zastosowaniu otrzymanego przeze mnie koniugatu. Obniżenie ekspresji *PTEN* może doprowadzić do promocji wzrostu tkanki nowotworowej oraz wzrostem poziomu złośliwości. Natomiast, podwyższenie ekspresji *PTEN* może aktywować programowaną śmierć komórkową na drodze apoptozy i hamować szlaki sygnałowe PI3K/Akt/mTOR oraz czynnik jądrowy kappab (NF- κ B). Przeprowadzone przeze mnie badania na modelu ksenograftów glejaka wykazały, że zastosowanie koniugatu mimicznego miRNA-7-GO wobec tkanki guzów glejaka linii komórkowej U87 i A172 aktywowało biologiczną odpowiedź tkanki na czynniki stresowe, doprowadzając do zmniejszenia zarówno objętości, jak i masy guzów w porównaniu do guzów z grupy kontrolnej. Otrzymane wyniki ostatniego etapu badań osiągnięcia naukowego nr 2 potwierdzają, że koniugaty mimiczne miRNA-7-GO wpływają na odpowiedź biologiczną, w tym na aktywność *PI3K* w modelu tkanki guzów glejaka. Co więcej, potwierdziłam skuteczność metody dostarczania mimicznej sekwencji miRNA-7 za pomocą opracowanych przeze mnie koniugatów bazujących na GO do wnętrza komórek nowotworowych glejaka, co wpłynęło na modulację szlaku sygnałowego mTOR/PI3K/AKT oraz zwiększyło poziom ekspresji mRNA dla genu

PTEN.

4.4.3. Podsumowanie osiągnięcia naukowego nr 2.

Przeprowadzone przeze mnie badania opisane w osiągnięciu nr 2 dostarczyły kluczowych informacji dotyczących biologicznych mechanizmów oddziaływania koniugatów wybranych cząsteczek miRNA z GO. Wykazałam, że opracowane przeze mnie koniugaty skutecznie modulowały kluczowe procesy biologiczne związane z patogenezą glejaka.

Badania z wykorzystaniem antysensownej sekwencji miRNA-21 potwierdziły, że miRNA-21, jako onkomiR, odgrywa kluczową rolę w patogenezie glejaka, promując przeżycie komórek, unikanie apoptozy i inwazję nowotworu. Koniugaty antysensowne miRNA-21-GO wykazały zdolność do obniżenia ekspresji *PCNA*, oraz zmniejszenia stężenia cytokin związanych z immunosupresją, takich jak IL-10, co sprzyjało przywróceniu równowagi w mikrośrodku guza. Zastosowanie koniugatu antysensownego miRNA-21-GO przyczyniło się również do obniżenia aktywności szlaku PI3K/AKT/mTOR oraz zwiększenia ekspresji *PTEN*, co aktywowało biologiczne mechanizmy odpowiedzialne za indukcję procesu apoptozy i obniżyło potencjał przerzutowy komórek nowotworowych.

Koniugaty mimiczne miRNA-7-GO wykazały zdolność do modulacji aktywności szlaku PI3K/AKT/mTOR, co obserwowałam poprzez obniżenie ekspresji *PI3K*, *AKT1* i *mTOR*, a jednocześnie zwiększenie *PTEN*. Skutkiem czego było zahamowanie proliferacji, migracji oraz indukcję programowanej śmierci komórkowej na drodze apoptozy w liniach komórkowych glejaka, takich jak U87, U118 i T98, oraz w tkance glejaka *in ovo*, gdzie obserwowałam zmniejszenie masy i objętości guzów. W modelu *in ovo* koniugaty mimiczne miRNA-7-GO zmniejszyły unaczynienie guzów oraz ich zdolność do progresji, co wskazuje na ich potencjał w ograniczaniu angiogenezy nowotworowej. Łącznie, badania te dostarczyły dowodów na synergistyczne działanie koniugatu mimiczne miRNA-7-GO i antysensowne miRNA-21-GO w hamowaniu kluczowych procesów biologicznych związanych z patogenezą glejaka. Wyniki podkreślają innowacyjność opracowanych przeze mnie koniugatów, które łączą precyzyjne celowanie molekularne z możliwością modulacji odpowiedzi immunologicznej, co czyni je obiecującym kierunkiem badań w biologii nowotworów i nanomedycynie.

4.5. Podsumowanie wyników opisanych w wykazanych osiągnięciach naukowych, ich znaczenie oraz możliwości zastosowania.

Osiągnięcia naukowe, opisane w powyższych podrozdziałach, tworzy komplet pięciu oryginalnych prac eksperymentalnych opublikowanych w okresie od 2017 r. do 2024 r. Zaprezentowane wyniki w publikacjach I-V były objęte finansowym wsparciem dwóch grantów naukowych, których byłam kierownikiem, przyznanych w konkursach „Sonata” i „Preludium”, przez Narodowe Centrum Nauki. Omówione przeze mnie badania umożliwiły poznanie i opisanie nowych biologicznych mechanizmów przeciwnowotworowej aktywności NP-Pt, GO, ich kompleksów GO-NP-Pt oraz koniugatów mikroRNA z GO.

W **osiągnięciu naukowym nr 1. (Publikacja I-II)** wykazałam, że NP-Pt, zwłaszcza osadzone na płatkach GO, wykazują silną aktywność przeciwnowotworową poprzez aktywację mechanizmów apoptotycznych oraz zwiększenie cytotoksyczności wobec komórek nowotworowych. Wyniki badań *in vitro* potwierdziły zdolność kompleksu GO-NP-Pt do hamowania proliferacji i migracji komórek glejaka oraz innych nowotworowych linii komórkowych, takich jak rak jelita grubego, wątroby, piersi i szyjki macicy. Szczególną uwagę poświęcono analizie zmiany stężenia białka PCNA, będącego markerem proliferacji komórek, również nowotworowych. Wykazałam, że stężenie białka PCNA było niższe po zastosowaniu kompleksów GO-NP-Pt, co sugeruje aktywację biologicznych mechanizmów związanych z obniżeniem stopnia proliferacji.

W **osiągnięciu naukowym nr 2. (Publikacja III-V)** skupiłam się na wykorzystaniu GO jako nośnika dla cząsteczek miRNA. Wykazano, że koniugaty wybranych miRNA z GO mogą efektywnie wnikać do komórek nowotworowych i modulować kluczowe szlaki sygnalizacyjne, takie jak PI3K/Akt/mTOR, które odpowiadają za proliferację, przeżycie i migrację komórek nowotworowych (**Publikacja III**). W szczególności antysensowne miRNA-21 w połączeniu z GO znacząco obniżyło zdolność komórek glejaka do proliferacji i zwiększyło ekspresję genów proapoptotycznych, takich jak *BAX* i *kaspaza-3*. Przeprowadzone przeze mnie badania potwierdziły również, że zastosowanie koniugatów miRNA-GO pozwala na skuteczniejsze dostarczanie tych cząsteczek do komórek nowotworowych niż tradycyjne metody, takie jak elektroporacja, przy jednoczesnym zmniejszeniu degradacji miRNA w środowisku biologicznym. Dodatkowym aspektem badań było zbadanie wpływu koniugatów miRNA-GO na

modulację odpowiedzi immunologicznej (**Publikacja IV**). Wykazałam, że zastosowanie GO jako nośnika miRNA-21 regulowało syntezę cytokin prozapalnych, w tym IL-6 i IL-8, co może mieć znaczenie w kontekście mikrośrodowiska nowotworowego i regulacji angiogenezy. Natomiast, koniugaty mimiczne miRNA-7-GO wpłynęły na aktywność szlaku PI3K/AKT/mTOR poprzez modulację ekspresji *PI3K*, *AKT1* i *mTOR* (**Publikacja V**). Jednocześnie zaobserwowałam wzrost ekspresji *PTEN*, co wskazuje na znaczące zmiany w regulacji tego szlaku sygnalizacyjnego. Podsumowując, przeprowadzone przeze mnie badania dostarczyły istotnych informacji na temat potencjalnego zastosowania nanomateriałów, takich jak NP-Pt i GO w terapii nowotworowej.

Po raz pierwszy wykazałam, że GO może pełnić funkcję systemu skutecznego dostarczania cząsteczek terapeutycznych, takich jak miRNA, do komórek nowotworowych, co może zwiększyć efektywność terapii genowych i ograniczyć efekty uboczne związane z konwencjonalnymi metodami leczenia. Wyniki te stanowią solidną podstawę do dalszych badań nad zastosowaniem nanomateriałów w onkologii i mogą przyczynić się do opracowania innowacyjnych terapii przeciwnowotworowych.

4.5.1. Piśmiennictwo

1. International Agency for Research on Cancer. Global Cancer Observatory. Retrieved March 3, 2025, from <https://gco.iarc.fr/>
2. Belete, T. M. (2021). The current status of gene therapy for the treatment of cancer. *Biologics*, 15, 67–77. <https://doi.org/10.2147/BTT.S302095>
3. Lundstrom, K. (2023). Viral vectors in gene therapy: Where do we stand in 2023? *Viruses*, 15(3), 698. <https://doi.org/10.3390/v15030698>
4. Kutwin, M., Sawosz, E., Jaworski, S., Wierzbiński, M., Strojny, B., Grodzik, M., & Chwalibog, A. (2017). Assessment of the proliferation status of glioblastoma cell and tumour tissue after nanoplatinum treatment. *PLOS ONE*, 12(5), e0178277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178277>
5. Zeng, X., Sun, J., Li, S., et al. (2020). Blood-triggered generation of platinum nanoparticle functions as an anti-cancer agent. *Nature Communications*, 11, 567. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14131-z>
6. Jaworski, S., Sawosz, E., Kutwin, M., Wierzbiński, M., Hinemann, M., Grodzik, M., & Chwalibog, A. (2015). In vitro and in vivo effects of graphene oxide and reduced graphene oxide on glioblastoma. *International Journal of Nanomedicine*, 10, 1585–1596. <https://doi.org/10.2147/IJN.S77591>

7. Hinzmann, M., Jaworski, S., Kutwin, M., Jagiełło, J., Kosiński, R., Wierzbicki, M., & Chwalibog, A. (2014). Nanoparticles containing allotropes of carbon have genotoxic effects on glioblastoma multiforme cells. *International Journal of Nanomedicine*, 9, 2409–2417. <https://doi.org/10.2147/IJN.S62497>
8. Kurantowicz, N., Strojny, B., Sawosz, E., et al. (2015). Biodistribution of a high dose of diamond, graphite, and graphene oxide nanoparticles after multiple intraperitoneal injections in rats. *Nanoscale Research Letters*, 10, 398. <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1107-9>
9. Castagnola, V., Deleye, L., Podestà, A., et al. (2023). Graphene oxide nanosheets promote synapse formation in primary neuronal cultures. *Nano Letters*, 23(7), 2981–2990. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.3c00377>
10. Priyadarsini, S., Mohanty, S., Mukherjee, S., et al. (2018). Graphene and graphene oxide as nanomaterials for medicine and biology application. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 8, 123–137. <https://doi.org/10.1007/s40097-018-0265-6>
11. Ha, M., & Kim, V. (2014). Regulation of microRNA biogenesis. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 15, 509–524. <https://doi.org/10.1038/nrm3838>
12. Kelman, Z. (1997). PCNA: Structure, functions and interactions. *Oncogene*, 14, 629–640. <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1200886>
13. Stoimenov, I., & Helleday, T. (2009). PCNA on the crossroad of cancer. *Biochemical Society Transactions*, 37(3), 605–613. <https://doi.org/10.1042/BST0370605>
14. Bukowski, K., Kciuk, M., & Kontek, R. (2020). Mechanisms of multidrug resistance in cancer chemotherapy. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(9), 3233. <https://doi.org/10.3390/ijms21093233>
15. Revesz, T., Alsanjari, N. J. L. D., Darling, J. L., Scaravilli, F., Lane, D. P., & Thomas, D. G. T. (1993). Proliferating cell nuclear antigen (PCNA): Expression in samples of human astrocytic gliomas. *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 19(2), 152–158.
16. Morris-Hanon, O., Furmento, V. A., Rodríguez-Varela, M. S., et al. (2017). The cell cycle inhibitors p21Cip1 and p27Kip1 control proliferation but enhance DNA damage resistance of glioma stem cells. *Neoplasia*, 19(7), 519–529.
17. Kutwin, M., Sawosz, E., Jaworski, S., et al. (2017). Investigation of platinum nanoparticle properties against U87 glioblastoma multiforme. *Archives of Medical Science*, 13, 1322. <https://doi.org/10.5114/aoms.2016.58925>
18. Asharani, P. V., Xinyi, N., Hande, M. P., & Valiyaveetil, S. (2010). DNA damage and p53-mediated growth arrest in human cells treated with platinum nanoparticles.

Nanomedicine, 5, 51–64. <https://doi.org/10.2217/nnm.09.85>

19. Gehrke, H., Pelka, J., Hartinger, C. G., et al. (2011). Platinum nanoparticles and their cellular uptake and DNA platination at non-cytotoxic concentrations. *Archives of Toxicology*, 85, 799–812. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0636-3>
20. Brown, A., Kai, M., DuRoss, A., Sahay, G., & Sun, C. (2018). Biodistribution and toxicity of micellar platinum nanoparticles in mice via intravenous administration. *Nanomaterials*, 8, 410. <https://doi.org/10.3390/nano8060410>
21. Zhang, L. N., Deng, H. H., Lin, F. L., et al. (2014). In situ growth of porous platinum nanoparticles on graphene oxide for colorimetric detection of cancer cells. *Analytical Chemistry*, 86, 2711–2718. <https://doi.org/10.1021/ac404104j>
22. Tomita, Y., Rikimaru-Kaneko, A., Hashiguchi, K., & Shirotake, S. (2011). Effect of anionic and cationic n-butylcyanoacrylate nanoparticles on NO and cytokine production in Raw264.7 cells. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 33, 730–737. <https://doi.org/10.3109/08923973.2011.565345>
23. Novoselov, K. S., Geim, A. K., Morozov, S. V., et al. (2004). Electric field effect in atomically thin carbon films. *Science*, 306(5696), 666–669. <https://doi.org/10.1126/science.1102896>
24. Szczepaniak, J., Jagiello, J., Wierzbicki, M., et al. (2021). Reduced graphene oxides modulate the expression of cell receptors and voltage-dependent ion channel genes of glioblastoma multiforme. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 515. <https://doi.org/10.3390/ijms22020515>
25. Wang, F., Sun, J. Y., Zhu, Y. H., et al. (2014). MicroRNA-181 inhibits glioma cell proliferation by targeting cyclin B1. *Molecular Medicine Reports*, 10(4), 2160–2164.
26. ClinicalTrials.gov. Retrieved March 3, 2025, from <https://clinicaltrials.gov/>
27. Fernandez-Piñeiro, I., Badiola, I., & Sanchez, A. (2017). Nanocarriers for microRNA delivery in cancer medicine. *Biotechnology Advances*, 35, 350–360. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.02.004>
28. Yang, K., Gong, H., Shi, X., Wan, J., Zhang, Y., & Liu, Z. (2013). In vivo biodistribution and toxicology of functionalized nano-graphene oxide in mice after oral and intraperitoneal administration. *Biomaterials*, 34(11), 2787–2795. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.01.001>
29. Borzooee Moghadam, N., Avatefi, M., Karimi, M., & Mahmoudifard, M. (2023). Graphene family in cancer therapy: Recent progress in cancer gene/drug delivery applications. *Journal of Materials Chemistry B*, 11(12), 2568–2613.

<https://doi.org/10.1039/d2tb01858f>

30. National Human Genome Research Institute. Genome.gov. Retrieved March 3, 2025, from <https://www.genome.gov/>

31. Allen Institute for Brain Science. (n.d.). Ivy Glioblastoma Atlas Project. Retrieved March 3, 2025, from <https://glioblastoma.alleninstitute.org/>

32. Gajda, E., Grzanka, M., Godlewska, M., & Gawel, D. (2021). The role of miRNA-7 in the biology of cancer and modulation of drug resistance. *Pharmaceuticals*, 14(2), 149. <https://doi.org/10.3390/ph14020149>

33. Jia, B., Liu, W., Gu, J., et al. (2019). MiR-7-5p suppresses stemness and enhances temozolomide sensitivity of drug-resistant glioblastoma cells by targeting Yin Yang 1. *Experimental Cell Research*, 375(1), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2018.12.016>

34. Morales-Martínez, M., & Vega, M. I. (2022). Role of microRNA-7 (mir-7) in cancer physiopathology. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(16), 9091. <https://doi.org/10.3390/ijms23169091>

4.6. Formalne ujęcie prezentowanych Osiągnięć Naukowych nr 1 i nr 2. Indywidualny wkład Autorki w powstanie cyklu publikacji dokumentujących osiągnięcia naukowe .

Osiągnięcie naukowe nr I stanowi cykl dwóch publikacji naukowych, które przedstawiłam poniżej:

Publikacja I

P1. Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Chwalibog André: Assessment of the proliferation status of glioblastoma cell and tumour tissue after nanoplatinum treatment, *PLoS ONE*, vol. 12, nr 5, 2017, Numer artykułu: e0178277, s. 1-14, DOI: 10.1371/journal.pone.0178277

***IF2017= 2,766, #MNiSW2017= 40 pkt, *IF2024= 2,900, ## MNiSW2023= 100 pkt, cyt. = 30**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na:

I. opracowaniu koncepcji pracy, II. współudziale w doświadczeniach dotyczących: 1) oznaczenia parametrów fizykochemicznych nanocząstek platyny (rozkład wielkości, potencjał zeta, wizualizacja ultrastruktury nanocząstek), 2) hodowli guzów nowotworowych glejaka wielopostaciowego w modelu in ovo zarodka kury, 3) wizualizacji

zmian morfologii komórek za pomocą mikroskopu świetlnego, konfokalnego oraz transmisyjnego mikroskopu elektronowego, 4) oznaczenia zmian morfologicznych komórek nowotworowych tkanki guza nowotworowego po działaniu badanych nanocząstek platyny na podstawie pomiarów zmiany poziomu ekspresji mRNA dla jądrowego czynnika proliferacji oraz kaspazy-3; III. opracowaniu, interpretacji i dyskusji wyników, wykonaniu analizy statystycznej, IV. współprzygotowaniu rycin zamieszczonych w pracy V. głównym udziale w pisaniu artykułu, wysłaniu, korespondencji z redakcją czasopisma oraz odpowiedzi na recenzję przedłożonego manuskryptu.

Publikacja II

P2. Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Sosnowska Malwina, Trzaskowski Maciej, Chwalibog André: Nanocomplexes of graphene oxide and platinum nanoparticles against colorectal cancer Colo205, HT-29, HTC-116, SW480, liver cancer HepG2, human breast cancer MCF-7, and adenocarcinoma LNCaP and human cervical Hela B cell lines, *Materials*, vol. 12, nr 6, 2019, Numer artykułu: 906, s. 1-17, DOI:10.3390/ma12060909.

***IF2019 =3,057, #MNiSW2019= 140 pkt, *IF2024 = 3,100, ## MNiSW 2023= 140 pkt, cyt. =27**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: I. opracowaniu koncepcji pracy, II. udziale w doświadczeniach dotyczących: 1) oznaczenia parametrów fizykochemicznych tlenku grafenu, nanocząstek platyny oraz kompleksu tlenku grafenu- nanocząstek platyny (średnica hydrodynamiczna, indeks polidispersyjności, potencjał zeta, wizualizacja ultrastruktury, 2) oznaczenia przeżywalności komórek traktowanych nanomateriałami węglowymi- grafenem, nanocząstkami metali- platyną oraz ich kompleksami metodą kolorymetryczną bazującą na aktywności metabolicznej komórek, 3) wizualizacji zmian morfologii komórek za pomocą mikroskopu świetlnego oraz skaningowego mikroskopu elektronowego; III. opracowaniu, interpretacji i dyskusji wyników, wykonaniu analizy statystycznej; IV. przygotowaniu wszystkich rycin zamieszczonych w pracy; V. głównym udziale w pisaniu artykułu i odpowiedziach na recenzje korespondencji z redakcją

czasopisma oraz współtworzeniu końcowej wersji pracy. Autor korespondencyjny.

Osiągnięcie naukowe nr II stanowi cykl trzech publikacji naukowych, które przedstawiłam poniżej:

Publikacja III

P3. Kutwin Marta, Sosnowska Malwina, Strojny-Cieślak Barbara, Jaworski Sławomir, Trzaskowski Maciej, Wierzbicki Mateusz, Chwalibóg Andre, Sawosz Chwalibóg Ewa: MicroRNA Delivery by Graphene-Based Complexes into Glioblastoma Cells, *Molecules*, vol. 26, nr 19, 2021, Numer artykułu: 5804, s. 1-28, DOI:10.3390/molecules26195804.

***IF2021 =4,927, # MNiSW 2021= 140 pkt, *IF2024 = 4,200, ## MNiSW 2025= 140 pkt, cyt. =10**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: I. opracowaniu koncepcji pracy; II. udziale w doświadczeniach dotyczących: 1) oznaczenia parametrów fizykochemicznych charakteryzujących tlenku grafenu oraz zredukowanego tlenku grafenu (rozkład wielkości, indeks polidispersyjności, potencjał zeta, wizualizacja ultrastruktury), 2) oceny przeżywalności komórek traktowanych nanomateriałami węglowymi, miRNA oraz kompleksami nanomateriałów węglowych - miRNA metodą XTT, BrdU 3) analizy efektywności transfekcji komórek nowotworowych sekwencjami miRNA dostarczonymi za pomocą platform nanomateriałów węglowych 4) oceny procesu apoptozy indukowanej przez kompleksy nanomateriałów węglowych – miRNA metodą qPCR; III. opracowaniu, interpretacji i dyskusji wyników, wykonaniu analizy statystycznej; IV. Przygotowaniu rycin zamieszczonych w pracy; V. głównym udziale w pisaniu artykułu, odpowiedziach na recenzje oraz prowadzeniu korespondencji z redakcją czasopisma. Autor korespondencyjny.

Publikacja IV

P4. Kutwin Marta, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Ostrowska Agnieszka, Trzaskowski Maciej, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir: Influence of GO-Antisense miRNA-21 on the Expression of Selected Cytokines at Glioblastoma Cell Lines, *International Journal of Nanomedicine*, vol. 18, 2023, s. 4839-4855,

DOI:10.2147/ijn.s419957

***IF2023 = 8,0^{##} MNiSW2023= 140 pkt, *IF2025 = 6,7, cyt. = 1**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: I. opracowaniu koncepcji pracy; II. 1) oznaczenia parametrów fizykochemicznych charakteryzujących tlenku grafenu oraz kompleksu tlenku grafenu z antystensowną sekwencją miRNA-21 (rozkład wielkości, indeks polidispersyjności, potencjał zeta, wizualizacja ultrastruktury, skuteczność wiązania miRNA-21 na powierzchni tlenku grafenu), 2) oceny przeżywalności komórek traktowanych nanomateriałami węglowymi, miRNA oraz kompleksami nanomateriałów węglowych - miRNA za pomocą metod analizujących aktywność metaboliczną komórek 3) analizy zmiany poziomu ekspresji mRNA na poziomie białka oraz genów dla wybranych cytokin; III. opracowaniu, interpretacji i dyskusji wyników, wykonaniu analizy statystycznej; IV. Przygotowaniu rycin zamieszczonych w pracy; V. głównym udziale w pisaniu artykułu, odpowiedziach na recenzje oraz prowadzeniu korespondencji z redakcją czasopisma. Autor korespondencyjny

Publikacja V

P5. Kutwin Marta, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Nasiłowska Barbara, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir. The delivery of mimic miRNA-7 into glioblastoma cells and tumour tissue by graphene oxide nanosystems. Nanotechnology Science and Application. 2024 (DOI: 10.2147/NSA.S469193).

***IF2025 = 4,900, ^{##} MNiSW 2024= 200 pkt, cyt. = 0**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: I. opracowaniu koncepcji pracy; II udziale w realizacji eksperymentów: 1) oznaczenia parametrów fizykochemicznych charakteryzujących tlenek grafenu oraz kompleks tlenku grafenu z mimiczną sekwencją miRNA-21 (rozkład wielkości, indeks polidispersyjności, potencjał zeta, wizualizacja ultrastruktury, skuteczność wiązania miRNA-7 na powierzchni tlenku grafenu, kinetyka uwalniania miRNA-7 z kompleksu), 2) oznaczenie stopnia efektywności transfekcji komórek glejaka mimiczną sekwencją miRNA-7 za pomocą mikroskopii konfokalnej oraz cytometru przepływowego, 3) obserwacje mikroskopowe zmian morfologii komórek glejaka za pomocą mikroskopu świetlnego 4) ocena stopnia proliferacji komórek metoda XTT 4) pomiar zmiany poziomu ekspresji mRNA dla genów mTOR, Pi3KA, AKT, PTEN, III. opracowaniu, dyskusji i interpretacji wyników wraz z ich analizą statystyczną, IV.

Przygotowaniu rycin zamieszczonych w pracy; V. głównym udziale w napisaniu i zredagowaniu pracy, odpowiedzi na recenzje. Autor korespondencyjny.

***Dane dotyczące wskaźników IF** pochodzą z *Journal Citation Reports* z bazy Clarivate (<https://jcr.clarivate.com/>)

zgodnie z rokiem opublikowania pracy oraz z rokiem ostatniej oceny bazy Clarivate.

#Dane dotyczące wskaźników MNiSW pochodzą z wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z przypisaną liczbą punktów stanowiący załącznik do Komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego *zgodnie z rokiem opublikowania danej pracy.*

##Dane dotyczące wskaźników MNiSW pochodzą z wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z przypisaną liczbą punktów z dnia 9 lutego 2021 r. ogłoszonego na podstawie art. 267 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85, 374, 695, 875 i 1086 oraz z 2021 r. poz. 159)

Sumaryczny Impact Factor publikacji* wynosi **IF= 21,8** (5 prac, IF zgodnie z rokiem złożenia wniosku obliczony na podstawie *Journal Citation Reports*;). Sumaryczna liczba punktów MNiSW dla wszystkich publikacji (zgodnie z rokiem złożenia wniosku) wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi **720**.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

5.1. Opis działań prowadzonych w ramach stażu doktorskiego odbytego na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytetu w Kopenhadze.

Wyjazd stażowy odbyłam w okresie 01.11.2014- 30.01.2015 r., w laboratoriach Wydziału Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, pod opieką prof. Andrzeja Chwaliboga. Wyjazd odbyłam w celu doskonalenia techniki RT-PCR oraz opracowania metodyki badań nad metabolizmem komórki nowotworowej, traktowanej nanocząstkami alotropowych form węgla oraz nanocząstkami metali szlachetnych, z użyciem zaawansowanej aparatury OxyMax firmy Columbus.

W ramach stażu uczestniczyłam w seminariach katedralnych (2 h), wydziałowych (2 h) w tym zaprezentowałam wyniki własne otrzymane w trakcie pobytu stażowego. Prowadziłam szkolenie dla pracowników technicznych z zakresu hodowli zwierzęcych kultur komórkowych, w tym hodowli komórek nowotworowych. Zdobyte umiejętności umożliwiły mi również, samodzielne prowadzenie badań nad analizą zmiany poziomu ekspresji wybranych genów.

5.2. Opis działań prowadzonych w ramach staży po-doktorskich realizowanych w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

5.2.1. Opis działań prowadzonych w ramach staż po-doktorskiego odbytego w Laboratorium Fizjologii Molekularnej, sekcji Patobiologii (Laboratory for Molecular Physiology, Section for Pathobiology), Uniwersytetu w Kopenhadze.

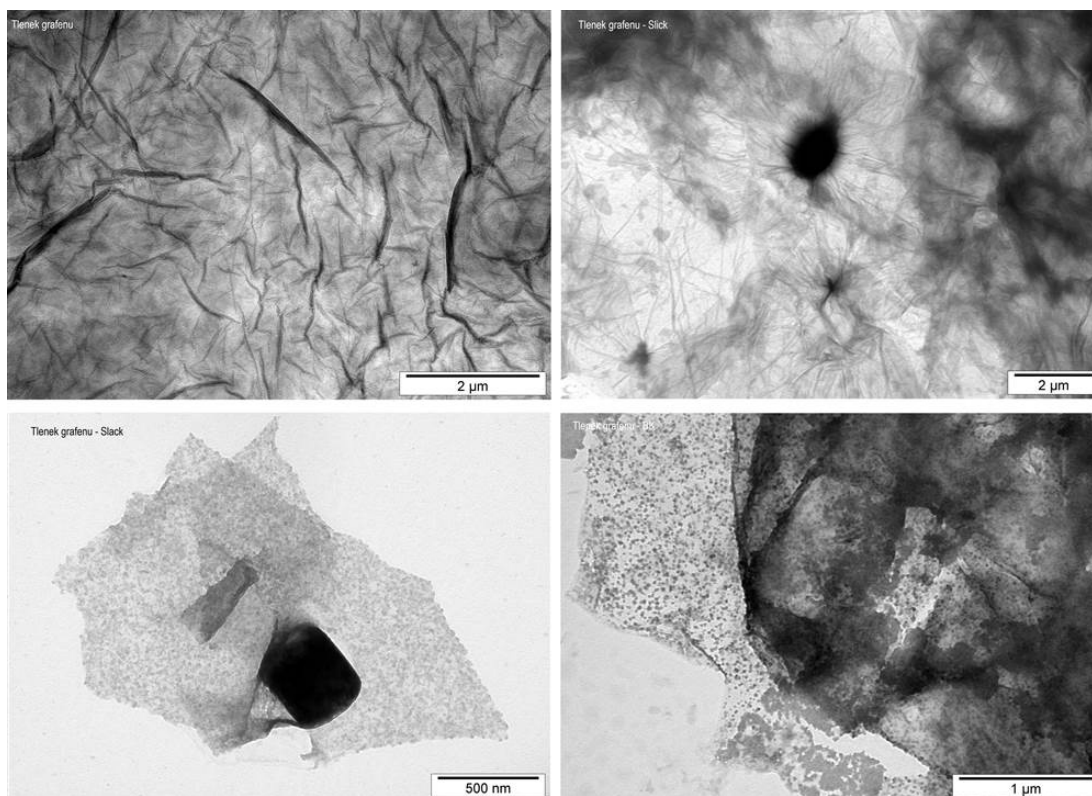
Straż w 2022 roku w okresie 01.05-31.08.2022 r. odbyłam w Laboratorium Fizjologii Molekularnej, sekcji Patobiologii, prowadzonym przez prof. Dan Arne Klærke (IH:39; liczba publikacji:108, wg bazy Scopus). Grupa kierowana przez prof. Klærke, od wielu lat zajmuje się badaniem aktywności kanałów jonowych w ludzkich komórkach mięśnia sercowego oraz komórkach nowotworowych. Mój pobyt stażowy związany był z prowadzonymi badaniami dotyczącymi wyjaśnienia mechanizmu działania nanocząstek grafenu, diamentu na aktywność kanałów potasowych Slick, Slack, Slick and Slack oraz kanału potasowego Big K⁺. Kanały te odgrywają zasadniczą rolę w regulacji potencjału

błonowego komórek. Dodatkowo kanały Slick, które występują między innymi w zdrowych i zmienionych nowotworowo komórkach układu nerwowego, regulują objętość komórki w trakcie proliferacji, migracji czy podczas transportu jonów i wody. Wyniki uzyskane w czasie stażu stanowią kontynuację badań prowadzonych w ramach pracy habilitacyjnej dotyczącej mechanizmu interakcji GO z komórkami nowotworowymi układu nerwowego.

W czasie czteromiesięcznego stażu wykonałam następujące badania:

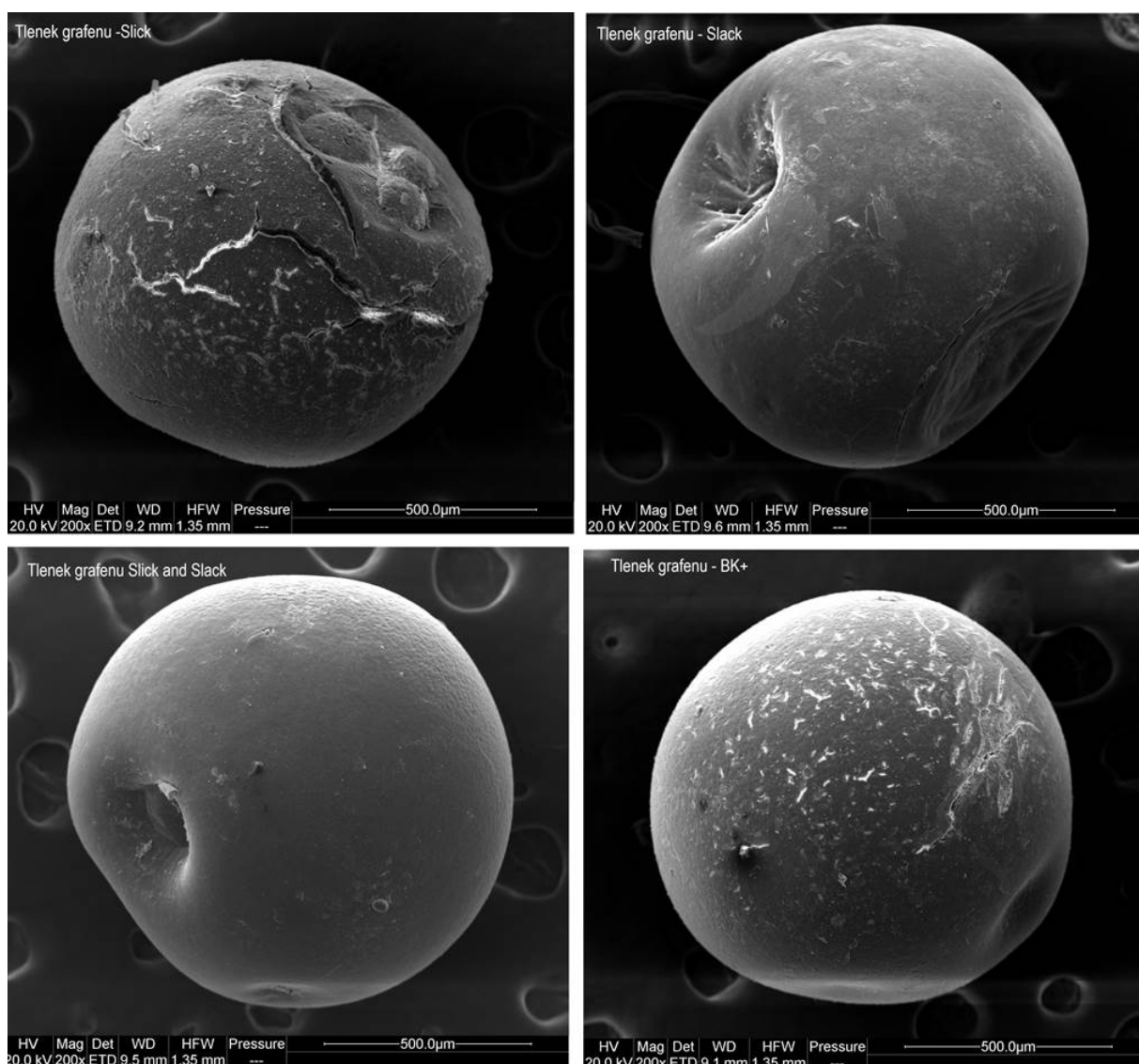
- Transfekcję oocytów *Xenopus laevis* mRNA kanałów Slick, Slack, Slick and Slack, umożliwiającą badanie aktywności wybranych kanałów jonowych.
- Badania morfologii i ultrastruktury oocytów *Xenopus laevis* po traktowaniu nanocząstkami diamentu i grafenu z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej.
- Oznaczenie zmian potencjału elektrycznego błony komórkowej pod wpływem nanocząstek na modelu oocytów *Xenopus laevis* w czasie rzeczywistym.
- Pomiar aktywności kanałów potasowych metodą „two-microelectrod voltage clamp” polegającą na umieszczeniu dwóch elektrod wewnątrz oocytów i pomiaru różnicy napięcia oraz p-CLAMP z wykorzystaniem wyizolowanych pojedynczych kanałów jonowych.
- Pomiar krzywej zależności napięcia od natężenia umożliwiającej analizę mechanizmu działania badanych kanałów jonowych.
- Ocena właściwości fizykochemicznych grafenu oraz nanocząstek diamentu poddanych ekspozycji na wybrane kanały jonowe, za pomocą transmisyjnej mikroskopii elektronowej, spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni, pomiaru wielkości oraz potencjału ZETA badanych nanostruktur z wykorzystaniem analizatora cząstek.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że w zależności od rodzaju kanału jonowego zmianom ulegają właściwości fizykochemiczne nanostruktur, w tym ultrastruktury grafenu (Ryc. 1), które są wprowadzane w środowisko hodowli oocytów *Xenopus laevis*.



Ryc. 1. Ultrastruktura grafenu po ekspozycji na wybrane kanały jonowe. Transmisyjna mikroskopia elektronowa.

Jednocześnie obserwacja ultrastruktury oocytów *Xenopus laevis* po ekspozycji na nanocząstki diamentu wskazała na silne powinowactwo struktur grafenu do struktur biologicznych, ale stopień intensywności tej interakcji był związany z rodzajem kanału błonowego, którego synteza została sztucznie zainicjowana poprzez transfekcje za pomocą mikroiniekcji (Ryc. 2).



Ryc. 2. Ultrastruktura oocytów *Xenopus laevis* transfekowanych sekwencją mRNA wybranych kanałów jonowych: Slick, Slack, Slick and Slack, BK⁺. Skaningowa mikroskopia elektronowa.

Co więcej, otrzymane wyniki dotyczące zmiany potencjału błonowego oocytów *Xenopus laevis* pod wpływem nanocząstek diamentu oraz grafenu wskazują na dużą selektywność działania wybranych nanostruktur na potencjał błony oraz aktywności wyselekcjonowanych kanałów jonowych.

Wyniki uzyskane w czasie stażu stanowią kontynuację badań prowadzonych w ramach pracy habilitacyjnej dotyczącej mechanizmu wpływu grafenu jako platformy nośnikowej na komórki nowotworowe układu nerwowego.

Aktualnie, współpraca jest kontynuowana w ramach przygotowania publikacji zawierającej uzyskane wyniki badań w angielskojęzycznym czasopiśmie z Listy Filadelfijskiej.

5.2.2. Opis działań prowadzonych w ramach stażu po-doktorskiego odbytego w Wojskowej Akademii Technicznej oraz SGGW, odbył się terminie 01.06.2024-01.09.2024r. w Instytucie Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.

Pobyt stażowy związany był z prowadzonymi badaniami dotyczącymi wyjaśnienia mechanizmu działania nanocząstek grafenu, diamentu na zmiany morfologii komórek nowotworowych wizualizowanych za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej. Wyniki uzyskane w czasie stażu stanowią kontynuację badań prowadzonych w ramach współpracy z Wojskową Akademią Techniczną oraz Uniwersytetem w Kopenhadze, mechanizmu działania nanocząstek metalicznych oraz tlenku grafenu jako platformy nośnikowej dla mikroRNA do komórek nowotworowych.

Laboratoria badawcze Instytutu Optoelektroniki specjalizują się w badaniach wizualizacji nanomateriałów oraz materiału biologicznego. Prof. dr hab. inż. Zygmunt Mierczyk oraz dr hab. Barbara Nasiłowska dysponują doświadczeniem oraz specjalistyczną aparaturą badawczą, która umożliwiła wizualizację nanomateriałów, co pozwala na wyjaśnienie mechanizmu oddziaływania nanocząstek na morfologię komórek nowotworowych.

W czasie trzymiesięcznego stażu wykonałam następujące badania:

- Badania ultrastruktury oocytów *Xenopus laevis* oraz komórek nowotworowych glejaka po traktowaniu nanocząstkami diamentu i grafenu z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej.
- Ocenę właściwości fizykochemicznych grafenu oraz nanocząstek diamentu poddanych ekspozycji na wybrane kanały jonowe, za pomocą skaningowej transmisyjnej mikroskopii elektronowej, spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni, pomiaru wielkości badanych nanostruktur z wykorzystaniem analizatora cząstek.

Analiza widma FTIR potwierdziła obserwacje dotyczące selektywności integracji pomiędzy nanocząstkami diamentu i grafenu a rodzajem kanału jonowego na oocytach *Xenopus laevis*.

Efektami współpracy są publikacje, które zostały przedstawione w **Tabeli II.2. poz. 45,46,47,48. (Załącznik 4).**

5.3. Współpraca naukowa z innymi jednostkami badawczymi

5.3.1. Współpraca naukowa przed uzyskaniem stopnia doktora podczas pracy w SGGW:

- prof. Andre Chwalibog, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytet w Kopenhadze, Dania,
- dr Karolina Zakrzewska, Laboratorium Inżynierii Regulacji Biosystemów Nanohybrydowych, Instytut Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, Polska,
- prof. Francois Siebrits, Tshwane University of Technology, , Pretoria, Republika Południowej Afryki.

5.3.2. Współpraca naukowa po uzyskaniu stopnia doktora podczas pracy w SGGW:

- dr hab. inż. Barbara Nasiłowska, Instytut Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, Polska,
- prof. dr hab. inż. Zygmunt Mierczyk, Instytut Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, Polska,
- dr inż. Maciej Trzaskowski, Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT Politechniki Warszawskiej, Polska,
- dr hab. Krzysztof Gil, prof. UJ, Katedra Patofizjologii, Uniwersytet Jagielloński, Polska,
- dr inż. Monika Janik, Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, Polska,
- prof. Dan Arne Klærke Laboratorium Fizjologii Molekularnej Uniwersytetu w Kopenhadze, Dania,
- prof. Maria Teresa Sciortino, Katedra Nauk Chemicznych, Biologicznych, Farmaceutycznych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Messynie, Włochy,
- dr Lauris Jankovskis, Katedra Biotechnologii, Laboratorium Genomiki i Biotechnologii, Uniwersytet Dyneburski, Parādes Str. 1A, Daugavpils LV-5401, Dyneburg, Łotwa,
- prof. Andrzej Chwalibóg, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytetu w Kopenhadze, Dania,
- prof. Francois Siebrits, Tshwane University of Technology, Pretoria, Republika Południowej Afryki.

5.4. Omówienie działań naukowych prowadzonych w jednostce macierzystej, poza badaniami, których tematyka została włączona w osiągnięcia naukowe.

5.4.1. Omówienie działań naukowych prowadzonych w jednostce macierzystej, poza badaniami, których tematyka została włączona w osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem stopnia doktora.

Zainteresowania naukowe zaczęłam intensywnie rozwijać w czasie studiów magisterskich (2009 r. -2011 r.) na kierunku Biologia, specjalizacja Biologia zwierząt. Dzięki współpracy z dr hab. Maciejem Kamaszewskim, prof. SGGW z Katedry Biologii Środowiska Zwierząt, rozpoczęłam pracę związaną z badaniem zmian cytologicznych w tkance mięśniowej ryb z gatunku *Cyprinus Carpio*.

Prace te pozwoliły mi na rozwinięcie umiejętności planowania badań biologicznych oraz poznanie technik histologicznych. Dodatkowo poznałam techniki obrazowania struktur tkankowych w mikroskopie świetlnym poprzez zastosowanie technik histologicznych. Wykorzystując techniki histochemiczne oraz immunohistochemiczne dokonałam oceny zmiany syntezy białek: MyoD, myogenina oraz PCNA w komórkach mięśni szkieletowych.

Ostatecznie, wyniki prowadzonych doświadczeń zostały zawarte w pracy magisterskiej oraz 1 oryginalnym artykule naukowym: Kamaszewski, M., **Kutwin** (panieńskie nazwisko Prasek), M., Ostaszewska, T. *et al.* The influence of feeding diets containing wheat gluten supplemented with dipeptides or free amino acids on structure and development of the skeletal muscle of carp (*Cyprinus carpio*). *Aquacult Int* **22**, 259–271 (2014).

W trakcie studiów magisterskich podjęłam również naukę w technikum farmaceutycznym, co umożliwiło mi poszerzenie wiedzy na temat technologii produkcji leków, farmakologii, interakcji leków w organizmie człowieka i było inspiracją do dalszych badań związanych z nanotechnologią oraz nanocząstkami.

Po zakończeniu studiów magisterskich, podjęłam studia doktoranckie (2011 r.-2015 r.) w ramach Stacjonarnych Studiów Doktoranckich na Wydziale Nauk o Zwierzętach SGGW „Biotechnologia w produkcji zwierzęcej” w dyscyplinie zootechnika pod opieką prof. dr hab. Ewy Sawosz Chwalibóg. Pracę doktorską, pt: „Wpływ nanocząstek platyny Pt⁽⁰⁾ na stan morfologiczno funkcjonalny wybranych komórek zwierząt modelowych i komórek glejaka wielopostaciowego łac. *Glioblastoma multiforme*”, obroniłam w 2015

roku. Przeprowadzone badania dostarczyły istotnych informacji na temat potencjalnego zastosowania NP-Pt w terapii nowotworów, wykorzystując modele *in vitro* i *in ovo*. Wykazano, że NP-Pt, dzięki unikalnym właściwościom fizykochemicznym, indukują apoptozę w komórkach kory mózgowej zarodków kury przy minimalnej toksyczności ogólnoustrojowej. Uzyskane wyniki potwierdziły ich powinowactwo do komórek o wysokiej aktywności metabolicznej, co pozwoliło sformułować hipotezę o ich potencjalnej skuteczności w aktywacji programowanej śmierci komórki w tkance glejaka. Wyniki badań opisane w mojej rozprawie doktorskiej były finansowane z projektów naukowych, których byłam kierownikiem, w tym projektu NCN w konkursie Preludium, pt. „Nanocząstki platyny jako regulatory autokonsumpcji DNA w procesie śmierci komórki w badaniach na modelu glejaka wielopostaciowego *in vitro* i *in ovo*”, nr: 2013/09/N/NZ9/01895 oraz 2 grantów wewnętrznych Wydziału Nauk o Zwierzętach, których również byłam kierownikiem. Zdobyte środki pozwoliły mi na dokonanie kompleksowej oceny wpływu nanocząstek platyny na komórki i tkanki wybranych modeli biologicznych *in vitro* oraz *in ovo*.

Efektem zrealizowanych badań, tematycznie związanych z pracą dokorską, było opublikowanie 3 oryginalnych artykułów naukowych mojego głównego autorstwa z listy JCR [**Załącznik 4; Tabela II.1. poz.1-3**]. W okresie przed obroną doktoratu uczestniczyłam również w badaniach nad toksycznością tlenku grafenu, zredukowanego tlenku grafenu oraz innych alotropowych form węgla względem komórek nowotworowych glejaka, czego rezultatem było współautorstwo w oryginalnych artykułach naukowych w czasopismach z listy JCR [**Załącznik 4; Tabela II.1. poz. 6,8,10-12**]. Badania *in vitro* i *in vivo* wykazały, że grafen i jego pochodne, takie jak GO i rGO wykazują cytotoksyczność wobec komórek glejaka wielopostaciowego, szczególnie linii U118, poprzez aktywację mechanizmów apoptozy i ograniczenie proliferacji. Zaobserwowano, że rGO w większym stopniu uszkadza błony komórkowe, co potwierdzono wzrostem uwalniania dehydrogenazy mleczanowej (LDH). Ponadto wykazano, że nanopłatki grafenowe oraz nanodiamenty posiadają właściwości antyangiogenne, co otworzyło perspektywę dalszych badań nad funkcjonalizacją ich powierzchni sekwencjami oligonukleotydowymi.

Grafen i alotropowe formy węgla nie były jedynymi cząstkami, nad których efektywnością pracowałam jak współwykonawca i współautor oryginalnych doświadczanych prac naukowych. W ramach współpracy naukowej zajmowałam się również badaniem efektywności działania nanocząstek metali miedzi, srebra,

hydroksyapatytu oraz wybranych aminokwasów na rozwój embrionalny zarodka kury z szczególnym uwzględnieniem efektywności działania wybranych cząstek na rozwój naczyń krwionośnych, tkanki mięśniowej oraz tkanki łącznej. Wyniki badań wykazały, że podanie w postaci bezpośredniej iniekcji do albuminy białka kurzego, nanocząstek miedzi Cu oraz siarczanu miedzi (CuSO_4) w stężeniu $50\mu\text{g/ml}$ w modelu *in ovo* nie miało negatywnego wpływu na rozwój zarodków. Jednocześnie zaobserwowaliśmy, że nanocząstki miedzi Cu, w wyższym stopniu stymulowały rozwój naczyń krwionośnych w stosunku do siarczanu miedzi, zwiększając unaczynienie na błonie kosmówkowo-omoczniowej (CAM). Efekt ten był obserwowany makroskopowo, a był konsekwencją zmiany poziomu ekspresji mRNA dla genów związanych z angiogenezą i proliferacją, potwierdzając ich działanie na poziomie molekularnym. Wyniki te zostały opublikowane w artykule [**Załącznik 4 Tabela II.1. poz. 14**] z listy JCR. Co więcej, uczestniczyłam w badaniach nad efektywnością działania nanocząstek srebra w połączeniu z cząsteczkami hydroksyapatytu na regenerację naczyń krwionośnych, które wykazały wzrost poziomu ekspresji genów oraz syntezy białek czynnika wzrostu fibroblastów-2 (FGF-2) oraz czynnika wzrostu śródbłona naczyń A (ang. *vascular endothelial growth factor A*; VEGF-A). Badania te również zostały opublikowane w oryginalnym artykule [**Załącznik 4; Tabela II.1. poz. 18**] z listy JCR.

5.4.2. Tematyka badań będących przedmiotem mojego zainteresowania po uzyskaniu stopnia doktora, nie wchodząca w skład osiągnięcia naukowego.

W 2016 roku zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta, a później adiunkta w Katedrze Żywienia i Biotechnologii Zwierząt, w Zakładzie Nanobiotechnologii. Kontynuując prace z modelami biologicznymi realizowałam prace badawcze wykorzystujące GO oraz inne alotropowe formy węgla, jak również nanocząstki metaliczne, w celu określenia ich właściwości fizykochemicznych oraz biologicznych.

Od początku mojej kariery byłam związana z zespołem prof. dr hab. Ewy Sawosz Chwalibóg, która realizowała badania w Katedrze Nanobiotechnologii SGGW w Warszawie. W trakcie pracy naukowej byłam wykonawcą zadań w projektach badawczych we współpracy z różnymi zespołami naukowymi z krajowych i zagranicznych ośrodków naukowych w tym: z Uniwersytetem w Kopenhadze, Uniwersytetem w Messynie, Wojskową Akademią Techniczną w Warszawie, Instytutem

Nauk Drzewnych i Meblarstwa SGGW w Warszawie, czy też Uniwersytetem Jagiellońskim.

Pozostałe kierunki badań, poza opisanymi przeze mnie osiągnięciami naukowymi obejmują:

5.4.2.1. Określenie antybakteryjnych właściwości tlenku grafenu w kompleksach z nanocząstkami srebra, bioaktywnymi ekstraktami roślinnymi lub antybiotykami.

Grafen i jego pochodne w tym GO i rGO znalazły zastosowanie jako środki antybakteryjne i nośniki leków o kontrolowanym uwalnianiu. GO, w zależności od metody produkcji, może wykazywać działanie antybakteryjne lub bakteriostatyczne wobec bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Mechanizm tego działania wynika z interakcji fizycznych i chemicznych z komórkami bakteryjnymi, a także z uszkodzania błon komórkowych przez ostre krawędzie płatków grafenu, co prowadzi do wycieku macierzy wewnątrzkomórkowej i śmierci komórek. W badaniach, w których uczestniczyłam, wykazano, że połączenie GO z nanocząstkami srebra skutecznie ograniczało wzrost bakterii, co wynikało z aktywnego uwalniania jonów srebra z powierzchni grafenu. Podobny mechanizm działania stwierdziliśmy dla kompleksów GO z kurkumina, co umożliwiło zahamowanie wzrostu bakterii, takich jak *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*, poprzez uszkodzenie błon komórkowych i zakłócenie procesów metabolicznych. Badania z udziałem GO i antybiotyków, takich jak cyprofloksacyna, metycylina i cefazolina, wykazały dwukierunkowy mechanizm działania – mechaniczne uszkodzenie błon bakteryjnych w połączeniu z przedłużonym uwalnianiem antybiotyków. Najsilniejsze działanie zaobserwowano w przypadku cyprofloksacyny, a najsłabsze dla metycyliny. GO wykazywało działanie bakteriostatyczne wobec szczepów *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa*, a jego modyfikacja poprzez wprowadzenie nanocząsteczek lub ekstraktów roślinnych pozwala na uzyskanie efektu bakteriobójczego.

Otrzymane wyniki przedstawiono w publikacjach: **Załącznik 4; Tabela II.2. poz. 38, 42,43,46, 48.**

5.4.2.2. Określenie antybakteryjnych właściwości wybranych ekstraktów roślinnych, nanocząstek srebra oraz nanocząstek srebra otrzymywanych metodą bottom-up wykorzystującą wodne ekstrakty roślinne w procesie syntezy.

Obiecującym kierunkiem w badaniach bakteriologicznych jest zastosowanie nanocząstek i ekstraktów roślinnych o działaniu przeciwdrobnoustrojowym.

Nanocząstki, takie jak srebro, miedź czy nanomateriały węglowe, wykazują aktywność antybakteryjną, m.in. poprzez generowanie reaktywnych form tlenu (ROS), uszkodzanie błon komórkowych oraz zakłócanie procesów metabolicznych bakterii. Równocześnie zastosowanie ekstraktów roślinnych dostarcza związków bioaktywnych, takich jak polifenole, alkaloidy i terpeny, które mogą działać bakteriobójczo oraz wspierać odpowiedź immunologiczną organizmu. W przeprowadzonych badaniach wraz z zespołem dokonałam oceny skuteczności wybranych ekstraktów wobec bakterii Gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus*), Gram-ujemnych (*Pseudomonas aeruginosa*) oraz drożdży (*Candida albicans*). Analizę aktywności biologicznej przeprowadzono z wykorzystaniem testów XTT i Presto Blue, które pozwoliły określić wpływ ekstraktów na żywotność komórek.

Wyniki badań potwierdziły istotną aktywność przeciwdrobnoustrojową ekstraktów roślinnych oraz nanocząstek srebra, co wskazuje na ich potencjalne zastosowanie w opracowywaniu nowych strategii terapeutycznych.

Otrzymane wyniki przedstawiono w publikacjach: **Załącznik 4; Tabela II.2. poz. 14, 37, 42,48.**

5.4.2.3. Określenie wpływu aerosolu grafenowego na komórki nowotworowe nowotworów litych w tym nowotworów piersi, raka szyjki macicy, nowotworów gruczołu krokowego, raka płuc oraz glejaka.

Badania dotyczyły zastosowania GO oraz jego modyfikowanych wersji z nanocząstkami srebra lub platyny w postaci hydrokoloidów, aplikowanych na powierzchnię naczyń hodowlanych lub komórek nowotworowych. Celem było zbadanie odpowiedzi komórek na stres wywołany zmianą parametrów fizykochemicznych podłoża oraz izolacją komórek za pomocą warstwy grafenowej. Badania przeprowadzono *in vitro* na liniach komórkowych raka piersi (MCF-7), szyjki macicy (HeLa), gruczołu

krokowego (PC-3), glejaka (U87) i raka płuc (A549), a także w modelu *in ovo* z wykorzystaniem ksenograftów nowotworowych.

Uzyskane wyniki wykazały wysoką skuteczność antynowotworową aerosolu grafenowego z nanocząstkami metali, co potwierdzono znacznym obniżeniem żywotności i proliferacji komórek. Zjawisko to było związane z aktywacją programowanej śmierci komórkowej na drodze apoptozy, wynikającą z ograniczenia dostępu do składników odżywczych przez warstwę grafenową. W modelu *in ovo* zaobserwowano istotne zmniejszenie masy i objętości guzów w porównaniu z grupą kontrolną. Wyniki badań, mimo wstępnego charakteru, potwierdzają potencjał aerosolu grafenowego jako nośnika substancji aktywnych o właściwościach przeciwnowotworowych. Hydrokoloidy grafenowe mogą stanowić obiecującą strategię terapeutyczną w leczeniu nowotworów.

Otrzymane wyniki badań przedstawiono w zgłoszeniu patentowym oraz częściowo w publikacjach: **Załącznik 4; Tabela II.2. poz. 17,19, 48; Załącznik 4; Tabela XVII, poz. 1.**

5.4.2.4. Określenie aktywności tlenku grafenu, zredukowanego tlenku grafenu na aktywność kanałów jonowych Slick, Slack, Slick and Slack na modelu oocytów *Xenopus laevis* transfekowanych wybraną sekwencją mRNA.

Badania dotyczyły interakcji tlenku GO z kanałami jonowymi Slick oraz heteromerycznymi Slick/Slack, które regulują potencjał błonowy i pobudliwość komórek. Celem pracy było określenie wpływu GO na funkcję i strukturę tych kanałów. Eksperymenty przeprowadzono na oocytach *Xenopus laevis* z użyciem techniki napięciowej (TEVC) oraz analiz mikroskopowych (SEM, TEM), FTIR i dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Uzyskane wyniki wykazały istotne zmiany w strukturze GO po ekspozycji na kanały jonowe, w tym zmniejszenie rozmiaru nanocząstek i aglomerację jonów na ich powierzchni. Obserwowano elektrochemiczną redukcję GO, potwierdzoną przesunięciami pasm widma FTIR oraz obniżeniem stosunku C:O. Zmiany te wynikały z oddziaływań elektrostatycznych między grupami tlenowymi GO a jonami obecnymi w kanałach jonowych. Eksperymenty elektrofizjologiczne wykazały zmniejszenie amplitudy prądów jonowych w kanałach Slick oraz początkowy spadek prądów w kanałach heteromerycznych Slick/Slack, z późniejszym ich wzrostem przy dłuższej

ekspozycji. Otrzymane wyniki wskazują, że GO może modulować aktywność kanałów jonowych poprzez modyfikację mikrośrodowiska błonowego. Odkrycia te otwierają nowe perspektywy dla zastosowania GO w nanomedycynie i badaniach neurofizjologicznych.

Otrzymane wyniki będą podstawą do dalszych prac nad walidacją tych wyników w modelach *in vivo* oraz eksploracją innych podklas kanałów jonowych w celu lepszego zrozumienia wpływu GO na układy biologiczne oraz są podstawą do przygotowania publikacji naukowych w czasopismach z listy JCR.

5.4.2.5. Określenie możliwości wykorzystania hydrokoloidu tlenku grafenu w celu modyfikacji właściwości funkcjonalnych drewna.

Badania dotyczyły zastosowania GO w modyfikacji drewna w celu poprawy jego właściwości funkcjonalnych, takich jak stabilność termiczna i odporność na biokorozyję. Drewno, mimo swoich cennych właściwości, jest podatne na degradację pod wpływem wilgoci i mikroorganizmów, co wymaga opracowania nowych metod ochrony. GO, jako nanomateriał o unikalnych właściwościach, został zastosowany w postaci hydrokoloidu, który drewno wchłaniało zgodnie ze swoją naturalną zdolnością absorpcji wody. Analiza mikrobiologiczna wykazała, że GO nie zahamował wzrostu grzyba *Trichoderma viride*, ale spowodował zmiany morfologiczne oraz indukował produkcję chlamydospor, co sugeruje działanie stresogenne na struktury komórkowe grzyba. Uzyskane wyniki potwierdzają potencjał GO jako środka ochrony drewna przed biokorozyją i degradacją termiczną. Dalsze badania powinny skupić się na optymalizacji stężenia nanomateriału oraz ocenie jego wpływu na środowisko.

Otrzymane wyniki przedstawiono w publikacji: **Załącznik 4; Tabela II.2. poz. 41.**

5.4.2.6. Ocena żywotności komórek za pomocą mikrokomory wbudowanej w interferometr.

Prace doświadczalne w których uczestniczyłam w ramach współpracy z dr Moniką Janik, dotyczyły nowatorskiej metody monitorowania hodowli komórek przy użyciu mikrokomory wbudowanej w światłowód. Zespół dr Moniki Janik wytworzył miniaturyzowaną platformę opartą na interferometrze Mach-Zehndera (μ IMZI), który umożliwiał na monitorowanie w czasie rzeczywistym komórek niewyznakowanych w hodowli. Głównym celem badania było zademonstrowanie, jak mikrokomora w

interferometrze może wykrywać zmiany w zachowaniu komórek, takie jak adhezja, wzrost, stopień proliferacji, oraz odpowiedzi na różne bodźce, w tym stresowe takie jak dodatek do hodowli dimetylosulfotleneku (DMSO), czy też nadtlenu wodoru (H_2O_2). Zastosowana technika opierała się na analizie zmiany indeksu refrakcji (RI) w obrębie mikrokomory, co pozwoliło na ściśle monitorowanie nawet najmniejszych zmian w strukturze komórkowej. Badania potwierdziły, że μ IMZI charakteryzował się wysoką czułością i dokładnością w wykrywaniu interakcji komórek, przyczyniając się do nowego podejścia w dziedzinie biologii komórkowej i biotechnologii. Oprócz monitorowania hodowli, metoda ta była także używana do badania odpowiedzi komórek na różne czynniki zewnętrzne, co pozwala na bardziej precyzyjne i dynamiczne śledzenie zdrowia oraz reakcji komórek.

Otrzymane wyniki badań przedstawiono w publikacji: **Załącznik 4; Tabela II.2. poz.30.**

5.5. Podsumowanie dorobku naukowego oraz wskaźniki bibliometryczne.

Mój dorobek naukowy obejmuje 77 publikacji naukowych, z czego 63 ukazało się w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR). Spośród tych prac na moje osiągnięcia naukowe, zgłoszone do oceny w postępowaniu habilitacyjnym, składają się: **2 prace naukowe – osiągnięcie nr 1** oraz **3 prace naukowe – osiągnięcie nr 2**, opublikowane w czasopismach z listy JCR, których jestem pierwszym autorem i dodatkowo w 4 pełni rolę autora korespondencyjnego. Sumaryczna wartość 5-letniego współczynnika oddziaływania Impact Factor (IF) zgodna z rokiem opublikowania wszystkich opublikowanych prac po uzyskaniu stopnia doktora wynosi **222,607**, a liczba punktów ministerialnych zgodnie z rokiem opublikowania to **6087**. Sumaryczny współczynnik IF zgodny z rokiem złożenia wniosku, 5 publikacji wchodzących w skład moich osiągnięć naukowych równy jest **21,8 (720 pkt MNiSW)**. Łączna liczba cytowań moich prac wynosi **1525** z autocytowaniami, wg. bazy naukowej ISI Web of Science Core Collection), a Indeks Hirscha (h-index) ma wartość 24 (wg. Scopus, dane na dzień 03.03.2025 r.). Oprócz publikacji, w moim dorobku znajduje się 27 komunikatów konferencyjnych, 11 zaprezentowanych na konferencjach o zasięgu krajowym i 16 międzynarodowym. Byłam kierownikiem dwóch projektów naukowych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w konkursie Preludium pt. „Nanocząstki platyny jako regulatory autokonsumpcji DNA w procesie śmierci komórki w badaniach na modelu glejaka

wielopostaciowego in vitro i in ovo” 2013/09/N/NZ9/01895, oraz w konkursie Sonata pt. „Nanostrukturalne platformy jako systemy nośnikowe molekularnych sygnałów programowanej śmierci komórki w badaniach modelowych glejaka wielopostaciowego” 2016/23/D/NZ7/03837.

Cały dorobek naukowy szczegółowo został opisany w Załączniku nr 4, a jego podsumowanie przedstawia poniższa tabela (Tabela 1).

Tabela 1. Podsumowanie dorobku naukowego kandydatki.

	Liczba publikacji	Liczba Komunikatów	IF (łącznie)	Punkty MNiSW
Dorobek naukowy przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk rolniczych				
Publikacje w czasopismach z IF	14	-	32,474	331
Publikacje bez IF	4	-	-	9
Komunikaty konferencyjne	-	16	-	-
Dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk rolniczych				
Publikacje w czasopismach z IF	63	-	222,607	5747
Publikacje bez IF	12	-	-	-
Komunikaty konferencyjne	-	25	257,555	6 087

5 letni Impact Factor (IF) podany jest dla roku opublikowania artykułu

Liczba punktów za publikacje podana została zgodnie z wykazem czasopism Ministerstwa Edukacji i Nauki/ Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego zgodnie z rokiem opublikowania

*IF i punkty MNiSW czasopism; **publikacje + komunikaty konferencyjne

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

W czasie pracy w Katedrze Nanobiotechnologii, SGGW byłam/jestem promotorem pomocniczym 2 rozpraw doktorskich, promotorem 4 prac magisterskich oraz 19 prac inżynierskich.

6.1.1. Promotor pomocniczy w rozprawie doktorskiej:

1. mgr Malwiny Sosnowskiej: "Nanocząstki alotropowych form węgla jako potencjalne komponenty macierzy zewnątrzkomórkowej modulujące transdukcję sygnału w komórkach nowotworowych wątroby", Instytut Biologii, SGGW w Warszawie, Data obrony: 17.01.2022 r

2. mgr inż. Kamili Narojczyk, temat rozprawy doktorskiej "Badania wpływu modyfikacji warstwy wierzchniej implantów ortopedycznych ze stopu tytanu z osadzoną warstwą nanostruktur grafenu" praca realizowana w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego.

6.1.2. Promotor prac magisterskich

1. Wilczewska Weronika: Wpływ tlenu grafenu na fazy cyklu komórkowego komórek glejaka linii U251 oraz T98G, 2023 r.
2. Odolińska Julia: Tlenek grafenu jako nośnik miRNA-7 w komórkach glejaka, 2022r.
3. Migurska Elżbieta: Wpływ kompleksu fulerenów C60 z daunorubicyną na indukcję apoptozy w guzach nowotworowych gruczolakoraka sutka linii MDA-MB-231 oraz MCF-7., 2019 r.
4. Skowyrska Marta: Regulacja procesów oddychania komórkowego w glejaku wielopostaciowym za pomocą nanocząstek platyny, 2017 r.

6.1.3. Promotor prac inżynierskich / licencjackich

1. Ciechońska Aleksandra: Aerosol tlenu grafenu jako czynnik modyfikujący stan morfologiczno-funkcjonalny komórek nowotworowych trzustki. Badania modelowe *in vitro* na liniach komórkowych gruczolakoraka trzustki BxPC-3 i AsPC-1, 2025r.
2. Gregajtys Aleksandra: Ocena wpływu nanocząstek złota otrzymywanych metodą zielonej syntezy z wykorzystaniem ekstraktów wodnych z korzenia kurkumy (*Iac*.

- Curcuma longa*) oraz kurkuminy na rozwój naczyń krwionośnych. Badania modelowe *in ovo*, 2025 r.
3. Jałmużna Karolina: Wpływ nanocząstek tlenku cynku otrzymywanych zieloną syntezą z wykorzystaniem wodnego ekstraktu z aloesu na komórki linii HFFF-2 oraz właściwości barierowe względem promieniowania UV. Badania modelowe *in vitro*. 2025 r.
 4. Dębkowska Ilona: Nanocząstki złota jako nie wirusowe nośniki informacji genetycznej w komórkach glejaka, 2023 r.
 5. Chaciński Eryk: Grafen jako modulator procesu migracji komórek nowotworowych, 2023 r.
 6. Karolak Eryk: Nanocząstki Platyny jako modulator szlaku sygnałnego AKT w komórkach glejaka wielopostaciowego, 2023 r.
 7. Forycka Paulina: Ocena biokompatybilności nanocząstek złota z komórkami linii HS-5 i HFFF-2 w badaniu modelowym *in vitro* , 2020 r.
 8. Michałowski Arkadiusz: Ocena biokompatybilności nanocząstek platyny i irydu w strukturze core-shell z komórkami ludzkimi linii HFFF2 i HS-5., 2020 r.
 9. Wieczorek Marta: Ocena biokompatybilności hydrokoloidu nanocząstek platyny i rodu o złożonej strukturze typu core-shell na komórkach fibroblastów linii HFFF2 oraz HS-5, 2020 r.
 10. Świętochowska Julia: Analiza wybranych parametrów biogodności nanocząstek srebra w badaniach modelowych *in vitro*, 2020 r.
 11. Tokaj Agata: Wpływ nanocząstek miedzi na morfologię i żywotność drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, 2020 r.
 12. Kuczyńska Zuzanna: Wpływ nanocząstek miedzi otrzymanych metodą zielonej chemii na komórki raka wątrobowokomórkowego i transformowane komórki szpiku, 2018 r.
 13. Bogaj Karolina: Ocena wybranych parametrów biogodności nanocząstek srebra syntetyzowanych metodą redukcji chemicznej z wykorzystaniem ekstraktu z liści mięty *lac. Menthe piperita*, 2018 r.
 14. Sadowska Marta: Ocena biologicznych właściwości nanocząstek srebra otrzymanych na drodze chemicznej redukcji z wykorzystaniem surowców roślinnych- badania *in vitro* na liniach HepG2 i C3 raka wątrobowokomórkowego i zrębu szpiku linii HS5, 2018 r.
 15. Gunia Michalina: Ocena wybranych parametrów biogodności nanocząstek złota

syntezowanych z wykorzystaniem ekstraktu ze słodkiej pomarańczy *lac. Citrus sinensis* Badania modelowe *in vitro*, 2018 r.

16. Migurska Elżbieta: Nanocząstki złota jako nośniki substancji w terapii antynowotworowej. Badania modelowe *in vitro* na komórkach gruczolakoraka sutka linii MDA-MB-231 oraz MCF-7., 2017 r.
17. Lisek Aleksandra: Ocena efektywności tlenku cynku jako nanonośnika. Badania modelowe *in vitro* na komórkach gruczolakoraka sutka linii MDA-MB-23 i MCF-7, 2017 r.
18. Skowyrska Marta: Wpływ nanocząsteczek platyny na status markerów stanu zapalnego w tkance guzów glejaka wielopostaciowego linii U87, 2016 r.
19. Kowal Michał: Wpływ nanopłatków grafenu na proliferację i rozwój komórek guza glejaka wielopostaciowego Glioblastoma multiforme linii U87, 2016 r.

6.2. Opieka naukowa nad stażystami realizującymi praktyki zawodowe w Katedrze Nanobiotechnologii, SGGW

6.2.1. Stażyści z polskich ośrodków naukowych

1. inż. Natalia Mendelska, studentka kierunku Biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, Wojskowej Akademii, Technicznej, staż w okresie 09.2024 r.
2. inż. Kamila Narojczyk, studentka kierunku Biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, Wojskowej Akademii, Technicznej, staż w okresie 09.2024 r.
3. inż. Mikołaj Paciejewski, student kierunku Biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, Wojskowej Akademii, Technicznej, staż w okresie 09.2024 r.
4. inż. Julia Radosz, studentka kierunku Biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, Wojskowej Akademii, Technicznej, staż w okresie 09.2024 r.
5. inż. Aleksandra Sowińska, studentka kierunku Biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, Wojskowej Akademii, Technicznej, staż w okresie 09.2024 r.
6. dr hab. Rafał Krętowski, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, staż w terminie 03.2023 r.

6.2.2. Stażyści z zagranicznych ośrodków naukowych

1. Krishna Prasad Vadalasetty, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytet w Kopenhadze, Dania, staż w okresie 01.11.2015 r.-

30.01.2026 r.

2. Roseline Eke Emele, Niğde Ömer Halisdemir University, Turcja, staż w okresie 01.11.2022 r.-28.02.2023 r.
3. Paola Trischitta, Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Messina, Włochy, staż w okresie 01.09.2024 r.-28.02.2025 r.

6.3. Prowadzone zajęcia dydaktyczne w SGGW w Warszawie

W czasie studiów doktoranckich (2011 r. -2015 r.) prowadziłam ćwiczenia w ramach przedmiotów Podstawy Nanobiotechnologii, Hodowle *in vitro*, Podstawy Mikrobiologii dla kierunku Bioinżynieria Zwierząt, jak również Zootechnika na Wydziale Nauk o Zwierzętach, SGGW. Prowadziłam również zajęcia dydaktyczne dla studentów Wydziałów: Medycyna Weterynaryjna, Rolnictwa i Biologii. Po zatrudnieniu na stanowisku nauczyciela akademickiego uczestniczyłam w opracowywaniu programów nauczania dla kierunku Technologia Biomedyczna opracowując przedmioty Podstawy Nanobiotechnologii, Bionika, Biomateriały, Dobra Praktyka Laboratoryjna. Opracowałam również przedmioty Research Models in Nanomedicine, Principles of Nanobiotechnology, Biomaterials dla studentów wizytujących SGGW z zagranicznych jednostek naukowych w ramach programu ERASMUS. Od 2021 r. pełnię rolę opiekuna roku na studiach stacjonarnych pierwszego stopnia na kierunku Technologia Biomedyczna. Byłam opiekunem projektów naukowych studentów realizujących prace naukowe w Międzywydziałowym Kole Naukowym Nanobiotechnologii.

6.3.1. Realizowane przedmioty:

Podczas pracy jako nauczyciel akademicki w SGGW:

1. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Dobra Praktyka Laboratoryjna” dla kierunku Technologia Biomedyczna (studia dzienne, 1szego stopnia)
2. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Podstawy Nanobiotechnologii” dla kierunku Technologia Biomedyczna (studia dzienne, 1szego stopnia)
3. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Mechanizmy Nowotworzenia” dla kierunku Technologia Biomedyczna (studia dzienne, 1szego stopnia)
4. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Kancerogeneza” dla kierunku Biologia (studia dzienne, 2giego stopnia)

5. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Zielona Synteza Nanocząstek” dla kierunku Biotechnologia (studia dzienne, 1szego stopnia)
6. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Green Synthesis of Nanoparticles” dla kierunku Biotechnology (studia dzienne, 1szego stopnia)
7. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Podstawy Nanobiotechnologii” dla kierunku Bioinżynieria Zwierząt (studia dzienne, 1szego stopnia)
8. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Principles of Nanobiotechnology” dla studentów programu ERASMUS
9. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Research Models in Nanomedicine” dla studentów programu ERASMUS
10. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Biomaterials” dla studentów programu ERASMUS
11. byłam koordynatorem dla przedmiotu „Research Models in Nanomedicine” dla studentów programu ERASMUS
12. byłam prowadzącym dla przedmiotu „Hodowle *in vitro*”, kierunek: Bioinżynieria Zwierząt (studia dzienne, 1szego stopnia)

6.4. Działalność w zakresie popularyzacji nauki:

1. Warsztaty dla delegacji naukowców Faculty of Natural Sciences and Health Care of Daugavpils University, Łotwa. 11.2024 r.
2. Organizacja pokazu funkcjonowania sal laboratoryjnych dla delegacji naukowców zrzeszonych w UniGreen, 21.11.2024 r.
3. Prowadzenie lekcji dla szkół podstawowych, współorganizowanych przez Międzywydziałowe Koło Naukowe Nanobiotechnologii w ramach 28. Festiwalu Nauki w Warszawie w dniach 24-26.09.2024 r.
4. Organizacja cyklicznego seminarium nt. mikroRNA w nowotworach dla: Międzywydziałowego Koła Naukowego Nanobiotechnologii SGGW oraz studentów kierunku Bioinżynieria Zwierząt w ramach realizowanego przedmiotu "Kancerogeneza", Warszawa 2021 r.-2023 r.
5. Organizacja warsztatów dla grup przedszkolnych z Niepublicznego Przedszkola Smart Kids Academy w Nowej Iwicznej, 2022 r.
6. Publikacja wybranych fotografii prezentujących wyniki projektu oraz informacji o projekcie na stronach nanobioteam.pl, nanobiotechnologia.sggw.pl od 2022 r.
7. Wygłoszenie prezentacji nt. "Wpływ nanocząstek na stan morfologiczny

funkcjonalny wybranych komórek zwierząt modelowych oraz komórek nowotworowych" podczas seminarium naukowego w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa 10.12.2019 r.

8. Przeprowadzenie cyklicznych zajęć dydaktycznych (zajęcia laboratoryjne, prelekcje) dla licealistów w ramach programu Rendez-vous w SGGW; 2012 r.-2013 r., Warszawa.

9. Przeprowadzenie zajęć dydaktycznych w ramach międzynarodowego programu „Evonik–AG Trip” w dniu 21.08.2012 r., Warszawa.

6.5. Działalność organizacyjna

Czynnie uczestniczyłam w usprawnieniu pracy Katedry Nanobiotechnologii, SGGW w Warszawie i dotychczas zajmowałam się:

1. przygotowaniem grantu o przyznanie dotacji na utrzymanie aparatury naukowo-badawczej, stanowiska badawczego (SPUB), 2022 r.;
2. przygotowaniem grantu aparaturowego w ramach środków (2021 r., 2022 r.);
3. od 2018 r. jestem kierownikiem Zakładu inżynierii genetycznej- GMM klasy I
4. uczestniczyłam w organizacji konferencji o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym w tym: Pierwszej Konferencji Młodych Naukowców w Warszawie, Young Research Symposium, NANOSMAT, 2017 r.

Ponadto od 2018 r. jestem członkiem Polskiego Stowarzyszenia Biomateriałów, a od 2023 r. jestem członkiem zespołu ds. jakości kształcenia na Wydziale Biologii i Biotechnologii SGGW w Warszawie, a w 2024 r. otrzymałam mandat elektorski w wyborach Rektora SGGW w Warszawie. Od 2025 r. jestem członkiem Rady Instytutu Biologii, SGGW w Warszawie oraz wice- przewodniczącą Komisji ds. Współpracy z Gospodarką w Instytucie Biologii SGGW w Warszawie.

7. Inne informacje, ważne z jego punktu widzenia wnioskodawcy, dotyczące jego kariery zawodowej.

7.1. Odbyte szkolenia i spotkania naukowe:

1. Certyfikat ukończenia szkolenia pt. Pakiet MS Office dla Dydaktyków, Softronic, 30-31.08.2023
2. Studia podyplomowe „Biostatystyka – podstawy statystyki w badaniach medycznych”, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, data uzyskania dyplomu 06.2023 r.
3. Innowacyjne metody biologiczne w diagnostyce i leczeniu nowotworów, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Warszawa, 12.10.2022 r.
4. Wybrane zagadnienia z molekularnych podstaw onkogenezy, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Warszawa, 24.02.2022 r.
5. Rola mikroRNA w procesie nowotworzenia, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Warszawa, 15.03.2019 r.
6. Good Laboratory Clinical Practice, The Global Health Network, 01.2019 r.
7. Program COST, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 12.12.2018 r.
8. PolLASA: szkolenie dla osób odpowiedzialnych za planowanie procedur i doświadczeń oraz ich przeprowadzenie, Warszawa, 21.09-25.09.2015 r.
9. PolLASA: szkolenie dla osób wykonujących procedury, Warszawa, 21.09-25.09.2015 r.
10. PolLASA: szkolenie dla osób uśmiercających zwierzęta wykorzystane w procedurach, Warszawa, 21.09-25.09.2015 r.
11. Letnia szkoła International Summer School „N&NOrganic Electronic & Nanomedicine” - Saloniki, Grecja, 11.07.2015 r.
12. Szkolenie „StepOne/StepOnePlus Real-Time PCR Instrument. Principles and workflow of Real-Time PCR, quantification using Real-Time PCR, data analysis and troubleshooting” organizowany przez Life technologies, szkolenie w języku angielskim 22.02.2012 r., Warszawa.
13. „Letni kurs hodowli komórek zwierzęcych” (zajęcia praktyczne, część wykładowa) organizowany przez zakład Cytologii Uniwersytetu Warszawskiego 10-13.09.2012 r.,

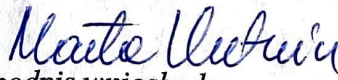
Warszawa.

14. Uzyskanie tytułu technika farmacji, egzamin państwowy potwierdzonym przez CKE, styczeń 2012 r.
15. Szkolenie z obsługi kamery Jenopik ProgRes C12plus oraz programu ProgRes Capture Pro do mikroskopu fluorescencyjnego Olympus CKX41, organizowane przez firmę KAWA.SKA 03.09.2012 r.

7.2. Otrzymane nagrody i wyróżnienia

1. Nagroda za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa III stopnia JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe, 10.2024 r.
2. Nagroda za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa II stopnia JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe, 10.2023 r.
3. Dyplom uznania za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa III stopnia JM Rektora SGGW za osiągnięcia naukowe, 10.2022 r.
4. Indywidualna nagroda- Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla młodego naukowca, Warszawa, 12. 2021 r.
5. Nagroda za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa II stopnia JM Rektora za osiągnięcia naukowe, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2020 r.
6. Nagroda za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa I stopnia JM Rektora za osiągnięcia naukowe, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska, 2019 r.
7. Nagroda za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa II stopnia JM Rektora za osiągnięcia naukowe, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2017 r.
8. Nagroda za osiągnięcia naukowe, Nagroda zespołowa II stopnia JM Rektora za osiągnięcia naukowe, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2016 r.

Warszawa 03.03. 2025 r.


podpis wnioskodawcy

WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH STANOWIĄCYCH ZNACZNY WKŁAD W ROZWÓJ OKREŚLONEJ DYSCYPLINY¹

Spis treści

INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY	1
I.1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy	1
I.2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy	1
I.3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy	3
II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ	3
II.1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).....	3
II.2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych	3
II.3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii	3
II.4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w punkcie I.2).....	3
II.5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych.	19
II.6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).....	20
II.7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.	20
II.8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji	26
II.9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.	27

II.10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach	29
II.11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.....	30
II.12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)	32
II.13. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.	32
II.14. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9	33
II.15. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.....	33
III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM	34
III.1. Wykaz dorobku technologicznego.....	34
III.2. Współpraca z sektorem gospodarczym.....	35
III.2.1. Współprace z jednostkami z otoczenia społeczno-gospodarczego	35
III.2.2. Współprace naukowe	36
III.2.3. Wygłoszone wykłady naukowe i popularnonaukowe będące efektem współpracy z otoczeniem społecznym lub efektem współpracy naukowej międzynarodowej (niewymienione w punkcie II.7).....	37
III.3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów, krajowych lub międzynarodowych.....	38
III.4. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców	39
III.5. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi	40
IV. INFORMACJE NAUKOMETRYCZNE.....	40
IV.1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny) *	40

IV.2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym z uwzględnieniem autocytowań**	40
IV.3. Indeks Hirscha***	40
IV.4. Inne	40
IV.4.1. Lista przedmiotów (w tym autorskich) prowadzonych przeze mnie w latach 2015-2025 w Szkole Głównej Gospodarstw Wiejskiego w Warszawie:	40
IV.4.2. Opieka naukowa nad studentami w charakterze:	42
IV.5. Przykłady opinii studentów (wyciąg z ankiet przeprowadzanych wśród studentów kierunku Biologia, Technologia biomedyczna oraz Bioinżynieria zwierząt w systemie ehms w latach 2015-2025 https://ehms.sggw.edu.pl)	44

Dla lepszej czytelności danych większość informacji przedstawiłam w postaci tabelarycznej.

INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

I.1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy

nie dotyczy/brak

I.2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących osiągnięcia naukowe wnioskodawcy (P1-P5) zebrano w Tabeli I. uwzględniając dane naukometryczne czasopism oraz liczbę cytowań z wykluczeniem autocytowań. Łączny Impact Factor tych prac na dzień 03.03.2025 r. wynosi: **21,8**.

Tabela I. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących osiągnięcia naukowe.

Lp.	Publikacja	Impact Factor			Punktacja MNiSW		Liczba cytowań bez autocytowań ***
		W roku opublikowania	Na dzień 03.03.2025 r.	5-letni na dzień 03.03.2025 r.	W roku opublikowania*	W roku składania wniosku**	
Prace oryginalne							
P1	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Chwalibog André: Assessment of the proliferation status of glioblastoma cell and tumour tissue after nanoplatinum treatment, PLoS ONE, vol. 12, nr 5, 2017, Numer artykułu: e0178277, s. 1-14, DOI:10.1371/journal.pone.0178277	2.766	2.9	3.3	40	100	30
P2	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Sosnowska Malwina, Trzaskowski Maciej, Chwalibog André: Nanocomplexes of graphene oxide and platinum nanoparticles against colorectal cancer Colo205, HT-29, HTC-116, SW480, liver cancer HepG2, human breast cancer MCF-7, and	3,057	3.1	3.4	140	140	6

	adenocarcinoma LNCaP and human cervical Hela B cell lines, Materials, vol. 12, nr 6, 2019, Numer artykułu: 906, s. 1-17, DOI:10.3390/ma12060909						
P3	Kutwin Marta, Sosnowska Malwina, Strojny-Cieślak Barbara, Jaworski Sławomir, Trzaskowski Maciej, Wierzbicki Mateusz, Chwalibóg Andre, Sawosz Chwalibóg Ewa: MicroRNA Delivery by Graphene-Based Complexes into Glioblastoma Cells, Molecules, vol. 26, nr 19, 2021, Numer artykułu: 5804, s. 1-28, DOI:10.3390/molecules26195804	4,927	4.200	4.600	140	140	9
P4	Kutwin Marta, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Ostrowska Agnieszka, Trzaskowski Maciej, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir: Influence of GO-Antisense miRNA-21 on the Expression of Selected Cytokines at Glioblastoma Cell Lines, International Journal of Nanomedicine, vol. 18, 2023, s. 4839-4855, DOI:10.2147/ijn.s419957	8.0	6.7	7.5	140	140	3
P5	Kutwin Marta, Sosnowska – Ławnicka Malwina, Nasiłowska Barbara, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir. The delivery of mimic miRNA-7 into glioblastoma cells and tumour tissue by graphene oxide nanosystems. Nanotechnology Science and Application. 2024, DOI: 10.2147/NSA.S469193	4.9	4.9	5.4	200	200	0
SUMA		23.65	21.8	24.2	660	720	48

*) odpowiednio na podstawie: Części A wykazu czasopism naukowych stanowiącej załącznik do komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 17 września 2012 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach, Załącznika do komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 18 grudnia 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, Załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 9 lutego 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych,

**) na podstawie Załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych,

***) wg bazy Scopus na dzień 03.03.2025 r.

I.3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy

nie dotyczy/brak

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ**II.1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).**

Brak

II.2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych

1. Sosnowska Malwina, Kutwin Marta, Zglińska Klara, Szczepaniak Jarosław, Jankiewicz Urszula, 2019, Medycyna oparta o chitynę i jej pochodne oraz nanocząstki chitozanu, Poszerzamy Horyzonty, XII, 382-391, ISBN 978-83-63216-16-0
2. Sosnowska Malwina, Kutwin Marta, Zglińska Klara, Jankiewicz Urszula, 2019, Medycyna oparta o chitynazy. Wykorzystanie nanocząstek w modyfikacji aktywności i stabilności strukturalnej chitynaz, Poszerzamy Horyzonty, XIII, 737-747, ISBN 978-83-63216-17-7
3. Sosnowska Malwina, Sawosz Ewa, Kutwin Marta, 2019, Przejście epitelialno-mezenchymalne w raku wątrobowokomórkowym, Poszerzamy Horyzonty, XIV, 693-699, ISBN 978-83-63216-18-4
4. Sosnowska Malwina, Sawosz Ewa, Kutwin Marta, 2019, Rola adhezji komórkowej i metabolizmu w kancerogenezie, Poszerzamy Horyzonty, XIV, 700-705, ISBN 978-83-63216-18-4

II.3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii

brak

II.4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w punkcie I.2)

W tabelach poniżej (Tabela II.1; Tabela II.2.) zebrałam artykuły naukowe opublikowane w latach 2011-2025 uwzględniając okres przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych

(do 2015 r.; Tabela II.1.) i po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych (2015-2025 r.; Tabela II.2.). Opublikowane artykuły naukowe podzieliłam na prace oryginalne, przeglądowe i popularnonaukowe wskazując dane naukometryczne czasopism (dostęp na dzień 02.2025 r.). Wykazałam także komunikaty pokonferencyjne.

Tabela II.1. Wykaz opublikowanych artykułów naukowych, komunikatów pokonferencyjnych i rozdziałów w książkach lub monografiach przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych.

Lp.	Publikacja	Impact Factor			Punktacja MNiSW	
		W roku opublikowania	Na dzień 01.02.2025r.	5-letni na dzień 01.02.2025r.	W roku opublikowania	W roku składania wniosku**
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH						
Prace oryginalne						
1.	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Grodzik Marta, Ostaszewska Teresa, Kamaszewski Maciej, Wierzbicki Mateusz, Chwalibog André: Influence of nanoparticles of platinum on chicken embryo development and brain morphology, Nanoscale Research Letters, Springer, vol. 8, nr 251, 2013.	2,481	5.418	5.209	35	20
2.	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Kurantowicz Natalia, Strojny-Cieślak Barbara, Chwalibog André: Structural damage of chicken red blood cells exposed to platinum nanoparticles and cisplatin, Nanoscale Research Letters, Springer, vol. 9, nr 257, 2014, DOI:10.1186/1556-276X-9-257.	2,779	5.418	5.209	35	20
3.	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Hinzmann Mateusz, Wierzbicki Mateusz, Hotowy Anna, Grodzik Marta, Winnicka Anna, Chwalibog André: Investigation of platinum nanoparticle properties against U87 glioblastoma multiforme, Archives of Medical Science, vol. 13, nr 6, 2017, 1322–1334, DOI:10.5114/aoms.2016.58925	2,344	3,000	3,200	30	100
4.	Grodzik Marta, Sawosz Filip, Sawosz Chwalibóg Ewa, Hotowy Anna, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog André: Nano-nutrition of chicken embryos. The effect of in ovo administration of diamond nanoparticles and l-glutamine on molecular responses in chicken embryo pectoral muscles, International Journal of Molecular Sciences, vol. 14, nr 11, 2013, s. 23033-23044.	2,339	4,900	5,600	30	140
5.	Sawosz Filip, Pineda Lane, Hotowy Anna, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Chwalibog André: Nano-nutrition of chicken embryos. The effect of silver nanoparticles and ATP on expression of chosen genes involved in myogenesis, Archives of Animal Nutrition, vol. 67, nr 5, 2013, s. 347-355.	0,892	2,00	2,600	30	100
6.	Jaworski Sławomir, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Winnicka Anna, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Chwalibog André: In vitro evaluation of the effects of graphene platelets on glioblastoma multiforme cells, International Journal of Nanomedicine. vol. 8, 2013, s. 413-420.)	4,1950	6,700	7,500	30	140

7.	Sawosz Filip, Pineda Lane, Hotowy Anna, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta: Influence of Ag nanoparticles, ATP and biocomplex of Ag nanoparticles with ATP on morphology of chicken embryo pectoral muscles, Annals of Warsaw University of Life Sciences- SGGW Animal Science, nr 51, 2012, s. 127-132	0,000	0,000	0,000	5	5
8.	Wierzbicki Mateusz, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog André: Comparison of anti-angiogenic properties of pristine carbon nanoparticles, Nanoscale Research Letters, Springer, vol. 8, nr 195, 2013.	2,481	5,418	5,209	35	20
9.	Kamaszewski Maciej, Kutwin Marta, Ostaszewska Teresa, Dąbrowski Konrad: The influence of feeding diets containing wheat gluten supplemented with dipeptides or free amino acids on structure and development of the skeletal muscle of carp (Cyprinus carpio), Aquaculture International, vol. 22, nr 1, 2014, s. 259-271.	0,984	2,200	2,500	20	70
10.	Hinzmann Mateusz, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Jagiełło Joanna, Koziński Rafał, Wierzbicki Mateusz, Grodzik Marta, Lipińska Ludwika, Sawosz Chwalibóg Ewa, Chwalibog André: Nanoparticles containing allotropes of carbon have genotoxic effects on glioblastoma multiforme cells, International Journal of Nanomedicine, vol. 9, 2014, s. 2409-2417, DOI:10.2147/IJN.S62497.	4,1950	6,700	7,500	30	140
11.	Zakrzewska Karolina, Samluk Anna, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Chwalibog André, Pijanowska Dorota, Pluta Krzysztof: Analysis of the cytotoxicity of carbon-based nanoparticles, diamond and graphite, in human glioblastoma and hepatoma cell lines, PLoS ONE, vol. 10, nr 3, 2015, DOI:10.1371/journal.pone.0122579	3,057	2,900	3,300	40	100
12.	Strojny-Cieślak Barbara, Kurantowicz Natalia, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Hotowy Anna, Lipińska Ludwika, Chwalibog André: Long term influence of carbon nanoparticles on health and liver status in rats, PLoS ONE, vol. 10, nr 12, 2015, DOI:10.1371/journal.pone.0144821	3,057	2,900	3,300	40	100
13.	Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Vadalasetty Krishna, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Kurantowicz Natalia, Strojny-Cieślak Barbara, Hotowy Anna, Lipińska Ludwika: Graphene functionalized with arginine decreases the development of glioblastoma multiforme tumor in a gene-dependent manner, International Journal of Molecular Sciences, vol. 16, nr 10, 2015, s. 25214-25233, DOI:10.3390/ijms161025214,	3,057	2,900	3,300	40	140
14.	Mroczek-Sosnowska Natalia, Sawosz Chwalibóg Ewa, Vadalasetty Krishna, Łukasiewicz Monika, Niemiec Jan, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog André: Nanoparticles of copper stimulate angiogenesis at systemic and molecular level, International Journal of Molecular Sciences, vol. 16, nr 3, 2015, s. 4838-4849, DOI:10.3390/ijms16034838	2,339	4,900	5,600	30	140
15.	Kurantowicz Natalia, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Strojny-Cieślak Barbara, Wierzbicki Mateusz, Szeliga Jacek, Hotowy Anna, Lipińska Ludwika, Koziński Rafał: Interaction of graphene family materials with Listeria monocytogenes and Salmonella enterica,	2,584	5,418	5,209	35	20

	Nanoscale Research Letters, Springer, vol. 10, nr 1, 2015, DOI:10.1186/s11671-015-0749-y					
16.	Kurantowicz Natalia, Strojny-Cieślak Barbara, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Lipińska Ludwika, Bakowicz-Mitura Katarzyna, Chwalibog André: Biodistribution of a high dose of diamond, graphite, and graphene oxide nanoparticles after multiple intraperitoneal injections in rats, Nanoscale Research Letters, Springer, vol. 10, nr 1, 2015, DOI:10.1186/s11671-015-1107-9	2,584	5,418	5,209	35	20
17.	Jaworski Sławomir, Sawosz Chwalibóg Ewa, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Hinzmann Mateusz, Grodzik Marta, Winnicka Anna, Lipińska Ludwika, Włodyga Karolina, Chwalibog André: In vitro and in vivo effects of graphene oxide and reduced graphene oxide on glioblastoma, International Journal of Nanomedicine, vol. 10, 2015, s. 1585-1596, DOI:10.2147/IJN.S77591	4,32	6,700	7,500	30	140
18.	Beck Iwona, Hotowy Anna, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog André: Effect of silver nanoparticles and hydroxyproline, administered in ovo, on the development of blood vessels and cartilage collagen structure in chicken embryos, Archives of Animal Nutrition, vol. 69, nr 1, 2015, s. 57-68, DOI:10.1080/1745039X.2014.992179	1,319	2,00	2,600	30	100
PRACE POPULARNONAUKOWE						
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH						
1.	Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Hotowy Anna, Chwalibog André: Magia grafenu, Agricola, nr 88, 2014, s. 35-39	0	0	0	0	0

*) pozycje niewymienione w punkcie I.2,

**) na podstawie Załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

Tabela II.2. Wykaz opublikowanych artykułów naukowych, komunikatów pokonferencyjnych i rozdziałów w książkach lub monografiach po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych.

Lp.	Publikacja	Impact Factor			Punktacja MNiSW	
		W roku opublikowania	Na dzień 03.03.2025 r.	5-letni na dzień 03.03.2025 r.	W roku opublikowania	W roku składania wniosku* *
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH						
Prace oryginalne						
1*	Szmidt Maciej, Sawosz Chwalibóg Ewa, Urbańska Kaja, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Hotowy Anna, Wierzbicki Mateusz, Grodzik Marta, Lipińska Ludwika, Chwalibog André: Toxicity of different forms of graphene in a chicken embryo model, Environmental Science and Pollution Research, vol. 23, nr 19, 2016, s. 19940-19948, DOI:10.1007/s11356-016-7178-z	2,741	4,37	5,154	30	100
2*	Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Winnicka Anna, Kurantowicz Natalia, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Urbańska Kaja, Hotowy Anna, Wierzbicki Mateusz: Diamond nanoparticles modify curcumin activity: in vitro studies on cancer and normal cells and in ovo studies on chicken embryo model, PLoS ONE, vol. 11, nr 10, 2016, s. 1-18, DOI:10.1371/journal.pone.0164637	2,806	2,900	3,300	40	100

3*	Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Grodzik Marta, Strojny-Cieślak Barbara, Kurantowicz Natalia, Zdunek Krzysztof, Chodun Rafał, Chwalibog André, Sawosz Chwalibóg Ewa: Diamond, graphite, and graphene oxide nanoparticles decrease migration and invasiveness in glioblastoma cell lines by impairing extracellular adhesion, International Journal of Nanomedicine, vol. 12, 2017, s. 7241-7254, DOI:10.2147/IJN.S146193.	4,37	6,700	7,500	30	140
4*	Sosnowska Malwina, Kutwin Marta, Adamiak Adrian, Gawin Kamil, Bugajska Żaneta, Daniluk Karolina: Green synthesis of silver nanoparticles by using aqueous mint (Mentha piperita) and cabbage (Brassica oleracea var. capitata) extracts and their antibacterial activity, Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW Animal Science, nr 56 (1), 2017, s. 137-145, DOI:10.22630/AAS.2017.56.1.16.	0	0	0	5	5
5*	Sosnowska Malwina, Sawosz Chwalibóg Ewa, Kutwin Marta, Chwalibog André: Carbon nanoscaffolds for fibroblast and hepatocellular carcinoma cells adhesion, migration and regeneration, Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, nr 143, 2017, s. 58-58.	0	0	0	7	20
6*	Sawosz Chwalibóg Ewa, Hotowy Anna, Bakowicz-Mitura Katarzyna, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog André: Carbon allotropes for muscle regeneration, Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, nr 143, 2017, s. 49-49	0	0	0	7	20

7	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Chwalibog André: Assessment of the proliferation status of glioblastoma cell and tumour tissue after nanoplatinum treatment, PLoS ONE, vol. 12, nr 5, 2017, Numer artykułu: e0178277, s. 1-14, DOI:10.1371/journal.pone.0178277.	2,806	2,900	3,300	40	100
8*	Jaworski Sławomir, Hinzmann Mateusz, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Vadalasetty Krishna, Lipińska Ludwika, Chwalibog André: Interaction of different forms of graphene with chicken embryo red blood cells, Environmental Science and Pollution Research, vol. 24, nr 27, 2017, 21671–21679, DOI:10.1007/s11356-017-9788-5.	2,741	4,37	5,154	30	100
9*	Jaworski Sławomir, Biniecka Paulina, Bugajska Żaneta, Daniluk Karolina, Dyjak Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Grodzik Marta, Chwalibog André: Analysis of the cytotoxicity of hierarchical nanoporous graphenic carbon against human glioblastoma grade IV cells, International Journal of Nanomedicine, vol. 12, 2017, s. 3839-3849, DOI:10.2147/IJN.S135932	4,37	6,700	7,500	30	140
10*	Hotowy Anna, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog André: Development and optimization of myocardial tissue culture in ovo, Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, nr 143, 2017, s. 54-54	0	0	0	7	20
11*	Chwalibog André, Vadalasetty Krishna, Lauridsen Charlotte, Engberg Ricarda, Vadalasetty Radhika, Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa: Effect of silver nanoparticles on chicken health after infection with Campylobacter jejuni, Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, nr 143 specjalny, 2017, s. 52-52	0	0	0	7	20

12*	Vadalasetty Krishna, Lauridsen Charlotte, Engberg Ricarda, Vadalasetty Radhika, Kutwin Marta, Chwalibog André, Sawosz Chwalibóg Ewa: Influence of silver nanoparticles on growth and health of broiler chickens after infection with <i>Campylobacter jejuni</i> , BMC Veterinary Research, vol. 14, 2018, s. 1-11, DOI:10.1186/s12917-017-1323-x.	1,792	2,300	2,600	40	140
13*	Strojny-Cieślak Barbara, Sawosz Chwalibóg Ewa, Grodzik Marta, Jaworski Sławomir, Szczepaniak Jarosław, Sosnowska Malwina, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Orlńska S., Chwalibog A.: Nanostructures of diamond, graphene oxide and graphite inhibit CYP1A2, CYP2D6 and CYP3A4 enzymes and downregulate their genes in liver cells, International Journal of Nanomedicine, vol. 13, 2018, s. 8561-8575, DOI:10.2147/IJN.S188997	4,471	6,700	7,500	30	140
14*	Sosnowska Malwina, Jankiewicz Urszula, Kutwin Marta, Chwalibog André, Gałązka Agnieszka: Influence of salts and metal nanoparticles on the activity and thermal stability of a recombinant chitinase from <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> N4, Enzyme and Microbial Technology, vol. 116, 2018, s. 4-15, DOI:10.1016/j.enzmictec.2018.05.003	3,553	3,400	3,200	30	70
15*	Szmidt Maciej, Stankiewicz Adrian, Urbańska Kaja, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Grodzik Marta, Burzyńska Beata, Góra Monika, Sawosz Chwalibóg Ewa: Graphene oxide down-regulates genes of the oxidative phosphorylation complexes in a glioblastoma, BMC Molecular Biology, vol. 20, nr 1, 2019, s. 1-9, DOI:10.1186/s12867-018-0119-2	1,658	4,619	3,375	70	40
16*	Sosnowska Malwina, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara, Wierzbicki Mateusz, Szczepaniak Jarosław, Łojkowski Maciej, Świąszkowski Wojciech, Bałaban Jaśmina, Sawosz Chwalibóg Ewa: Mechano-signalling, induced by fullerene C60 nanofilms, arrests the cell cycle in the G2/M phase and decreases proliferation of liver cancer cells,	5,115	6,700	7,500	30	140

	International Journal of Nanomedicine, vol. 14, 2019, s. 6197-6215, DOI:10.2147/IJN.S206934					
17*	Sekretarska Justyna, Szczepaniak Jarosław, Sosnowska Malwina, Grodzik Marta, Kutwin Marta, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir, Bałaban Jaśmina, Sawosz Chwalibóg Ewa, Strojny-Cieślak Barbara: Influence of selected carbon nanostructures on the CYP2C9 enzyme of the P450 cytochrome, Materials, MDPIAG, vol. 12, nr 24, 2019, Numer artykułu: 4149, s. 1-14, DOI:10.3390/ma12244149	3,057	3,100	3,400	140	140
18	Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Grodzik Marta, Sosnowska Malwina, Trzaskowski Maciej, Chwalibog André: Nanocomplexes of graphene oxide and platinum nanoparticles against colorectal cancer Colo205, HT-29, HTC-116, SW480, liver cancer HepG2, human breast cancer MCF-7, and adenocarcinoma LNCaP and human cervical Hela B cell lines, Materials, MDPIAG, vol. 12, nr 6, 2019, Numer artykułu: 906, s. 1-17, DOI:10.3390/ma12060909	3,057	3,100	3,400	140	140
19*	Jaworski Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara, Sawosz Chwalibóg Ewa, Wierzbicki Mateusz, Grodzik Marta, Kutwin Marta, Daniluk Karolina, Chwalibog André: Degradation of mitochondria and oxidative stress as the main mechanism of toxicity of pristine graphene on U87 glioblastoma cells and tumors and HS-5 cells, International Journal of Molecular Sciences, vol. 20, nr 3, 2019, Numer artykułu: 650, s. 1-17, DOI:10.3390/ijms20030650	4,556	4,900	5,600	140	140

20*	Grodzik Marta, Szczepaniak Jarosław, Strojny-Cieślak Barbara, Hotowy Anna, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Soltan Emilia, Mandat Tomasz, Lewicka Aneta: Diamond nanoparticles downregulate expression of CycD and CycE in glioma cells, <i>Molecules</i> , vol. 24, nr 8, 2019, Numer artykułu: 1549, s. 1-16, DOI:10.3390/molecules24081549	3,267	4,200	4,600	140	140
21*	Wierzbicki Mateusz, Hotowy Anna, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Bałaban J., Sosnowska Malwina, Wójcik Barbara, Wędzińska A., Chwalibog A., Sawosz Chwalibóg Ewa: Graphene oxide scaffold stimulates differentiation and proangiogenic activities of myogenic progenitor cells, <i>International Journal of Molecular Sciences</i> , vol. 21, nr 11, 2020, Numer artykułu: 4173, s. 1-16, DOI:10.3390/ijms21114173	5,924	4,900	5,600	140	140
22*	Hotowy Anna, Grodzik Marta, Zielińska-Górska Marlena, Chojnacka Natalia, Kurantowicz Natalia, Dyjak Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara, Kutwin Marta, Chwalibog André, Sawosz Chwalibóg Ewa: Silver and Graphenic Carbon Nanostructures Differentially Influence the Morphology and Viability of Cardiac Progenitor Cells, <i>Materials</i> , MDPIAG, vol. 13, nr 9, 2020, Numer artykułu: 2159, s. 1-18, DOI:10.3390/ma13092159	3,623	3,100	3,400	140	140
23*	Daniłuk Karolina, Kutwin Marta, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Strojny-Cieślak Barbara, Szczepaniak Jarosław, Bałaban Jaśmina, Sosnowska Malwina, Sawosz Chwalibóg Ewa, Jaworski Sławomir: Use of selected carbon nanoparticles as melittin carriers for MCF-7 and MDA-MB-231 human breast cancer cells, <i>Materials</i> , MDPIAG, vol. 13, nr 1, 2020, Numer artykułu: 90, s. 1-20, DOI:10.3390/ma13010090	3,623	3,100	3,400	140	140
24*	Zglińska Klara, Niemiec Tomasz, Łozicki Andrzej, Matusiewicz Magdalena, Szczepaniak Jarosław, Puppel Kamila, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Rygało-Galewska Anna, Koczoń Piotr: Effect of <i>Elaeagnus umbellata</i> (Thunb.) fruit extract on H ₂ O ₂ -induced oxidative and inflammatory responses in normal fibroblast cells, <i>PeerJ</i> , vol. 9, 2021, Numer artykułu:	3,061	2,300	2,800	100	100

	e10760, s. 1-22, DOI:10.7717/peerj.10760					
25*	Sosnowska Malwina, Kutwin Marta, Strojny-Cieślak Barbara, Koczoń Piotr, Szczepaniak Jarosław, Bałaban Jaśmina, Daniluk Karolina, Jaworski Sławomir, Bielawski Wiesław, Sawosz Chwalibóg Ewa: Graphene oxide nanofilm and chicken embryo extract decrease the invasiveness of HepG2 liver cancer cells, Cancer Nanotechnology, Springer Science + Business Media, vol. 12, nr 1, 2021, s. 1-33, DOI:10.1186/s12645-020-00073-5	7,917	4,500	5,100	100	100
26*	Sosnowska Malwina, Kutwin Marta, Strojny-Cieślak Barbara, Wierzbicki Mateusz, Cysewski Dominik, Szczepaniak Jarosław, Ficek Mateusz, Koczoń Piotr, Jaworski Sławomir, Sawosz Chwalibóg Ewa: Diamond Nanofilm Normalizes Proliferation and Metabolism in Liver Cancer Cells, Nanotechnology, Science and Applications, Dove Medical Press Ltd., vol. 14, 2021, s. 115-137, DOI:10.2147/nsa.s322766	0	5.4	4.9	200	200
27	Kutwin Marta, Sosnowska Malwina, Strojny-Cieślak Barbara, Jaworski Sławomir, Trzaskowski Maciej, Wierzbicki Mateusz, Chwalibog Andre, Sawosz Chwalibóg Ewa: MicroRNA Delivery by Graphene-Based Complexes into Glioblastoma Cells, Molecules, vol. 26, nr 19, 2021, Numer artykułu: 5804, s. 1-28, DOI:10.3390/molecules26195804	4,927	4,200	4,600	140	140
28*	Jaworski Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Kamaszewski Maciej, Matuszewski Arkadiusz, Sosnowska Malwina, Lange Agata, Pruchniewski Michał: Comparison of the Toxicity of Pristine Graphene and Graphene Oxide, Using Four Biological Models, Materials, MDPIAG, vol. 14, nr 15, 2021, Numer artykułu: 4250, s. 1-18, DOI:10.3390/ma14154250	3,748	3,100	3,400	140	140

29*	Lange Agata, Sawosz Chwalibóg Ewa, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Daniluk Karolina, Strojny-Cieślak Barbara, Ostrowska Agnieszka, Wójcik Barbara, Gołębiowski Marcin, Jaworski Sławomir: Nanocomposites of Graphene Oxide—Silver Nanoparticles for Enhanced Antibacterial Activity: Mechanism of Action and Medical Textiles Coating, Materials, MDPIAG, vol. 15, nr 9, 2022, Numer artykułu: 3122, s. 1-17, DOI:10.3390/ma15093122	3,400	3,100	3,400	140	140
30*	Janik Monika, Sosnowska Malwina, Gabler Tomasz, Koba Marcin, Myśliwiec Anna, Kutwin Marta, Sawosz Chwalibóg Ewa, Śmietana Mateusz: Life in an optical fiber: Monitoring of cell cultures with microcavity in-line Mach-Zehnder interferometer, Biosensors & Bioelectronics, Elsevier BV, vol. 217, 2022, Numer artykułu: 114718, s. 1-9, DOI:10.1016/j.bios.2022.114718	12,600	10,700	9,900	200	200
31*	Wójcik Barbara, Zawadzka Katarzyna, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Ostrowska Agnieszka, Grodzik Marta, Małolepszy Artur, Mazurkiewicz-Pawlicka Marta, Wierzbicki Mateusz: Dependence of diamond nanoparticle cytotoxicity on physicochemical parameters: comparative studies of glioblastoma, breast cancer, and hepatocellular carcinoma cell lines, Nanotoxicology, Taylor & Francis, vol. 17, nr 4, 2023, s. 310-337, DOI:10.1080/17435390.2023.2218925	5,000	3,600	4,600	140	140
32*	Sosnowska-Ławnicka Malwina, Kutwin Marta, Koczoń Piotr, Chwalibóg André, Sawosz Chwalibóg Ewa: Polyhydroxylated Fullerene C60(OH)40 Nanofilms Promote the Mesenchymal–Epithelial Transition of Human Liver Cancer Cells via the TGF-β1/Smad Pathway, Journal of Inflammation Research, Dove Medical Press Ltd, vol. 16, 2023, s. 3739-3761, DOI:10.2147/jir.s415378	4,500	4,200	4,600	140	140
33*	Sosnowska-Ławnicka Malwina, Kutwin Marta, Zawadzka Katarzyna, Pruchniewski Michał, Strojny-Cieślak Barbara, Bujalska Zuzanna, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir, Sawosz Chwalibóg Ewa: Influence of C60 Nanofilm on the Expression of Selected Markers of	5,200	6,100	6,700	200	140

	Mesenchymal–Epithelial Transition in Hepatocellular Carcinoma, Cancers, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), vol. 15, nr 23, 2023, Numer artykułu: 5553, s. 1-28, DOI:10.3390/cancers15235553					
34*	Pruchniewski Michał, Sawosz Chwalibóg Ewa, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Ostrowska Agnieszka, Łojkowski Maciej, Koczoń Piotr, Nakielski Paweł, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara: Nanostructured graphene oxide enriched with metallic nanoparticles as a biointerface to enhance cell adhesion through mechanosensory modifications, Nanoscale, vol. 15, nr 46, 2023, s. 18639-18659, DOI:10.1039/d3nr03581f	6,700	5,800	6,100	140	140
35*	Kutwin Marta, Sosnowska-Ławnicka Malwina, Ostrowska Agnieszka, Trzaskowski Maciej, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir: Influence of GO-Antisense miRNA-21 on the Expression of Selected Cytokines at Glioblastoma Cell Lines, International Journal of Nanomedicine, vol. 18, 2023, s. 4839-4855, DOI:10.2147/ijn.s419957	8,000	6,700	7,500	30	140
36*	Daniluk Karolina, Lange Agata, Wójcik Barbara, Zawadzka Katarzyna, Bałaban Jaśmina, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir: Effect of Melittin Complexes with Graphene and Graphene Oxide on Triple-Negative Breast Cancer Tumors Grown on Chicken Embryo Chorioallantoic Membrane, International Journal of Molecular Sciences, MDPI, vol. 24, nr 9, 2023, Numer artykułu: 8388, s. 1-15, DOI:10.3390/ijms24098388	4,600	4,900	5,600	140	140
37*	Betlej Izabela, Andres Bogusław, Cebulak Tomasz, Kapusta Ireneusz, Balawejder Maciej, Jaworski Sławomir, Lange Agata, Kutwin Marta, Pisulewska Elżbieta, Borysiuk Piotr: Antimicrobial Properties and Assessment of the Content of Bioactive Compounds Lavandula angustifolia Mill. Cultivated in Southern Poland, Molecules, MDPI, vol. 28, nr 17, 2023, Numer artykułu: 6416, s. 1-17, DOI:10.3390/molecules28176416	4,600	4,200	4,600	140	140

38*	Nasiłowska Barbara, Bombalska Aneta, Kutwin Marta, Lange Agata, Jaworski Sławomir, Narojczyk Kamila, Olkowicz Klaudia, Bogdanowicz Zdzisław: Ciprofloxacin-, Cefazolin-, and Methicilin-Soaked Graphene Paper as an Antibacterial Medium Suppressing Cell Growth, International Journal of Molecular Sciences, MDPI, vol. 25, nr 5, 2024, Numer artykułu: 2684, s. 1-16, DOI:10.3390/ijms25052684	5,600			140	
39*	Lange Agata, Matuszewski Arkadiusz, Kutwin Marta, Ostrowska Agnieszka, Jaworski Sławomir: Farnesol and Selected Nanoparticles (Silver, Gold, Copper, and Zinc Oxide) as Effective Agents Against Biofilms Formed by Pathogenic Microorganisms, Nanotechnology, Science and Applications, Dove Medical Press Ltd., vol. 17, 2024, s. 107-125, DOI:10.2147/nsa.s457124	4,900	4,900	4,900	200	200
40*	Betlej I, Żurek N, Cebulak T, Kapusta I, Balawejder M, Kiełtyka-Dadasiewicz A, Jaworski S, Lange A, Kutwin M, Krochmal-Marczak B, Kłosińska T, Nasiłowska B, Mierczyk Z, Borysiuk P. Evaluation of Chemical Profile and Biological Properties of Extracts of Different Origanum vulgare Cultivars Growing in Poland. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25:1–20.	4,600	4,200	4,600	140	140
41*	Betlej Izabela, Andres Bogusław, Borysiak Sławomir, Jaworski Sławomir, Kutwin Marta, Krajewski Krzysztof, Boruszewski Piotr: Graphene Oxide as a Factor Modifying the Properties of Wood, Coatings, Molecular Diversity Preservation International (MDPI), vol. 14, nr 3, 2024, Numer artykułu: 321, s. 1-13, DOI:10.3390/coatings14030321	3,400	2,900	3,100	100	100
42*	Anna Hotowy, Barbara Strojny-Cieślak, Agnieszka Ostrowska, Marlena Zielińska-Górska, Marta Kutwin, Mateusz Wierzbicki, Malwina Sosnowska, Sławomir Jaworski, André Chwalibóg, Ireneusz Kotela, Ewa Sawosz Chwalibóg: Silver Nanoparticles and Carbon Nanomaterials as Safe and Effective ACE2-S Binding Blockers on Human Skin Cell Lines. Molecules. 2024 Jul 29;29(15):3581. doi:	4,200	4,200	4,600	140	140

	10.3390/molecules29153581.					
43*	Lange A., Kutwin M., Zawadzka K., Ostrowska A., Strojny-Cieślak B., Nasiłowska B., Bombalska A., Jaworski S.: Impaired Biofilm Development on Graphene Oxide-Metal Nanoparticle Composites, Nanotechnology, Science and Applications, Dove Medical Press Ltd., vol. 17, 2024, s. 303-320, DOI:10.2147/nsa.s485841.	4,900	4,900	4,900	200	200
44	Kutwin Marta, Sosnowska – Ławnicka Malwina, Nasiłowska Barbara, Lange Agata, Wierzbicki Mateusz, Jaworski Sławomir. The delivery of mimic miRNA-7 into glioblastoma cells and tumour tissue by graphene oxide nanosystems. Nanotechnology Science and Application. 2024, DOI: 10.2147/NSA.S469193	4.9	4.9	4.9	200	200
45*	Nasiłowska B., Włodarski M., Kaliszewski M., Bogdanowicz Z., Krzowski Ł., Kopczyński K., Witkowski G., Czeczott-Urban A., Bombalska A., Kutwin M.: Decontamination Effect of Hypochlorous Acid Dry Mist on Selected Bacteria, Viruses, Spores, and Fungi as Well as on Components of Electronic Systems, International Journal of Molecular Sciences, MDPI, vol. 25, nr 13, 2024, Numer artykułu: 7198, s. 1-24, DOI:10.3390/ijms25137198.	4,900	4,900	4,900	140	140
46*	Paciejewski M., Lange A., Jaworski S., Kutwin M., Bombalska A., Siwiński J., Olkiewicz K., Mierczyk J., Narojczyk K., Bogdanowicz Z.: Effect of Doping Cement Mortar with Triclosan, Hypochlorous Acid, Silver Nanoparticles and Graphene Oxide on Its Mechanical and Biological Properties, Materials, MDPI, vol. 17, nr 24, 2024, Numer artykułu: 6288, s. 1-21, DOI:10.3390/ma17246288	3,100	3,100	3,400	140	140

47*	Sosnowska-Ławnicka M., Wierzbicki M., Nasiłowska B., Bakalova T., Piotrowska K., Strojny-Cieślak B., Sawosz Chwalibóg E., Kutwin M.: Fullerenol C60(OH)40 Nanoparticles and Ectoine Protect Human Nasal Epithelial Cells Against the Cytokine Storm After Addition of the Full-Length Spike Protein from SARS- CoV-2, International Journal of Nanomedicine, vol. 19, 2024, s. 12221-12255, DOI:10.2147/ijn.s482652.	6,600	6,600	6,600	140	140
48*	Sowińska A., Lange A., Kutwin M., Jaworski S., Skrzeczanowski W., Bombalska A., Romiszewska A., Olkiewicz K., Bogdanowicz Z., Nasiłowska B.: Effect of Graphene Aerosol Doped with Hypochlorous Acid, Curcumin, and Silver Nanoparticles on Selected Structural and Biological Properties, Materials, MDPI, vol. 17, nr 22, 2024, Numer artykułu: 5640, s. 1-15, DOI:10.3390/ma17225640	3,100	3,100	3,100	140	140
KOMUNIKATY POKONFERENCYJNE (WYDANE W CZASOPISMACH)						
1*	Kutwin M, Sawosz E., Jaworski S., Wierzbicki M., Strojny B., Chwalibog A. Platinum nanoparticles as effective inhibitors of cel proliferation in glioma. 2016;54:3. ISSN:1641- 4660		1,500	1,500		70
ROZDZIAŁ W MONOGRAFII, ROZDZIAŁ W KSIĄŻCE						
1*	Jaworski Sławomir, Strojny-Cieślak Barbara, Wierzbicki Mateusz, Grodzik Marta, Kutwin, Marta: Wybrane zagadania z podstaw mikrobiologii i fizjologii bakterii. Wydawnictwo SGGW, 2020. ISBN: 978-83-7583-921-0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*) pozycje niewymienione w punkcie I.2,

**) na podstawie Załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

II.5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych.

Tabela III. Wykaz projektów naukowych

Rok/lata	Nazwa Projektu
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2014-2017 r.	Nanocząstki platyny jako regulatory autokonsumpcji DNA w procesie śmierci komórki w badaniach na modelu glejaka wielopostaciowego in vitro i in ovo Konkurs: PRELUDIUM 5 , panel: NZ9 Kierownik: dr Marta Kutwin Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
2013 r.	Kierownik projektu, grant wewnętrzny na Wydziale Nauk o Zwierzętach, SGGW „Nanocząstki platyny (Pt0) jako czynniki indukujące programowaną śmierć komórki na drodze apoptozy w komórkach glejaka łac. Glioblastoma multiforme” Kierownik: dr Marta Kutwin Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
2014 r.	Kierownik projektu, grant wewnętrzny na Wydziale Nauk o Zwierzętach, SGGW „Wpływ nanocząstek platyny (Pt) na rozwój embrionalny zarodka kury ze szczególnym uwzględnieniem neurotoksyczności” Kierownik: dr Marta Kutwin Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
2014-2017 r.	Udział w projekcie NCN „Grafen i nanokompleksy grafitu jak modulatory odżywiania komórki i ekspresji białka p53 w badaniach na modelu glejaka wielopostaciowego in vitro i in ovo” 2011/03/B/NZ9/03387 2012-2016.
2012 r.	Udział w projekcie nr POIG.01.03.01-00-014/08 Mikro- i nanosystemy w chemii i diagnostyce biomedycznej (MNS-DIAG), realizowanym w ramach programu Operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka, 2007-2013. Priorytet 1, Działanie 1.3, poddziałanie 1.3.1, projekt koordynowany przez Instytut Technologii Elektronowej, realizowany we współpracy z Politechniką Warszawską 2009-2012
2010-2012 r.	Udział w projekcie „Nanotechnology in poultry production. Can silver nanoparticles promote health and growth of chickens?” nr 2106-08-0025 (w ramach współpracy z Uniwersytetem w Kopenhadze). Projekt finansowany przez Danish Agency for Science, Technology and Innovation, Danish Council for Strategic Research, 2008-2012.
2010-2013 r.	Udział w projekcie NCN "Nano-feeding: method of activating anti-cancer mechanisms in experiment in ovo" NN311540840 2010-2013.
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2014-2017 r.	Projekt: Nanocząstki platyny jako regulatory autokonsumpcji DNA w procesie śmierci komórki w badaniach na modelu glejaka wielopostaciowego in vitro i in ovo Konkurs: PRELUDIUM 5 , panel: NZ9 Kierownik: dr Marta Kutwin Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

2017-2021 r.	Projekt: Nanostrukturalne platformy jako systemy nośnikowe molekularnych sygnałów programowanej śmierci komórki w badaniach modelowych glejaka wielopostaciowego. Konkurs: SONATA 12, panel: NZ7 Kierownik: dr Marta Kutwin Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Zwierzętach
2021-2024r.	Udział w projekcie „Zależne od mikrośrodowiska zaburzenie nowotworowych naczyń włosowatych przez nanocząstki diamentu w leczeniu silnie unaczynionych nowotworów” Konkurs: OPUS, panel:NZ7 Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Biologii

II.6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)

nie dotyczy/ brak

II.7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

Przed uzyskaniem stopnia doktora n. rolniczych (2012-2015 r.) wzięłam udział w 9 konferencjach naukowych. Po uzyskaniu stopnia doktora n. rolniczych (od 2015 do 2025 r.) uczestniczyłam w 42 konferencjach naukowych.

Tabela IV. Wykaz odbytych konferencji krajowych i międzynarodowych.

Lp.	Nazwa konferencji	Zasięg regionalny	Autorzy	Tytuł	Forma uczestnictwa
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH					
1	IX International Conference of Young Researchers “Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition” w dniach 16-19.09.2012 r. Szczecin, Polska	międzynarodowy	M. Prasek, E. Sawosz, M. Grodzik, M. Wierzbicki, S. Jaworski, A. Chwalibog	Influence of platinum nanoparticles on development of chicken embryos.	poster
2	III Konferencji Studenckiej pn. „Biotechnologia w Nano – wymiarze” Wernia k. Rzeszowa, 18.04.2013 r. ”	krajowy	M.Prasek, E. Sawosz, S.Jaworski, M.Wierzbicki, M. Grodzik	„Biologiczne interakcje nanocząstek platyny (Pt0) z komórkami glejaka łac. glioblastoma multiforme	prezentacja
3	Nano and Advanced Materials Workshop and Fair NAMF 2013, Warszawa 16-19.09.2013 r.	międzynarodowy	M.Prasek, E.Sawosz, S.Jaworski, M.Wierzbicki, M.Grodzik	Comparision of In vitro cytotoxicity of platinum nanoparticles and cisplatin against human glioma cells	poster
4	IX International Conference of Young Researchers “Physiology	międzynarodowy	Wierzbicki , E. Sawosz, M. Grodzik, M.	Carbon nanoparticles effect on chicken embryo chorioallantoic	Prezentacja

	and Biochemistry in Animal Nutrition” 16-19.09.2012 r. w Szczecin		Prasek, S. Jaworski, A. Chwalibog.	membrane caveolae	
5	Nano-Biotechnologia PL, Warszawa 17-18.09.2012 r.	międzynarodowy	E. Sawosz, S. Jaworski M. Grodzik, M. Wierzbicki, M. Prasek.	Biological properties of graphene.	prezentacja
6	Nano-Biotechnologia PL, Warszawa 17-18.09.2012 r.	międzynarodowy	M. Grodzik, E. Sawosz, M. Wierzbicki, S. Jaworski, M. Prasek.	Diamond nanoparticles - antiangiogenic factor in brain cancer therapy?	poster
7	The 6th International Meeting on Developments in Materials, Processes and Applications of Emerging Technologies (MPA)” w Alvor-Algarve Portugalia; 2-4.07.2012 r.	międzynarodowy	E. Sawosz, A. Chwalibog, M. Grodzik, M. Wierzbicki, M. Prasek, S. Jaworski, J. Szeliga	The carbon nanoparticles and organic structures biointeraction.	poster
8	Nanotech w Santa Clara USA; 21.06.2012 r.	międzynarodowy	M. Grodzik, E. Sawosz, M. Wierzbicki, A. Hotowy, M. Prasek, S. Jaworski, A. Chwalibog.	VEGF-dependent mechanism of anti-angiogenic action of diamond nanoparticles in glioblastoma multiforme tumor.	prezentacja
9	Brain Tumor 2012; Warszawa; 28-30.06.2012 r.	międzynarodowy	M. Grodzik, E. Sawosz, S. Jaworski, M. Prasek, M. Wierzbicki.	Carbon nanoparticles – novel agent for glioma therapy.	poster
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH					
1.	Applied Nanotechnology and Nanoscience International Conference 2017 r.	międzynarodowy	Sławomir Jaworski, Mateusz Wierzbicki, Ewa Sawosz, Marta Kutwin, Barbara Strojny, Natalia Kurantowicz, Marta Grodzik	Graphene-based nanocomposites decorated with silver nanoparticles as antibacterial agent	poster
2	Applied Nanotechnology and Nanoscience International Conference 2017 r.	międzynarodowy	Barbara Strojny, Marta Grodzik, Malwina Sosnowska, Jarosław Szczepaniak, Marta Kutwin, Sławomir Jaworski, Natalia Kurantowicz, Mateusz Wierzbicki, Anna Hotowy, Ewa Sawosz	Cytochrome P450 genes expression in HepG2 cells after treatment with nanostructures of different allotropic forms of carbon	Poster
3	II Konferencja Młodych Naukowców 26.05.2017 r.	krajowa	Malwina Sosnowska, Marta Kutwin, Adrian Adamiak, Kamil Gawin, Żaneta Bugajska, Karolina Daniluk	Zielona synteza nanocząstek srebra z użyciem wodnych ekstraktów mięty (Mentha piperita) i kapusty (Brassica oleracea var. capitata) i ich aktywność przeciwbakteryjna	poster
4	26th Annual Conference	międzynarodowy	Hotowy Anna,	Development and	prezentacja

	'Biomaterials in Medicine and Veterinary Medicine' 15.10. 2017 r.		Sawosz Ewa, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog Andre	optimization of myocardial tissue culture in ovo	
5	26th Annual Conference 'Biomaterials in Medicine and Veterinary Medicine' 15.10.2017 r.	międzynarodowy	Sawosz Ewa, Hotowy Anna, Mitura Katarzyna, Grodzik Marta, Wierzbicki Mateusz, Kutwin Marta, Jaworski Sławomir, Chwalibog Andre	Carbon allotrops for muscle regeneration	prezentacja
	26th Annual Conference 'Biomaterials in Medicine and Veterinary Medicine' 15.10.2017 r.	międzynarodowy	Malwina Sosnowska, Ewa Sawosz, Marta Kutwin, Andre Chwalibog	Carbon nanoscaffolds for fibroblast and hepatocellular carcinoma cells adhesion, migration and regeneration	poster
8	SENM 2017 Smart Engineering of New Materials,	międzynarodowy	Ewa Sawosz, Anna Hotowy, Katarzyna Mitura, Marta Grodzik, Mateusz Wierzbicki, Marta Kutwin, Sławomir Jaworski, André Chwalibog	Carbon nanoscaffolds for muscle regeneration	poster
9	Ogólnopolska Konferencja Naukowa w Warszawie „Wyzwania Doktorantów i Doktorów Wobec Współczesnej Nauki” 21.10.2021 r.	krajowa	Sosnowska M, Kutwin M, Sawosz E, Szczepaniak J, Daniluk K, Zglińska K, Strojny B	Green synthesis of silver nanoparticles by using aqueous mint (Mentha Piperita) and cabbage (Brassica oleracea var. capitata) extracts and their antibacterial activity.	poster
10	VIII th Intercollegiate Biotechnology Symposium SYMBIOZA 17-19.05.2019 r.	krajowa	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Jaworski S., Strojny B., Wierzbicki M., Szczepaniak J., Łojkowski M., Bałaban J., Chwalibog A., Daniluk K., Zglińska K.	Fullerenes triggered G2/M-phase arrest of liver cancer cells by mechanotransduction towards membranę proteins, cytoskeleton and the nucleus	prezentacja
11	III Seminarium im. Prof. Aleksandry Sokołowskiej „Grafen: właściwości i zastosowanie, 06.12.2019 r.	krajowa	Sosnowska M., Kutwin M., Sawosz E., Szczepaniak J., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Strojny B	Fuleren C60 jako nanofilm redukujący proliferację i migrację komórek nowotworowych wątroby przez mechanotransdukcję	prezentacja
12	III Seminarium im. Prof. Aleksandry Sokołowskiej „Grafen: właściwości i zastosowanie, 06.12.2019 r.	krajowa	Kutwin M., Migurska E., Sosnowska M.	Nanocząstki złota, zredukowanego tlenku grafenu oraz tlenku grafenu jako systemy nośników dostarczania	prezentacja

				leków do komórek nowotworowych.	
13	III Seminarium im. Prof. Aleksandry Sokołowskiej „Grafen: właściwości i zastosowanie, 06.12.2019 r.	krajowa	Jaworski S., Strojny-Cieślak B., Kutwin M., Wierzbicki M., Grodzik M., Sawosz E., Sosnowska M., Szczepaniak J., Bałaban J., Daniluk K.	Nanokompozyty tlenku grafenu dekorowane nanocząstkami srebra jako czynnik antybakteryjny.	prezentacja
14	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	M. Wierzbicki, E. Sawosz, B. Strojny, S. Jaworski, M. Grodzik, M. Kutwin, A. Chwalibog	Graphene Oxide Nanoplatelets Decrease Glioma Induced Angiogenesis	prezentacja
15	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	E. Sawosz, S. Jaworski, M. Kutwin, M. Grodzik, M. Wierzbicki, B. Strojny, M. Sosnowska, J. Bałaban, J. Szczepaniak, K. Daniluk, A. Chwalibog	Graphene Functionalised with Arginine and Proline as Drug Delivery System	Poster
16	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	M. Kutwin, E. Sawosz, M. Sosnowska, B. Strojny- Cieślak, M. Wierzbicki, M. Grodzik, M. Trzaskowski, A. Chwalibog	Graphene Nanoplatfrom as Selective Gene Delivery System in Glioblastoma Cancer Research	prezentacja
17	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	B. Strojny, E. Sawosz, M. Grodzik, J. Sekretarska, S. Jaworski, M. Wierzbicki, M. Kutwin, J. Szczepaniak, M. Sosnowska, J. Bałaban, K. Daniluk, A. Chwalibog	Inhibition of Selected P450 Cytochromes by Carbon Nanostructures	prezentacja
18	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	M. Sosnowska, E. Sawosz, M. Kutwin, B. Strojny, M. Wierzbicki, S. Jaworski, J. Szczepaniak, J. Bałaban, M. Łojkowski, K. Daniluk, A. Chwalibog	Mechano-Signalling, Induced by Fullerene C60 Nanofilms, Arrests the Cell Cycle in the G2/M Phase and Decreases Proliferation of Liver Cancer Cells	prezentacja
19	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	A. Chwalibog, E. Sawosz, S.	Scaffolds of Carbon Nanoparticles Can	poster

			Jaworski, M. Kutwin, M. Grodzik, M. Wierzbicki, B. Strojny, M. Sosnowska, J. Bałaban, J. Szczepaniak, K. Daniluk	Mimic a Muscle Cell Niche for Regeneration of Muscle Tissue after Oncological Deficits	
20	1st CA17140 Conference COST, 15-17.10.2019 r.	międzynarodowy	S. Jaworski, E. Sawosz, M. Wierzbicki, B. Strojny, M. Grodzik, M. Kutwin, K. Daniluk, M. Sosnowska, J. Szczepaniak, J. Bałaban	Graphene Oxide-Based Nanocomposites Decorated with Zink Oxide Nanoparticles as Antibacterial Agent	poster
21	Dokonania Naukowe Doktorantów Edycja VIII, 25.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Kutwin M., Sawosz E., Szczepaniak J., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Strojny B.	Green synthesis of silver nanoparticles by using aqueous mint (<i>Mentha piperita</i>) and cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var <i>capitata</i>) extracts and their antibacterial activity	prezentacja
22	Dokonania Naukowe Doktorantów Edycja VIII, 25.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Kutwin M., Sawosz E., Szczepaniak J., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Strojny B.	Mechano-signalling, induced by fullerene C60 nanofilms, arrests the cel cycle in the G2/M phase and decreases proliferation of liver cancer cells	prezentacja
23	Ogólnokrajowa Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Kutwin M., Sawosz E., Daniluk K., Szczepaniak J.	Chicken embryo as a model organism	prezentacja
24	Ogólnokrajowa Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Kutwin M., Sawosz E., Zglińska K.	Eco-friendly method of silver nanoparticles synthesis	prezentacja
25	Ogólnokrajowa Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Kutwin M., Chwalibog A., Sawosz E., Zglińska K.	Influence of salts and metal nanoparticles on the activity and thermal stability of a recombinant chitinase from <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> N4	prezentacja
26	Ogólnokrajowa Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Kutwin M., Sawosz E., Strojny B.	Modification of the microenvironment by Graphene oxide and chicken embryo extract inhibits fibrosis and liver cancer cells proliferation	prezentacja
27	Ogólnokrajowa Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M.	Primary cultures as an alternative model in research	prezentacja

28	Ogólnokrajowa Konferencja OMNIBUS CZ III, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Zglińska K., Bałaban J., Szczepaniak J., Strojny B., Jaworski S.	Zielona synteza nanocząstek srebra z użyciem wodnych ekstraktów mięty (<i>Mentha piperita</i>) i kapusty (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>) i ich aktywność przeciwbakteryjna	prezentacja
29	Ogólnokrajowa Konferencja OMNIBUS CZ III, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Szczepaniak J., Strojny B., Jaworski S., Daniluk K., Zglińska K., Bałaban J.	Modification of the microenvironment by fullerene inhibits liver cancer cells proliferation	prezentacja
30	Ogólnokrajowa Konferencja OMNIBUS CZ III, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Szczepaniak J., Strojny B., Jaworski S., Daniluk K., Zglińska K., Bałaban J.	Alotropy węgla jako aktywatory mezenchymalno-epitelialnej transformacji fenotypu komórek nowotworowych wątroby poprzez ścieżki zależne od cytokin	prezentacja
31	Ogólnokrajowa Konferencja OMNIBUS CZ III, 25-26.10.2021 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Szczepaniak J., Strojny B., Jaworski S., Daniluk K., Zglińska K., Bałaban J.	Graphene oxide film and chicken embryo extract affect liver cancer cell proliferation	prezentacja
32	Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS CZ. II, 3-4.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Szczepaniak J.	Escherichia coli as a research model	prezentacja
33	Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS CZ. II, 3-4.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Szczepaniak J.	The role of cell adhesion in cancerogenesis	prezentacja
34	Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS CZ. II, 3-4.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Szczepaniak J.	TGFβ1/Smads pathway affects epithelial-mesenchymal transition	prezentacja
35	Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS CZ. II, 3-4.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Szczepaniak J.	Mesenchymal phenotype and its consequences	prezentacja
36	Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS CZ. II, 3-4.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K.,	Metabolism in cancer progression	prezentacja

			Szczepaniak		
37	Ogólnopolska Konferencja Interdyscyplinarna OMNIBUS CZ. II, 3-4.04.2020 r.	krajowy	Sosnowska M., Sawosz E., Kutwin M., Daniluk K., Bałaban J., Zglińska K., Szczepaniak	Nanomaterials as epithelial-mesenchymal transition activators/inhibitors of cancer cells	prezentacja
38	V Seminarium im. Aleksandry Sokołowskiej "Nowoczesne Technologie Materiałowe", 15.04.2024 r.	krajowy	Ostrowska A., Lange A., Kutwin M., Sosnowska M., Sawosz E., Jaworski S.	Wizualizacja ultrastruktury bakterii poddanych działaniu wybranych nanokompozytów	poster
39	International Conference & Exhibition on Nanotechnologies, Organic Electronics & Nanomedicine, 1-8.07.2023 r.	międzynarodowy	S. Jaworski, A. Lange, A. Ostrowska, M. Kutwin, M. Wierzbicki, B. Strojny-Cieślak, E. Sawosz	Composite of silver nanoparticles - farnesol as an antibacterial agent	poster
40	International Conference & Exhibition on Nanotechnologies, Organic Electronics & Nanomedicine, 1-8.07.2023 r.	międzynarodowy	B. Wójcik, K. Zawadzka, S. Jaworski, M. Kutwin, M. Sosnowska, A. Ostrowska, M. Grodzik, A. Małolepszy, M. Mazurkiewicz-Pawlicka, M. Wierzbicki	The influence of surface functionalization, size, and production method on nanodiamonds cytotoxicity against glioblastoma cell line T98G and fibroblast cell line HFF-1	prezentacja
41	XXXIV Konferencja Naukowo-Techniczna EKOMILITARIS, 19-22.09. 2023 r.	krajowy	A. Lange, A. Matuszewski, M. Kutwin, S. Jaworski	Wpływ kompozytu farnetolu z nanocząstkami miedzi na formowanie biofilmu przez drożdże <i>Candida albicans</i>	poster
42	International Conference on Biomedical and Health Sciences, 6-7. 03. 2024 r.	międzynarodowy	Marta Kutwin	Graphene oxide-based nanosystems for efficient delivery of miRNA at glioblastoma cells and tissue	Prezentacja, wykład plenarny (online)

II.8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji

Konferencje krajowe i międzynarodowe, które współorganizowałam, zebrałam w Tabeli V.

Tabela V. Wykaz współorganizowanych konferencji krajowych i międzynarodowych.

Rok/lata	Nazwa konferencji	Zasięg regionalny	Pełniona funkcja
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA			

2014 r.	I Konferencja Młodych Naukowców „Biotechnologia w produkcji zwierzęcej”	krajowy	komitet organizacyjny
2014 r.	Organizacja Young Researchers Symposium; Pretoria, RPA	międzynarodowy	komitet organizacyjny
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA			
2016 r.	Konferencja International Conference on Nanotechnology in Medicine (NanoMed)	międzynarodowy	komitet organizacyjny
2017 r.	II Konferencja Młodych Naukowców	krajowy	komitet organizacyjny

Inny/pozostały udział w pracach komisji, zespołów warunkujący działalność organizacyjną i naukowo-dydaktyczną zebrałam w tabeli poniżej (Tabela VI.).

Tabela VI. Wykaz współtworzonych komisji, zespołów.

Rok/lata	Nazwa komitetu, komisji, zespołu, programu	Funkcja
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA		
Do 2015 r.	brak	--
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA		
2019 r.	Kierownik Zakładu Inżynierii Genetycznej (ZIG/GMM klasy I)	kierownik
2021-2025 r.	Opiekun I roku Technologii biomedycznej, Wydział Biologii i Biotechnologii, SGGW w Warszawie	opiekun
od 2022 r.	Wydziałowy Zespół ds. Oceny Jakości Kształcenia, Wydział Biologii i Biotechnologii SGGW w Warszawie	członek
Od 2025 r.	Rada Instytutu Biologii, SGGW w Warszawie	członek
Od 2025 r.	Komisja ds. Współpracy z Gospodarką w Instytucie Biologii SGGW w Warszawie	Wiceprzewodnicząca komisji

II.9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

Uczestniczyłam łącznie w pracach zespołów badawczych, w tym:

- przed uzyskaniem stopnia doktora n. rolniczych (2011-2015): 6 (5-krajowe; 1-zagraniczny), w 3 jako kierownik i główny wykonawca.
- po uzyskaniu stopnia doktora n. rolniczych (od 2015): 2 (krajowych) – jako kierownik

i główny wykonawca oraz 1 (krajowym) - jako wykonawca.

Szczegółowy wykaz **projektów** przedstawiłam w tabeli poniżej (Tabela VII.). Szarym kolorem wyszczególniłam projekty międzynarodowe.

Tabela VII. Wykaz realizowanych projektów.

Rok/lata	Grant (tytuł, typ konkursu)	Pełniona funkcja	Status
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH			
2012 r.	Kierownik projektu, grant wewnętrzny na Wydziale Nauk o Zwierzętach, SGGW „Nanocząstki platyny (Pt ⁰) jako czynniki indukujące programowaną śmierć komórki na drodze apoptozy w komórkach glejaka <i>lac. Glioblastoma multiforme</i> ”	Kierownik projektu wykonawca	zrealizowany
2013 r.	Grant wewnętrzny na Wydziale Nauk o Zwierzętach, SGGW „Wpływ nanocząstek platyny (Pt) na rozwój embrionalny zarodka kury ze szczególnym uwzględnieniem neurotoksyczności”	Kierownik projektu, główny wykonawca	zrealizowany
2012-2016 r.	Udział w projekcie NCN „Grafen i nanokompleksy grafitu jak modulatory odżywiania komórki i ekspresji białka p53 w badaniach na modelu glejaka wielopostaciowego in vitro i in ovo” 2011/03/B/NZ9/03387 2012-2016.	wykonawca	zrealizowany
2012-2013 r.	Projekt NCN "Nano-feeding: method of activating anti-cancer mechanisms in experiment in ovo" NN311540840 2010-2013.	wykonawca	zrealizowany
2012 r.	“Nanotechnology in poultry production. Can silver nanoparticles promote health and growth of chickens?” nr 2106-08-0025 (w ramach współpracy z Uniwersytetem w Kopenhadze). Projekt finansowany przez Danish Agency for Science, Technology and Innovation, Danish Council for Strategic Research, 2008-2012.	wykonawca	zrealizowany
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH			
2013-2016 r.	„Nanocząstki platyny jako regulatory autokonsumpcji DNA w procesie śmierci komórki w badaniach na modelu glejaka wielopostaciowego in vitro i in ovo”, źródło finansowania Narodowe Centrum Nauki; Nr projektu: 2013/09/N/NZ9/01895	Kierownik projektu, główny wykonawca	zrealizowany
2017-2021 r.	„Nanostrukturalne platformy jako systemy nośnikowe molekularnych sygnałów programowanej śmierci komórki w badaniach modelowych glejaka wielopostaciowego”, źródło finansowania Narodowe Centrum Nauki; 2016/23/D/NZ7/03837	Kierownik projektu, główny wykonawca	zrealizowany

2022-2024 r.	„Zależne od mikrośrodowiska zaburzenie nowotworowych naczyń włosowatych przez nanocząstki diamentu w leczeniu silnie unaczynionych nowotworów”, źródło finansowania Narodowe Centrum Nauki; 2020/37/B/NZ7/03532	wykonawca	W trakcie realizacji
--------------	---	-----------	----------------------

Ponadto w Tabeli VII. zebrałam informacje nt. otrzymanych **nagród i stypendiów naukowych**, w tym wynikających z realizacji prac badawczych.

Tabela VIII. Wykaz otrzymanych nagród i uzyskanych stypendiów naukowych

Rok/lata	Rodzaj nagrody
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2014 r.	Przyznanie stypendium Marszałka Województwa Mazowieckiego dla doktorantów z województwa mazowieckiego ramach projektu "Rozwój nauki - rozwojem regionu - stypendia i wsparcie towarzyszące dla mazowieckich doktorantów", Warszawa.
2012-2014 r.	Stypendium naukowe Rektora SGGW w Warszawie za osiągnięcia naukowe oraz dotacji podmiotowej na dofinansowanie zadań projakościowych dla doktorantów SGGW w Warszawie.
2014 r.	Dyplom uznania Dziekana Nauk o Zwierzętach, SGGW, za wyróżniającą prezentację sprawozdania z realizacji projektu pt: „Nanocząstki platyny jako czynniki indukujące programowaną śmierć komórki na drodze apoptozy w komórkach glejaka łac. Glioblastoma multiforme, Warszawa, 19.03.2014
01.10.2014 r.; 01.10.2015 r.	Dyplom uznania Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego za osiągnięcia naukowe, Warszawa
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2022 r.	Stypendium w ramach motywacyjnego systemu wynagradzania pracowników SGGW w Warszawie
2021 r.	Stypendium Ministra Nauki dla wybitnych młodych naukowców
2019,2018 r.	Nagroda zespołowa 1-szego stopnia za osiągnięcia naukowe Rektora SGGW w Warszawie
2017 r.	Stypendium w ramach motywacyjnego systemu wynagradzania pracowników SGGW w Warszawie
2017, 2016 r.	Nagroda zespołowa 2-giego stopnia za osiągnięcia naukowe Rektora SGGW w Warszawie

II.10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach

W Tabeli IX zebrałam informacje o członkostwie w organizacjach i towarzystwach naukowych.

Tabela IX. Wykaz udziału w organizacjach i towarzystwach naukowych

Rok/lata	Nazwa Towarzystwa lub organizacji	Funkcja
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH		
2015 r.	Polskie Stowarzyszenie Biomateriałów	członek

II.11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru

W tabeli poniżej (Tabela X.) przedstawiłam miejsca i czas pobytu w jednostkach naukowych wraz ze wskazaniem efektu realizowanej współpracy.

Tabela X. Wykaz odbytych krótkoterminowych staży naukowych.

Okres	Staż
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2015 r.	Wyjazd studyjny; Lab for Thin Films - Nanobiomaterials - Nanosystems & Nanometrology (LTFN), Aristotle University of Thessaloniki, Saloniki, Grecja
2014 r.	Wyjazd studyjny Uniwersytet w Pretorii, Republika Południowej Afryki
11.2013-01.2014 r.	Staż, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytetu w Kopenhadze
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
01.06.2024-01.09.2024 r.	Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie
01.05.2022- 30.08.2022 r.	Laboratorium Fizjologii Molekularnej, sekcji Patobiologii (Laboratory for Molecular Physiology, Section for Pathobiology), Uniwersytetu w Kopenhadze.

Ponadto przez lata swojej aktywności naukowej wykazywałam duże zaangażowanie w doskonalenie umiejętności i kompetencji poprzez udział w kursach, szkoleniach, warsztatach. Ukończyłam także studia podyplomowe „Biostatystyka – podstawy statystyki w badaniach medycznych”, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, data uzyskania dyplomu 06.2023r. Szczegółowe dane przedstawiłam w Tabeli XI.

Tabela XI. Wykaz realizowanych studiów, kursów, szkoleń i warsztatów.

Okres	Nazwa
-------	-------

PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2012 r.	Studium Farmaceutyczne, tytuł zawodowy technika farmacji
03.09.2012 r.	Szkolenie z obsługi kamery Jenopik ProgRes C12plus oraz programu ProgRes Capture Pro do mikroskopu fluorescencyjnego Olympus CKX41, organizowane przez firmę KAWA.SKA
10-13.09.2012 r.	„Letni kurs hodowli komórek zwierzęcych” (zajęcia praktyczne, część wykładowa) organizowany przez zakład Cytologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa
22.02.2012 r.	Szkolenie „StepOne/StepOnePlus Real-Time PCR Instrument. Principles and workflow of Real-Time PCR, quantification using Real-Time PCR, data analysis and troubleshooting” organizowany przez Life technologies, szkolenie w języku angielskim, Warszawa
4-11.07.2015 r.	Letnia szkoła International Summer School „N&N Organic Electronic & Nanomedicine” Saloniki, Grecja
21.09-25.09.2015 r.	PolLASA: szkolenie dla osób odpowiedzialnych za planowanie procedur i doświadczeń oraz ich przeprowadzenie, Warszawa
21.09-25.09.2015 r.	PolLASA: szkolenie dla osób wykonujących procedury, Warszawa
21.09-25.09.2015 r.	PolLASA: szkolenie dla osób uśmiercających zwierzęta wykorzystane w procedurach, Warszawa
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
12.12.2018 r.	Program COST, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
01.2019 r.	Good Laboratory Clinical Practice, The Global Health Network
15.03.2019 r.	Rola mikroRNA w procesie nowotworzenia, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Warszawa
24.02.2022 r.	Wybrane zagadnienia z molekularnych podstaw onkogenezy, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Warszawa
12.10.2022 r.	Innowacyjne metody biologiczne w diagnostyce i leczeniu nowotworów, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Warszawa
30-31.08.2023 r.	Certyfikat ukończenia szkolenia pt. Pakiet MS Office dla Dydaktyków, Softronic.

II.12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)

- Członek Rady Redakcyjnej czasopisma Discover Nano, Springer Nature,
- Członek Rady Redakcyjnej czasopisma Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej,
- Członek Zespołu Doradczego ds. Tematycznych, International Journal of Molecular Sciences, MDPI.

II.13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

Wykonałam łącznie 8 recenzji dla następujących czasopism (IF czasopisma na dzień 02.2025r.):

- Pharmaceutics, MDPI (IF:4,9)
- International Journal of Molecular Sciences, MDPI (2 publikacje, IF:4,9)
- Cancers, MDPI (IF:4,5)
- Metabolic Brain Disease, Springer Nature (3 publikacje, IF:3,2)
- Medicines, MDPI

II.13. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

W Tabeli XII. zebrałam informacje dotyczące europejskich lub międzynarodowych programów naukowych i dydaktycznych, których w latach 2012-2025 byłam uczestnikiem, beneficjentem lub wykonawcą.

Tabela XII. Wykaz udziału w programach europejskich lub międzynarodowych.

Rok/lata	Nazwa programu	Funkcja	Status
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH			
	brak	--	--
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH			
2018-2024 r.	Program Erasmus	wykładowca przedmiotu „Principles of	zakończony

		nanobiotechnology” dla studentów programu Erasmus	
2018-2023 r.	Program Erasmus	wykładowca przedmiotu „Biomaterials” dla studentów programu Erasmus	zakończony
2016-2020 r.	Program Erasmus	wykładowca przedmiotu „Research models in Nanomedicine” dla studentów programu Erasmus	zakończony

II.14. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9

Poza projektami wyszczególnionymi w II.9. w których powstawanie lub realizację miałam swój merytoryczny wkład, poniżej przedstawiłam projekty, w których powstawanie miałam znaczący wkład naukowy:

-Projekt „Alotropy węgla jako aktywatory mezenchymalno - epitelialnej transformacji fenotypu komórek nowotworowych wątroby poprzez ścieżki zależne od cytokin”, nr: 2019/33/N/NZ7/01392, Źródło finansowania: Narodowe Centrum Nauki.

-FENG.01.01- IP.01-A0AX/24 HEALTHNOMIC Spółka Akcyjna Opracowanie i badania B+R innowacyjnego zestawu „Oncoseparatora” do diagnostyki *in vitro*, zgłoszenie do Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

II.15. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny

W Tabeli XIII. przedstawiłam informacje dotyczące udziału w zespołach oceniających doniesienia naukowe.

Tabela XIII. Wykaz udziału w zespołach oceniających dydaktyczne prace końcowe lub konkursowe.

Rok/lata	Rodzaj komisji/konkursu
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2017 r.	II konferencja Młodych Naukowców, ekspert oceniający prezentacje posterowe studentów, młodych naukowców

III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

III.1. Wykaz dorobku technologicznego

W Tabeli XIV. Przedstawiłam wykaz dorobku technologicznego z uwzględnieniem podziału przed i po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych.

Tabela XIV. Dorobek technologiczny.

Rok/lata	Wykaz dorobku technologicznego
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2024 r.	Opracowanie technologii otrzymywania i zastosowanie „Kompozycji o właściwościach barierowych i wirusobójczych wobec koronawirusów, zwłaszcza SARS-CoV-2, sposób jej otrzymywania i zastosowanie” Opis technologii jest zawarty w zgłoszeniu wynalazku do UPRP z 2024 r., nr P.448505
2024 r.	Opracowanie technologii otrzymywania „Zawiesiny tlenku grafenu do podawania w postaci aerozolu i jej zastosowanie” Opis technologii jest zawarty w zgłoszeniu wynalazku do UPRP z 2024 r., nr P.450037
2020 r.	Opracowanie technologii „Sposób wielostronnej oceny biogodności materiałów” Opis technologii jest zawarty w patencie nr P. 423414 Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej
2020 r.	Opracowanie technologii wykonania „Nanopłatki tlenku grafenu w wodzie, jej zastosowanie i sposób jej otrzymywania”, Europejski Urząd Patentowy (EPO), patent nr 3105177
2019 r.	Opracowanie technologii wykonania „Zawiesiny nanopłatków tlenku grafenu w wodzie, jej zastosowanie i sposób jej otrzymywania”, Urząd Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych (USPTO), patent nr US10471095B2
2019 r.	Opracowanie technologii wykonania „Medium do hodowli komórek mięśniowych oraz zastosowanie ekstraktu z zarodka kury” Opis technologii jest zawarty w zgłoszeniu wynalazku do UPRP z 2019 r., nr P.430970
2018 r.	Opracowanie technologii wykonania „Zawiesiny nanopłatków tlenku grafenu w wodzie, jej zastosowanie i sposób jej otrzymywania”. Opis technologii jest zawarty w patencie nr 227876 Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

III.2. Współpraca z sektorem gospodarczym

III.2.1. Współprace z jednostkami z otoczenia społeczno-gospodarczego

W latach 2015-2025 podejmowałam współpracę z jednostkami edukacyjnymi lub przedsiębiorstwami realizując wydarzenia i zadania dydaktyczne lub naukowe. Szczegółowe informacje zebrałam w Tabeli XV.

Tabela XV. Wykaz realizowanych współprac z sektorem gospodarczym.

Rok/lata	Jednostki/instytucje z otoczenia społeczno- gospodarczego	Cel
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH		
brak		
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH		
2023 r.	Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie	Realizacja ekspertyzy „Wykonanie badań bakteriologicznych i bakteriobójczych igły automatycznej strzykawki pokrytej substancją leczniczą. Nr zamówienia WAT: 121/CTT/2023
2023 r.	Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie	Wykonanie ekspertyzy naukowej „„Badań doświadczanych iniekcji dostarczonych przez zamawiającego prototypów automatycznych strzykawek na modelu skóry świńskiej urządzenia powstałego w ramach grantu „Inkubator innowacyjności 4.0 – wsparcie procesów komercjalizacji wyników B+R”. Nr zamówienia WAT: 120/CTT/2023
2023 r.	Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie	Wykonanie ekspertyzy naukowej w zakresie „Badań bakteriologicznych i rolniczych urządzenia powstałego w ramach grantu „Inkubator innowacyjności 4.0 – wsparcie procesów komercjalizacji wyników B+R”. Nr zamówienia:122/IOE/2023
2024 r.	BioMedAqua Sp. z o.o.	Wykonanie ekspertyzy w zakresie analizy literatury naukowej.

III.2.2. Współprace naukowe

Prowadzone przeze mnie badania naukowe w zakresie jednotematycznego cyklu prac stanowiące osiągnięcia naukowe realizowałam we współpracy z **naukowcami z macierzystej uczelni oraz innymi ośrodkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi:**

1. dr inż. Maciej Trzaskowski, Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT Politechniki Warszawskiej, badania w zakresie badania właściwości fizykochemicznych nanomateriałów grafenowych
2. dr hab. inż. Barbara Nasiłowska, Instytut Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, badania w zakresie analizy fizykochemicznej nanomateriałów w tym tlenku grafenu oraz jego koniugatów z cząsteczkami mikroRNA
3. prof. Andrzej Chwalibóg, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytetu w Kopenhadze. Uniwersytet Kopenhaski, Dania

Pozostałe prace badawcze zrealizowałam i/lub realizuję współpracując z następującymi zakładami i ośrodkami naukowymi:

1. dr hab. inż. Barbara Nasiłowska, Instytut Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, badania w zakresie analizy fizykochemicznej nanomateriałów w tym tlenku grafenu oraz jego koniugatów z cząsteczkami mikroRNA, nanocząstkami srebra, substancjami pochodzenia roślinnego oraz innych alotropowych form węgla oraz analizy mikrobiologicznej
2. prof. dr hab. inż. Zygmunt Mierczyk, Instytut Optoelektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, badania w zakresie analizy fizykochemicznej nanomateriałów
3. dr hab. Krzysztof Gil, prof. UJ, Katedra Patofizjologii, Uniwersytet Jagielloński, badania w zakresie odpowiedzi komórek głównie osteoblastów na implanty pokryte nanomateriałami w tym tlenkiem grafenu
4. dr inż. Monika Janik, Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, badania w zakresie odpowiedzi biologicznej komórek na stres
5. prof. Dan Arne Klærke Laboratorium Fizjologii Molekularnej Uniwersytetu w Kopenhadze, Dania, badania aktywności kanałów jonowych w odpowiedzi na ekspozycję na tlenek grafenu
6. dr Izabela Betlej, Katedra Nauk o Drewnie i Ochrony Drewna, Instytut Nauk

Drzewnych i Meblarstwa, SGGW, badania w zakresie obrazowania struktury drewna po ekspozycji na nanomateriały węglowe w tym na tlenek grafenu oraz odpowiedzi komórek bakteryjnych na zastosowanie wybranych ekstraktów roślinnych

III.2.3. Wygłoszone wykłady naukowe i popularnonaukowe będące efektem współpracy z otoczeniem społecznym lub efektem współpracy naukowej międzynarodowej (niewymienione w punkcie II.7)

Poza czynnym uczestnictwem w krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych (przedstawionych w Tabeli IV.) wygłosiłam wykłady naukowe i popularnonaukowe w ramach partnerskich spotkań naukowych oraz wydarzeń dydaktycznych. Informacje przedstawiłam w Tabeli XVI.

Tabela XVI. Wykaz wygłoszonych wykładów naukowych i popularnonaukowych będących efektem współpracy z otoczeniem społecznym.

Lp.	Nazwa	Zasięg regionalny	Autorzy	Tytuł	Forma
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH					
1.	Program Rendez-vous w SGGW; 2012-2013 r., Warszawa.	regionalny	Marta Kutwin	Nanocząstki srebra, złota i platyny.	Wykład i laboratorium dla uczniów szkół licealnych (Marta Kutwin)
2.	Międzynarodowy program „Evonik – AG Trip” 21.08.2012 r., Warszawa.	międzynarodowy	Marta Kutwin	Nanoparticles in Animal Nutrition	Wykłady oraz zajęcia audytoryjne (Marta Kutwin)
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH					
4	Prowadzenie lekcji dla szkół podstawowych, współorganizowanych przez Międzywydziałowe Koło Naukowe Nanobiotechnologii w ramach 28. Festiwalu Nauk w Warszawie, 09.2024 r.	krajowy	Marta Kutwin	Laboratorium dla początkujących	Warsztaty dla uczniów szkół podstawowych (Marta Kutwin)

5	Seminarium	krajowy	Marta Kutwin	mikroRNA w nowotworach	Wykład dla studentów Międzywydziałowego Koła Naukowego Nanobiotechnologii i SGGW oraz studentów kierunku Bioinżynieria zwierząt (Marta Kutwin)
6	Warsztaty z cyklu: Zawód moich rodziców	krajowy	Marta Kutwin	Czym zajmuje się naukowiec?	Warsztaty dla grup przedszkolnych Marta Kutwin
7	Wygłoszenie prezentacji podczas seminarium naukowego w Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa 10.12.2019 r	krajowy	Marta Kutwin	Wpływ nanocząstek na stan morfologiczno funkcjonalny wybranych komórek zwierząt modelowych oraz komórek nowotworowych	Wykład dla pracowników Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej

III.3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów, krajowych lub międzynarodowych.

Tabela XVII. Wykaz praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów, krajowych lub międzynarodowych.

Rok/lata	Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów, krajowych lub międzynarodowych
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH	
2024 r.	Zgłoszenie patentowe nr P.448505 zgłoszone do UPRP, pt. „Kompozycja o właściwościach barierowych i wirusobójczych wobec koronawirusów, zwłaszcza SARS-CoV-2, sposób jej otrzymywania i zastosowanie”

2024 r.	Zgłoszenie patentowe nr P.450037 zgłoszone do UPRP pt. „Zawiesina tlenku grafenu do podawania w postaci aerozolu i jej zastosowanie”.
2020 r.	Patent nr P. 423414; „Sposób wielostronnej oceny biogodności materiałów”, patent zarejestrowany w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej
2020 r.	Patent nr 3105177; „Nanopłatki tlenku grafenu w wodzie, jej zastosowanie i sposób jej otrzymywania”, patent zarejestrowany w Europejskim Urzędzie Patentowym (EPO)
2019 r.	Patent nr US10471095B2; Zawiesiny nanopłatków tlenku grafenu w wodzie, jej zastosowanie i sposób jej otrzymywania”, patent zarejestrowany w Urzędzie Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych (USPTO),
2019 r.	Zgłoszenie patentowe nr P.430970 zgłoszone do UPRP, pt. „Medium do hodowli komórek mięśniowych oraz zastosowanie ekstraktu z zarodka kury”
2018 r.	Patent nr 227876; „Zawiesina nanopłatków tlenku grafenu w wodzie, jej zastosowanie i sposób jej otrzymywania”. Patent zarejestrowany w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej

III.4. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców

Wykaz wykonanych ekspertyz naukowych dla jednostek z otoczenia społeczno-gospodarczego zebrałam w Tabeli XVIII.

Tabela XVIII. Wykaz wykonanych ekspertyzach naukowych.

Rok/lata	Jednostki/instytucje z otoczenia społeczno-gospodarczego	Cel
PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH		
brak		
PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA NAUK ROLNICZYCH		
2023 r.	Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie	Realizacja ekspertyzy w zakresie badań bakteriologicznych i bakteriobójczych igły automatycznej tlenkiem grafenu.
2023 r.	Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie	Wykonanie ekspertyzy naukowej dotyczącej prototypowej autostrzykawki na modelu skóry świńskiej
2023 r.	Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie	Wykonanie ekspertyzy naukowej dotyczącej badań bakteriologicznych i rolniczych autostrzykawki

III.5. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi

nie dotyczy/brak

IV. INFORMACJE NAUKOMETRYCZNE

IV.1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny) *

Łączny Impact Factor (2011-2025 r.): **255,081**

Impact Factor po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych (2015-2025): **222,607**

Impact Factor cyklu prac stanowiących osiągnięcie naukowe: **21.8**

* *dostęp na dzień 03.03.2025 r.*

IV.2. Liczba cytowani publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym z uwzględnieniem autocytowań**

Liczba cytowań publikacji z uwzględnieniem autocytowań wg bazy *Web of Sciences*: **1220**

Liczba cytowań publikacji z wykluczeniem autocytowań wg bazy *Web of Sciences*: **1103**

** *dostęp na dzień 03.03.2025 r.*

IV.3. Indeks Hirscha***

Indeks Hirscha z uwzględnieniem autocytowań wg bazy *Scopus*: **24**

** *dostęp na dzień 03.03.2025 r.*

IV.4. Inne

IV.4.1. Lista przedmiotów (w tym autorskich) prowadzonych przeze mnie w latach 2015-2025 w Szkole Głównej Gospodarstw Wiejskiego w Warszawie:

1. Dobra Praktyka Laboratoryjna” dla kierunku Technologia Biomedyczna (studia dzienne, 1szego stopnia, przedmiot autorski)

2. „Podstawy Nanobiotechnologii” dla kierunku Technologia Biomedyczna (studia dzienne, 1szego stopnia)
3. „Mechanizmy Nowotworzenia” dla kierunku Technologia Biomedyczna (studia dzienne, 1szego stopnia)
4. „Kancerogeneza” dla kierunku Biologia, Bioinżynierii Zwierząt (studia dzienne, 2giego stopnia)
5. „Zielona Synteza Nanocząstek” dla kierunku Biotechnologia (studia dzienne, 1szego stopnia)
6. „Green Synthesis of Nanoparticles” dla kierunku Biotechnology (studia dzienne, 1szego stopnia)
7. „Podstawy Nanobiotechnologii” dla kierunku Bioinżynieria zwierząt (studia dzienne, 1szego stopnia)
8. „Biomateriały” dla kierunku Bioinżynieria zwierząt (studia dzienne, 1szego stopnia)
9. „Principles of Nanobiotechnology” dla studentów programu ERASMUS, (przedmiot autorski)
10. „Research Models in Nanomedicine” dla studentów programu ERASMUS, (przedmiot autorski)
11. „Biomaterials” dla studentów programu ERASMUS, (przedmiot autorski)
12. „Research Models in Nanomedicine” dla studentów programu ERASMUS
13. „Hodowle in vitro”, kierunek: Bioinżynieria zwierząt (studia dzienne, 1szego stopnia)

W Tabeli XIX. Przedstawiłam wypracowywane **godziny dydaktyczne** w ramach pensum dydaktycznego wynikającego z zatrudnienia w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w latach 2011-2025 oraz z okresu przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych.

Tabela XIX. Wykaz godzin dydaktycznych wynikających z zatrudnienia w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Rok akademicki	Liczba godzin dydaktycznych w danym roku akademickim
2011/2012	90
2012/2013	90
2014/2015	90

2015/2016	90
2016/2017	120
2017/2018	0 (urlop macierzyński)
2018/2019	240
2019/2020	122 (urlop macierzyński i rodzicielski)
2020/2021	124 (urlop macierzyński i rodzicielski)
2021/2022	220
2022/2023	273
2023/2024	453
2024/2025	307

IV.4.2. Opieka naukowa nad studentami w charakterze:

1. **promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim** mgr inż. Kamili Narojczyk, temat rozprawy doktorskiej "Badania wpływu modyfikacji warstwy wierzchniej implantów ortopedycznych ze stopu tytanu z osadzoną warstwą nanostruktur grafenu" praca realizowana w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego.
2. **promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim** mgr Malwiny Sosnowskiej, "Nanocząstki alotropowych form węgla jako potencjalne komponenty macierzy zewnątrzkomórkowej modulujące transdukcję sygnału w komórkach nowotworowych wątroby", data obrony: 17.01.2022 r. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
3. **promotora prac magisterskich** studentów kierunku Bioinżynieria zwierząt na Hodowli, Bioinżynierii i Ochrony Zwierząt, SGGW oraz na kierunku Biotechnologia na Wydziale Biologii i Biotechnologii, SGGW (**łącznie 4**).

Wykaz tytułów prac magisterskich przedstawiłam w Tabeli XX..

Tabela XX. Wykaz tematów promowanych prac magisterskich.

Lp.	Tytuł pracy*	Rok złożenia pracy i egzaminu dyplomowego
1	Wpływ tlenku grafenu na fazy cyklu komórkowego komórek glejaka linii U251 oraz T98G	2023 r.
2	Tlenek grafenu jako nośnik miRNA-7 w komórkach glejaka	2022 r.
3	Wpływ kompleksu fulerenów C60 z daunorubicyną na indukcję apoptozy w guzach nowotworowych gruczołakoraka sutka linii MDA-MB-231 oraz MCF-7.	2019 r.
4	Regulacja procesów oddychania komórkowego w glejaku wielopostaciowym za pomocą nanocząstek platyny	2017 r.

* pełne dane dotyczące prac zgromadzone są w Bazie Wiedzy SGGW (bw.sggw.edu.pl)

4. **promotora prac licencjackich** studentów kierunku Bioinżynieria zwierząt na Wydziale Hodowli, Bioinżynierii i Ochrony Zwierząt, SGGW oraz na kierunku Biotechnologia na Wydziale Biologii i Biotechnologii, SGGW (łącznie 19).

Wykaz tytułów prac licencjackich przedstawiłam w Tabeli XXI.

Tabela XXI. Wykaz tematów promowanych prac licencjackich.

Lp.	Tytuł pracy*	Rok złożenia pracy i egzaminu dyplomowego
1.	Ocena wpływu nanocząstek złota otrzymywanych metodą zielonej syntezy z wykorzystaniem ekstraktów wodnych z korzenia kurkumy (łac. Curcuma longa) oraz kurkuminy na rozwój naczyń krwionośnych. Badania modelowe in ovo.	2025 r.
2.	Wpływ nanocząstek tlenku cynku otrzymywanych zieloną syntezą z wykorzystaniem wodnego ekstraktu z aloesu na komórki linii HFFF-2 oraz właściwości barierowe względem promieniowania UV. Badania modelowe in vitro.	2025 r.
3.	Aerozol tlenku grafenu jako czynnik modyfikujący stan morfologiczno-funkcjonalny komórek nowotworowych trzustki. Badania modelowe in vitro na liniach komórkowych gruczołakoraka trzustki BxPC-3 i AsPC-1	2025 r.
4	Nanocząstki złota jako niewirusowe nośniki informacji genetycznej w komórkach glejaka	2023 r.
4.	Grafen jako modulator procesu migracji komórek nowotworowych	2023 r.

5.	Nanocząstki Platyny jako modulator szlaku sygnałnego AKT w komórkach glejaka wielopostaciowego	2023 r.
6.	Ocena biokompatybilności nanocząstek złota z komórkami linii HS-5 i HFFF-2 w badaniu modelowym in vitro	2020 r.
7.	Ocena biokompatybilności nanocząstek platyny i irydu w strukturze core-shell z komórkami ludzkimi linii HFFF2 i HS-5.	2020 r.
8.	Ocena biokompatybilności hydrokoloidu nanocząstek platyny i ropy o złożonej strukturze typu core-shell na komórkach fibroblastów linii HFFF2 oraz HS-5	2019 r.
9.	Analiza wybranych parametrów biogodności nanocząstek srebra w badaniach modelowych in vitro	2020 r.
10.	Wpływ nanocząstek miedzi na morfologię i żywotność drożdży <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ,	2020 r.
11.	Wpływ nanocząstek miedzi otrzymanych metodą zielonej chemii na komórki raka wątrobowokomórkowego i transformowane komórki szpiku	2018 r.
12.	Ocena wybranych parametrów biogodności nanocząstek srebra syntetyzowanych metodą redukcji chemicznej z wykorzystaniem ekstraktu z liści mięty łac. <i>Mentha piperita</i>	2018 r.
13.	Ocena rolniczych właściwości nanocząstek srebra otrzymanych na drodze chemicznej redukcji z wykorzystaniem surowców roślinnych- badania in vitro na liniach HepG2 i C3 raka wątrobowokomórkowego i zrębu szpiku linii HS5	2018 r.
14.	Ocena wybranych parametrów biogodności nanocząstek złota syntezowanych z wykorzystaniem ekstraktu ze słodkiej pomarańczy łac. <i>Citrus sinensis</i> Badania modelowe in vitro	2018 r.
15.	Nanocząstki złota jako nośniki substancji w terapii antynowotworowej. Badania modelowe in vitro na komórkach gruczolakoraka sutka linii MDA-MB-231 oraz MCF-7	2017 r.
16.	Ocena efektywności tlenku cynku jako nanonośnika. Badania modelowe in vitro na komórkach gruczolakoraka sutka linii MDA-MB-23 i MCF-7	2017 r.
17.	Wpływ nanocząsteczek platyny na status markerów stanu zapalnego w tkance guzów glejaka wielopostaciowego linii U87	2016 r.
18.	Wpływ nanopłatków grafenu na proliferację i rozwój komórek guza glejaka wielopostaciowego Glioblastoma multiforme linii U87	2016 r.

* pełne dane dotyczące prac zgromadzone są w Bazie Wiedzy SGGW (bw.sggw.edu.pl)

IV.5. Przykłady opinii studentów (wyciąg z ankiet przeprowadzanych wśród studentów kierunku Biologia, Technologia biomedyczna oraz Bioinżynieria zwierząt w systemie ehms w latach 2015-2025 <https://ehms.sggw.edu.pl>)

„Treści przedstawiane na wykładach były ciekawe i ilustrowane przydatnymi przykładami.”

„Wykłady z nanobiotechnologii prowadzone przez Panią Doktor Kutwin były najciekawszymi na II semestrze. Były prowadzone w sposób interesujący i przystępny, zawierały wiele ciekawych wyników różnych badań.”

„Fantastyczny sposób prowadzenia wykładów.”

„Nie mam zastrzeżeń do dr Kutwin, bardzo ciekawy przedmiot.”

Warszawa 03.03.2025 r.


(podpis wnioskodawcy)