

Autoreferat

1. Imię i nazwisko

Jagna Chmielowska-Bąk

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

2014 stopień naukowy **doktora nauk biologicznych** w zakresie biologii, specjalność: fizjologia roślin, nadany przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, na podstawie rozprawy doktorskiej:

„Regulacja ekspresji genów kodujących białka uczestniczące w szlakach przekazywania sygnałów w siewkach soi (*Glycine max* L.) traktowanych kadmem”

promotor – prof. dr hab. Joanna Deckert

2010 tytuł zawodowy **licencjata** uzyskany na kierunku filologia hiszpańska, nadany przez Wyższą Szkołę Języków Obcych w Poznaniu

2007 tytuł zawodowy **magistra** uzyskany na kierunku biologia, nadany przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

2007 tytuł zawodowy **licencjata** uzyskany na kierunku biotechnologia, nadany przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

2005 tytuł zawodowy **licencjata** uzyskany na kierunku biologia, nadany przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

od października 2015 adiunkt w Zakładzie Ekofizjologii Roślin,
Instytut Biologii Eksperymentalnej,
Wydział Biologii, Szkoła Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

- 4. Omówienie osiągnięć**, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Odpowiedź siewek soi na działanie metali, ze szczególnym uwzględnieniem roli oksydacyjnych modyfikacji RNA i procesów regeneracyjnych”

b) Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:

1. Fayazipour D., Deckert J., Akbari G., Soltani E., **Chmielowska-Bąk J.**, 2022. Mitochondria specific antioxidant, MitoTEMPO, modulates Cd uptake and oxidative response of soybean seedlings. *Antioxidants* 11: 2099.

DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11112099>

Współczynnik oddziaływania (impact factor, IF) ²⁰²¹ :	7.38
Punkty MNiSW (wykaz czasopism naukowych z dnia 9 lutego 2021):	100
Liczba cytowań bez autocytowań (według bazy danych Web of Science):	0
Wkład habilitantki: zaprojektowanie doświadczeń, dobranie i opracowanie metodyki, otrzymanie finansowania na badania, udział w pracach laboratoryjnych (pomiarach poziomu 8-OHG, RFT, karbonylacji białek, przygotowaniu prób do pomiarów poziomu kadmu), analiza wyników, napisanie i edytowanie manuskryptu	

2. **Chmielowska-Bąk J.**, Shcheglova E., Rosik K., Yushin N., Zinicovscaia I., Deckert J., 2022. Oxidative RNA modifications as an early response of soybean (*Glycine max* L.) exposed to copper and lead. *Frontiers in Plant Science* 12: 828620.

Opublikowana w opcji otwartego dostępu (open access)

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.828620>

Współczynnik oddziaływania (impact factor, IF) ₂₀₂₁ :	5.753
Punkty MNiSW (wykaz czasopism naukowych z dnia 9 lutego 2021):	100
Liczba cytowań bez autocytowań (według bazy danych Web of Science):	0
<p>Wkład habilitantki:</p> <p>zaprojektowanie doświadczeń, dobranie i opracowanie metodyki, otrzymanie finansowania na badania, udział w pracach laboratoryjnych (pomiarach poziomu 8-OHG, RFT, karbonylacji białek i peroksydacji lipidów), analiza wyników, napisanie i edytowanie manuskryptu</p>	

3. Holubek R., Deckert J., Zinicovscaia I., Yushin N., Vergel K., Frontasyeva M., Sirotkin V.A., Samdumu D., **Chmielowska-Bąk J.**, 2020. The recovery of soybean plants after short-term cadmium stress. *Plants* 9: 782.

Opublikowana w opcji otwartego dostępu (open access)

DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9060782>

Współczynnik oddziaływania (impact factor, IF) ₂₀₂₀ :	3.935
Punkty MNiSW (wykaz czasopism naukowych z dnia 18 grudnia 2019):	70
Liczba cytowań bez autocytowań (według bazy danych Web of Science):	9
<p>Wkład habilitantki:</p> <p>zaprojektowanie doświadczeń, dobranie i opracowanie metodyki, udział w pracach laboratoryjnych (pomiarach przeżywalności komórek, peroksydacji lipidów, wydajności fotosyntetycznej i poziomu metylacji DNA), analiza wyników, napisanie i edytowanie manuskryptu</p>	

4. **Chmielowska-Bąk J.**, Arasimowicz-Jelonek M., Deckert J., 2019. In search of mRNA modification landscape in plants. *BMC Plant Biology* 19: 421.

Opublikowana w opcji otwartego dostępu (open access)

DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-019-2033-2>

Współczynnik oddziaływania (impact factor, IF) 2019 :	3.8
Punkty MNiSW (wykaz czasopism naukowych z dnia 18 grudnia 2019):	140
Liczba cytowań bez autocytaowań (według bazy danych Web of Science):	19
Wkład habilitantki: opracowanie koncepcji artykułu, napisanie wstępu oraz rozdziałów dotyczących modyfikacji zależnych od procesów metylacji i oksydacji, edytowanie manuskryptu po recenzjach	

5. **Chmielowska-Bąk J.**, Izbiańska K., Ekner-Grzyb A., Bayar M., Deckert J., 2018. Cadmium stress leads to rapid increase in RNA oxidative modifications in soybean seedlings. *Frontiers in Plant Science* 8: 2219.

Opublikowana w opcji otwartego dostępu (open access)

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02219>

Współczynnik oddziaływania (impact factor, IF) 2018 :	4.106
Punkty MNiSW (wykaz czasopism naukowych z dnia 9 grudnia 2018):	40
Liczba cytowań bez autocytaowań (według bazy danych Web of Science):	30
Wkład habilitantki: zaprojektowanie doświadczeń, dobranie i opracowanie metodyki, otrzymanie finansowania na badania, udział w pracach laboratoryjnych (pomiarach peroksydacji lipidów, poziomu 8-OHG i poziomu miejsc apurynowych), analiza wyników, napisanie i edytowanie manuskryptu	

6. **Chmielowska-Bąk J.**, Izbiańska K., Deckert J., 2015. Products of lipid, protein and RNA oxidation as signals and regulators of gene expression in plants. *Frontiers in Plant Science* 6: 405.

Opublikowana w opcji otwartego dostępu (open access)

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00405>

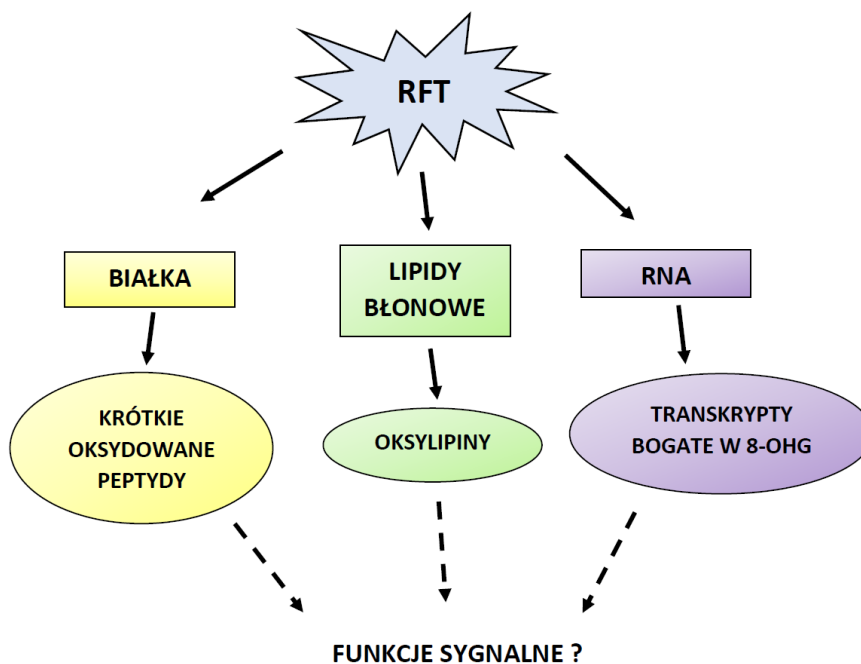
Współczynnik oddziaływania (impact factor, IF) ₂₀₁₅ :	4.495
Punkty MNiSW (wykaz czasopism naukowych z dnia 9 grudnia 2018):	40
Liczba cytowań bez autocytaowań (według bazy danych Web of Science):	23
Wkład habilitantki: opracowanie koncepcji artykułu, napisanie abstraktu, wstępu oraz rozdziałów dotyczących sygnalnych funkcji oksydowanych transkryptów i krótkich oksydowanych peptydów, edytowanie manuskryptu po recenzjach	

c) Omówienie osiągnięć naukowych

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl sześciu publikacji o łącznym współczynniku oddziaływania (impact factor, **IF**) wynoszącym **30** oraz łącznej liczbie punktów **MNiSW** wynoszącej odpowiednio **80** (wykaz czasopism naukowych z dnia 9 grudnia 2019) oraz **410** (wykaz czasopism naukowych z dnia 18 grudnia 2019). Cykl obejmuje dwa artykuły przeglądowe oraz cztery artykuły opisujące prace doświadczalne. We wszystkich pracach jestem pierwszym lub/i korespondencyjnym autorem. Część badań opublikowanych w ramach osiągnięcia habilitacyjnego była finansowana przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) w ramach projektów 2019/33/B/NZ9/00058 i 2014/13/D/NZ9/04812 oraz w ramach programu badawczego 03-4-1128-2017/2019 finansowanego przez Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych (ZIBJ) w Dubnej w Rosji.

Tematyka publikacji włączonych do osiągnięcia habilitacyjnego koncentruje się na odpowiedzi siewek soi na działanie metali, ze szczególnym uwzględnieniem roli oksydacyjnych modyfikacji RNA i procesów regeneracyjnych. Zanieczyszczenie środowiska metalami stanowi istotny problem w wielu regionach świata (Tóth i in. 2016, Tong i in. 2020, Yabe i in. 2010). Zbyt wysoki poziom metali w glebie może

prowadzić między innymi do zaburzenia równowagi mineralnej, zaburzeń w procesie fotosyntezy, zahamowania podziałów komórkowych i zmian w materiale genetycznym (Noor i in. 2022). Jedną z najczęstszych odpowiedzi roślin na działanie metali jest zwiększona produkcja reaktywnych form tlenu (RFT). Cząsteczki te z jednej strony mogą prowadzić do oksydacyjnych uszkodzeń elementów komórkowych; z drugiej jednak strony RFT pełnią funkcję sygnalizacyjną. Dla przykładu RFT modulują aktywność elementów sygnalizacyjnych wrażliwych na status oksydoredukcyjny komórek takich jak glutation czy tioredoksyny. Ponadto cząsteczki te mogą pośredniczyć w tworzeniu mostków dwusiarczkowych w białkach zaangażowanych w regulację ekspresji genów, np. czynników transkrypcyjnych, co z kolei prowadzi do zmian w ich aktywności. Wskazuje się również na interakcje pomiędzy RFT a szeregiem innych elementów sygnalizacyjnych, takich jak reaktywne formy azotu (RFA), jony wapnia (Ca^{2+}), kinazy aktywowane mitogenami (MAPK) czy roślinne hormony i regulatory wzrostu. Interesującym zagadnieniem, opisanym w **osiągnięciu naukowym nr 6**, jest możliwość pełnienia funkcji sygnalizacyjnych przez cząsteczki powstałe w wyniku oksydacji elementów komórkowych. Model powstawania takich cząsteczek został przedstawiony na ryc. 1.



Ryc. 1: Cząsteczki biologiczne powstałe w wyniku utleniania elementów komórkowych przez RFT mogące pełnić funkcje sygnalne; 8-OHG – 8-hydroksyguanozyna.

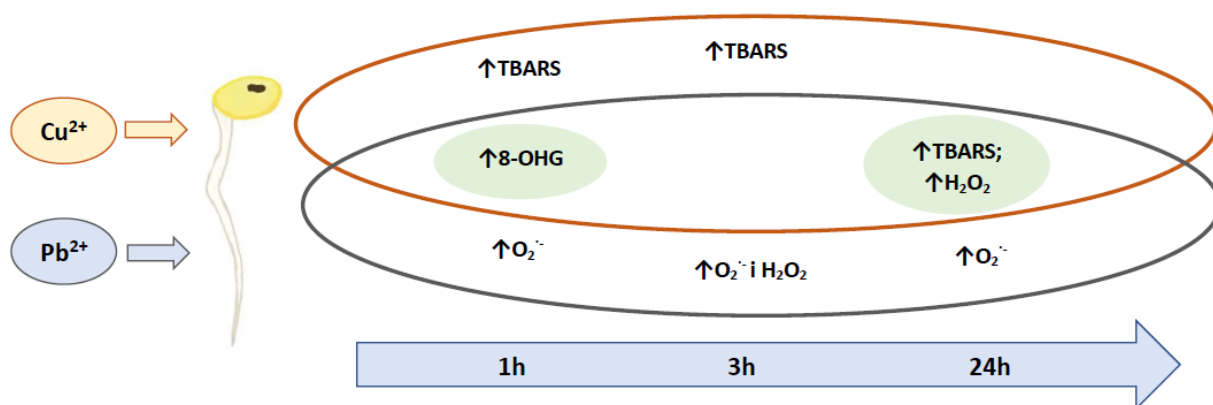
Dla przykładu RFT mogą pośredniczyć w peroksydacji lipidów błonowych i akumulacji biologicznie aktywnych oksylipin. Wyniki badań na rzodkiewniku pokazały, że oksylipiny modulują ekspresję licznych genów, włączając geny powiązane z metabolizmem wtórnym, odpowiedzią na warunki stresowe, procesami detoksyfikacji i przekazywaniem sygnału. Sugeruje się, że również krótkie oksydowane peptydy mogą być zaangażowane w sygnalizację komórkową. Potencjalnie cząsteczki te mogłyby przekazywać informację nie tylko o występowaniu stresu oksydacyjnego, ale również o jego umiejscowieniu, intensywności oraz typie akumulowanych cząsteczek RFT. Informacje takie miałyby być przekazywane przez pierwotną lokalizację utlenionego białka oraz ilość i rodzaj modyfikacji oksydacyjnych. Przekonywujące dowody wskazują również na sygnalizacyjną rolę oksydowanych transkryptów. Najpowszechniejszą oksydacyjną modyfikacją RNA jest 8-hydroksyguanozyna/8-hydroksyguanina (8-OHG). Pierwsze badania nad 8-OHG dotyczyły rozwoju chorób neurodegeneracyjnych. Wykazano powiązanie pomiędzy akumulacją 8-OHG w RNA a rozwojem chorób Alzheimera i Parkinsona oraz stwardnienia rozsianego bocznego (ALS, ang. *amyotrophic lateral sclerosis*). Późniejsze badania wykazały podwyższony poziom 8-OHG również u pacjentów chorujących na cukrzycę, hemochromatozę i nowotwory. Co ważne, 8-OHG jest formowane w konkretnych transkryptach. Dla przykładu: w badaniach na komórkach mózgowych zmarłych osób cierpiących na chorobę Alzheimera odnotowano najwyższy poziom 8-OHG w specyficznych transkryptach kodujących białka związane z sygnalizacją, transportem komórkowym, regulacją ekspresji genów i odpowiedzią na stres oksydacyjny. Selektywność procesu formowania 8-OHG w mRNA wykazano również w badaniach na myszach, słoneczniku i pszenicy, co sugeruje, że jest to proces uniwersalny, zachodzący w organizmach należących do różnych taksonów. Podwyższony poziom 8-OHG w mRNA prowadzi do zahamowania procesu translacji i obniżenia poziomu białek kodowanych przez oksydowane transkrypty. Akumulacja 8-OHG w mRNA może więc stanowić nowo odkryty mechanizm potranskrypcyjnej regulacji ekspresji genów (**osiągnięcie naukowe nr 6**, Chmielowska-Bąk i in. 2015 – praca przeglądowa).

Pomimo istotnej roli, jaką mogą odgrywać oksydacyjne modyfikacje RNA w regulacji ekspresji genów, większość badań dotyczących dynamicznie rozwijającej się dziedziny epitranskryptomiki roślin koncentruje się na modyfikacjach RNA zależnych od procesu metylacji, w szczególności na roli adenozyne metylowanej

w pozycji N6 (m6A). Do tej pory pojawiły się jedynie pojedyncze doniesienia dotyczące oksydacyjnych modyfikacji RNA w roślinach. Głównym tematem prowadzonych przeze mnie badań jest zatem określenie roli 8-OHG w odpowiedzi siewek soi na działanie metali. Wyniki przedstawione w publikacji włączonej jako **osiągnięcie naukowe nr 5** pokazały po raz pierwszy, że warunki stresowe, dokładniej: stres kadmowy indukuje akumulację 8-OHG w RNA izolowanym z materiału roślinnego. W ramach badań siewki soi były traktowane roztworami Cd w dwóch stężeniach, 10 i 25 mgL⁻¹, przez 3 i 24 godziny. Akumulację 8-OHG w transkryptach zaobserwowano tylko w odpowiedzi na działanie niższego stężenia Cd po krótkiej, trzygodzinnej ekspozycji na działanie tego metalu. Podwyższony poziom 8-OHG odnotowano zarówno w przypadku całkowitego RNA, jak i mRNA. Jednakże w przypadku mRNA był on znacząco wyższy, co wskazuje, że ten typ RNA jest szczególnie wrażliwy na proces oksydacji. Z kolei po 24-godzinnej ekspozycji na Cd zaobserwowano wzrost poziomu peroksydacji lipidów i akumulację RFT uwidocznioną za pomocą markera fluorescencyjnego CM-H₂DCFDA (dioktan 5-(-6)-chlorometyl-2',7'-dichlorodihydrofluoresceiny). Ponadto po 24 godzinach działania Cd odnotowano podwyższony w stosunku do siewek kontrolnych poziom miejsc pozbawionych zasad w mRNA, mierzony przy zastosowaniu sondy ARP (ang. *aldehyde reactive probe*). Warto zaznaczyć, że w cytowanej publikacji włączonej do osiągnięcia habilitacyjnego po raz pierwszy opisano zastosowanie tej metody do wykrywania miejsc pozbawionych zasad w cząsteczkach RNA izolowanych z materiału roślinnego. Uzyskane wyniki wskazują, że akumulacja 8-OHG jest wczesną reakcją siewek soi na działanie Cd i że poprzedza ona akumulację markerów stresu oksydacyjnego, takich jak nadprodukcja RFT, peroksydacja lipidów czy powstawanie miejsc pozbawionych zasad w kwasach nukleinowych (**osiągnięcie naukowe nr 5**, Chmielowska-Bąk i in. 2017). Badania były prowadzone w ramach projektu 2014/13/D/NZ9/04812 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki przyznanego w konkursie SONATA 7.

W dalszej pracy badawczej starałam się znaleźć odpowiedź na pytanie o to, czy obserwowana wczesna indukcja 8-OHG w RNA jest uniwersalną odpowiedzią siewek soi na działanie metali. W tym celu siewki soi były traktowane przez krótkie czasookresy (1, 3 i 24 godziny) roztworami miedzi (Cu) w stężeniu 15 i 30 mgL⁻¹ oraz roztworami ołowiu (Pb) w stężeniu 300 i 600 mgL⁻¹. Również w tym przypadku wykazano bardzo wczesną, obserwowaną wyłącznie po pierwszej godzinie działania metali akumulację 8-OHG w RNA. Podwyższony poziom 8-OHG w całkowitym RNA

odnotowano w odpowiedzi na obydwa stosowane stężenia Pb oraz w odpowiedzi na wyższe zastosowane stężenie Cu (30 mgL^{-1}). Ekspozycja na Pb prowadziła również do akumulacji anionorodnika nadtlenkowego obserwowanej we wszystkich zastosowanych czasookresach – po 1, 3 i 24 godzinach. Z kolei podwyższony poziom nadtlenku wodoru odnotowano po 3 i 24 godzinach ekspozycji na Pb oraz po 24 godzinach traktowania Cu. Dodatkowo ekspozycja na metale indukowała zwiększoną peroksydację lipidów. W przypadku Cu efekt ten zaobserwowano po 3 i 24 godzinach traktowania, a w przypadku Pb – wyłącznie po 24 godzinach traktowania roztworami metalu. Żaden z zastosowanych metali nie wpływał w istotny sposób na poziom karbonylacji białek (**osiągnięcie naukowe nr 2**, Chmielowska-Bąk i in. 2022). Główne wyniki prowadzonych badań zostały zaprezentowane na ryc. 2.



Ryc. 2: Wczesna odpowiedź oksydacyjna siewek soi na działanie miedzi (Cu, brązowe obramowanie) i ołowiu (Pb, szare obramowanie). Elementy wspólne odpowiedzi na te metale zostały zamieszczone na jasno zielonym tle.

Opisane badania były finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu 2019/33/B/NZ9/00058 (konkurs OPUS 17) oraz w ramach programu badawczego 03-4-1128-2017/2019 finansowanego przez Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych w Dubnej w Rosji.

Poziom RFT w roślinach jest modulowany przez wiele elementów. Dla przykładu w regulację poziomu RFT w rzodkiewniku zaangażowanych jest ponad 300 genów, włączając geny kodujące enzymy antyoksydacyjne, białka zaangażowane w metabolizm nieenzymatycznych antyoksydantów oraz białka pośredniczące

w generowaniu RFT, takie jak oksydaza NADPH, oksydaza dwuaminowa, oksydaza ksantynowa czy elementy łańcucha przekazywania elektronów w chloroplastach i mitochondriach (Mittler i in. 2022). Nadal niewiele jednak wiadomo na temat źródeł RFT w roślinach poddanych działaniu Cd. Pojedyncze doniesienia literaturowe wskazują na oksydazę NADPH i mitochondria jako główne elementy uczestniczące w zależnej od działania tego metalu nadprodukcji RFT (Bi i in. 2009, Garnier i in. 2006, Gzyl i in. 2016). Celem prowadzonych przeze mnie badań opisanych w ramach **osiągnięcia naukowego nr 1** było określenie wpływu specyficznego dla mitochondriów związku o działaniu przeciwutleniającym, MitoTEMPO, na status oksydacyjny siewek soi traktowanych Cd, z włączeniem zmian w poziomie 8-OHG w RNA. MitoTEMPO zawiera nitroksyd piperodyny o działaniu antyoksydacyjnym połączony z lipofilnym kationem tryfenylofosfoniowym, który ułatwia jego przenikanie przez błony komórkowe. Szereg badań wskazuje, że ten ukierunkowany z mitochondria związek o działaniu przeciwutleniającym może być potencjalnie użyteczny w terapiach chorób nowotworowych, neurodegeneracyjnych i przy leczeniu schorzeń układu sercowo-naczyniowego (np. Ippolito i in. 2020, Oliver i in. 2019, Szyller i in. 2022). Dotychczas jednak tylko jedna praca opisała jego działanie w materiale roślinnym. Praca ta wykazała między innymi, że MitoTEMPO przeciwdziała produkcji RFT i agregacji mitochondriów w starzejących się nasionach wiazu (Li i in. 2017).

Celem kolejnych prowadzonych przeze mnie doświadczeń było zbadanie wpływu MitoTEMPO na status oksydacyjny siewek soi poddanych działaniu Cd. W ramach badań siewki soi były traktowane 10 nM roztworem MitoTEMPO i/lub roztworem Cd o stężeniu 10 i 25 mgL⁻¹ przez 48 godzin. Wyniki pokazały, że traktowanie MitoTEMPO niweluje zależną od działania Cd akumulację anionorodnika ponadtlenkowego i produktów peroksydacji lipidów. Ponadto w korzeniach siewek soi ko-traktowanych MitoTEMPO i Cd zaobserwowano spadek poziomu 8-OHG w całkowitym RNA w porównaniu do korzeni siewek soi traktowanych wyłącznie roztworem samego metalu. Jednakże aplikacja MitoTEMPO skutkowała również zmianami w akumulacji Cd – w przypadku działania niższego stężenia odnotowano obniżoną akumulację Cd, a w przypadku działania wyższego stężenia – zwiększony poziom tego metalu w siewkach soi. Wyniki badań pokazały więc, że MitoTEMPO moduluje odpowiedź oksydacyjną siewek soi eksponowanych na działanie Cd. Nie jest jednak jasne, czy obserwowane działanie jest zależne od przeciwutleniających właściwości tego związku, czy od jego modulującego wpływu na pobieranie Cd

(osiągnięcie naukowe nr 1, Fayazipour i in. 2022). Opisane badania były finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu 2019/33/B/NZ9/00058 (konkurs OPUS 17).

Wyniki opisane w osiągnięciach naukowych 1, 2 i 4 wskazują, że wczesna oksydacja RNA stanowi uniwersalną odpowiedź siewek soi na działanie różnych metali. Zarówno w przypadku traktowania roztworami Cd, jak i w przypadku traktowania roztworami Cu i Pb akumulacja 8-OHG następowała wyłącznie na wczesnych etapach oddziaływania metali i poprzedzała akumulację markerów stresu oksydacyjnego. Ponadto wstępne wyniki wskazują, że w oksydację RNA w odpowiedzi na działanie Cd mogą być zaangażowane RFT generowane w mitochondriach.

Rola oksydacyjnych modyfikacji mRNA oraz innych modyfikacji transkryptów w funkcjonowaniu roślin została opisana w pracy przeglądowej załączonej jako **osiągnięcie naukowe nr 4**. Pomimo że pierwsze chemiczne modyfikacje rybonukleotydów zostały odkryte już w latach 70. ubiegłego wieku (np. 7-metyloguanozyna, pseudourydyna), dopiero rozwój nowoczesnych narzędzi badawczych, takich jak sekwencjonowanie RNA, inżynieria genetyczna czy analizy bioinformatyczne, umożliwił dokładniejsze poznanie ich roli. Najpowszechniejszą modyfikacją mRNA jest metylacja adenozyiny w pozycji N6 (m6A). Badania wskazują, że w zależności od lokalizacji może ona występować w 70–100% transkryptów, przy czym w niektórych transkryptach występuje w kilku miejscach. Poziom m6A jest regulowany przez szereg enzymów uczestniczących w procesie metylacji i demetylacji. Ponadto m6A jest rozpoznawana przez grupę białek, które regulują metabolizm transkryptów zawierających tę modyfikację. Wskazuje się, że m6A może wpływać na stabilność transkryptów, ich alternatywne składanie (ang. *splicing*) i transport. Badania z wykorzystaniem mutantów rzodkiewnika charakteryzujących się zmodyfikowanym poziomem enzymów pośredniczących w metylacji/demetylacji adenozyiny wykazały, że optymalny poziom m6A jest niezbędny do prawidłowego rozwoju roślin. Dla przykładu: w przypadku zarodków obniżona ekspresja genów kodujących enzymy zaangażowane w metylację adenozyiny skutkowałą fenotypem letalnym. Z kolei u dojrzałych roślin zaobserwowano zaburzenia w rozwoju korzeni, kwiatów i włosków epidermalnych. Inną zależną od procesu metylacji modyfikacją jest 5-metylocytozyna (5-mC), wykryta między innymi w RNA izolowanym z rzodkiewnika (*Arabidopsis thaliana*), kukurydzy (*Zea mays*), ryżu (*Oryza sativa*) i koniczyny bezczkowatej (*Medicago truncatula*). Obniżony poziom 5mC jest powiązany z zahamowaniem

podziałów komórkowych, zredukowanym wzrostem korzeni i zaburzoną odpowiedzią na stres oksydacyjny. Stosunkowo niewiele wiadomo o modyfikacjach transkryptów powstałych w odpowiedzi na działanie reaktywnych form azotu (RFA). Wiadomo, że RFA pośredniczą w powstawaniu 8-nitroguanozyny (8-NO₂-G). Badania na ziemniaku pokazały, że poziom 8-NO₂-G wzrasta w odpowiedzi na infekcję patogenem *Phytophthora infestans*. Warto zauważyć, że u odpornej odmiany ziemniaka akumulacja 8-NO₂-G była wyższa i następowała wcześniej niż u odmiany podatnej. Z kolei, tak jak wspomniano wcześniej, najpowszechniejszą modyfikacją RNA, zależną od działania reaktywnych form tlenu (RFT), jest 8-hydroksyguanozyna (8-OHG). Podwyższony poziom 8-OHG w RNA opisano w nasionach słonecznika i pszenicy, w siewkach soi w odpowiedzi na działanie metali, w roślinach rzodkiewnika w odpowiedzi na infekcję nicieni oraz w kukurydzy w reakcji na zgryzanie przez mszyce. Badania przeprowadzone na nasionach słonecznika i pszenicy wskazują, że indukcja poziomu 8-OHG podczas przełamywania spoczynku nasion jest ograniczona do specyficznych transkryptów. Nie wiadomo jednak, na czym polega mechanizm obserwowanej selektywności procesu oksydacji. Wykazano, że nie jest on zależny od bazowego poziomu transkryptów ani zawartości guanozyny. Nie wykryto również wspólnej dla bogatych w 8-OHG transkryptów sekwencji, która mogłaby decydować o ich zwiększonej wrażliwości na proces oksydacji. Co ważne, podwyższony poziom 8-OHG w konkretnych mRNA był powiązany z obniżonym poziomem kodowanych przez nie białek. W przypadku pszenicy akumulację 8-OHG zaobserwowano między innymi w mRNA kodującym inhibitor α -amylazy/trypsyny, co było powiązane z obniżonym poziomem tego enzymu. To z kolei może przekładać się na zwiększoną mobilizację materiałów zapasowych w nasionach i ułatwiać proces kiełkowania. Opisane wyniki badań wskazują, że formowanie 8-OHG może stanowić istotny element regulacyjny w procesie przełamywania spoczynku nasion (**osiągnięcie naukowe nr 4**, Chmielowska-Bąk i in. 2019 – praca przeglądowa). Dokładna rola tej modyfikacji RNA w reakcji roślin na czynniki stresowe jest jednak nadal niewyjaśniona. Możliwe, że tak jak w przypadku przełamywania spoczynku nasion, również w przypadku odpowiedzi na warunki stresowe 8-OHG odgrywa rolę przy regulacji poziomu określonych białek.

Proponowany model zależnej od 8-OHG regulacji ekspresji genów został przedstawiony na ryc. 3. Badania mające na celu wyjaśnienie dokładniejszej roli 8-OHG w odpowiedzi siewek soi na działanie metali są obecnie kontynuowane w ramach projektu 2019/33/B/NZ9/00058 (konkurs OPUS 17).



Ryc. 3: Proponowany model udziału transkryptów bogatych w 8-hydroksyguanozynę (8-OHG) w regulacji ekspresji genów na poziomie potranskrypcyjnym.

Innym słabo poznany procesem związanym z działaniem metali jest regeneracja roślin po ustaniu stresu. Dane literaturowe wskazują, że efektywność regeneracji zależy od zastosowanego metalu oraz długości ekspozycji na jego działanie. W przypadku rzęsy wodnej spośród czterech metali: cynku (Zn), miedzi (Cu), kadmu (Cd) i niklu (Ni), najmniej efektywną regenerację zaobserwowano przy traktowaniu Zn. Z kolei wyniki badań na zawieszinie komórkowej tytoniu pokazały, że komórki są w stanie zregenerować się po trzydniowej ekspozycji na działanie Cd, jednak wydłużenie tego okresu o jeden dzień całkowicie zahamowało proces regeneracji. W przypadku ryżu rośliny przeniesione po 24-godzinnym traktowaniu glinem (Al) do optymalnych warunków wzrostu przywróciły parametry wzrostowe. Jednak ekspozycja na Al powodowała trwałe zmiany w DNA i zwiększoną sterylność nasion. Cytowane badania wskazują, że traktowanie metalami może prowadzić do trwałych zmian w roślinach, które nie ustępują nawet po przeniesieniu roślin do optymalnych warunków wzrostu (Chmielowska-Bąk i Deckert 2021).

Warto podkreślić, że nadal dostępnych jest niewiele opublikowanych doniesień dotyczących procesu regeneracji roślin po działaniu metali. Ponadto dotychczasowe badania są ograniczone do kilku gatunków roślin. Z tego względu podjęłam próbę charakterystyki procesu regeneracji siewek soi po działaniu Cd. Siewki soi były traktowane Cd w dwóch stężeniach, 10 i 25 mgL⁻¹, przez 48 godzin, a następnie przenoszone do optymalnych warunków wzrostu. Po siedmiu dniach wzrostu w optymalnych warunkach rośliny eksponowane wcześniej na działanie Cd nie wykazywały różnic w parametrach wzrostowych w stosunku do roślin kontrolnych,

z wyłączeniem skrócenia długości korzeni w przypadku działania wyższego stężenia Cd. Ponadto w zregenerowanych roślinach odnotowano taki sam poziom chlorofilu, całkowitej metylacji DNA oraz wybranych pierwiastków: wapnia (Ca), chloru (Cl), sodu (Na) i cynku (Zn), co w roślinach kontrolnych. Interesującym odkryciem było wykazanie, że zregenerowane rośliny charakteryzowały się podwyższonym poziomem potasu (K) i manganu (Mn) w korzeniach oraz magnezu (Mg) i Mn w liściach. Podsumowując: wyniki prowadzonych badań udowodniły, że siewki soi są w stanie efektywnie zregenerować się nawet po ekspozycji na stosunkowo wysokie stężenia Cd (25 mgL^{-1}). Ponadto wcześniejsza ekspozycja na ten metal prowadzi w zregenerowanych roślinach do zwiększonej zdolności do akumulacji wybranych pierwiastków (**osiągnięcie naukowe nr 3**, Holubek i in. 2020).

Podsumowując, najważniejsze wyniki wchodzące w skład mojego osiągnięcia habilitacyjnego obejmują:

- 1) wykazanie, że metale (Cd, Cu, Pb) indukują wzrost poziomu oksydacyjnej modyfikacji RNA, 8-hydroksyguanozyny (8-OHG), w siewkach soi;**
- 2) wykazanie, że zależny od działania metali wzrost poziomu 8-OHG stanowi wczesną reakcję i poprzedza symptomy stresu oksydacyjnego;**
- 3) wykazanie, że specyficzny dla mitochondriów związek o działaniu przeciwutleniającym, MitoTEMPO, moduluje odpowiedź oksydacyjną siewek soi na działanie Cd oraz wpływa na akumulację tego metalu w roślinach;**
- 4) wykazanie, że siewki soi mają zdolność efektywnej regeneracji po ekspozycji na działanie kadmu. Rośliny potraktowane kadmem i przeniesione następnie do optymalnych warunków wzrostu nie różniły się pod względem parametrów wzrostowych i wybranych parametrów fizjologicznych od roślin kontrolnych;**
- 5) wykazanie, że rośliny potraktowane kadmem, a następnie przeniesione do optymalnych warunków wzrostu charakteryzują się zwiększoną zdolnością akumulacji niektórych pierwiastków: magnezu (Mg), manganu (Mn) i potasu (K).**

Większość badań opisanych w publikacjach załączonych do osiągnięcia naukowego była prowadzona w międzynarodowych zespołach. W badaniach uczestniczyli:

- prof. dr hab. Marina Frontasyeva, dr Inga Zinicovscaia, dr Konstantin Vergel i mgr Nikita Yushin ze Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Rosji (ZIBJ) – **współpraca naukowa z pracownikami ZIBJ została zakończona po 24 lutego 2022 roku;**
- zagraniczni studenci studiujący lub odbywający praktyki na Wydziale Biologii UAM w ramach programu Erasmus+ lub innych programów wymiany studenckiej: Melike Bayar z Uniwersytetu w Stambule w Turcji, Renata Holubek z Uniwersytetu Konstantego Filozofa w Nitrze na Słowacji, Donald Samdumu z Uniwersytetu Bamenda w Kamerunie oraz Dalir Fayazipour z Uniwersytetu w Teheranie w Iranie.

W dalszej pracy badawczej chciałabym skupić się na dokładniejszym poznaniu roli oksydacji RNA w odpowiedzi roślin na działanie czynników stresowych. W ramach kierowanego przeze mnie obecnie projektu nr 2019/33/B/NZ9/00058 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (OPUS 17) planowane jest między innymi oszacowanie poziomu oksydacji RNA w odniesieniu do oksydacji innych elementów komórkowych w korzeniach siewek soi eksponowanych na bardzo krótkotrwały stres kadmowy (1–3 godziny), identyfikacja oksydowanych transkryptów przy zastosowaniu sekwencjonowania oraz wyodrębnienie innych źródeł RFT odpowiedzialnych za oksydację RNA przy użyciu odpowiednich inhibitorów. Planuję również rozpoczęcie badań nad rolą innych modyfikacji RNA w odpowiedzi roślin na niekorzystne warunki środowiskowe. Kolejnym tematem badawczym, którym chciałabym się zająć w najbliższej przyszłości, jest wpływ nanocząsteczek plastiku (NP) na status oksydacyjny siewek soi. W ramach badań planuję zmierzyć poziom RFT, markerów stresu oksydacyjnego oraz 8-OHG w siewkach soi traktowanych NP.

Literatura (z wyłączeniem publikacji włączonych do osiągnięcia habilitacyjnego):

1. Bi Y., Chen W., Zhang W., Zhou Q., Yun L., Xing D., 2009. Production of reactive oxygen species, impairment of photosynthetic function and dynamic changes in mitochondria are early events in cadmium-induced cell death. *Arabidopsis thaliana. Biol Cell* 101: 629–643.
2. Chmielowska-Bąk J., Deckert J., 2021. Plant Recovery after Metal Stress – A Review. *Plants* 10: 450.
3. Garnier L., Simon-Plas F., Thuleau P., Agnel J.-P., Blein J.-P., Ranjeva R., Montillet J.-L., 2006. Cadmium affects tobacco cells by a series of three waves of reactive oxygen species that contribute to cytotoxicity. *Plant Cell Environ* 29: 1956–1969.
4. Gzyl J., Izbiańska K., Floryszak-Wieczorek J., Jelonek T., Arasimowicz-Jelonek M., 2016. Cadmium affects peroxynitrite generation and tyrosine nitration in seedling roots of soybean (*Glycine max* L.). *Environ Exp Bot* 131: 155–163.
5. Ippolito L., Giannoni E., Chiarugi P., Parri M., 2020. Mitochondrial redox hubs as promising targets for anticancer therapy. *Front Oncol* 10: 256.
6. Li Y., Wang Y., Xue H., Pritchard H.W., Wang X., 2017. Changes in the mitochondria protein profile due to ROS eruption ageing of elm (*Ulmus pumila*) seeds. *Plant Physiol Bioch* 114: 27–87.
7. Mittler R., Zandalinas S.I., Fichman Y., Breusegem F.V., 2022. Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. *Nature Rev Mol Cell Biol* 23: 663–679.
8. Noor I., Sohail H., Sun J., Nawaz M.A., Li G., Hasanuzzaman M., Liu J., 2022. Heavy metal and metalloid toxicity in horticultural plants: Tolerance mechanism and remediation strategy. *Chemosphere* 303: 135196.
9. Oliver D.M.A., Reddy P.H., 2019. Small molecules as therapeutic drugs for Alzheimer's disease. *Mol Cell Neurosci* 96: 47–62.
10. Szyller J., Jagielski D., Bil-Lula I., 2022. Antioxidants in arrhythmia treatment – still a controversy? A review of selected clinical and laboratory research. *Antioxidants* 11: 1109.
11. Tóth G., Hermann T., Szatmári G., Pásztor L., 2016. Maps of heavy metals in the soil of European Union and proposed priority areas for detailed assessment. *Sci Total Env* 565: 1054–1062.
12. Tong S., Li H., Wang L., Tudi M., Yang L., 2020. Concentration, special distribution, contamination degree and human health risk assessment of heavy metals in urban soils across China between 2003 and 2019 – A systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 17: 3099.
13. Yabe J., Ishizuka M., Umemura T., 2010. Current level of heavy metal pollution in Africa. *J Vet Med Sci* 72: 1257–1263.

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

a) Badania wykonywane w zagranicznych ośrodkach naukowych

- | | |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sierpień 2022-
luty 2023
(6 miesięcy) | staż naukowy na Uniwersytecie w Adelajdzie, Australia, w ramach programu Bekker finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA, umowa nr BPN/BEK/2021/2/00007/U/00001) |
| sierpień 2016
(1 miesiąc) | wyjazd do Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w ramach programu badawczego „Techniki jądrowe i inne powiązane techniki w badaniach biologicznych” |
| wrzesień 2012
(1 miesiąc) | staż naukowy na uniwersytecie Université Catholique de Louvain w Louvain-la-Neuve w Belgii finansowany w ramach Międzynarodowych Stypendiów Doskonałości Walloni-Brukseli (ang. <i>Wallonia-Brussels International Scholarships for Excellence</i>). Uzyskane w ramach stażu wyniki zostały zamieszczone w dwóch publikacjach naukowych: <ol style="list-style-type: none">1. <u>Chmielowska-Bąk J.</u>, Lefèvre I., Lutts S., Kulik A., Deckert J., 2014. Effect of an ethylene synthesis inhibitor, cobalt chloride, on soybean seedlings subjected to cadmium stress. <i>Acta Societatis Botanicorum Poloniae</i>: 201–207.
DOI: https://doi.org/10.5586/asbp.2014.0272. <u>Chmielowska-Bąk J.</u>, Lefèvre I., Lutts S., Deckert J., 2013. Short term signaling responses in roots of young soybean seedlings exposed to cadmium stress. <i>Journal of Plant Physiology</i> 15;170 (18): 1585–94.
DOI: 10.1016/j.jplph.2013.06.019 |

2005–2006 realizowanie projektu naukowego na Uniwersytecie A Coruña
(1 rok akademicki) pod kierunkiem prof. Joségo Díaza w trakcie wymiany
studenckiej w ramach programu Erasmus+. Uzyskane wyniki
zostały zamieszczone w pracy magisterskiej „The activity of
enzymes of phenylpropanoid pathway and peroxidase in plant
cells treated with copper and its relation to lignification” oraz
w publikacji naukowej:
Chmielowska J., Veloso J., Gutiérrez J., Silvar C., Díaz J.,
2010. Cross-protection of pepper plants stressed by copper
against a vascular pathogen is accompanied by the induction of
defense response. *Plant Science* 178: 176–182.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.11.007>

b) Współpraca międzynarodowa

2017–2022 kierownik po stronie polskiej programu badawczego
„Techniki jądrowe i inne powiązane techniki w badaniach
biologicznych” (ang. *Nuclear and related analytical
techniques in biological studies*) finansowanego przez
Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych w Dubnej w Rosji
(ZIBJ), lata 2017–2021 – **współpraca została zakończona
w lutym 2022 roku**

Wyniki uzyskane w ramach wspólnych badań zostały opublikowane w artykułach
naukowych:

1. Chmielowska-Bąk J., Shcheglova E., Rosik K., Yushin N., Zinicovscaia I., Deckert J., 2022. Oxidative RNA modifications as an early response of soybean (*Glycine max* L.) exposed to copper and lead. *Frontiers in Plant Science* 12: 828620 (artykuł włączony do osiągnięcia habilitacyjnego).
DOI: 10.3389/fpls.2021.828620
2. Chmielowska-Bąk J., Holubek R., Frontasyeva M., Zinicovscaia I., İşidoğru S., Deckert J., 2020. Tough Sprouting – Impact of Cadmium on Physiological State and Germination Rate of Soybean Seeds. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 89: 8923.
DOI: <https://doi.org/10.5586/asbp.8923>

3. Holubek R., Deckert J., Zinicovscaia I., Yushin N., Vergel K., Frontasyeva M., Sirotkin V.A., Samdumu D., Chmielowska-Bąk J., 2020. The recovery of soybean plants after short term cadmium stress. *Plants* 9: 782 (artykuł włączony do osiągnięcia habilitacyjnego).
DOI: 10.3390/plants9060782
4. Chmielowska-Bąk J., Zinicovscaia I., Frontasyeva M., Milczarek A., Micheli S., Vysochanska M., Deckert J., 2018. Soybean seedlings enriched with iron and magnesium – impact on germination, growth and antioxidant properties. *Ecological and Chemical Engineering S* 25 (4): 631–641.
DOI: <https://doi.org/10.1515/eces-2018-0042>

c) Inna działalność naukowa realizowana w zagranicznych jednostkach naukowych

- udział w akcjach **COST** (ang. *European Cooperation in Science and Technology*):
 - CA20101 „Plastics monitoRING detectiOn RemedIaTion recoverY” (przewidziana na lata 2021–2025);
 - CA19116 „Trace metal metabolism in plants – PLANTMETALS” (przewidziana na lata 2020–2024);
 - w ramach akcji CA19116 uczestniczyłam w spotkaniu „Trace metal metabolism in plants – Kick-off meeting”, które odbyło się w dniach 24–27 sierpnia 2021 w Czeskich Budziejowicach w Czechach;
- wyjazdy dydaktyczno-naukowe na zagraniczne uczelnie w ramach programu **Erasmus+**:

2020 (5–12 lutego)	Uniwersytet Indii Zachodnich (UWI), filia St. Augustine w Trynidadzie i Tobago
2019 (14–17 maja)	Uniwersytet Konstantego Filozofa w Nitrze na Słowacji
2018 (24–28 września)	Uniwersytet Masaryka w Brnie w Czechach

- członkostwo w Komitecie Naukowym Konferencji międzynarodowej konferencji *Plant stress and adaptation* zorganizowanej przez Narodowy Uniwersytet Rolniczy w Charkowie (25–26 lutego 2021, konferencja prowadzona w trybie on-line);
- wyjazd na Uniwersytet A Coruña w roli Członka Komisji Doktorskiej na obronę pracy doktorskiej pt.: „Analysis of capsinoids in Galician pepper cultivars and characterization of their properties for plant protection” mgr Tanii Garcíi Lamas wykonywanej pod opieką prof. Joségo Díaza. Wyjazd odbył się w dniach 14–18 grudnia 2018;
- recenzentka pracy doktorskiej pt.: „Induction of resistance in pepper against *Verticillium dahliae* by the application of PO212” mgr Marty Lois wykonywanej na Uniwersytecie A Coruña pod kierunkiem prof. Joségo Díaza;
- zakwalifikowanie się i uczestnictwo w sympozjum *New Phytologist Next Generation Scientists Symposium*, które odbyło się 24–26 lipca 2017 w Norwich.

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

a) Osiągnięcia dydaktyczne

Uczestnictwo w opracowywaniu sylabusów i prowadzenie zajęć z przedmiotów:

- 1) „Molekularne mechanizmy reakcji roślin na stresy środowiskowe” – przedmiot rdzeniowy dla studentów I roku studiów II stopnia na kierunku biotechnologia, prowadzenie ćwiczeń (lata 2015/2016–2022/2023);
- 2) „Diagnostyka substancji prozdrowotnych i toksycznych w roślinach” – moduł wybieralny dla studentów III roku studiów I stopnia na kierunkach biologia i biologia nauczania, opracowanie sylabusu i prowadzenie konwersatoriów (lata 2017/2018–2022/2023);
- 3) „Diagnostyka roślin, substancji prozdrowotnych i trujących” – moduł wybieralny dla studentów II roku studiów I stopnia na kierunku biologia i zdrowie człowieka, opracowanie sylabusu i prowadzenie wykładów (lata 2019/2020–2021/2022);
- 4) „How to plan professional career – tips for young scientists” – anglojęzyczny moduł wybieralny kierowany do zagranicznych studentów przyjeżdżających na UAM w ramach wymiany studenckiej, opracowanie sylabusu, prowadzenie wykładów i konwersatoriów (lata 2017/2018–2021/2022);

- 5) „Plant response to environmental stresses” – anglojęzyczny moduł wybieralny kierowany do zagranicznych studentów przyjeżdżających na UAM w ramach wymiany studenckiej, współpracowanie sylabusu, prowadzenie zajęć laboratoryjnych (lata 2017/2018–2021/2022);
- 6) „Plant bioactive substances with pro-healthy and toxic activity” – anglojęzyczny moduł wybieralny kierowany do zagranicznych studentów przyjeżdżających na UAM w ramach wymiany studenckiej, współpracowanie sylabusu, prowadzenie wykładów, seminariów i zajęć laboratoryjnych (lata 2020/2021–2021/2022);
- 7) „Dangerous world – the impact of toxic substances on organisms” – anglojęzyczny moduł wybieralny kierowany do doktorantów UAM, współpracowanie sylabusu, prowadzenie ćwiczeń (lata 2017/2018–2019/2020);
- 8) „Grant writing and management – a tool kit” – anglojęzyczny moduł wybieralny kierowany do doktorantów UAM, współpracowanie sylabusu, prowadzenie ćwiczeń (rok 2018/2019).

Opieka nad studentami:

Promotor obronionych prac licencjackich:

1. Urszula Gast, praca pt.: „Wpływ sposobu przetwarzania surowca na aktywność antyoksydacyjną produktów uzyskiwanych z mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*)”, rok 2022.
2. Kinga Dastyh, praca pt.: „Roślinne substancje słodzące jako zamienniki sacharozy”, rok 2022.
3. Michał Urbański, praca pt.: „Związki bioaktywne występujące w chmielu (*Humulus lupulus*) i ich potencjalne zastosowanie w lecznictwie”, rok 2022.
4. Olga Askutja, praca pt.: „Aktywność antyoksydacyjna wyciągów z pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*)”, rok 2022.
5. Adrianna Tomasiak, praca pt.: „Fortyfikacja żywności jako metoda zapobiegania występowaniu niedoborów witamin w diecie”, rok 2021.
6. Aleksandra Grzesik, praca pt.: „Stymulujący wpływ metali na biosyntezę bioaktywnych związków chemicznych w komórkach roślinnych”, rok 2021.
7. Natalia Stucka, praca pt.: „Prozdrowotne i toksyczne działanie glikozydów cyjanogennych”, rok 2021.
8. Michał Zacharyasiewicz, praca pt.: „Analiza sekwencji mRNA zawierających 8-hydroksyguaninę (8-OHG)”, rok 2020.
9. Karolina Wleklak, praca pt.: „Biofortyfikacja siewek soi jonami żelaza i jej wpływ na zawartość kwasu fitynowego i flawonoidów”, rok 2020.
10. Mikołaj Lichocki, praca pt.: „Funkcje oksydacyjnych modyfikacji kwasów nukleinowych w regulacji procesów fizjologicznych i odpowiedzi na warunki stresowe w komórkach roślinnych i zwierzęcych”, rok 2019.
11. Joanna Wolbach, praca pt.: „Procesy regeneracji roślin po ekspozycji na stresy środowiskowe”, rok 2019.

Promotor obronionych prac magisterskich:

1. Karolina Wleklik, praca pt.: „Poziom wybranych antyoksydantów w siewkach soi (*Glycine max* L.) biofortyfikowanych żelazem”, rok 2022.
2. Mikołaj Lichocki, praca pt.: „Poziom 8-hydroksyguanozyny (8-OHG) i 8-hydroksydeoguanozyny (8-OHdG) w siewkach soi traktowanych kadmem”, rok 2022.

Recenzent obronionych prac licencjackich 10

Opieka nad projektami zagranicznych studentów 18

Inna działalność dydaktyczna:

- udział w projekcie „Kierowanie Rozwojem Aktywności Badawczej (KRAB)” w latach 2017/2018, 2020/2021 i 2021/2022 – opieka jako tutor nad sześciorgiem studentów;
- udział w projekcie „Wsparcie i Lokowanie Kompetencji (WILK)” w roku 2021/2022 – opieka jako tutor i mentor dwóch studentów.

Udział w szkoleniach i kursach:

- 2022** udział w szkoleniu *Feedback – informacja zwrotna, która „karmi”*, prowadzonym przez dr Beatę Master
- 2022** udział w warsztatach *Planowanie i realizacja – narzędzia do pracy indywidualnej i grupowej* zorganizowanych w ramach konferencji *WILK – Wzmacnianie i Lokowanie Kompetencji*
- 2022** udział w warsztatach *Praca nad wzmacnianiem samooceny młodego człowieka – teoria i ćwiczenia do pracy własnej i pracy z drugą osobą* zorganizowanych w ramach konferencji *WILK – Wzmacnianie i Lokowanie Kompetencji*
- 2022** udział w warsztatach dydaktycznych *Small teaching. Małe wielkie zmiany. Jak wspierać motywację i koncentrację studentów?* zorganizowanych w ramach konferencji *WILK – Wzmacnianie i Lokowanie Kompetencji*
- 2021** ukończenie kursu *Nowoczesne metody nauczania na poziomie akademickim* w ramach projektu „Nawa ster: towards the internationalization of doctoral school of AMU”
- 2021** ukończenie kursu *Praca ze studentami z trudnościami natury psychicznej i poznawczej* w ramach projektu „Uczelnia otwarta dla wszystkich uczelni na miarę XXI wieku” realizowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, program operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój (POWER) w ramach projektu: Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju, nr umowy: powr.03.05.00-00-a095/19

- 2021** ukończenie kursu *The Collaborative Online International Learning Module (COIL)* organizowanego przez Grupo Compostela de Universidades
- 2019** szkolenie z komunikacji międzykulturowej dla trenerów i międzynarodowych efektów kształcenia w ramach projektu pt.: „Training and preparation for internalization at home”, kurs współfinansowany ze środków Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (NAWA) w ramach programu „Welcome to Poland”
- 2019** warsztaty *Content and Language Integrated Learning (CLIL)*
- 2018** ukończenie kursu *Academic Teaching Excellence (British Council)* w ramach programu „ZCPK: Zintegrowane centrum podnoszenia kompetencji” nr POWR.03.04.00-00-D107/16
- 2017** szkolenie *Infografiki bez tajemnic – wizualizacja w procesie nauczania* w ramach programu „ZCPK: Zintegrowane centrum podnoszenia kompetencji” nr POWR.03.04.00-00-D107/16
- 2017** szkolenie *Wykorzystanie sztuki (auto)prezentacji i wystąpień publicznych w dydaktyce* w ramach programu „ZCPK: Zintegrowane centrum podnoszenia kompetencji” nr POWR.03.04.00-00-D107/16
- 2017** ukończenie kursu *Szkoła Tutorów Akademickich I stopnia* zakończonego uzyskaniem Certyfikatu Tutora (nr STAZ/103/2017/03)
- 2016** ukończenie kursu *Kształcenie na odległość. Prowadzenie zajęć dydaktycznych na platformie Moodle*

b) Osiągnięcia organizacyjne

Jednocześnie z zatrudnieniem w 2015 roku w Zakładzie Ekofizjologii Roślin na Wydziale Biologii UAM objęłam funkcję wydziałowego koordynatora programu Erasmus+. Pełnione w ramach objętej funkcji obowiązki obejmowały między innymi:

- przygotowywanie i podpisywanie umów bilateralnych z zagranicznymi uczelniami partnerskimi;
- opracowywanie wniosków o finansowanie mobilności z uniwersytetami partnerskimi z krajów pozaprogramowych;
- przeprowadzanie rekrutacji na zagraniczne wyjazdy studentów i pracowników Wydziału Biologii UAM;
- przeprowadzanie dni informacyjnych programu Erasmus Plus;
- uzgadnianie programów studiów wyjeżdżających studentów;
- organizację pobytu zagranicznych pracowników z uniwersytetów partnerskich.

W trakcie mojej kadencji (lata 2015–2020) na Wydział Biologii UAM z partnerskich uczelni **przyjechało** ponad **150 studentów** oraz ponad **40 pracowników**. W wymianie wzięło również udział **109 studentów** oraz **38 pracowników** Wydziału Biologii UAM.

Za szczególne osiągnięcie w trakcie pełnienia funkcji wydziałowego koordynatora programu Erasmus+ uważam rozszerzenie wymiany poza kraje programowe (kraje Unii Europejskiej oraz Norwegia, Islandia, Lichtenstein, Północna Macedonia, Serbia i Turcja). W trakcie kadencji podpisałam umowy bilateralne z uczelniami z krajów partnerskich, włączając Uniwersytet Jamia Millia Islamia w Delhi w Indiach, Uniwersytet Indii Zachodnich na Jamajce, Uniwersytet w Bamendzie w Kamerunie, Wschodni Państwowy Uniwersytet w Kazachstanie, Uniwersytet w Antananarywie na Madagaskarze, Uniwersytet Lurió w Mozambiku, Północno-Arktyczny Federalny Uniwersytet w Archangielsku w Rosji oraz Uniwersytet II Miecznikowa w Odessie, Transkarpacki Uniwersytet im. Franciszka Rakoczego i Państwowy Uniwersytet w Chersoniu w Ukrainie. Z wszystkimi wymienionymi uniwersytetami prowadzona jest/była aktywna wymiana studentów i/lub pracowników.

c) Osiągnięcia popularyzujące naukę

Opracowywanie i przeprowadzenie warsztatów w ramach festiwali naukowych:

- Noc Naukowców, opracowywanie i prowadzenie warsztatów *Zieloni mordercy – kryminalne zagadki* w latach 2015–2017 i 2019;
- Noc Biologów, opracowywanie i prowadzenie warsztatów *Kawiarenka Gier* w latach 2016–2019;
- Poznański Festiwal Nauki i Sztuki, opracowywanie i prowadzenie warsztatów *Kawiarenka Gier* w latach 2015 i 2018;
- Fascynujący Dzień Roślin, opracowywanie i prowadzenie warsztatów *W świecie zapachów* w latach 2015, 2017, 2019 i 2022.

Prowadzenie zajęć dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych:

- opracowanie i przeprowadzenie 36 godzin lekcyjnych zajęć laboratoryjnych „Antyoksydanty kontra wolne rodniki” dla uczniów w ramach Uniwersyteckich Dni Akademickich w latach 2017 i 2018;
- opracowanie i przeprowadzenie zajęć „Myślenie naukowe. Eksperyment naukowy – fizjologia roślin” dla uczniów w ramach projektu „Świat przyrody obszarem myślenia i działania Młodych Odkrywców na Wydziale Biologii UAM” nr POWR.03.01.00-00-U110/17-00 w latach 2018–2020.

Prowadzenie zajęć w ramach Uniwersytetu Otwartego UAM:

- współpracowanie sylabusu i współprowadzenie kursu *Uzdrowiciele i truciele – bioaktywne substancje w roślinach* w latach akademickich 2020/2021 i 2021/2022

Artykuły popularno-naukowe opublikowane w trakcie studium doktoranckiego oraz pracy na Wydziale Biologii UAM na stanowisku adiunkta:

- Chmielowska-Bąk J., 2018. Dlaczego taun-tauny mają dwie pary nozdrzy? Adaptacje organizmów do życia w ekstremalnych środowiskach w uniwersum sagi *Gwiezdne wojny*. *Histori@Teoria* 7: 77–93.
- Chmielowska-Bąk J., 2017. Nad czym pracują naukowcy? – najważniejsze wyzwania współczesnej biologii roślin. *Ekonatura* 2: 20–21.
- Chmielowska-Bąk J., 2015. Klimat się ociepla! Podsumowanie najnowszego raportu Międzyrządowego Zespołu ds. Zmiany Klimatu. *Ekonatura* 1: 25–26.
- Chmielowska-Bąk J., 2014. Ciemna strona rozwoju. *Ekonatura* 10: 27–29.
- Chmielowska-Bąk J., 2012. Czy rośliny czują? *Ekonatura* 10: 11–12.
- Chmielowska-Bąk J., 2011. Czy rośliny potrafią mówić? *Ekonatura* 2011.
- Chmielowska-Bąk J., 2010. Biomonitoring. *Ekonatura* 12: 19.
- Chmielowska-Bąk J., 2010. Lecznicze rośliny ajurwedy. *Ekonatura* 12: 8–9

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1–6 wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Otrzymane wyróżnienia i nagrody

- | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2022 | Zespołowa Nagroda Rektora UAM III stopnia za osiągnięcia naukowe w roku 2021 |
| 2020 | Indywidualna Nagroda Rektora UAM I stopnia za osiągnięcia dydaktyczne w roku 2019 |
| 2020 | uzyskanie premii okresowej ze środków projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” w ramach konkursu <i>Wsparcie najbardziej produktywnej naukowo młodej kadry badawczej</i> |
| 2019 | Zespołowa Nagroda Rektora UAM II stopnia za osiągnięcia naukowe w roku 2018 |
| 2016 | Stypendium dla Wybitnych Młodych Naukowców Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (decyzja nr 1061/E-336/STYP/11/2016) |
| 2016 | Zespołowa Nagroda Rektora UAM III stopnia za osiągnięcia naukowe w roku 2015 |

.....
(podpis wnioskodawcy)