

AUTOREFERAT

Joanna Jura-Morawiec

Polska Akademia Nauk
Ogród Botaniczny - CZRB w Powsinie
ul. Prawdziwka 2
02-973 Warszawa

Warszawa 2016

1. IMIĘ i NAZWISKO

Joanna Jura-Morawiec

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

- *magister biologii*
26.06.2000 r., Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska.
"Udział wzrostu intruzywnego w tworzeniu piętrowej struktury kambium na przykładzie wisterii - *Wisteria japonica*; Wistaria Spreng. (*Wisteria Nutt.*)". Promotor: dr hab. Wiesław Włoch, prof. UŚ; recenzent: prof. dr hab. Zygmunt Hejnowicz
- *doktor nauk biologicznych*,
specjalność: anatomia i morfogeneza roślin
16.12.2005 r., Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska.
"Tworzenie się struktury piętrowej kambium na przykładzie *Wisteria floribunda* DC." Promotor: dr hab. Wiesław Włoch, prof. UO (obecnie profesor zwyczajny); recenzenci: prof. dr hab. Beata Zagórska-Marek, prof. dr hab. Józef Bednara

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

- Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biofizyki i Biologii Komórki
asystent naukowo-dydaktyczny
01.10.2001 – 30.06.2002
01.10.2004 – 30.06.2005
- Arboretum Bramy Morawskiej w Raciborzu
pracownik naukowo-dydaktyczny
01.03.2006 – 31.05.2006
- Polska Akademia Nauk Ogród Botaniczny – Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej w Powsinie, Pracownia Zachowania Bioróżnorodności Górnego Śląska (obecnie Samodzielna Pracownia Struktury Roślin)
biolog
01.10.2004 – 03.03.2006
adiunkt
04.03.2006 – 04.07.2015 (urlop macierzyński 16.11.2007 - 01.04.2008)
asystent
05.07.2015 – aktualnie

4. OSIĄGNIĘCIE WYNIKAJĄCE Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. NR 65, POZ. 595 ZE ZM.)

a) cykl publikacji pod tytułem:

"Badania anatomiczno-rozwojowe roślin drzewiastych jednoliściennych z anomalnym typem przyrostu wtórnego na przykładzie *Dracaena draco* L."

b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Oświadczenia poszczególnych współautorów, określające ich indywidualny wkład w powstanie każdej pracy znajdują się w załączniku nr 3. Opis indywidualnego wkładu habilitanta w powstanie każdej publikacji zawiera załącznik nr 4. Wartość IF wg JCR dla publikacji podano zgodnie z rokiem ich opublikowania. Podano również pięcioletni IF. Punktację MNiSW dla poszczególnych publikacji podano zgodnie z punktacją określoną w wykazie czasopism naukowych z dnia 23 grudnia 2015 roku, w nawiasach podano punktację według listy obowiązującej w roku publikacji.

[1] Jura-Morawiec J.*, Wiland-Szymańska J. (2014) A novel insight into the structure of amphivasal secondary bundles on the example of *Dracaena draco* L. stem. *Trees - Structure and Function* 28: 871–877

IF_{5-letni} 2,020

IF 1,869, pkt. MNiSW 35 (35)

[2] Jura-Morawiec J.* (2015) Formation of amphivasal vascular bundles in *Dracaena draco* stem in relation to rate of cambial activity. *Trees - Structure and Function* 29: 1493–1499

IF_{5-letni} 1,928

IF 1,651, pkt. MNiSW 35 (35)

[3] Jura-Morawiec J.*, Tulik M. (2015) Morpho-anatomical basis of dragon's blood secretion in *Dracaena draco* stem. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 2013: 1–5

IF_{5-letni} 1,663

IF 1,472, pkt. MNiSW 25 (25)

[4] Jura-Morawiec J.*, Tulik M., Iqbal M. (2015) Lateral meristems responsible for secondary growth of the monocots: a survey of the state of the art. *Botanical Review* 81:150–161

IF_{5-letni} 2,257

IF 1,829, pkt. MNiSW 35 (35)

* autor korespondencyjny

sumarycznie: IF 6,821, pkt. MNiSW 130 (130)

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Pień rośliny drzewiastej jednoliściennej (draceny, kordyliny etc.) cechuje anomalny przyrost wtórny. Anomalia przyrostu dotyczy powstawania i budowy zarówno wtórnej tkanki okrywającej, jak i wtórnych tkanek przewodzących. Wtórna tkanka okrywająca powstaje bez udziału typowego fellogenu. Zwykle komórki miękiszu podpowierzchniowego dzielą się peryklinalnie wielokrotnie i ulegają suberynizacji. W efekcie powierzchnię pnia pokrywa pokład komórek nazywany korkiem piętrowym (ang. *storied cork*). Z kolei wtórne tkanki przewodzące powstają w wyniku aktywności kambium anomального. Tkanki te, są ułożone w wiązki i powstają wyłącznie po dośrodkowej stronie merystemu. Wiązki wraz z otaczającą je tkanką koniunktywną tworzą nietypowe drewno (Tomlinson, Zimmermann 1967; Torelli, Trajčović 2003). Historia badań anatomicznych roślin jednoliściennych z anomalnym przyrostem wtórnym sięga drugiej połowy XIX wieku (Scott, Brebner 1893; Roseler 1889). Mimo to, wciąż niewiele wiemy na temat budowy i funkcjonowania tkanek wtórnych u tej grupy roślin. Jedną z przyczyn, wskazywaną przez badaczy, jest niewątpliwie trudność związana z uzyskaniem dobrej jakości przekrojów anatomicznych. Drewno jednoliściennych ma bowiem bardzo niejednorodną budowę. W wiązkach amfiwazalnych, mocno zdrewniałe elementy ksylemu otaczają cienkościenne komórki floemu. Z kolei komórki tkanki koniunktywnej, otaczające te wiązki, cechuje różny stopień lignifikacji ścian komórkowych.

Prezentowany cykl publikacji stanowiący rozprawę habilitacyjną jest dokumentacją badań, które przeprowadziłam w celu poznania szczegółów budowy pnia roślin drzewiastych jednoliściennych. Obiektem moich badań była *Dracaena draco* L. (dracena właściwa, dracena smocza, smocze drzewo). Pod względem morfologii i wymiarów przypomina drzewo liściaste z normalnym typem przyrostu wtórnego. Wyraźnie zaznaczony pień rozgałęzia się sympodialnie tworząc koronę. Osobniki tego gatunku mogą dorastać nawet do 22 m wysokości (Langenheim 2003). *D. draco* jest także cenionym źródłem żywicy znanej jako "smocza krew", która ma duże znaczenie praktyczne (Gupta i in. 2008; Jura-Morawiec, Tulik 2016). Na naturalnych stanowiskach rośnie na Wyspach Kanaryjskich, Wyspach Zielonego Przylądka, na Maderze i w zachodnim Maroku (Marrero i in. 1998). W Polsce *D. draco* możemy podziwiać w szklarniach Ogrodów Botanicznych, a także w budynkach użyteczności publicznej, gdzie funkcjonuje jako ekskluzywna roślina ozdobna. Próbkę tkanek do badań pochodziły m. in. z pni roślin rosnących na terenie szklarni: Polskiej Akademii Nauk Ogrodu Botanicznego - CZRB w Powsinie, Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Warszawskiego oraz Palmiarni Poznańskiej. Badania wykonałam głównie w oparciu o obserwacje i analizy wysokiej jakości przekrojów tkanek wtórnych. Otrzymałam je dzięki przygotowaniu tego

materiału zgodnie z procedurą stosowaną w transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Próbkę zatopiłam w eponie, następnie pokroiłam przy użyciu ultramikrotomu na skrawki lub serie skrawków grubości 3µm, które barwiłam metodą PAS i błękitem toluidyny. Uzyskane w ten sposób przekroje posłużyły do szczegółowej analizy tkanek. Podjęta problematyka badawcza dotyczyła: budowy nietypowego drewna [1-3], aktywności kambium anomального w kontekście powstawania słoistości drewna [2], budowy korka i związanej z tą tkanką terminologii [4], a także transportu promieniowego asymilatów w pniu [1-2] i podstaw anatomicznych wydzielania "smoczej krwi" [3].

Praca zapoczątkowująca cykl badań dotyczyła budowy wiązek amfiwazalnych powstających w przyroście wtórnym pnia *D. draco* [Jura-Morawiec, Wiland-Szymańska 2014; **pozycja 1 osiągnięcia naukowego**]. W wiązkach amfiwazalnych elementy trachealne (nazywane cewkami) otaczają centralnie położony floem. Wiązki te, mogą jednak różnić się pod względem ułożenia cewek, co łatwo dostrzec na przekroju poprzecznym. W niektórych wiązkach cewki tworzą pierścień wokół komórek floemu, w innych pierścień cewek jest przerwany pasmem komórek parenchymatycznych (Scott, Brebner 1893; Cheadle 1937). Mimo, iż wskazane różnice w budowie wtórnych wiązek amfiwazalnych są zjawiskiem powszechnym i obserwowano je m. in. w pniu *Aloe arborescens*, *Dracaena hawaiiensis* czy *Furcraea pubescens*, dotychczas nie wyjaśniono przyczyny ich powstawania. Dlatego za cel badań przyjąłm wyjaśnienie tego zjawiska w oparciu o analizę układu przestrzennego komórek w wiązkach. Wykazałam, że każda wiązka amfiwazalna analizowana wzdłuż osi pnia składa się z sektorów, gdzie cewki tworzą pierścień wokół komórek floemu oraz sektorów, w których pierścień cewek jest przerwany pasmem komórek parenchymatycznych. Ponadto, odległość pomiędzy dwoma kolejnymi sektorami, w których cewki tworzą pierścień, odpowiada długości pojedynczej komórki parenchymy waskularnej lub jej wielokrotności. Na podstawie analiz anatomicznych wykonałam model przestrzenny fragmentu wiązki amfiwazalnej przy użyciu programu Cinema 4D. Model ten przedstawia zmianę układu elementów trachealnych w wiązce wzdłuż osi pnia i konsekwencje tej zmiany na obrazie przekroju poprzecznego. Istotnym elementem tej części badań było także wskazanie na potencjalną funkcję rozpoznanej, sektorowej budowy wiązek. Sformułowałam hipotezę, że ma ona znaczenie fizjologiczne i umożliwia transport asymilatów z rurek sitowych do akceptorów, m. in. kambium anomального w celu utrzymania jego aktywności, a tym samym przyrostu pnia na grubość. Założyłam, że asymilaty przemieszczają się z (a) kompleksu rurka sitowa/komórka towarzysząca znajdującego się w centralnej części wiązki poprzez (b) pasma parenchymy waskularnej, które lokalnie przerywają pierścień cewek w wiązce, do (c) tkanki

koniunktywnej otaczającej wiązkę i w konsekwencji docierają do (d) akceptorów (np. kambium anomalnego). Wstępna analiza ultrastruktury komórek parenchymy waskularnej, którą przeprowadziłam na podstawie mikrofotografii (TEM), wskazała na obecność licznych plazmodesm. Ich obecność, jak również postępująca lignifikacja ścian komórek tkanki koniunktywnej otaczających wiązki, widoczna na przekrojach w świetle UV, sugerują możliwość symplastowej drogi transportu asymilatów. Test tej hipotezy wymaga dalszych badań, zwłaszcza że dotychczas sugerowano, iż transport promieniowy asymilatów w pniu rośliny drzewiastej jednoliściennej, który przyrasta wtórnie na grubość, odbywa się prawdopodobnie wzdłuż nerwów liściowych, czyli tak, jak w pniach palm, które nie posiadają kambium anomalnego (Zimmermann, Brown 1971). Uzyskane przeze mnie wyniki otworzyły nowe możliwości analizy i interpretacji "drogi" transportu promieniowego u tej grupy roślin.

Kolejny etap moich badań dotyczył analizy powstawania wtórnych wiązek amfiwazalnych w pniu *D. draco* [Jura-Morawiec 2015; **pozycja 2 osiągnięcia naukowego**]. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, kambium anomalne jest aktywne w sposób ciągły, ale działanie czynników stresogennych, jak np. atak szkodników czy przesadzenie rośliny, może wyraźnie ograniczać jego aktywność i skutkować powstawaniem słoistości drewna (Fisher 1975). Z anatomicznego punktu widzenia słoje w pniu rośliny drzewiastej jednoliściennej to obszary różniące się zagęszczeniem oraz wielkością wiązek. Zwykle są one określane mianem "jasnych" i "ciemnych" pierścieni (ang. *light and dark rings/zones*). Celem moich badań była analiza powstawania wiązek amfiwazalnych w obszarach o skrajnie różnym stopniu aktywności kambium anomalnego (w obszarze powstawania "jasnego" i "ciemnego" pierścienia). Założyłam bowiem, że stan aktywności kambium anomalnego ma wpływ na przebieg powstawania wiązki amfiwazalnej. W oparciu o analizy mikroskopowe przekrojów anatomicznych wyróżniłam dwa sposoby powstawania wiązki amfiwazalnej. Mianowicie, w trakcie formowania "ciemnego" pierścienia w drewnie, szybkość różnicowania pochodnych kambium anomalnego wyprzedza szybkość wzrostu promieniowego, a tym samym grubość merystemu maleje. Wiązka powstaje stopniowo. To znaczy, analizując wiązkę w kierunku odśrodkowym można wyróżnić strefę dojrzałych cewek, strefę cewek w trakcie dojrzewania, następnie strefę cewek rosnących i/lub strefę komórek wykazujących aktywność podziałową, które znajdują się w sąsiedztwie kambium anomalnego. Z kolei gdy powstaje "jasny" pierścień, grubość pokładu kambium anomalnego wzrasta, zatem szybkość wzrostu promieniowego wyprzedza różnicowanie, a elementy trachealne w wiązce dojrzewają niemal równocześnie, wtedy też strefowość w wiązce nie jest wyraźnie widoczna. Ważnym

wnioskiem wynikającym z tych badań jest to, iż budowa powstającej wiązki jest źródłem informacji o stopniu aktywności kambium anomального i może być pomocnym narzędziem do prowadzenia pionierskich obserwacji aktywności tego merystemu w cyklu rocznym. Dwa naturalne stanowiska *D. draco* tj. Wyspy Kanaryjskie i Maroko wydają się szczególnie obiecujące do tego typu analiz, jeśli weźmiemy pod uwagę wyniki badań Marzol i in. (2011), które sygnalizują występowanie inwersji sezonowości (ang. *inverse seasonality*) na tych terenach.

W trakcie badań dotyczących powstawania wiązek amfiwazalnych zwróciłam także uwagę na rozmieszczenie pasm parenchymy, które przerywają pierścień cewek w wiązkach. Na podstawie analizy 50 wiązek wskazałam, że najczęściej znajdują się one w położeniu horyzontalnym względem pokładu kambium anomального. Z uwagi na fakt, iż w powstającej wiązce floem zaczyna funkcjonować zanim wszystkie cewki zakończą proces dojrzewania, taka lokalizacja pasm parenchymy wspiera postulowaną przeze mnie hipotezę o udziale wiązek amfiwazalnych w transporcie promieniowym.

Realizacja ww. celów badań wiązała się z pobieraniem wielu próbek materiału i wykonywaniem głębokich (obejmujących wtórne tkanki przewodzące) zranień pni *D. draco*. W efekcie uszkodzenia mechanicznego rośliny uruchamiały mechanizm obronny, związany z sekrecją czerwonej żywicy, która jest znana jako "smocza krew" (Gupta i in. 2008; Jura-Morawiec, Tulik 2016). "Smocza krew" to cennym surowiec naturalny wykorzystywany m. in. w fitoterapii i kosmetyce. Anatomiczny status komórek, które wydzielają "smoczą krew" pozostaje niejasny. Wskazuje się, że jej źródłem w pniu dracen może być ksylem (Wang i in. 2011; Cui i in. 2013) oraz kora (ang. *bark*) (Gonzalez i in. 2003). Warto jednak zauważyć, że kora i ksylem to pojęcia stosowane do opisu budowy pni drzew iglastych i dwuliściennych, a pnie roślin drzewiastych jednoliściennych cechuje odmienna budowa. Dobra znajomość anatomii pnia *D. draco* nabyta w trakcie realizacji dotychczasowych badań umożliwiła mi podjęcie kolejnego etapu analiz, których celem była identyfikacja komórek odpowiedzialnych za wydzielanie i gromadzenie "smoczej krwi" w pniach roślin tego gatunku [Jura-Morawiec, Tulik 2015; **pozycja 3 osiągnięcia naukowego**]. Uzyskanie takich informacji wydało się także kluczowe z punktu widzenia pozyskiwania tego surowca do celów komercyjnych. Przeanalizowałam dystrybucję "smoczej krwi" w zranionych pniach młodych (ok. 5-letnich) osobników. Eksperyment obejmował dwa warianty zranienia tj. (1) zranienie głębokie pnia wykonane przy pomocy skalpela, polegające na wycięciu niewielkiego bloczka obejmującego pierwotne i wtórne tkanki przewodzące oraz (2) ścięcie pnia w obszarze przyrostu wtórnego. Ze względu na to, że żywica rozpuszcza się w etanolu, jej dystrybucję przeanalizowałam na

podstawie skrawków odręcznych. Badania wykazały, że wydzielanie "smoczej krwi" w pniu *D. draco* nie jest związane z powstawaniem specjalnych struktur anatomicznych, jak np. przewody żywiczne. Komórki wydzielające żywicę nie posiadają żadnych charakterystycznych cech morfologicznych i można je zidentyfikować jedynie na podstawie czerwonego zabarwienia, które pojawia się dopiero około dwa tygodnie po zranieniu. Ponadto stwierdziłam, że źródła czerwonej żywicy są zlokalizowane w różnych rejonach anatomicznych pnia. Są nimi komórki miękiszowe kory pierwotnej sąsiadujące z wtórną tkanką okrywającą, które dodatkowo zawierają substancje fenolowe oraz komórki miękiszowe tkanki koniunktywnej otaczające pierwotne i wtórne wiązki przewodzące. Żywica pokrywa brzegi rany, a także jest akumulowana w tkankach przewodzących tworzących wiązki (wypełnia światła elementów ksylemu i floemu). W ten sposób izoluje zdrowe tkanki od uszkodzonych i ogranicza promieniowe, styczne oraz osiowe rozprzestrzenianie się potencjalnych infekcji. Wydzielanie "smoczej krwi" można więc uznać za element procesu wytwarzania przez roślinę barier odcinających zniszczone lub zainfekowane tkanki (*sensu* Shigo 1984). Wydzielanie jest cechą żywych komórek, a czas życia i śmierci komórek tkanki koniunktywnej ma związek z odległością od kambium anomalnego [Jura-Morawiec, Wiland-Szymańska 2014; **pozycja 1 osiągnięcia naukowego**]. Sformułowałam hipotezę, że komórki tkanki koniunktywnej, w miarę oddalania się od kambium anomalnego, podlegają programowanej śmierci komórkowej i tym samym zostają wyłączane z udziału w procesie wydzielania "smoczej krwi". Oznacza to, że głębokość zranienia (nacięcia) to jeden z kluczowych czynników w procesie pozyskiwania czerwonej żywicy. Uzyskane informacje na temat źródeł "smoczej krwi" w pniu *D. draco* to istotny punkt wyjścia do badań mających na celu opracowanie efektywnej metody pozyskiwania tego surowca do celów komercyjnych.

Analiza danych literaturowych na temat budowy pni drzewiastych przedstawicieli roślin jednoliściennych z anomalnym typem przyrostu wtórnego, którą przeprowadziłam na potrzeby wyżej opisanych badań, stała się podstawą artykułu integrującego wiedzę z tego zakresu. Praca ta została opublikowana w prestiżowym czasopiśmie *Botanical Review* [Jura-Morawiec, Tulik, Iqbal 2015; **pozycja 4 osiągnięcia naukowego**]. Oprócz przeglądu informacji dotyczących pochodzenia merystemów bocznych, ich budowy i tkanek pochodnych, w tym artykule poruszyłam także problem stosowanej w tym kontekście terminologii. Za szczególnie istotny element tej pracy uważam wskazanie na niespójne znaczenie terminu "piętrowy" (ang. *storied*, niem. *etagen*) w opisach anatomicznych tkanek wtórnych u jedno- i dwuliściennych. Mianowicie, u dwuliściennych, zgodnie z powszechnie

przyjętą nomenklaturą anatomiczną (Bailey 1923; IAWA 1989), termin ten określa układ komórek kambium waskularnego i jego pochodnych na przekroju stycznym. Tymczasem u jednoliściennych termin "piętrowy" odnosi się do układu komórek kambium anomального i korka na przekroju poprzecznym (Schoute 1902). Nomenklatura przyjęta dla wspomnianych dwóch tkanek u jednoliściennych nigdy nie została poddana weryfikacji i funkcjonuje w oderwaniu od obecnie przyjętych zasad. W oparciu o analizę własnych przekrojów stycznych korka z pnia *D. draco* dowiodłam, że stosowanie terminu "piętrowy" (*sensu* IAWA 1989) nie ma uzasadnienia w strukturze tej tkanki, bowiem układ komórek korka jest niepiętrowy. Zatem aby uniknąć niejasności, zaproponowałam zastąpienie terminu "piętrowy" w opisach anatomii korka roślin jednoliściennych terminem "rzędowy". Ten termin wydaje się bardziej adekwatny z uwagi na analogię do rzędów promieniowych komórek np. kambium lub ksylemu, widocznych na przekrojach poprzecznych pni drzew z normalnych typem przyrostu wtórnego.

Badania stanowiące podstawę zaprezentowanego osiągnięcia naukowego mają charakter badań podstawowych. W mojej ocenie uzyskane wyniki mają dużą wartość poznawczą. Przyczyniają się do lepszego zrozumienia struktury i funkcjonowania drzewiastych przedstawicieli roślin jednoliściennych. Dają także solidną podstawę do analiz porównawczych z mechanizmami wzrostu promieniowego pni drzew iglastych i dwuliściennych, co pozwoli lepiej zrozumieć istotę tego problemu. Ponadto, hipotezy z pogranicza anatomii i fizjologii sformułowane na podstawie uzyskanych wyników, dają możliwość kontynuowania interesujących badań z tego zakresu, także takich o znaczeniu aplikacyjnym, jak w przypadku "smoczej krwi". Do najważniejszych elementów osiągnięcia naukowego zaliczam:

- Analizę wiązek amfiwazalnych na seriach przekrojów poprzecznych wzdłuż osi pnia, która pozwoliła zbadać relacje przestrzenne pomiędzy komórkami w wiązce i wyjaśnić przyczynę powstawania różnic w ich budowie, co zilustrowano za pomocą modelu [1].
- Wskazanie na możliwość innej, niż dotychczas zakładano, drogi transportu promieniowego asymilatów w pniu drzewiastych przedstawicieli roślin jednoliściennych, w której kluczową rolę odgrywa rozpoznana sektorowa budowa wiązek [1, 2].
- Zidentyfikowanie i opisanie dwóch sposobów powstawania wiązek amfiwazalnych, które mogą być pomocnym narzędziem do prowadzenia pionierskich badań aktywności kambium anomального w cyklu rocznym, a ponadto wskazanie dwóch naturalnych stanowisk *D. draco* (Wyspach Kanaryjskie, Maroko) jako dogodnych obszarów do przeprowadzenia analiz porównawczych [2].

- Lokalizację źródeł czerwonej żywicy w zranionym pniu *D. draco* [3].
- Wskazanie na niespójne znaczenie terminu "piętrowy" w opisach tkanek wtórnych pni roślin drzewiastych (jedno- i dwuliściennych) [4].

Innym efektem moich badań było uzyskanie wysokiej jakości przekrojów anatomicznych z drewna jednoliściennych, materiału trudnego pod względem technicznym [1-4], a także opracowanie przeglądu literatury na temat aktualnego stanu wiedzy o merystemach bocznych odpowiedzialnych za przyrost wtórny pnia rośliny drzewiastej jednoliściennnej [4].

Obecnie kontynuuję badania dotyczące tej grupy roślin drzewiastych. Mają one na celu m. in. analizę strukturalno-funkcjonalną korzeni powietrznych u *D. draco*, a także rozpoznanie cech diagnostycznych drewna dracen z grupy "dragon trees", które pozwolą na opracowanie klucza do identyfikacji gatunków. Badania te prowadzę we współpracy z naukowcami z krajowych i zagranicznych ośrodków naukowych (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Leśny; Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo", Gran Canaria).

Literatura

- Bailey I.W. (1923) The cambium and its derivative tissues. IV. The increase in girth of the cambium. *Am. J. Bot.* 10: 499-509
- Cheadle V.I. (1937) Secondary growth by means of a thickening ring in certain monocotyledons. *Bot. Gaz.* 98: 535-555
- Cui J.L., Wang C.L., Guo S.X., Xiao P.G., Wang M.L. (2013) Stimulation of dragon's blood accumulation in *Dracaena cambodiana* via fungal inoculation. *Fitoterapia* 87:31-36
- Fisher J.B. (1975) Eccentric secondary growth in *Cordyline* and other Agavaceae (Monocotyledonae) and its correlation with auxin distribution. *Am. J. Bot.* 62: 292-302
- Gonzalez A.G., Hernandez J. Len F., Padrn L., Estevez F., Quintana J., Bermejo J. (2003) Steroidal saponins from the bark of *Dracaena draco* and their cytotoxic activity. *J. Nat. Prod.* 66: 793-798
- Gupta D., Bleakley B., Gupta R.K. (2008) Dragon's blood: botany, chemistry and therapeutic uses. *J. Ethnopharmacol.* 115: 361-380
- IAWA Committee on Nomenclature. (1989) IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.10*: 219-332
- Jura-Morawiec J. (2015) Formation of amphivasal vascular bundles in *Dracaena draco* stem in relation to rate of cambial activity. *Trees* 29: 1493-1499
- Jura-Morawiec J., Tulik M. (2015) Morpho-anatomical basis of dragon's blood secretion in *Dracaena draco* stem. *Flora* 2013: 1-5
- Jura-Morawiec J., Tulik M. (2016) Dragon's blood secretion and its ecological significance. *Chemoecology* DOI 10.1007/s00049-016-0212-2
- Jura-Morawiec J., Wiland-Szymańska J. (2014) A novel insight into the structure of amphivasal secondary bundles on the example of *Dracaena draco* L. stem. *Trees* 28: 871-877
- Jura-Morawiec J., Tulik M., Iqbal M. (2015) Lateral meristems responsible for secondary growth of the monocots: a survey of the state of the art. *Bot. Rev.* 81:150-161

- Langenheim J.H. (2003) Plant resins: chemistry, evolution, ecology and ethnobotany. Portland, Cambridge, Timber Press
- Marrero A., Almeida R.S., Gonzalez-Martin M. (1998) A new species of the wild dragon tree, *Dracaena* (Dracaenaceae) from Gran Canaria and its taxonomic and biogeographic implications. Bot. J. Linn. Soc. 128:291-314
- Marzol M.V., Sánchez Megia J.L., Yanes A. (2011) Meteorological patterns and fog water collection in Morocco and the Canary Islands. Erdkunde 65:291-303
- Roseler P. (1889) Das Dickenwachstum und die Entwicklungsgeschichte der secundären Gefässbündel bei den baumartigen Lilien. Pringsh. Jahr. 20:292-348
- Scott D.H., Brebner G. (1893) On the secondary tissues in certain monocotyledons. Ann. Bot. 7: 22-62
- Schoute J.C. (1902) Über Zellteilungsvorgänge in Cambium. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde 9: 1-59
- Shigo A.L. (1984) Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves. Ann. Rev. Phytopathol. 22: 189-214.
- Tomlinson P.B., Zimmermann M.H. (1967) The "wood" of monocotyledons. IAWA Bull. 2: 4-24
- Torelli N., Trajković J. (2003) *Dracaena mannii* Baker - physical, mechanical and related properties. Holz Roh. Werkst. 6: 477-478
- Wang X.H., Zhang Ch., Yang L.L., Gomes-Laranjo J. (2011) Production of dragon's blood in *Dracaena cochinchinensis* plants by inoculation of *Fusarium proliferatum*. Plant Sci 180:292-99.
- Zimmermann M.H., Brown C.L. (1971) Trees structure and function. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin

5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Pracę naukową rozpoczęłam 1 października 2000 roku w Katedrze Biofizyki i Biologii Komórki Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, jako słuchaczka Dziennego Studium Doktoranckiego w zakresie Przyrodniczych Podstaw Ochrony Środowiska. Od początku mojej pracy naukowej włączyłam się aktywnie w badania kambium naczyniowego drzew, prowadzone przez zespół badawczy dr hab. Wiesława Włocha, prof. UŚ. Miały one na celu identyfikację zdarzeń komórkowych, które decydują o przebudowie komórek inicjalnych i powstaniu piętrowej struktury kambium. Badania prowadzono metodą bezpośrednią, na podstawie przekrojów stycznych kambium, a także pośrednią tj. odtwarzając historię rozwoju kambium w oparciu o badania miękiszu terminalnego w drewnie. Na podstawie uzyskanych wyników ustalono, że kluczową rolę w procesie przebudowy kambium odgrywa wzrost intruzywny inicjałów pomiędzy ścianami peryklinalnymi sąsiednich inicjałów i ich najbliższych pochodnych. Tym samym wskazano, że dotychczasowa koncepcja wzrostu intruzywnego komórek wrzecionowatych kambium pomiędzy ścianami promieniowymi sąsiednich komórek powinna zostać zweryfikowana. Wyniki zostały zaprezentowane podczas konferencji naukowych [zał. 4 II K1, K2] i opublikowane w dwóch artykułach [zał. 4 II A1, D1].

W czasie studiów doktoranckich byłam zatrudniona na etacie asystenta w Katedrze Biofizyki i Biologii Komórki Uniwersytetu Śląskiego (w latach 2001-2002 i 2004-2005), a od 2004 roku, w niepełnym wymiarze czasu pracy, na etacie biologa w Pracowni Zachowania Bioróżnorodności Górnego Śląska w Raciborzu. Pracownia ta, była zamiejscową jednostką naukową Ogrodu Botanicznego PAN - CZRB w Powsinie wspierającą powstanie Śląskiego Ogrodu Botanicznego w Mikołowie. W tym czasie brałam udział w przygotowaniu artykułów dotyczących flory obszaru Śląskiego Ogrodu Botanicznego, w tym zadrzewień i zakrzewień śródpolnych oraz rzadkich zespołów roślinnych znajdujących się na Czerwonej Liście Zbiorowisk Roślinnych Górnego Śląska [zał. 4 II D2, D3].

W 2004 roku, jako członek zespołu badawczego dr hab. Wiesława Włocha, prof. UŚ, rozpoczęłam wieloletnią współpracę z prof. Muhammadem Iqbalem, kierownikiem Katedry Botaniki Uniwersytetu Hamdard w New Delhi, wybitnym specjalistą z zakresu badań kambium naczyniowego. Współpraca trwa do dnia dzisiejszego, a jej efektem jest 9 zespołowych publikacji naukowych oraz 4 doniesienia konferencyjne.

16 grudnia 2005 roku uzyskałam stopień doktora nauk biologicznych na podstawie rozprawy zatytułowanej "Tworzenie się struktury piętrowej kambium na przykładzie *Wisteria floribunda* DC", której promotorem był dr hab. Wiesław Włoch, prof. UO. W pracy

skoncentrowałam się na poznaniu szczegółów procesu, który odgrywa zasadniczą rolę w powstawaniu, utrzymywaniu i przebudowie piętrowej struktury kambium *W. floribunda* czyli na wzroście intruzywnym. Celem mojej pracy było zbadanie czy istnieją dające się wykryć w strefie kambium przejawy wzrostu intruzywnego w oparciu o analizy przekrojów poprzecznych. Na podstawie ciągłych serii przekrojów poprzecznych przez kambium odtworzyłam trójwymiarowy układ komórek, dzięki czemu można było rozpoznać miejsca, w których końce inicjałów rosną intruzywnie. Rozpoznałam wyłącznie wzrost intruzywny pomiędzy ścianami peryklinalnymi, który na przekrojach poprzecznych przejawia się występowaniem charakterystycznych *skosów*. Ściany ograniczające *skos* to przekształcone ściany peryklinalne. Wyniki tych badań wraz z rezultatami równoległe prowadzonych analiz wzrostu intruzywnego w kambium *Pinus sylvestris* i *Tilia cordata* opublikowałam w *Australian Journal of Botany* [zał. 4 II A2].

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk biologicznych otrzymałam okresowe zatrudnienie w niepełnym wymiarze czasu pracy w Arboretum Bramy Morawskiej w Raciborzu, gdzie wspólnie z dr. Janem Dudą przygotowałam opracowanie na temat występowania jeżyn (*Rubus*) w lesie Obora i jego okolicy [zał. 4 II E1]. Las Obora i jego okolice to jeden z najbogatszych w gatunki jeżyn terenów w naszym kraju. Zidentyfikowano 26 gatunków, wśród nich znalazły się także te bardzo rzadkie, jak *R. hercynicus* i *R. henrici-egonis*.

W 2006 roku zostałam zatrudniona na etacie adiunkta w Pracowni Zachowania Bioróżnorodności Górnego Śląska (obecna nazwa: Samodzielna Pracownia Struktury Roślin PAN Ogrodu Botanicznego - CZRB w Powsinie), kierowanej przez dr hab. Wiesława Włocha, prof. UO, gdzie kontynuowałam badania dotyczące zjawisk rozwojowych w kambium waskularnym. Zgodnie z ówczesnym stanem wiedzy przyjmowano, że kambium niepiętrowe i piętrowe powiększają swój obwód w odmienny sposób. Kambium niepiętrowe przez podziały skośne i wzrost intruzywny, kambium piętrowe przez podziały podłużne i wzrost symplastyczny. Z uwagi na wyniki naszych dotychczasowych badań, które kwestionowały obecność wzrostu intruzywnego komórek kambium pomiędzy ścianami promieniowymi komórek sąsiednich [zał. 4 II A1, A2, D1], przeprowadzono szczegółowe badania anatomiczne kambium niepiętrowego *Pinus sylvestris* i kambium piętrowego *Laburnum anagyroides*. Wskazano, że niezależnie od typu kambium jego obwód powiększa się na skutek wzrostu symplastycznego komórek po podziałach antyklinalnych. Wyjaśniono również, że wzrost intruzywny odgrywa istotną rolę w przebudowie inicjałów, natomiast nie ma wpływu na powiększanie obwodu kambium. Wyniki tych badań zostały opublikowane w *Botany* [zał. 4 II A4] i *Trees - Structure and Function* [zał. 4 II A10]. Ponadto na

podstawie badań kambium *P. sylvestris*, *Tilia cordata* i *Hippophaë rhamnoides* stwierdzono, że przebudowa komórek inicjalnych promieniowych, podobnie jak komórek inicjalnych wrzecionowatych, jest związana ze wzrostem intruzywnym wzdłuż ścian peryklinalnych. Uzyskane wyniki opublikowano w *IAWA Journal* [zał. 4 II A9]. Kontynuując tą tematykę uczestniczyłam także w badaniach mających na celu opracowanie matematycznego modelu wzrostu intruzywnego. Mając na uwadze obwodową i promieniową ekspansję pojedynczych komórek w kambium niepiętrowym *P. sylvestris* obliczono, że ich wzrost w kierunku promieniowym w cylindrze kambium, jest o kilka rzędów wielkości większy od wzrostu obwodowego. Uzyskane w wyniku zastosowania modelu matematycznego rezultaty potwierdziły nasze obserwacje anatomiczne kambium i wskazały, że wzrost intruzywny komórek kambium związany z przebudową występuje jedynie pomiędzy ścianami peryklinalnymi sąsiednich inicjałów i ich najbliższych pochodnych. Wyniki te opublikowano w *Acta Biotheoretica* [zał. 4 II A5].

Prowadziłam również badania dotyczące struktury drewna tropikalnego na przykładzie *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC. Jest to gatunek pochodzący z Afryki i Ameryki Południowej, rosnący w warstwie sklepienia deszczowego lasu tropikalnego oraz w warstwie drzew wynurzających się. Badania były oparte na analizach mikroskopowych półcienkich skrawków drewna oraz maceratów. Interesującym wynikiem było zidentyfikowanie nietypowego, "paciorkowatego" kształtu włókien drzewnych, dotychczas nieodnotowanego w literaturze oraz wyjaśnienie mechanizmu jego powstawania. Wykazano, że cykliczne rozszerzenia ciał włókien mają związek z podwójnie piętrową strukturą kambium. Pochodne kambium, z których powstają włókna rosną intruzywnie nie tylko w kierunku osiowym, ale także obwodowym. Z uwagi na to, że długość komórek wrzecionowatych przewyższa wysokość promieni, włókna rosną intruzywnie w kierunku obwodowym na granicach pięter. Ostateczny kształt włókien zależy więc od wysokości piętra oraz od wysokości i szerokości promieni. Rozpoznana cecha kształtu włókien ma potencjalną wartość diagnostyczną do identyfikacji próbek drewna tropikalnego. Wyniki tych badań opublikowano w *IAWA Journal* [zał. 4 II A3].

Brałam także udział w badaniach koordynowanych przez prof. Iqbala, które miały na celu określenie wpływu zanieczyszczenia powietrza pyłem węglowym na intensywność fotosyntezy, aktywność kambium i w konsekwencji produkcję drewna u miodli indyjskiej *Azadirachta indica* (Meliaceae). Zaobserwowano między innymi, że czynnik stresowy (pył węglowy) opóźnił wznowienie aktywności kambium. Ponadto kambium produkowało drewno o zmienionej budowie. Powstawały krótsze włókna i człony naczyniowe. Wzrosło

zagęszczenie naczyń kosztem redukcji ich średnicy. Wyniki badań opublikowano w *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [zał. 4 II A7].

W 2010 roku, dzięki umowom bilateralnym i środkom finansowym Polskiej Akademii Nauk, wyjechałam do Indii [zał. 5 III L1]. Wyjazd dał mi możliwość odwiedzenia kilku instytutów i uniwersytetów indyjskich o światowej renomie (w New Delhi, Lucknow, Dehradun). W trakcie pobytu wygłosiłam wykłady w Forest Research Institute w Dehradun [zał. 4 II K15-K16], a także w Jamia Hamdard University w New Delhi. Ponadto czynnie uczestniczyłam w międzynarodowej konferencji ICPEP-4 (4th International Conference on Plants and Environmental Pollution) [zał. 4 II D1.9]. Na tej konferencji byłam współprzewodniczącą sesji *Environmental Impact Assessment* [zał. 5 III C2].

W tym samym roku (2010) rozpoczęłam współpracę z dr hab. Mirelą Tulik z Samodzielnego Zakładu Botaniki Leśnej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Nasze badania początkowo dotyczyły wtórnej tkanki okrywającej pnie drzewiastych przedstawicieli roślin jednoliściennych. Punktem wyjścia do wspólnych analiz była praca przeglądowa "Budowa pni drzew jednoliściennych" opublikowana w *Sylwanie* [zał. 4 II A6]. Do badań tkanki okrywającej wykorzystaliśmy rośliny z rodzaju *Dracaena* (m. in. *Dracaena marginata*, *D. draco*, *D. fragrans*), w różnym wieku. Wykazałyśmy, że w pniach młodych osobników i takich które wolno przyrastają na grubość, funkcję tkanki okrywającej pełnią równocześnie epiderma (tkanka pierwotna) i zlokalizowany pod epidermą korek piętrowy (tkanka wtórna). Uzyskane wyniki były prezentowane na międzynarodowej konferencji w Moskwie [zał. 4 II D1.12]. Wykazałyśmy także, że wbrew temu co sugeruje nazwa, komórki korka nie tworzą układu piętrowego na przekroju stycznym. Problem związany z nazewnictwem tkanki okrywającej pnia u jednoliściennych jest dyskutowany w artykule przeglądowym, który powstał we współpracy z prof. M. Iqbalem. Praca ta została opublikowana w *Botanical Review* [zał. 4 I B4] i wchodzi w skład osiągnięcia naukowego.

Ponadto, przeprowadziłyśmy badania eksperymentalne mające na celu lokalizację tkanek/komórek odpowiedzialnych za wydzielanie czerwonej żywicy, znanej jako "smocza krew", w zranionym pniu *D. draco*. Uzyskane wyniki zostały przedstawione w oryginalnym artykule opublikowanym w *Flora*, włączonym do cyklu prac stanowiących szczególne osiągnięcie naukowe [zał. 4 I B3]. Na podstawie analizy danych literaturowych i własnych obserwacji powstał także artykuł na temat anatomicznych podstaw wydzielania "smoczej krwi" u roślin drzewiastych, a także jej ekologicznego znaczenia. Wskazałyśmy m. in., że u *Dracaena* spp. wydzielanie "smoczej krwi" to element obrony indukowanej, podczas gdy u pozostałych "drzew smoczej krwi", z rodzajów *Croton*, *Daemonorops* i *Pterocarpus*,

to przejaw obrony konstytutywnej. Artykuł ten ukazał się w br. w *Chemoecology* [zał. 4 II A11]. Wspólnie napisaliśmy także artykuł na temat mechanizmu powstawania i struktury drewna reakcyjnego u drzew iglastych i liściastych [zał. 4 II A8].

W 2011 roku otrzymałam propozycję udziału w projekcie badawczym "Systematyka i powiązania filogenetyczne rodzajów *Dracaena* i *Sansevieria* (Rusaceae)" [zał. 4 II I] realizowanym w Zakładzie Taksonomii Roślin Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod kierunkiem dr hab. Justyny Wiland-Szymańskiej (obecnie prof. UAM). W ramach tego projektu pobierałam materiał do analiz z pni roślin z rodzaju *Dracaena*, rosnących na terenie Palmiarni Poznańskiej i Ogrodu Botanicznego UAM w Poznaniu i wykonywałam analizy anatomiczne wtórnych tkanek przewodzących. Warto podkreślić, że tkanki te, z uwagi na swoją budowę, stanowiły bardzo trudne wyzwanie techniczne. Wyniki dotyczące *D. draco* prezentowałam na międzynarodowej konferencji Monocots V w Nowym Jorku [zał. 4 II D1.15]. Wiedza i umiejętności zdobyte dzięki zaangażowaniu w ww. projekt umożliwiły mi kontynuowanie badań drewna jednoliściennych. Kontynuowałam je w ramach działalności statutowej PAN OB - CZRB. Efektem są prace będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego [zał. 4 I B1, B2].

W ramach współpracy Samodzielnej Pracowni Struktury Roślin PAN OB - CZRB z Instytutem Badawczym Leśnictwa byłam zaangażowana w przygotowanie opracowania, którego przedmiotem była anatomiczna analiza drewna robinii akacjowej obejmująca m. in. pomiary długości włókien w wybranych przyrostach oraz określenie typu włóknistości [zał. 4 II E2; zał. 4 II I]. Materiał do badań pochodził z czterech stanowisk: Pińczowa, Wołowa, Mieszkowic i Krosna. Drewno miało włóknistość prostą, a średnia długość włókien w drewnie wczesnym była generalnie mniejsza niż długość włókien w drewnie późnym. Do interpretacji uzyskanych wyników wykorzystano model osmomechaniczny wzrostu promieniowego drzew. Część rezultatów była prezentowana w postaci doniesień konferencyjnych [zał. 4 II D1.20-21].

Ważną formą mojej aktywności naukowej był udział w konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz w seminariach podczas których prezentowałam wyniki badań [zał. 4 II D1.7-19]. Jestem także przewodniczącą komitetu organizacyjnego cyklicznej konferencji naukowej "Metody Analizowania Wzrostu Promieniowego Drzew w Badaniach Dendrochronologicznych", która dotychczas czterokrotnie odbyła się w Mikołowie. Zrecenzowałam artykuły naukowe do czasopism *African Journal of Plant Sciences*, *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, *Journal of Plant Interactions* i *Nature Journal* [zał. 5 III P].

Moja działalność badawcza została dwukrotnie wyróżniona. W 2009 roku byłam laureatką Nagrody Zespołowej Dyrektora PAN Ogrodu Botanicznego - CZRB w Powsinie, a w 2013 roku otrzymałam Nagrodę Indywidualną Prezesa Polskiej Akademii Nauk [zał. 4 II J].

W październiku 2015 roku odbyłam wyjazd badawczy do Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" w Las Palmas de Gran Canaria. W trakcie pobytu miałam okazję przedstawić wyniki moich analiz dr Águedo Marrero, który jest światowym ekspertem w badaniach nad systematyką rodzaju *Dracaena*. Pobyt ten zaowocował porozumieniem w zakresie udostępniania próbek materiału roślinnego (w tym *Dracaena* spp.) do dalszych badań, a także otworzył interesującą perspektywę możliwości podjęcia wspólnych badań naukowych w zakresie identyfikacji drewna dracen, analizy strukturalno-funkcjonalnej korzeni powietrznych *D. draco* oraz badań porównawczych liści *Periploca* spp. Obecnie część tych zadań badawczych realizuję w ramach działalności statutowej PAN OB-CZRB w Powsinie. Ponadto, prowadzę także badania anatomiczne nietypowych elementów trachealnych funkcjonujących w pniu *D. draco*. Uzyskane wyniki są aktualnie opracowywane w formie publikacji.