

## **AUTOREFERAT PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH**

### **1. dr Agnieszka Bagniewska-Zadworna**

**Zakład Botaniki Ogólnej**

**Instytut Biologii Eksperymentalnej**

**Wydział Biologii**

**Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu**

### **2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe**

*Przebieg pracy naukowej: nazwa szkoły wyższej, instytutu lub innej jednostki organizacyjnej, specjalność, data uzyskania tytułu zawodowego, stopnia naukowego lub tytułu naukowego:*

Stopień magistra - 2000, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, biologia eksperymentalna, praca magisterska pt. „Regeneracja *in vitro* fragmentów haploidalnych i dihaploidalnych zarodków *Brassica napus* cv. DHO-120”, pod kierunkiem Prof. dra hab. Macieja Zenktelera

Stopień doktora - 2005, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, botanika, praca doktorska pt. „Rola kwasu abscysynowego w przeżywalności eksplantatów kłączowych *Polypodium vulgare* L.”, pod kierunkiem Prof. dr hab. Elżbiety Zenkteler

### **3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

2000-2004 - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Biologii, Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Botaniki Ogólnej; stanowisko: inżynierjno-techniczne

2004-2005 – Studium doktoranckie na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

od 2005 - Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Biologii, Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Botaniki Ogólnej; stanowisko: adiunkt

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

A) Tytuł osiągnięcia naukowego:

**Anatomia funkcjonalna oraz śmierć komórek korzeni  
podczas ich rozwoju ontogenetycznego**

B) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

– IF zgodny z rokiem opublikowania,  $IF_{(5)}$  – aktualny pięcioletni IF, punkty MNiSW (lista z dnia 23 grudnia 2015)

1. **Bagniewska-Zadworna A.**, Byczyk J, Eissenstat D.M., Oleksyn J., Zadworny M. 2012. Avoiding transport bottleneck in an expanding root system: xylem vessel development in fibrous and pioneer roots under field conditions. *American Journal of Botany* 99(9): 1417–1426. **IF=2.586,  $IF_{(5)}$ = 3.108, MNiSW - 35.**
2. **Bagniewska-Zadworna A.**, Arasimowicz-Jelonek M., Smoliński D., Stelmasik A. 2014. New insight into pioneer root xylem development – evidence obtained from *Populus trichocarpa* plants grown under field conditions. *Annals of Botany* 113: 1235-1247. **IF=3.654,  $IF_{(5)}$ = 4.338, MNiSW - 40.**
3. **Bagniewska-Zadworna A.**, Stelmasik A., Minicka J. 2014. From birth to death – *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray) fibrous roots functional anatomy. *Biologia Plantarum* 58(3): 551-560. **IF=1.849,  $IF_{(5)}$ = 1.546, MNiSW - 25.**
4. **Bagniewska-Zadworna A.**, Stelmasik A. 2015. Root heterogeneity and developmental stage determine the pattern of cellulose synthase and cinnamyl alcohol dehydrogenase gene expression profiles during xylogenesis in *Populus trichocarpa* (Torr. et Gray). *International Journal of Plant Sciences* 176: 458-467.  **$IF_{(2014)}$ =1.534,  $IF_{(5)}$ = 1.890, MNiSW - 30.**
5. **Bagniewska-Zadworna A.**, Arasimowicz-Jelonek M. 2015. The mystery of underground death: Cell death in roots during ontogeny and in response to environmental factors. *Plant Biology*, DOI: 10.1111/plb.12391,  **$IF_{(2014)}$ =2.633,  $IF_{(5)}$ = 2.698, MNiSW - 30.**

C) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem osiągnięć naukowo-badawczych

Osiągnięcie naukowe, będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, stanowi cykl czterech oryginalnych publikacji naukowych i jednej pracy przeglądowej, opublikowanych w latach 2012-2015 w czasopiśmie znajdującym się w bazie *Journal Citation Reports*. Sumaryczny impact factor tych pozycji (zgodny z rokiem opublikowania) wynosi 12.256, a sumaryczna liczba punktów MNiSW to 160. We wszystkich pięciu publikacjach jestem autorem pierwszym i korespondencyjnym. Każda z prac przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne została sfinansowana z projektów przyznanych przez MNiSW i NCN, których byłam lub jestem kierownikiem.

W publikacjach składających się na osiągnięcie naukowe przedstawiono wyniki badań biologii, ekologii i funkcjonalnej anatomii korzeni chłonnych i pionierskich, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki związanej z programowaną śmiercią komórki podczas rozwoju ontogenetycznego korzeni. Prace eksperymentalne wykonano na korzeniach topoli kalifornijskiej, w oparciu o materiał pozyskany z warunków polowych, z wykorzystaniem ryzotronów.

Spośród wszystkich roślin drzewiastych to właśnie *Populus* jest rodzajem wzbudzającym rosnące zainteresowanie, nie tylko w aspekcie praktycznym, jako źródło biomasy oraz energii odnawialnej, ale po opisanu kompletnego genomu *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray), również w poznawczym - jako roślina modelowa. Moje badania własne, dotyczące systemu korzeniowego, wypełniają lukę w stanie wiedzy na temat biologii systemów korzeniowych u tej grupy roślin. Systemy korzeniowe wpływają bowiem w zasadniczy sposób na wzrost i zdrowotność roślin, a zrozumienie ich biologii i funkcjonalnej anatomii może mieć bezpośrednie przełożenie na poznanie czynników wpływających na produktywność plantacji topolowych. Heteroryzja, będąca przejawem zróżnicowania w obrębie systemów korzeniowych roślin, skutkuje różną zdolnością poszczególnych korzeni do pobierania oraz transportu wody z rozpuszczonymi w niej solami mineralnymi, intensywnością wzrostu, stosunkiem długości do masy oraz zdolnością zasiedlania przez organizmy symbiotyczne. Czynnikiem mogącym w zasadniczy sposób odzwierciedlać funkcjonalne różnice między

różnymi typami korzeni jest dojrzewanie ksylemu, a co się z tym wiąże również nabywanie zdolności do transportu wody w danym stadium życia korzenia.

Zasadniczym celem przeprowadzonych przeze mnie w ostatnich latach badań była porównawcza analiza morfologiczna, anatomiczna i cytologiczna stref wzrostu korzeni, ze szczególnym uwzględnieniem stopnia rozwoju elementów przewodzących w korzeniach *P. trichocarpa*. Większość dotychczasowych danych opisujących funkcjonowanie systemów korzeniowych było efektem krótkoterminowych badań korzeni młodych siewek wzrastających w kulturach *in vitro*, również hydroponicznych, bądź w warunkach szklarniowych. Sądzę, że wykonanie wszystkich analiz w oparciu o rośliny obserwowane w warunkach *in vivo*, z wykorzystaniem metody tzw. skrzyń ryzotronowych lub ryzotronów, nieinwazyjnych metod badania systemów korzeniowych w warunkach ich naturalnego wzrostu, w przeciwieństwie do badań prowadzonych w sztucznych układach eksperymentalnych, umożliwi lepsze poznanie zależności między budową korzenia a ich funkcją. Pomimo swojego znaczenia i poświęconej na polu naukowym uwagi, systemy korzeniowe roślin drzewiastych ciągle jeszcze nie zostały w pełni poznane.

Korzenie roślin drzewiastych, w tym analizowanego w moich badaniach gatunku *P. trichocarpa*, bez wątplenia są heterogenne. Właśnie w ramach tego zróżnicowania, nawet w obrębie zakończonych wierzchołkiem wzrostu korzeni pierwszego rzędu, można wyodrębnić korzenie krótkie, cienkie, o średnicy nieprzekraczającej 1 mm, nazywane korzeniami chłonnymi i żywiącymi oraz długie, szybkorosnące korzenie pionierskie, zwane też szkieletowymi, głównie zaangażowane w transport do nadziemnych części roślin pobranej z gleby wody wraz z solami mineralnymi (Bagniewska-Zadworna i in. 2012, poz. 1). W ramach realizowanego projektu badawczego, finansowanego przez MNiSW (NN309007437), podjęłam próbę poznania biologii oraz anatomii funkcjonalnej korzeni pionierskich i chłonnych topoli kalifornijskiej. Już pierwsze uzyskane wyniki pozwoliły na określenie funkcjonalnej zależności pomiędzy tempem wzrostu badanych korzeni a przebiegiem ksylogenezy oraz lignifikacją powstających naczyń. Stanowiły one wartościowe źródło informacji, umożliwiających nakreślenie i realizację dalszych etapów badań. Zaobserwowano bowiem, iż korzenie pionierskie o większej średnicy i szybszym tempie wzrostu rozpoczynają różnicowanie poszczególnych tkanek w większej odległości od merystemu wierzchołkowego niż korzenie chłonne. Jednakże u korzeni pionierskich, tkanki takie jak: endoderma czy egzoderma były wykształcane we wcześniejszej fazie wzrostu niż u korzeni chłonnych, choć

w dalszej odległości od wierzchołka. Takie zróżnicowanie w obrębie tempa różnicowania poszczególnych układów tkankowych pozwala korzeniom pionierskim efektywniej przerastać glebę w poszukiwaniu miejsc o wysokiej dostępności wody i soli mineralnych, wydajnie transportować wodę z bocznych odgałęzień oraz pełnić funkcję strukturalną (Bagniewska-Zadworna i in. 2012, poz. 1). Należy podkreślić, że zespół cech, takich jak: potencjał wzrostu poszczególnych korzeni, morfologia, anatomia oraz architektura, warunkujących zarazem strukturę, jak i funkcję systemów korzeniowych, jest kluczowy dla prawidłowego funkcjonowania roślin, w tym roślin drzewiastych. Wykształcanie morfologicznie oraz funkcjonalnie odmiennych korzeni w zależności od aktualnie działających czynników zewnętrznych lub/i genetycznych umożliwia adaptację drzew do zmieniających się warunków środowiskowych. Wskazuje na to m.in. częstsze formowanie się korzeni chłonnych w miejscach obfitujących w wodę oraz składniki pokarmowe. W naszych badaniach przeprowadziliśmy szczegółową analizę zmieniającej się struktury korzeni chłonnych od ich wykształcenia się do śmierci (Bagniewska-Zadworna i in. 2014, poz. 3). Analizy anatomiczne korzeni chłonnych w poszczególnych dniach ich wzrostu pozwoliły nam na opisanie wszystkich etapów formowania tkanek, które w istotny sposób determinują ich absorpcyjną funkcję, w tym rozwój egzo- i endodermy (I- i II-rzędowej). Takie wykształcenie tkanek gwarantuje niezakłócony bliski transport radialny wody i substancji mineralnych od ich pobrania aż do wykształconych elementów trachealnych, drogą apoplastyczną lub symplastyczną.

Większość korzeni chłonnych rozbudowanego systemu korzeniowego, w przeciwieństwie do korzeni pionierskich, jest efemeryczna, jedną z najbardziej nurtujących kwestii pozostawała informacja, które z korzeni i w jakim momencie swojego życia podlegają starzeniu oraz jaki jest mechanizm śmierci korzeni: bierny czy też zaprogramowany. Dotychczas na podstawie analiz anatomicznych i cytologicznych wykazałyśmy, że to właśnie programowana śmierć komórki (PCD) może być zaangażowana w proces starzenia i zamierania korzeni chłonnych (Bagniewska-Zadworna i in. 2014, poz. 3). Zaobserwowano wszystkie etapy autofagii od postępującej degradacji protoplastu aż po uwolnienie z wakuoli enzymów hydrolitycznych, przeprowadzających specyficzną „egzekucję” komórki. Jest to pierwsze doniesienie na ten temat w literaturze przedmiotu, oparte o badania prowadzone z wykorzystaniem materiału rosnącego *in situ*. Uzyskane wyniki przyczyniły się do poznania w jaki sposób korzenie chłonne nabywają zdolności absorpcyjne, poprzez wykształcenie odpowiednich tkanek we

właściwym i precyzyjnie określonym czasie podczas ich początkowego wzrostu, oraz w jaki sposób w trakcie i na koniec sezonu wegetacyjnego zachodzi eliminacja części korzeni nie spełniających już funkcji absorpcyjnych.

Zważywszy na to, że korzenie pionierskie charakteryzowały się szybkim wzrostem, łatwo rozprzestrzeniały się w glebie i dość szybko formowały korzenie chłonne, ich zdolność do transportu dalekiego wody pobranej przez korzenie chłonne zależy od właściwej koordynacji ksylogenezy. Wykazaliśmy, że nie tylko nowo powstałe korzenie pionierskie zawierały więcej biegunów ksylemu, z elementami trachealnymi o większej średnicy ale także dość szybko (zazwyczaj po upływie 7 dni) odnotowywaliśmy w tych korzeniach budowę wtórną. Pomimo, iż ksylogeneza w korzeniach pionierskich rozpoczynała się znacznie później niż w korzeniach chłonnych, w pełni funkcjonalne naczynia obserwowano na tym samym etapie wzrostu obu typów korzeni (Bagniewska-Zadworna i in. 2012, poz. 1). Biorąc pod uwagę fakt, że korzenie pionierskie charakteryzują się szybkim i efektywnym procesem ksylogenezy, stanowią one skuteczne narzędzie zwiększające sprawność przepływu wody pobranej przez korzenie chłonne. Poprzez przewyciężenie ograniczeń przepływu wody efektywnie zwiększają bowiem wydajność jej transportu (pokonując tym samym „wąskie gardło” transportu).

Ważnym celem naszych badań w oparciu o tak specyficzny materiał, było także uzupełnienie wiedzy na temat procesu ksylogenezy u roślin drzewiastych oraz wytypowanie cytologicznych i molekularnych markerów programowanej śmierci komórki (PCD) podczas rozwoju elementów trachealnych (dPCD – ang. developmental PCD). Wykazaliśmy, że elementy trachealne formowane są w kilku etapach. Komórki merystematyczne, zanim wejdą na szlak programowanej śmierci komórki podczas ksylogenezy, muszą przejść kilka etapów prowadzących do ich przekształcenia w człony naczyń. Początkowo wyodrębnione komórki prokambium różnicują się w komórki o z lignifikowanej ścianie komórkowej, z wciąż zachowanym protoplastem, a dopiero w końcowym etapie stają się martwymi elementami trachealnymi (Bagniewska-Zadworna i in. 2012, poz. 1).

Szczegółowe obserwacje tych procesów w poszczególnych dniach wzrostu korzeni jednoznacznie potwierdziły, że zachodząca podczas ksylogenezy programowana śmierć komórki prowadzi do stopniowej degeneracji organelli i w ostateczności do całkowitej eliminacji protoplastu. Scharakteryzowaliśmy na poziomie cytologicznym poszczególne etapy przebiegu PCD podczas ksylogenezy, w tym aktywację określonego typu autofagii w trakcie

różnicowania się elementów trachealnych. Na poziomie cytologicznym to autofagia jest uważana za rodzaj programowanej śmierci komórki odgrywający najważniejszą rolę podczas programu rozwojowego rośliny. W komórkach roślinnych kluczowym organellem dla tego procesu jest wakuola lityczna. Wyróżniono trzy podkategorie tego procesu: mikro-, makro- i mega-autofagię, podczas których odpowiednio: *i*) w pęcherzykach zwanych ciałami autofagowymi, powstałymi przez inwaginację tonoplastu, trawione są małe porcje cytoplazmy; *ii*) do dwubłonowych struktur nazywanych autofagosomami trafiają większe porcje cytozolu często wraz z organelami a w konsekwencji, po przetransportowaniu do wakuoli i strawieniu otaczającej je błony, ich zawartość także miesza się z sokiem wakuolarnym; *iii*) następuje wzrost objętości wakuoli, będący wynikiem akumulacji enzymów hydrolitycznych, dochodzi do zwiększenia przepuszczalności lub przerwania ciągłości tonoplastu i strawienia pozostałej zawartości komórki. Przyjmuje się, że różne rodzaje autofagii mogą zachodzić w komórce jednocześnie, a dotychczasowe badania własne potwierdziły te przypuszczenia (Bagniewska-Zadworna et al. 2012; poz. 1).

Jak udowodniono, na początkowym etapie ksylogenezy, kiedy dyferencjacja wtórnej ściany komórkowej różnicujących się naczyń drewna nie jest jeszcze ukończona, dominuje mikro- i makroautofagia, natomiast dopiero w końcowym etapie dochodzi do przerwania ciągłości tonoplastu i uwolnienia enzymów hydrolitycznych z wakuoli. Megaautofagia jest więc już tylko ostatecznym etapem służącym do usunięcia zdegradowanego protoplastu (Bagniewska-Zadworna i in. 2012, poz. 1).

Uzyskane w toku realizacji kolejnych badań wyniki wskazują, że ksylogeneza w korzeniach rosnących w warunkach naturalnych różni się tempem zachodzenia poszczególnych faz w porównaniu ze znanym z literatury modelem formowania elementów trachealnych w zawiesinach komórkowych *in vitro*. Pierwszym zaobserwowanym symptomem PCD było pojawienie się cząsteczki sygnałnej - tlenku azotu (NO) - w komórkach różnicujących się członów naczyń proto- i metaksylemu, na długo przed odnotowaniem jakichkolwiek zmian w ich strukturze. Kolejno, równoległe z lokalizacją nadtlenu wodoru w komórkach korzeni z tej samej strefy wzrostu, została przeprowadzona reakcja TUNEL w celu identyfikacji jąder komórkowych podlegających eliminacji podczas procesu PCD. Zaskakujące było odnotowanie degradacji materiału genetycznego już na początkowym etapie formowania członów naczyń, kiedy jeszcze nie obserwowano powstawania charakterystycznych dla elementów trachealnych zgrubień ściany wtórnej (Bagniewska-Zadworna i in. 2014, poz. 2).

Jednakże obecność integralnych jąder komórkowych, choć z pewnością nie były one w pełni funkcjonalne, obserwowano aż do momentu przerwania ciągłości tonoplastu, co wskazuje na powolne i prawdopodobnie wielostopniowe zachodzenie degradacji tego organellum.

Dlatego też ważnym celem naszych badań stało się uzupełnienie dotychczasowej wiedzy na temat sekwencji zdarzeń zachodzących podczas ksylogenezy. W oparciu o wykonane analizy anatomiczno-cytologiczne, szczegółowo opisano symptomy cytologiczne, towarzyszące poszczególnym stadiom prowadzącym do wykształcenia elementów trachealnych, od komórek prokambialnych (Stadium 0) przez wyróżniające się wydłużone cienkościenne komórki, będące przyszłymi członami naczyń (Stadium 1, ang. *primordial tracheary elements*), po niefunkcjonalne elementy trachealne ze zlignifikowaną ścianą komórkową i zachowanym protoplastem (Stadium 2) i funkcjonalne dojrzałe człony naczyń, będące właściwymi elementami trachealnymi (Stadium 3; Bagniewska-Zadworna i in. 2014, poz. 2).

Najbardziej widocznym etapem zachodzącej ksylogenezy było formowanie wtórnej ściany komórkowej. Postępująca lignifikacja wtórnej ściany komórkowej jest wynikiem ekspresji genów zaangażowanych w proces biosyntezy lignin. Istotną rolę w tym procesie odgrywają geny dehydrogenazy alkoholu cynamyowego (CAD), enzymu katalizującego ostatni etap syntezy monolignoli, które po przetransportowaniu do ściany komórkowej i polimeryzacji tworzą ligniny. Kolejne etapy badań dostarczyły szeregu interesujących obserwacji i wniosków. Posługując się technikami RT-PCR w czasie rzeczywistym oraz metodami fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ* (FISH) wykazaliśmy, że w proces tworzenia wtórnej ściany komórkowej zaangażowanych jest szereg genów, związanych z biosyntezą lignin (geny *CAD*) oraz z grupy syntaz celulozy (geny *CesA* i *Csl*), spośród których zidentyfikowaliśmy potencjalne markery procesu formowania drewna pierwotnego w korzeniach topoli kalifornijskiej (Bagniewska-Zadworna i in. 2014, poz. 2; Bagniewska-Zadworna i Stelmasik 2015, poz. 4). Analiza z zastosowaniem FISH ujawniła, że ekspresja analizowanych genów *CAD* zachodzi w dojrzewających, cienkościennych elementach trachealnych na długo przed ich pełnym ukształtowaniem oraz w komórkach sąsiadujących z dojrzałymi elementami trachealnymi (Bagniewska-Zadworna i in. poz. 2). Te ostatnie obserwacje pozwalają przyjąć stwierdzenie, że w pewnym stopniu lignifikacja naczyń może zachodzić także *post-mortem*.

Zidentyfikowanie poszczególnych genów zaangażowanych w proces formowania elementów trachealnych w korzeniach pionierskich i chłonnych u topoli kalifornijskiej, ale i powiązanie,



co szczególnie istotne, obserwowanej ekspresji ze stopniem rozwoju i strukturą korzeni w poszczególnych dniach wzrostu, wskazuje na niezwykle i niedocenianą rolę anatomii funkcjonalnej w interpretacji badań molekularnych (Bagniewska-Zadworna i Stelmasik 2015, poz. 4). Wykazano, że analizowane geny *CAD* i *Csl* podczas pierwszych siedmiu dni wzrostu korzeni pionierskich i chłonnych nie charakteryzują się jednolitym wzorem ekspresji. Uzyskane profile ekspresji w korzeniach pionierskich pozwalają na podział analizowanych genów na określone grupy: i) geny, których względna ekspresja wzrasta w początkowej fazie rozwoju ksylemu i utrzymuje się na porównywalnym poziomie w kolejnych dniach, gdy elementy trachealne są rozbudowywane i podlegają lignifikacji oraz ii) geny, które charakteryzują się wysoką ekspresją w początkowej fazie wzrostu korzenia, towarzyszącą różnicowaniu prokambium i zawiązków elementów trachealnych, oraz w dniach późniejszych, co jest związane z formowaniem drewna wtórnego. Korzenie chłonne I rzędu, nie wykształcające budowy wtórnej, charakteryzowały się jednolitym profilem ekspresji tj. wysoką ekspresją w pierwszych dniach wzrostu korzenia, związaną z różnicowaniem się i dojrzewaniem elementów trachealnych ksylemu oraz spadkiem ekspresji badanych genów w dniach późniejszych, kiedy wykształcone drewno jest już w pełni funkcjonalne (Bagniewska-Zadworna i Stelmasik 2015, poz. 4). Nasze wyniki wskazują, że struktura poszczególnych typów korzeni silnie wpływa na ekspresję genów zaangażowanych w różne etapy ksylogenezy, podkreślając konieczność wykonania morfologicznej i anatomicznej charakterystyki materiału roślinnego przed interpretacją rezultatów analiz fizjologicznych, biochemicznych i molekularnych.

Ostatnia z prac włączonych do przedstawienia osiągnięcia habilitacyjnego to publikacja o charakterze przeglądowym, omawiająca śmierć komórki na różnych etapach rozwoju korzenia oraz zachodzącą w warunkach stresu, zarówno biotycznego jak i abiotycznego (Bagniewska-Zadworna i Arasimowicz-Jelonek 2015, poz. 5). Stanowi ona kompleksową syntezę dotychczasowej wiedzy i wyników badań własnych na temat programowanej śmierci komórki na różnych etapach ontogenezy korzeni, od wykształcania poszczególnych tkanek (ze szczególnym uwzględnieniem ksylogenezy), po mechanizmy śmierci komórki czapeczki, włóśników korzeniowych, komórek kory pierwotnej i całych korzeni. Publikacja ta stanowi wartościowe uzupełnienie moich dotychczasowych zainteresowań badawczych, a dzięki współpracy z dr hab. Magdaleną Arasimowicz-Jelonek rozszerzono omawiane zagadnienia śmierci komórki o procesy PCD w korzeniach, wywołane działaniem czynnika stresowego.

*Do najważniejszych wyników moich badań należą:*

- kompleksowa charakterystyka morfologiczna i histologiczna korzeni pionierskich i chłonnych (na przykładzie u topoli kalifornijskiej);
- poznanie i opisanie poszczególnych etapów ksylogenezy zachodzącej w korzeniach rosnących w warunkach naturalnych, ze wskazaniem i określeniem typów autofagii i markerów cytologicznych tego procesu;
- wskazanie, że poszczególne typy autofagii mogą zachodzić jednocześnie w komórkach podlegających PCD podczas rozwoju korzeni;
- wykazanie, że PCD może być odpowiedzialna za śmierć komórek starzejących się korzeni obserwowaną głównie pod koniec okresu wegetacyjnego;
- powiązanie ekspresji badanych genów ze stopniem rozwoju i strukturą korzeni w poszczególnych dniach ich wzrostu, co wskazuje na konieczność dokonywania charakterystyki anatomicznej materiału także w badaniach molekularnych.

Podsumowując powyższe, należy zauważyć, że poszerzenie wiedzy o korzeniach, zwłaszcza w odpowiedzi na zmieniające się warunki środowiskowe, pozwala zmodyfikować nasze postrzeganie tych niezwykłych organów, służących do pobierania wody i pełniących funkcje transportowe. Zakres moich dotychczasowych zainteresowań związanych z PCD oparty był o wszechstronną analizę na poziomie strukturalnym i molekularnym, obejmującą także ekspresję genów związanych z wszystkimi etapami różnicowania i dojrzewania elementów trachealnych ksylemu oraz śmierci części korzeni chłonnych następującej wraz z końcem sezonu wegetacyjnego. Prace badawcze tego rodzaju są niezwykle istotne, biorąc pod uwagę, że programowana śmierć komórki jest procesem kluczowym dla prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu roślinnego. Z jednej strony pozwala bowiem na utrzymanie komórkowej homeostazy, regulację rozwoju oraz kontrolę nad rozmnażaniem i starzeniem się, z drugiej zaś strony ma charakter adaptacyjny, gdyż umożliwia roślinie przystosowanie się do życia w warunkach stresów biotycznych i abiotycznych. Przeprowadzone badania są w dużej mierze nowatorskie, w dostępnej literaturze brak było kompleksowego ujęcia opisanych przez nas procesów. Wyniki już opublikowane, uzyskane z dotychczasowych doświadczeń oraz spodziewane z realizacji projektu SONATA-BIS, przyczyniają się także do udzielenia odpowiedzi na fundamentalne pytania o czynniki determinujące ekologiczną rolę korzeni chłonnych i pionierskich.

Zdaję sobie sprawę, że przedstawione powyżej wyniki naszych wieloletnich badań z pewnością nie wyczerpują tematu, co więcej wraz z uzyskanymi odpowiedziami pojawiają się

kolejne pytania wymagające dalszych badań. Dlatego właśnie żywię nadzieję na ich dalszą kontynuację.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

### A) Dorobek naukowy

Poza omówionym powyżej głównym nurtem badawczym, prowadzę indywidualne i zespołowe badania w różnych obszarach biologii roślin. Oprócz pięciu publikacji składających się na osiągnięcie naukowe, w opublikowanym dotychczas dorobku naukowym posiadam 28 oryginalnych prac (z czego 23 to publikacje z tzw. „listy filadelfijskiej”, indeksowane przez ISI Web of Science, pozostałe nieindeksowane anglojęzyczne) oraz 41 doniesień na konferencjach krajowych i międzynarodowych (załącznik). W 9 publikacjach (niewymienionych w ramach osiągnięcia naukowego), które ukazały się do tej pory, jestem autorem pierwszym, a także korespondencyjnym.

Wszystkie prace oryginalne stanowiące dorobek były opublikowane w latach 2001-2015. Sumaryczny impact factor (zgodny z rokiem opublikowania) tych pozycji wynosi 53.869 (bez prac ujętych w omówieniu osiągnięcia naukowego), a sumaryczna liczba punktów MNiSW to 720.

W swojej pracy zawodowej podejmowałam szereg tematów badawczych związanych z moimi naukowymi zainteresowaniami, które zaowocowały powstaniem publikacji, głównie o zasięgu międzynarodowym. Osiem prac ukazało się przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora, natomiast pozostałe w okresie późniejszym.

Na prace wcześniejsze składają się:

- 1) wyniki pracy magisterskiej dotyczące organogenezy i regeneracji roślin z fragmentów zarodków haploidalnych i dihaploidalnych u rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.; Bagniewska-Zadworna i in. 2001);
- 2) wyniki uzyskane podczas realizacji pracy doktorskiej, dotyczącej roli kwasu abscysynowego w przeżywalności eksplantatów kłączowych paprotki zwyczajnej (*Polypodium vulgare* L.) w warunkach deficytu wody (Bagniewska-Zadworna i Zenkteler 2002; Zenkteler i Bagniewska-Zadworna 2005);

3) wyniki uzyskane w ramach rozwijanego w Zakładzie Botaniki Ogólnej zagadnienia związanego z krzyżowaniem oddalonym i uzyskiwaniem roślin haploidalnych oraz mieszańcowych (Zenkterler i Bagniewska-Zadworna 2001; Zenkterler i in. 2003; Zenkterler i in. 2005a, 2005b);

4) wyniki uzyskane podczas stażu naukowego w ramach programu POLONIUM, dotyczące analizy struktur wielokomórkowych („zarodkopodobnych”) rozwijających się podczas kultur mikrospor kukurydzy (*Zea mays*; Massonneau i in. 2005).

W okresie po uzyskaniu stopnia doktora zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zakładzie Botaniki Ogólnej Instytutu Biologii Eksperymentalnej na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Moim pierwszym celem stało się wydanie pozostałych, nieopublikowanych wcześniej wyników pracy doktorskiej. Powstały wówczas trzy artykuły. W ramach kontynuowanych badań ukazała się publikacja, dotycząca ultrastruktury komórek różnych tkanek kłączy paprotki zwyczajnej, poddanych stresowi deficytu wody (Bagniewska-Zadworna i Zenkterler 2006). Praca ta stanowiła cenne uzupełnienie wcześniejszych doniesień własnych na temat struktury komórek miękiszowych podczas odwodnienia komórek, wywołanego stresem osmotycznym. W omawianej pracy, bazując na obserwacjach cytologicznych endodermy oraz komórek wewnątrz steli, wykazałyśmy, że kłącza paprotki zwyczajnej charakteryzują się wykształceniem strukturalnych adaptacji, niezbędnych dla tolerancji powtarzających się warunków deficytu wody. Kolejne badania dotyczyły zdolności kłączy *P. vulgare* do regeneracji po cyklu odwodnień/uwodnień oraz roli kwasu abscysynowego w zachowaniu zdolności do formowania pąków przybyszowych po ustąpieniu stresu deficytu wody (Bagniewska-Zadworna i in. 2007). Późniejsze badania wiązały się z nowym nurtem badań włączającym techniki cytochemiczne do subkomórkowej lokalizacji fenoli oraz analizy ilościowe zawartości związków fenolowych w eksplantatach kłączowych paprotki w warunkach postępującego odwodnienia tkanek (Bagniewska-Zadworna i in. 2008).

W oparciu o techniki immunofluorescencyjne kontynuowałam swoje zainteresowania związane ze stresem deficytu wody oraz reakcjami komórek organów podziemnych na zaistniałe warunki. W ramach tych nowo podjętych badań uzyskane wyniki opublikowano w czasopiśmie *Protoplasma* (Bagniewska-Zadworna 2008). Nowym obiektem badawczym były korzenie siewek rzepaku (*Brassica napus*), poddane desykcji o różnym stopniu natężenia w kontrolowanych warunkach, zaś celem przeprowadzonych badań było określenie zmian w strukturze cytoszkieletu

komórkowego i cyklu komórkowym podczas stresu suszy. Wykazano, że powolna utrata wody w tkankach korzeni zmienia układ mikrotubul i redukuje aktywność mitotyczną komórek wierzchołka wzrostu korzeni rzepaku, natomiast gwałtowne odwodnienie tkanek jest nieodwracalne i skutkuje depolimeryzacją cytoszkieletu tubulinowego oraz całkowitym zahamowaniem podziałów komórkowych.

Późniejsze prace znajdujące się w moim dorobku naukowym wiążą się z tematem badań, zapoczątkowanym pod kierunkiem Pana Prof. dra hab. Macieja Zenktelera i realizowanym od kilku lat w Zakładzie Botaniki Ogólnej. Nowatorskim wynikiem tych badań były możliwości uzyskiwania roślin haploidalnych oraz roślin mieszańcowych poprzez oddalone krzyżowanie pomiędzy dwoma rodzajami: *Salix* i *Populus*. W ramach realizacji powyższych badań jestem współautorem 2 prac recenzowanych, anglojęzycznych, które ukazały się w 2006 r w monografii zatytułowanej „*Alternative plants for sustainable agriculture*”, a także dwóch prac indeksowanych przez ISI Web of Science. W tych ostatnich pracach, które ukazały się w *Australian Journal of Botany* w 2010 i 2011 roku, jestem autorem korespondencyjnym, odpowiedzialnym za koncepcję pracy. Uzyskane wyniki potwierdziły, że zastosowana metoda *in vitro* hybrydyzacji międzyrodzajowej pozwoliła na przełamanie istniejących w naturze barier niekrzyżowalności. Opracowana skuteczna metoda hybrydyzacji (*Salix* x *Populus*), potwierdzona analizami: morfologiczną, cytologiczną i molekularną stanowi podstawę do rozszerzenia programów hodowlanych o mieszańce międzyrodzajowe, jak również może stać się narzędziem w badaniach podstawowych nad pokrewieństwem genetycznym obu rodzajów.

Chcąc prowadzić badania interdyscyplinarne już w ciągu kilku pierwszych lat mojej działalności naukowej po doktoracie podjęłam współpracę z pracownikami innych jednostek naukowych, w tym międzynarodowych. W ramach nawiązanej współpracy odbywałam dziewięciomiesięczny staż z zakresu biologii molekularnej i biotechnologii w Schatz Center for Tree Molecular Genetics, Forest Resources Department na Uniwersytecie Stanowym Pensylwanii w State College (USA). Pobyt ten zaowocował poznaniem wielu nowych technik badawczych i nawiązaniem kontaktów naukowych utrzymywanych po powrocie do kraju. Dzięki stale rozwijanej współpracy naukowej zarówno krajowej, jak i międzynarodowej opanowałam techniki immunocytochemii i hybrydyzacji *in situ* oraz metody badań molekularnych (amplifikacja DNA metodą PCR; Real-time RT-PCR; RAPD). Wymiernym efektem nawiązanej współpracy są dwie prace opublikowane w *BMC Plant Biology* (Barakat i in. 2009 i 2010), których jestem współautorem. Prowadzone

badania w ramach tej współpracy miały zarówno wartość poznawczą, jak i znaczący aspekt praktyczny. Skład ściany komórkowej, a przede wszystkim wysoka zawartość lignin w znaczący sposób utrudniają dostęp do celulozy podczas procesów technologicznych przetwarzania biomasy. Czynnikiem decydującym o wyborze odmian topoli o pożądanych cechach drewna jako surowca przemysłowego jest więc obniżenie zawartości lignin. Ułatwienie dostępu do celulozy i hemicelulozy jako proces kluczowy w produkcji biopaliw ciekłych, jest możliwe do osiągnięcia poprzez genetyczną modyfikację sposobu formowania ściany komórkowej, ale dopiero po uprzednim poznaniu kolejności aktywacji i ekspresji genów związanych z wykształcaniem drewna.

W ramach wykonanych podczas stażu badań, wyróżniono 15 genów *CAD*, z których część może być zaangażowana w rozwój ściany wtórnej naczyń drewna, a inne w odpowiedzi na stres biotyczny. Dlatego w dalszych badaniach własnych podjęłam próbę wyjaśnienia czy poszczególne geny ‘wyspecjalizowały się’ w pełnieniu określonych funkcji tylko w niektórych organach czy tkankach, czy też są aktywowane w warunkach stresu. Aby w pełni zrozumieć mechanizmy warunkujące zróżnicowanie w składzie chemicznym oraz szybkości dojrzewania poszczególnych komponentów drewna należy określić jakie geny są związane z procesem formowania drewna, a których funkcja jest odmienna. Identyfikacje markerów ksylogenezy, zachodzącej na różnych etapach wzrostu roślin, szczególnie dla ważnych gospodarczo gatunków drzew, nie były dotąd przedmiotem szerszego zainteresowania badaczy, choć genetyczna kontrola ekspresji genów jest czynnikiem wpływającym na jakość drewna. Dotychczasowe badania, w których uczestniczyłam (Barakat i in. 2009, 2010) wskazują bowiem, że proces tworzenia drewna jest wynikiem zróżnicowanej aktywności tylko kilku genów z całej rodziny *CAD*. Zidentyfikowano dwa geny (*PoptrCAD4* i *PoptrCAD10*), które mogą być potencjalnymi markerami formowania drewna u topoli. Jednakże obiektem badawczym były próby dojrzałego drewna wtórnego, pozyskane z łodyg topoli, oraz liście. Dalsze badania nakierowane były na uzyskanie odpowiedzi na fundamentalne pytanie: Czy ekspresja poszczególnych genów jest tkankowo/organo specyficzna czy też zależy od warunków zewnętrznych, panujących podczas sezonu wegetacyjnego i stanu fizjologicznego roślin? W ramach projektu MNiSW IUVENTUS PLUS przeprowadzono badania zbliżające nas do udzielenia odpowiedzi na tak postawione pytanie. Omawiane prace, opublikowane w *Plant Science* w 2014 roku, dotyczyły roli lignin i lignanów podczas naturalnego rozwoju roślin jak i po infekcji patogenami grzybowymi (*Rhizoctonia solanii*, *Fusarium oxysporum* i *Cytospora* sp.). Posługując się technikami RT-PCR w czasie rzeczywistym oraz metodami fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ* (FISH) zidentyfikowano potencjalne markery

procesu formowania drewna pierwotnego i wtórnego w łodygach topoli kalifornijskiej. Określono geny zaangażowane w proces odpowiedzi roślin na infekcję grzybami o różnym stopniu patogeniczności, a co szczególnie istotne powiązано obserwowaną ekspresję z lokalizacją *in situ*. Uzyskane wyniki wskazały jednoznacznie, że spośród ośmiu genów *CAD*, których ekspresję obserwowano podczas trzech miesięcy wzrostu siewek topoli, trzy geny były zaangażowane w różnicowanie się drewna pierwotnego, a pozostałe pięć pełni najprawdopodobniej rolę podczas formowania drewna wtórnego. Stwierdzono, że geny *CAD* wyspecjalizowały się także do pełnienia różnych funkcji podczas działania stresów biotycznych. Specyficzne ich działanie wykazano w stosunku nie tylko do badanego gatunku patogenu ale też i organu roślinnego, narażonego na działanie czynnika stresowego. Dokonano także analizy wszystkich przeprowadzonych wcześniej badań i przyjęto, że dwa spośród analizowanych genów *CAD* (*PoptrCAD11* and *PoptrCAD15*) mogą być traktowane jako uniwersalne markery formowania wtórnej ściany komórkowej, zarówno podczas naturalnie zachodzącej ksylogenezy jak i w biosyntezie lignin w odpowiedzi na stres biotyczny. Należy zauważyć, że uzyskane wyniki badań, oprócz wartości poznawczej, mogą stanowić cenne źródło informacji dla badań aplikacyjnych w celu pozyskania nowych linii topoli o polepszonych cechach użytkowych.

Przez cały czas staram się doskonalić swój warsztat badawczy, dlatego w tym samym czasie rozpocząłam współpracę z O. Leroux z Wydziału Biologii, Katedry Pteridologii, Uniwersytetu w Gandawie, która zaowocowała opublikowaniem wyników przeprowadzonych badań w *Annals of Botany* (dwie prace opublikowane w 2011 roku), *Micron* (2011) i *Planta* (2013). Wyniki przedstawionych prac stanowią nowatorskie ujęcie tematu budowy anatomicznej i cytologicznej paprotników ze szczególnym uwzględnieniem struktury ściany komórkowej w histogenezie. Paprotniki są ewolucyjnie ‘starą’ i ciągle jeszcze niedostatecznie poznaną grupą roślin. Materiałem w maszynych badaniach były korzenie *Asplenium* (Polypodiales), łodygi sporofitów skrzypu (*Equisetum ramosissimum*) oraz liście *Adiantum raddianum*. Część prac dotyczyła szczegółowej analizy histologicznej i ultrastrukturalnej niezlignifikowanych helikalnych zgrubień ścian komórek kory pierwotnej korzeni różnych gatunków rodzaju *Asplenium*, które jak po raz pierwszy wykazano, mają charakter pektynowy. Wartościowe doniesienie stanowi również praca, która dotyczy struktury kanałów karynalnych łodyg sporofitów *Equisetum ramosissimum*. Kanały karynalne są wypełnionymi wodą przestworami międzykomórkowymi, ciągnącymi się wzdłuż całego międzywęźla i pozostają podstawą drogą transportu w łodydze, będąc dotychczas niedostatecznie jeszcze opisanym w literaturze szczególnym przypadkiem występowania

apoplastu wodnego w roślinie. Kolejna z prac, będących efektem współpracy z badaczami z Uniwersytetu w Gandawie dotyczyła struktury ściany komórkowej idioblastów w epidermie blaszki liściowej u *Adiantum raddianum*. W tym samym czasie zostałam zaproszona do współpracy przez badaczy z Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku przy projektach dotyczących procesów związanych z dojrzewaniem i przechowywaniem nasion buka, ze szczególnym uwzględnieniem detekcji reaktywnych form tlenu oraz lokalizacji dehydryn na poziomie subkomórkowym w osiach zarodkowych. Współpraca ta zaowocowała ukazaniem się dwóch publikacji w 2015 roku (Kalemba i in. 2015; Ratajczak i in. 2015). Równocześnie wraz z dr. hab. Tomaszem Wyką z Zakładu Botaniki Ogólnej włączyliśmy się w projekt POLAPGEN, realizowany przez konsorcjum szeregu instytucji naukowo-badawczych i firm hodowlano-nasiennych w ramach programu Innowacyjna Gospodarka (2009-2014), zatytułowany „Narzędzia biotechnologiczne służące otrzymywaniu zbóż odpornych na suszę”. W ramach tego projektu podjęliśmy się zadania „Anatomiczne podstawy odporności jęczmienia na suszę”. Wymiernym efektem realizacji tego grantu są doniesienia konferencyjne oraz opublikowany rozdział w monografii (Wyka i Bagniewska-Zadworna 2014) i przygotowywana do druku publikacja.

W ostatnim czasie moje prace dotyczące problematyki PCD zostały dostrzeżone w środowisku naukowym i uzyskałam zaproszenie od Prof. Daniela Klionsky'ego z Uniwersytetu w Michigan do współpracy w przygotowaniu publikacji zatytułowanej „Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy”. Jednym z głównych celów tej pracy jest zestawienie dotychczasowej wiedzy na temat autofagii, stworzenie zestawu wytycznych, metodologii oraz stosowanej terminologii, które zostałyby zatwierdzone przez większość naukowców z tej dziedziny. Publikacja ta zostanie wydana w 2016r w czasopiśmie *Autophagy*.

Ta wszechstronna współpraca z badaczami z kraju i zagranicy rozwinęła moje umiejętności pracy w zespole, planowania badań i rozwiązywania wielu problemów badawczych.

Angażując się na rzecz społeczności naukowej wykonałam szereg recenzji dla czasopism naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (tj. *Annals of Botany*, *Plant Root*, *Journal of Applied Genetics*, *Acta Physiologiae Plantarum*, *Bioresources*, *Diversity*, *BMC Plant Biology*, *Plant Physiology and Biochemistry*, *African Journal of Biotechnology*, *Kosmos*, *Frontiers in Plant Science* czy *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*) oraz projektu badawczego dla NCN.



Praca w wielu projektach, zarówno w charakterze kierownika jak i wykonawcy projektu, zaowocowała rozwinięciem umiejętności organizacji pracy współpracujących zespołów badawczych, organizacji stanowiska pracy oraz umiejętnością zdobywania środków na badania. Dotychczas kierowałam czterema projektami badawczymi, finansowanymi przez KBN, MNiSW (IUVENTUS PLUS i projekt badawczy własny) oraz NCN (SONATA-BIS). W roku 2011 otrzymałam nagrodę specjalną JM Rektora UAM za zaangażowanie w pozyskiwanie projektów badawczych. Ponadto byłam lub jestem wykonawcą w 8 innych projektach badawczych międzyuczelnianych UAM-AR Poznań oraz finansowanych przez NCBiR, MNiSW, NCN, a także z funduszy POiG.

Podczas swojej pracy naukowo-badawczej dwukrotnie otrzymałam nagrodę indywidualną JM Rektora UAM za działalność naukową (2010, 2015) oraz dwukrotnie odebrałam nagrody zespołowe (2009, 2011), również trzykrotnie uzyskiwałam wysokie pozycje (I-III) na liście publikacji o najwyższej wartości IF w Instytucie Biologii Eksperymentalnej WB UAM.

W roku 2015 otrzymałam także stypendium naukowe Rektora UAM.

*Wykaz wszystkich moich publikacji oraz pozostałe działania składające się na moją aktywność naukową przedstawiłam w załączonym wykazie opublikowanych prac naukowych (załącznik nr 6) wraz z informacją o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki (załącznik 7).*

**Podsumowanie aktywności naukowej:****Zestawienie liczbowe wszystkich osiągnięć naukowych**

Typ publikacji	I. Przed doktoratem	II. Po doktoracie	Razem I + II		
<b>PRACE ORYGINALNE</b>			<b>Liczba</b>	<b>IF</b>	<b>MNiSW</b>
w czasopismach z bazy JCR	6	22	28	66.125	860
w recenzowanych czasopismach anglojęzycznych spoza bazy JCR	2	-	2	-	20
Rozdziały w książkach, monografiach	-	3	3	-	-
<b>RAZEM</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	<b>66.125*</b>	<b>880</b>
<b>DONIESIENIA KONFERENCYJNE KRAJOWE I MIĘDZYNARODOWE</b>					
	I. Przed doktoratem	II. Po doktoracie	Razem I + II		
<b>RAZEM</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	<b>41</b>		

\*Sumaryczny impact factor wg listy Journal Citation Reports (JCR), bez prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne, wynosi **53.869**

\*Sumaryczny impact factor wg listy Journal Citation Reports (JCR), dla prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne) wynosi **12.256**

*IF podano zgodnie z rokiem publikacji, MNiSW – lista z dnia 23 grudnia 2015*

Liczba cytowań wg Web of Science: **211**

Liczba cytowań (bez autocytowań): **181**

Indeks Hirscha wg Web of Science: **7**

*B) Dorobek dydaktyczny i organizacyjny*

Zarówno w trakcie studiów doktoranckich jak i podczas pracy na stanowisku adiunkta zdobywałam doświadczenie pedagogiczne. Prowadziłam zajęcia dydaktyczne na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu z przedmiotów: Botanika ogólna, Organizacja życia, Biologia komórki, Anatomia roślin i zwierząt, Budowa roślin i zwierząt, Produkty naturalne, Organizacja życia roślin, Surowce roślinne w farmacji i kosmetyce, Adaptacje strukturalno-funkcjonalne roślin, Znakowanie i detekcja cząsteczek biologicznych, Laboratorium z mikropreparatyki i Szkoła mikroskopii. Przeprowadziłam także zajęcia z przedmiotu Reakcja komórki i organizmu na stres środowiskowy w Zamiejscowym Ośrodku UAM w Pile. Ponadto organizowałam i prowadziłam zajęcia laboratoryjne z zakresu mikroskopii świetlnej w ramach akcji „Noc Naukowców” oraz wielokrotnie brałam udział w targach edukacyjnych.

W roku 2010 byłam członkiem komisji programowej dla anglojęzycznego kierunku studiów II stopnia Biotechnologia oraz opracowałam programy nauczania nowych przedmiotów na Wydziale Biologii tj.: 1) obowiązkowe (Znakowanie i detekcja cząsteczek biologicznych, Anatomia roślin i zwierząt, Budowa roślin i zwierząt) oraz 2) tzw. moduły obieralne (Organizacja życia roślin, Adaptacje strukturalno-funkcjonalne roślin, Surowce roślinne w farmacji i kosmetyce, Laboratorium z mikropreparatyki). Opracowałam także program i przeprowadziłam zajęcia „Szkoła mikroskopii” dla studentów kierunku zamawianego Biotechnologia. Realizowałam także zajęcia z zakresu anatomii roślin dla Studium Podyplomowego na Wydziale Biologii.

W związku z prowadzeniem licznych zajęć ze studentami uczestniczyłam w opracowywaniu nowych preparatów anatomicznych i doświadczeń, które zostały wprowadzone do programów dydaktycznych realizowanych przez studentów Wydziału Biologii UAM.

Kierowałam lub/i sprawowałam opiekę nad 5 pracami licencjackimi, 5 magisterskimi oraz sprawowałam opiekę metodyczną nad słuchaczem I roku Studiów Doktoranckich. Jestem promotorem pomocniczym w 1 wszczętym przewodzie doktorskim. Byłam także opiekunem roku na Zaocznym Studium Biologii.

W ramach działalności organizacyjnej od 2004 roku jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Botanicznego (PTB), do maja 2007 pełniłam funkcje skarbnika Oddziału Poznańskiego PTB, a w latach 2007-2010 byłam Członkiem Zarządu OP PTB. Udzielałam się na rzecz środowiska naukowego jako członek komitetu organizacyjnego trzech konferencji, które odbywały się w

Poznaniu. Ponadto w latach 2003-2006 byłam Pełnomocnikiem Dziekana Wydziału Biologii UAM ds. Wydziałowej Komisji Ekonomicznej, a w latach 2007-2013 członkiem Zespołu ds. Promocji Wydziału Biologii, powołanego przez Dziekana. Dwukrotnie otrzymałam nagrodę Dziekana Wydziału Biologii UAM za pracę na rzecz WB w roku akademickim 2003/2004 oraz 2009/2010.

