
1. **Imię i nazwisko** Edyta Gola

2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe** z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- a) Magister biologii ze specjalizacją środowiskową, Instytut Botaniki, Wydział Nauk Przyrodniczych (obecnie Wydział Nauk Biologicznych) Uniwersytetu Wrocławskiego, 1991.
 - b) Doktor nauk biologicznych w zakresie biologii. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Morfogenetyczne efekty dychotomizacji pędu widłaków *Lycopodium annotinum* L. i *Lycopodium clavatum* L.”. Praca wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Beaty Zagórskiej-Marek w Zakładzie Botaniki Ogólnej (obecnie Zakład Biologii Rozwoju Roślin), Wydział Nauk Przyrodniczych (obecnie Wydział Nauk Biologicznych) Uniwersytetu Wrocławskiego, 1999.
 - c) Ukończone z wynikiem bardzo dobrym dwusemestralne studia podyplomowe "Menedżer Projektu Badawczo-Rozwojowego" w Wyższej Szkole Bankowej we Wrocławiu (projekt współfinansowany ze środków UE w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego), 2014.
-

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

- 1991- 1999 – asystent w Zakładzie Botaniki Ogólnej (obecnie Zakład Biologii Rozwoju Roślin), Instytut Botaniki, Uniwersytet Wrocławski.
 - od 1999r. do chwili obecnej – adiunkt w Zakładzie Biologii Rozwoju Roślin, Instytut Biologii Eksperymentalnej, Uniwersytet Wrocławski.
-

4. **Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. 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:*

Zjawiska rozwojowe u wybranych przedstawicieli widłakowych *Lycopodiophyta*

b) *Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:*

IF zgodny z rokiem opublikowania, punkty MNiSW wg listy z dn. 9 grudnia 2016r.

- 1. **Gola E.M.**, 2008. Reproductive strategies of *Huperzia*. W: E. Szczęśniak, E. Gola (red.), *Club mosses, horsetails and ferns in Poland - resources and protection*. Polish Botanical Society & Institute of Plant Biology, Wrocław Str.: 5-14. **[rozdział w monografii; 5pkt. MNiSW]** Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji, zaplanowaniu i wykonaniu eksperymentów, interpretacji wyników i przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy wynosi **100%**.

2. **Gola E.M.**, Jernstedt J.A., 2011. Impermanency of initial cells in *Huperzia lucidula* (Huperziaceae) shoot apices. *International Journal of Plant Sciences* 172:847-855.

[IF: 1.643; 30pkt. MNiSW]

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji pracy, zaplanowaniu i wykonaniu eksperymentów, współpracy przy interpretacji wyników i przygotowaniu manuskryptu. Udział procentowy szacuję na 80%.

3. Otręba P., **Gola E.M.**, 2011. Specific intercalary growth of rhizophores and roots in *Selaginella kraussiana* (Selaginellaceae) is related to unique dichotomous branching. *Flora* 206:227-232. [IF: 1.703; 25pkt. MNiSW]

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracy przy opracowaniu koncepcji pracy, zaplanowaniu i wykonaniu części eksperymentów, współpracy przy interpretacji wyników i przygotowaniu manuskryptu. Udział procentowy szacuję na 40%.

4. **Gola E.M.**, 2014. Dichotomous branching: the plant form and integrity upon the apical meristem bifurcation. *Frontiers in Plant Sciences* 5:263. doi: 10.3389/fpls.2014.00263

[IF: 3.64; 40pkt. MNiSW]

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji pracy, krytycznym przeglądzie i interpretacji literatury oraz przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy wynosi 100%.

5. **Gola E.M.**, Dolzblasz A., Otręba P., Śliwińska-Wyrzychowska A., 2015. Development of abnormal strobili in *Lycopodium annotinum* as an example of the reversion phenomenon in lower vascular plants. *Botany* 93:701-707. doi: 10.1139/cjb-2015-0051 [IF: 1.324; 25pkt. MNiSW]

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji pracy, zaplanowaniu i wykonaniu analiz histologicznych, interpretacji wyników i przygotowaniu manuskryptu. Udział procentowy szacuję na 50%.

6. **Gola E.M.**, Jernstedt J.A., 2016. Vascular structure contributes to shoot sectoriality in *Selaginella kraussiana*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 85(3):3515. doi. org/10.5586/asbp.3515 [IF: 1.213; 25pkt. MNiSW]

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji pracy, zaplanowaniu i wykonaniu eksperymentów, współpracy przy interpretacji wyników i przy przygotowaniu manuskryptu. Udział procentowy szacuję na 70%.

Sumaryczny Impact Factor wg listy Journal Citation Reports (JCR) dla prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne wynosi: **9.523**

Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW dla prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne wynosi: **150**

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

Zjawiska rozwojowe u wybranych przedstawicieli widłakowych *Lycopodiophyta*

Wstęp

Lycopodiophyta (widłaki, widłakowe) są starą filogenetycznie grupą roślin naczyniowych, reprezentowaną współcześnie przez trzy rzędy: Lycopodiales, Selaginellales i Isoëtales. Ze względu na wczesne wydzielenie kladu, Lycopodiophyta prezentują kombinację cech ancestralnych i wyspecjalizowanych, a jako grupa siostrzana w stosunku do pozostałych roślin naczyniowych także cechy, które najprawdopodobniej są przejawem ewolucji konwergentnej [1,2]. Wzrastające w ostatnich latach zainteresowanie mechanizmami rozwojowymi u roślin w kontekście ewolucyjnym (tzw. nurt evo-devo) spowodowało włączenie przedstawicieli Lycopodiophyta należących do rodzaju *Selaginella* (widliczka) do grupy organizmów modelowych. Postęp w zakresie technik badawczych umożliwił zsekwencjonowanie genomu *Selaginella moellendorffii* [3], co doprowadziło z kolei do zintensyfikowania badań molekularnych i fizjologicznych nad widliczką [np. 4-7], natomiast nad przedstawicielami rzędu Lycopodiales nadal nie prowadzi się współczesnych badań rozwojowych. Niewiele jest nowych, szczegółowych opracowań poświęconych widłakowym, zwłaszcza dotyczących dynamiki procesów morfogenetycznych, ich regulacji oraz zmian, jakim podlegały one w trakcie ewolucji. Dotyczy to również kluczowych dla wzrostu i rozwoju rośliny merystemów wierzchołkowych, a zwłaszcza aktywności znajdujących się tam komórek macierzystych (stem cells) [np. 8-10]. Dlatego też, aby uzupełnić tę widoczną lukę, w swoich badaniach, składających się na osiągnięcie naukowe, skupiłam się na wybranych aspektach biologii rozwoju wybranych przedstawicieli Lycopodiophyta ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów regulacyjnych odnoszących się do organogenezy, tożsamości organów, typu rozgałęzień pędu, czy wreszcie struktury merystemu. Szczegółowe poznanie procesów rozwojowych w tej grupie roślin jest niezbędne dla prawidłowej interpretacji dróg rozwoju filogenetycznego pierwszych roślin lądowych, adaptujących się do warunków nowego środowiska, a zwłaszcza dla funkcjonowania ich merystemów [11]. Stanowi to ponadto punkt wyjścia do badania mechanizmów regulujących rozwój widłakowych na poziomie genetyczno-molekularnym. Takie badania rozwojowe i eksperymentalne są już współcześnie szeroko prowadzone w odniesieniu do roślin nasiennych, a szczególnie okrytozalążkowych, do których należy najintensywniej badana roślina modelowa *Arabidopsis thaliana*. W tym więc kontekście moje zainteresowania badawcze biologią rozwoju wybranych przedstawicieli widłakowych wpisują się bardzo dobrze w nurt współczesnych badań rozwojowych i eksperymentalnych nad roślinami.

Cel badań

Głównym celem prowadzonych przeze mnie badań była analiza rozwojowa i funkcjonalna merystemów wierzchołkowych u widłakowych, a więc struktur niezbędnych dla utrzymania niezdeteminowanego wzrostu i rozwoju rośliny. U Lycopodiophyta merystemy wierzchołkowe różnią się strukturą: widliczki (*Selaginella*) charakteryzują się obecnością jednej komórki inicjalnej, natomiast u widłaków (*Huperzia* i *Lycopodium*) występuje grupa komórek inicjalnych. Znaczący wpływ na przebieg procesów morfogenetycznych w tej grupie roślin ma specyficzny, dichotomiczny sposób rozgałęziania, polegający na podziale aktywnego organogenicznie wierzchołka na dwa potomne, które od momentu powstania generują dwie niezależnie funkcjonujące osie. Dywersyfikacja struktury merystemów wierzchołkowych,

dotycząca zmiany kształtu, liczby i położenia komórek inicjalnych, a także sposobu rozgałęziania, jest szczególnie interesującym aspektem biologii rozwoju. Biorąc pod uwagę, że takie modyfikacje strukturalne występują u Lycopodiophyta, poznanie procesów morfogenetycznych w tej starej filogenetycznie grupie roślin ma znaczenie zarówno w rozwojowym jak i ewolucyjnym kontekście.

Obiektem analiz była widliczka *Selaginella kraussiana* oraz widlaki *Lycopodium annotinum*, *Huperzia lucidula* i *Huperzia selago*. Gatunki wybrane do badań różnią się, jak wspomniano wyżej, strukturą merystemu wierzchołkowego, formą wzrostu oraz typem rozgałęziania dichotomicznego – izotomicznego lub anizotomicznego. Oznacza to, że podczas dichotomii nowo tworzone wierzchołki potomne mogą mieć taką samą wielkość i utrzymywać równomierny wzrost po podziale (podział izodichotomiczny, izotomia) lub różnić się wielkością i tempem wzrostu (podział anizodichotomiczny, anizotomia). Ze względu na ograniczenia związane z pozyskaniem materiału do analiz oraz hodowlą roślin nie prowadzono badań na przedstawicielach trzeciego rzędu widłakowych, Isoëtales.

Publikacja:

Gola E.M., Jernstedt J.A., 2011. Impermanency of initial cells in *Huperzia lucidula* (Huperziaceae) shoot apices. *International Journal of Plant Sciences* 172:847-855. [poz. 2]

Merystemy wierzchołkowe u *Huperzia* i *Lycopodium* charakteryzują się obecnością grupy komórek inicjalnych, przypominając strukturalnie wierzchołki roślin nagozalążkowych, co uważa się za przejaw ewolucji konwergentnej [9, 12-13]. Mimo tej ogólnej wiedzy nie było jednak dotąd szczegółowych, współczesnych opracowań poświęconych zmianom ontogenetycznym wierzchołka pędu u widłaków, dlatego też podjęto badania nad dynamiką merystemu wierzchołkowego u *Huperzia lucidula* [Gola i Jernstedt, 2011]. Celem badań była 1) identyfikacja komórek inicjalnych, 2) ustalenie ich liczby oraz 3) stałości położenia w trakcie ontogenezy nierozgałęziających się pędów i rozmnózek wegetatywnych (uważanych za drobne rozgałęzienia dichotomiczne [13]), a także 4) określenie, jakie zmiany zachodzą w strukturze komórkowej merystemów apikalnych w trakcie podziału dichotomicznego. Ze względu na brak odpowiednich markerów, które można by użyć do znakowania poszczególnych komórek inicjalnych w tej grupie roślin, badania były prowadzone z wykorzystaniem metody analizy klonalnej. Zastosowanie tej techniki pozwala na odtworzenie sekwencji podziałów i prześledzenie losów komórek na podstawie wzoru ścian komórkowych; metoda ta została dopracowana w zespole Pani prof. Zagórskiej-Marek do analizy powierzchni merystemu [14]. Prezentowane badania udowodniły, że na wierzchołku pędu *Huperzia lucidula*, niezależnie od fazy rozwojowej, występuje grupa czterech komórek inicjalnych, tworzących tzw. układ tetrady, oraz ich pochodne tworzące cztery klony komórkowe. Komórki inicjalne tylko przejściowo funkcjonują na danym wierzchołku. W trakcie rozwoju ich funkcję przejmują inne komórki, wybierane losowo z puli komórek merystematycznych. Przejawiająca się w ten sposób stochastyczność wierzchołka, czyli możliwość zmiany aktualnie funkcjonujących inicjałów, jest wymuszona przez geometrię układu tetrady. Co ciekawe, zarówno liczba komórek inicjalnych, ich układ na powierzchni merystemu (tetrad), jak i proces wymiany funkcjonujących inicjałów są analogiczne do opisywanych dla roślin nasiennych [14]. Dowodzi to, że merystemy wierzchołkowe u widłaków nie tylko strukturalnie, ale również funkcjonalnie odpowiadają merystemom roślin nasiennych. Szczególną i powtarzalną w rozwoju manifestacją stochastyczności wierzchołka jest wymiana inicjałów związana z podziałem dichotomicznym, po raz pierwszy udokumentowana w tej pracy dla *Huperzia*. Przed

dichotomią następuje gwałtowna proliferacja komórek o charakterze merystematycznym, spolaryzowanie ich układu na powierzchni merystemu, a następnie selekcja dwóch nowych grup komórek inicjalnych dla wierzchołków potomnych. Zwiększanie liczby (potencjalnych) inicjałów i ich powtarzająca się w ontogenezie wymiana jest mechanizmem adaptacyjnym, zapewniającym ochronę informacji genetycznej i/lub utrzymanie integralności genetycznej merystemu wierzchołkowego pędu. Obecność tak istotnego dla poprawnego funkcjonowania merystemów mechanizmu u *Huperzia lucidula* może świadczyć, że pojawił się on u wspólnych przodków wszystkich roślin naczyniowych przed oddzieleniem się widłakowych lub że jest przejawem ewolucji konwergentnej w odległych filogenetycznie, siostrzanych liniach ewolucyjnych roślin [Gola i Jernstedt, 2011].

Główne osiągnięcia:

- Identyfikacja i określenie liczby komórek inicjalnych na wierzchołkach pędu *Huperzia* oraz wykazanie stochastyczności merystemu widłaka w trakcie ontogenezy;
- Wykazanie podobieństw w funkcjonowaniu merystemu wierzchołkowego pędu *Huperzia lucidula* i merystemów roślin nagozalążkowych, zwłaszcza istnienia analogicznych mechanizmów ochrony informacji genetycznej;
- Udokumentowanie zmian wzoru komórkowego na merystemie *Huperzia* podczas tworzenia rozgałęzienia dichotomicznego.

Publikacja:

Otręba P., Gola E.M., 2011. Specific intercalary growth of rhizophores and roots in *Selaginella kraussiana* (Selaginellaceae) is related to unique dichotomous branching. *Flora* 206:227-232. [poz. 3]

Utrzymanie integralności wierzchołka i aktywności komórek inicjalnych podczas tworzenia rozgałęzienia dichotomicznego były również przedmiotem badań w różniących się strukturalnie merystemach widliczki *Selaginella kraussiana* [Otręba i Gola, 2011]. Na wierzchołkach pędów i korzeni u tego gatunku, w populacji dzielących się, podobnych do siebie komórek embrionalnych występuje zwykle tylko jedna, całkowicie odrębna morfologicznie i funkcjonalnie komórka inicjalna [15]. W miejscu rozgałęzienia dichotomicznego wykształcają się specyficzne organy osiowe – ryzofory, które są bezlistnymi cylindrycznymi strukturami o cechach pośrednich między pędem i korzeniem, tworzącymi zawiązki korzeni w części szczytowej [9, 16-18]. Merystem wierzchołkowy ryzoforu, podobnie jak merystem pędu i korzenia *Selaginella*, charakteryzuje się obecnością pojedynczej komórki inicjalnej [9, 16-18], jednakże jest bardziej dostępny do badań niż merystem pędu. Zawiązki korzeni powstają w merystemie ryzoforu endogenne w czasie podziału izodichotomicznego. Zmiany strukturalne merystemu wierzchołkowego ryzoforu w czasie tego procesu oraz sama tożsamość ryzoforów (swoiste organy lub modyfikacje korzeni) stanowiły jednak przedmiot dyskusji [9, 16-18]. Podjęte badania miały więc na celu 1) określenie zmian ontogenetycznych związanych z tworzeniem zawiązków korzeni podczas rozgałęzień dichotomicznych ryzoforu, a tym samym 2) odpowiedź na pytanie o tożsamość tych struktur oraz 3) ustalenie mechanizmu wzrostu ryzoforów z ukrytymi zawiązkami korzeni [Otręba i Gola, 2011].

Przeprowadzone analizy skrawków półciennych pokazały sekwencję ontogenetycznych zmian struktury wierzchołka ryzoforu, zanik dotychczas funkcjonującej komórki inicjalnej poprzez jej segmentację, co następuje podczas podziału dichotomicznego, a następnie endogenne powstawanie nowych komórek inicjalnych dla dwóch tworzących się zawiązków korzeniowych. Początkowo nowo powstałe komórki inicjalne zawiązków korzeni mają

ograniczoną aktywność podziałową odcinając zaledwie kilka segmentów (merofitów). Mimo to pozbawiony już własnego merystemu wierzchołkowego ryzofor, wraz z ukrytymi pod jego powierzchnią zawiązkami korzeni, intensywnie rośnie na długość. Wzrost całego kompleksu ryzofor-zawiązki korzeni, a następnie wzrost uśpionych dotąd zawiązków możliwy jest dzięki wykształceniu specyficznego merystemu interkalarnego. Rozwija się on w subapikalnej części zawiązków korzeniowych zarówno z segmentów odciętych przez inicjał korzenia, jak i z komórek osi macierzystej – ryzoforu. Oznacza to, iż powstałe na drodze dichotomii zawiązki korzeni, rosną zarówno w wyniku podziałów własnej komórki inicjalnej, jak i dzięki podziałom komórek ryzoforu (macierzystej osi). Taki sposób wzrostu nowo powstających wierzchołków świadczy o swoistości podziału dichotomicznego ryzoforu, ponieważ u wszystkich pozostałych roślin powstałe na drodze dichotomii rozgałęzienia rosną niezależnie od komórek osi macierzystej. Co ciekawe, ten sam wzór rozwoju jest powtarzany podczas każdej kolejnej dichotomii korzenia związanej z tworzeniem dwóch nowych, bliźniaczych zawiązków korzeni. Najpierw komórka inicjalna w merystemie wierzchołkowym korzenia ulega segmentacji i traci tożsamość merystematyczną, następuje selekcja inicjałów dla nowych zawiązków, a następnie wzrost obydwu korzeni dzięki wykształceniu kolejnego merystemu interkalarnego. Badania te uwypukliły specyficzny tylko dla *Selaginella* przebieg podziału dichotomicznego w merystemach wierzchołkowych kompleksu ryzofor-zawiązki korzeni, charakteryzujących się pojedynczą i wymienianą w trakcie rozwoju komórką inicjalną. Pokazały, że wzrost całej struktury jest możliwy dzięki tworzeniu merystemów interkalarnych, będących adaptacją do przejściowego, powtarzanego w ontogenezie zaniku komórek inicjalnych oraz potwierdziły odrębność strukturalną i funkcjonalną ryzoforów oraz korzeni [Otręba i Gola, 2011].

Główne osiągnięcia:

- Udokumentowanie zmian w strukturze wierzchołka w trakcie rozwoju struktury kompleksowej - ryzofor - zawiązki korzeni u *Selaginella kraussiana* oraz potwierdzenie odrębności rozwojowej ryzoforów;
- Identyfikacja i charakterystyka funkcjonalna merystemu interkalarnego w ryzoforach widliczki *Selaginella kraussiana* oraz wykazanie specyficznego charakteru podziału dichotomicznego.

Publikacja:

Gola E.M., 2014. Dichotomous branching: the plant form and integrity upon the apical meristem bifurcation. *Frontiers in Plant Sciences* 5:263. [poz. 4]

Znaczący wpływ na strukturę i aktywność wierzchołka u widłakowych ma proces tworzenia rozgałęzień dichotomicznych. O ile powstawanie rozgałęzień bocznych u roślin nasiennych oraz mechanizmy regulacji tego procesu są dość dobrze poznane [np. 19-21], znacznie mniej jest dostępnych danych dotyczących mechanizmu tworzenia rozgałęzień dichotomicznych. Opisy zjawiska dichotomii często pochodzą ze starych opracowań, są fragmentaryczne i dotyczą pojedynczych taksonów [np. 22-25]. Z tego względu charakterystyka rozgałęziania dichotomicznego, różne ujęcia (definicje) tego zjawiska, typy dichotomii, a także dane o występowaniu tego procesu w różnych grupach taksonomicznych roślin zostały zebrane i przedyskutowane w pracy przeglądowej [Gola, 2014].

Dichotomia jest definiowana jako rozgałęzienie terminalne, powstające w wyniku rozdzielenia strefy inicjalnej wierzchołka na dwa nowe, niezależnie funkcjonujące, równocenne merystemy potomne [23, 26]. Ten sposób rozgałęziania jest rozwojowo odmienny od typowych dla pozostałych roślin waskularnych rozgałęzień organów osiowych, w których powstawanie

nowej, bocznej, a więc podporządkowanej osi związane jest z aktywacją 1) merystemów pachwinowych znajdujących się w kątach zawiązków liściowych – w przypadku pędu, lub 2) merystemów bocznych położonych endogennie w perycyklu – w przypadku korzeni. Rozgałęzianie dichotomiczne organów osiowych charakterystyczne jest dla kopalnych przedstawicieli Rhyniophyta - pierwszych waskularnych roślin lądowych, a współcześnie występuje rzadko, tylko u nielicznych grup roślin, niekiedy nawet u nasiennych. Będąc niewątpliwie cechą ancestralną u roślin nasiennych, zachowało się jednak jako typowy sposób rozgałęziania u psilotów (Psilotopsida) i widłakowych. Podział dichotomiczny wierzchołka jest procesem drastycznym, wymagającym precyzyjnej koordynacji podziału i przebudowy struktury merystemu z zachowaniem tożsamości tkanek merystematycznych i ciągłości systemu przewodzącego [23-26]. Niewiele jest wiadomo o genetycznej i hormonalnej kontroli tego procesu, choć dane dotyczące występowania dichotomii w korzeniach mikoryzowych roślin nagozalążkowych wskazują na udział auksyny i etylenu oraz czynników transkrypcyjnych, determinujących symetrię radialną korzenia [27-29]. Opracowany syntetyczny przegląd literatury, zarówno historycznej jak i nielicznych współczesnych prac, stanowi podsumowanie obecnego stanu wiedzy na temat tego zjawiska. Kompendium to stanowi dobrą podstawę teoretyczną dla wysnuwania nowych hipotez i planowania dalszych badań, umożliwiających poznanie mechanizmów regulacji dichotomii u widłaków i widliczek, które w szerszym kontekście mogą przyczynić się do wyjaśnienia ewolucji typów rozgałęziania organów osiowych u roślin waskularnych [Gola, 2014].

Główne osiągnięcie:

- Synteza klasycznych, opisowych i eksperymentalnych danych dotyczących dichotomii, stanowiącą punkt wyjścia dla planowania dalszych badań.

Publikacja:

Gola E.M., Jernstedt J.A., 2016. Vascular structure contributes to shoot sectoriality in *Selaginella kraussiana*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 85(3):3515. [poz. 6]

Sposób, w jaki następuje determinacja położenia nowych centrów merystematycznych oraz selekcja komórek inicjalnych podczas podziału dichotomicznego nie jest znany. Jedną z potencjalnych dróg transportu i rozprzestrzeniania sygnałów morfogenetycznych może być system waskularny. Dlatego też w poszukiwaniu przypuszczalnych źródeł sygnalizacji, związanej z wyznaczaniem przyszłych komórek inicjalnych dla osi potomnych, podjęto badania nad strukturą systemu waskularnego w pędach *Selaginella kraussiana*, charakteryzujących się regularnym, naprzemiennym tworzeniem rozgałęzień anizotomicznych [Gola i Jernstedt, 2016]. Celami badawczymi w tej pracy była 1) szczegółowa analiza struktury systemu przewodzącego w trakcie tworzenia rozgałęzień dichotomicznych oraz 2) analiza połączeń (integralności) całego systemu.

System waskularny pędu u *Selaginella kraussiana* tworzony jest przez dwa równoległe biegnące i izolowane pasma tkanki przewodzącej (meryste) [30]. Jednakże najnowsze badania, prowadzone przy użyciu klasycznych metod anatomicznych, uzupełnionych o przyżyciowe analizy z wykorzystaniem transportu barwników między innymi fluorescencyjnych, pokazały całą sekwencję zmian w strukturze systemu przewodzącego w powiązaniu z rozwojem rozgałęzień anizotomicznych [Gola i Jernstedt, 2016]. W miejscu rozgałęzienia dichotomicznego jedno pasmo waskularne rozdziela się na trzy, tworząc waskulaturę słabszego rozgałęzienia (dwa pasma) i kontynuację pasma w mocniejszej osi (jedno pasmo waskularne). Druga merystela w tym czasie nie ulega zmianom. W następnym

rozgałęzieniu struktura systemu waskularnego jest lustrzanym odbiciem opisanego wyżej układu. Przyżyciowa analiza transportu barwników fluorescencyjnych udowodniła, że istnieją dwa stany funkcjonalne pasm waskularnych: izolacja i łączność. W młodych rozgałęzieniach, w części apikalnej pędu, oba pasma waskularne są izolowane, natomiast w starszych rozgałęzieniach następuje wtórne połączenie niezależnie dotąd funkcjonujących merystel. Pokazana tutaj po raz pierwszy czasowa i przestrzenna niezależność funkcjonowania pasm waskularnych ma niewątpliwie znaczenie dla realizacji różnych programów rozwojowych. Izolacja pasm w obrębie szczytowej części wierzchołka, przy równocześnie zachowanej asymetrii struktury systemu waskularnego, może być czynnikiem powodującym nierównomierną dystrybucję sygnałów o charakterze morfogenetycznym i pierwotną przyczyną anizotomii. Powstałe zróżnicowanie rozmieszczenia sygnałów w obrębie wierzchołka może więc mieć wpływ na regulację procesu dichotomii, wyznaczając miejsca powstawania nowych komórek inicjalnych i decydując o typie rozgałęzienia dichotomicznego (izotomia lub anizotomia) [Gola i Jernstedt, 2016].

Główne osiągnięcia:

- Szczegółowa analiza zmian strukturalnych w systemie waskularnym *Selaginella*, skorelowanych z tworzeniem rozgałęzień dichotomicznych;
- Odkrycie czasowej i przestrzennej izolacji funkcjonalnej pasm waskularnych (merystel) w pędach *Selaginella kraussiana* i jej znaczenie dla regulacji powstawania rozgałęzień anizotomicznych.

Publikacje:

Gola E.M., 2008. Reproductive strategies of *Huperzia*. W: E. Szczęśniak, E. Gola (red.), *Club mosses, horsetails and ferns in Poland - resources and protection*. Polish Botanical Society & Institute of Plant Biology, Wrocław str.: 5-14. [poz. 1]

Gola E.M., Dolzblasz A., Otręba P., Śliwińska-Wyrzychowska A., 2015. Development of abnormal strobili in *Lycopodium annotinum* as an example of the reversion phenomenon in lower vascular plants. *Botany* 93:701-707. [poz. 5]

Kolejnym ważnym aspektem funkcjonowania merystemów wierzchołkowych pędu jest powstawanie struktur służących rozmnażaniu [Gola i in., 2014; Gola, 2008]. U widłaków z rodzaju *Lycopodium* s.l. proces rozmnażania w cyklu przemiany pokoleń związany jest z wytwarzaniem kłosów zarodnionośnych (strobili). Są one przekształconymi i skróconymi, szczytowymi odcinkami pędów z licznymi liśćmi zarodnionośnymi – sporofilami [31]. Wykształcenie kłosów zarodnionośnych wiąże się u przedstawicieli tego rodzaju ze zmianą tożsamości merystemu wierzchołkowego i zahamowaniem wzrostu osi [Gola i in., 2014]. Drugim typem specjalnych struktur związanych z rozmnażaniem są rozmnóżki wegetatywne występujące w rodzaju *Huperzia* i powstające w wyniku skrajnej anizotomii [13]. Rozmnóżki tworzą się periodycznie w części szczytowej wierzchołka zamiast mikrofilii [Gola, 2008].

Powstawanie kłosów zarodnionośnych u *Lycopodium annotinum* zwykle kończy funkcjonowanie danego wierzchołka pędu (zeterminowany wzrost strobili) [31]. Jednak sporadycznie u *L. annotinum* szczytowa część strobili ulega proliferacji, przywracając wzrost wierzchołka i w efekcie tworząc odmienną strukturę kłosa. Zjawisko to jak dotąd nie było opisywane u widłaków, choć proliferujące formy były ilustrowane w starych opracowaniach [32]. Jednakże to ciekawe odstępstwo od typowego rozwoju kłosów zarodnionośnych może być podstawą dla poznania regulacji sporogenezy u widłaków [Gola i in., 2014], także na

poziomie genetycznym, ponieważ dla *Lycopodium annotinum* znane są geny markerowe tkanki wegetatywnej i sporogennej [33-34]. Dlatego też w prezentowanej pracy [Gola i in., 2014] celem była 1) szczegółowa analiza anatomiczna proliferujących kłosów oraz 2) genetyczna analiza tożsamości tkanki pochodzących z normalnej i proliferującej części kłosa zarodnionośnego.

Analizy anatomiczne pokazały, że w dolnej części kłosa wytwarzają się typowe sporofile z normalnie wykształconymi zarodniami, podczas gdy w apikalnej, proliferującej części strobili tworzą się mikrofile o charakterze wegetatywnym – trofofile. Odrębną tożsamość obu części kłosa jednoznacznie potwierdzono przy użyciu znanych z literatury genów markerowych tkanki sporogennej (LAMB1; [34]) oraz wegetatywnej (LAMB2; [33]). Przeprowadzone analizy ekspresji genów markerowych wykazały wegetatywny charakter proliferującej tkanki w części apikalnej kłosa i potwierdziły normalną, sporogenną, tożsamość znajdującą się poniżej części zarodnionośnej. Po raz pierwszy zostało w ten sposób udowodnione, na poziomie genetycznym, występowanie u niższych roślin naczyniowych zjawiska rewersji, czyli przywrócenia wzrostu wegetatywnego pędu. Zjawisko to jest dość dobrze poznane dla roślin nasiennych [np. 35-36], zostało zilustrowane u *Equisetum telmateia* [37], natomiast u widłakowych do tej pory mogło być jedynie sugerowane na podstawie opisów morfologicznych prezentowanych w starych opracowaniach [32]. Obecnie uzyskane dane wskazują, że sporogeneza u widłakowych może być regulowana w sposób analogiczny do regulacji tego procesu w trakcie rozwoju kwiatu u roślin okrytozalążkowych. Można przypuszczać, że mechanizmy kluczowe dla regulacji sporogenezy były obecne u wspólnego przodka wszystkich roślin naczyniowych, a konserwatywny charakter genów regulatorowych z rodziny MADS, zaangażowanych w ten proces sprawia, że przebieg sporogenezy jest kontrolowany w podobny sposób u obu filogenetycznie niezależnych linii rozwojowych roślin [Gola i in., 2014].

Drugi proces związany z rozmnażaniem – wytwarzanie rozmnózek wegetatywnych w rodzaju *Huperzia* w procesie skrajnie nierównocennej dichotomii [13, 31], jest mechanizmem kompensującym długi cykl rozwojowy widłaków [Gola, 2008]. Ponadto częstość tworzenia rozmnózek jest zmienna w różnych populacjach *Huperzia*, co może wskazywać zarówno na rolę czynnika genetycznego jak i udział czynników środowiskowych w regulacji tego procesu. Rozmnóżki wegetatywne powstają na pędzie naprzemiennie z zarodniami i są odłączane od rośliny macierzystej w sposób kontrolowany. Dlatego też, aby określić, jakie adaptacje strukturalne i fizjologiczne umożliwiają precyzyjne odłączanie rozmnózek, została przeprowadzona analiza procesu powstawania zarodni oraz rozmnózek wegetatywnych u *Huperzia selago*. Badania prowadzone metodami anatomicznymi i immunocytochemicznymi wykazały, że oddzielanie rozmnózek jest możliwe dzięki wykształceniu specyficznej strefy odcinania pomiędzy trzonkiem rozmnóżki, na którym jest ona osadzona na pędzie, a samą rozmnóżką. Strefa odcinania tworzy się w trakcie dojrzewania rozmnóżki dzięki ukierunkowanym podziałom komórkowym, a następnie modyfikacji ścian komórkowych w jej obrębie. Zmiany rozmieszczenia epitopów pektyn w trakcie tworzenia i dojrzewania strefy odcinania u *H. selago* są zgodne z wcześniejszymi wynikami analiz, przeprowadzonymi dla *H. lucidula* (doniesienie konferencyjne: Gola i Jernstedt, 2003. Detachment of *Huperzia* propagules: Letting go and Leaving home. Botany 2003. July 26-31, 2003, Mobile, AL, USA), i wskazują na uniwersalność mechanizmów regulujących odłączanie rozmnózek [Gola, 2008].

Główne osiągnięcia:

- Udokumentowanie u widłaków, po raz pierwszy na poziomie genetycznym i anatomicznym, zjawiska rewersji;
- Wykazanie, że regulacja sporogenezy u widłaków oraz u roślin nasiennych przebiega w podobny sposób ze względu na konserwatywny charakter genów regulatorowych MADS;
- Udokumentowanie rozwoju i wykazanie populacyjnej zmienności w tworzeniu rozmnożek wegetatywnych u *Huperzia selago*.

Podsumowanie

Moje badania skupiają się na poznaniu regulacji zjawisk rozwojowych u widłakowych, niezwykle ciekawej, starej i odrębnej filogenetycznie linii roślin waskularnych. Jest to grupa zróżnicowana i trudna do analiz, do niedawna również bez możliwości badań na poziomie molekularnym. Dodatkowo unikalna kombinacja cech strukturalnych i fizjologicznych, wynikających z odmiennych rozwiązań nabytych przez Lycopodiophyta w trakcie ewolucji, utrudnia interpretację wyników w odniesieniu do mechanizmów dobrze poznanych u intensywnie badanych roślin okrytozalążkowych, zwłaszcza *Arabidopsis*. Na tym tle moje badania stanowią dobry punkt wyjścia do poznania alternatywnych programów rozwojowych, także w kontekście ewolucyjnym. Szczególnie interesujące są wyniki, jakie uzyskałam analizując aktywność merystemów wierzchołkowych, struktur kluczowych dla wzrostu i rozwoju rośliny. Różnorodność obiektów i technik wykorzystanych w moich badaniach umożliwiła udowodnienie, iż mimo różnic strukturalnych merystemy wierzchołkowe u widłakowych, na poziomie regulacji procesów rozwojowych, charakteryzują się znacznym podobieństwem do roślin nasiennych. Dotyczy to zwłaszcza mechanizmu ochrony informacji genetycznej dzięki wymianie funkcjonujących komórek inicjalnych. Proces ten zachodzi zarówno w merystemach z grupą inicjałów (jak u *Huperzia*), jak i w merystemach z jedną tylko komórką inicjalną (w ryzoforach i korzeniach *Selaginella*). Udowodniłam również, jak znaczący wpływ na procesy rozwojowe ma dichotomiczny sposób rozgałęziania organów osiowych wymuszając zwiększenie liczby i wybór nowych komórek inicjalnych, a także modyfikując sposób wzrostu, np. przez wytworzenie merystemów interkalarnych. Pokazując zjawisko czasowej i przestrzennej izolacji systemu przewodzącego w obrębie wierzchołka wskazałam na potencjalne źródło sygnalizacji związanej z determinacją typu rozgałęzienia dichotomicznego. Wyniki moich badań pozwalają więc na zrozumienie różnych aspektów rozwoju widłaków, choć zdaję sobie sprawę, że nie wyczerpują tego obszernego tematu. Pojawiające się nowe pytania stanowią ciekawe wyzwania badawcze, które mam nadzieję podjąć.

Plany naukowe

W najbliższych latach planuję kontynuację badań rozwojowych związanych z biologią widłakowych. Nawiązane współprace naukowe oraz wykorzystanie nowych metod badawczych pozwoli mi na prowadzenie badań interdyscyplinarnych. Szczególnie interesujące projekty badawcze dotyczą:

- regulacji powstawania rozgałęzienia dichotomicznego – poznania uwarunkowań hormonalnych i genetycznych procesu dichotomizacji z wykorzystaniem gatunku modelowego *Selaginella moellendorffii*;
- tożsamości rozmnożek wegetatywnych *Selaginella moellendorffii* i *Huperzia* – wstępne analizy negują powszechnie istniejący pogląd o powstawaniu rozmnożek w wyniku skrajnie nierównej dichotomii;

- powstawania prokambium oraz dalszego rozwoju systemu przewodzącego w relacji do różnych typów dichotomii – z wykorzystaniem *S. moellendorffii*;
- utrzymania tożsamości merystematycznej komórek macierzystych u *Selaginella* – analiza funkcjonalna genów z rodziny WOX w merystemach apikalnych pędu, korzenia i ryzoforu oraz w specyficznym dla widliczek merystemie kątowym.

Literatura

1. Kenrick K., Crane P.R., 1997. The origin and early diversification of land plants: a cladistic study. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
2. Schneider H., Pryer K.M., Cranfill R., Smith A.R., Wolf P.G., 2002. Evolution of vascular plant body plans: a phylogenetic perspective. W: Q.C.B. Cronk, R.M. Bateman, J.A. Hawkins. [red.], *Developmental genetics and plant evolution*, str.:330-364. Taylor and Francis, London, UK.
3. Banks J.A., Nishiyama T., Hasebe M., Bowman J.L., Gribskov M., dePamphilis C., et al., 2011. The *Selaginella* genome identifies genetic changes associated with the evolution of vascular plants. *Science* 332(6032):960–963. doi: 10.1126/science.1203810
4. Harrison C.J., Corley S.B., Moyan E.C., Alexander D.L., Scotland R.W., Langdale J.A., 2005. Independent recruitment of a conserved developmental mechanism during leaf evolution. *Nature* 434, 509-514. doi: 10.1038/nature03410
5. Harrison C.J., Rezvani M., Langdale J.A., 2007. Growth from two transient apical initials in the meristem of *Selaginella kraussiana*. *Development* 134, 881-889. doi: 10.1242/dev.001008
6. Sanders H.L., Langdale J.A., 2013. Conserved transport mechanisms but distinct auxin responses govern shoot patterning in *Selaginella kraussiana*. *New Phytologist* 198: 419–428. doi: 10.1111/nph.12183
7. Kirkbride R.C., Fischer R.L., Harada J.J., 2013. *Leafy cotyledon1*, a key regulator of seed development, is expressed in vegetative and sexual propagules of *Selaginella moellendorffii*. *PLoS ONE* 8(6): e67971. doi: 10.1371/journal.pone.0067971
8. Imaichi R., Hiratsuka R., 2007. Evolution of shoot apical meristem structures in vascular plants with respect to plasmodesmatal network. *American Journal of Botany* 94: 1911-1921.
9. Imaichi R., 2008. Meristem organization and organ diversity. W: Ranker T.A., Haufler C.H. [red.], *Biology and evolution of ferns and lycophytes*. Cambridge: Cambridge University Press; str.: 75-106.
10. Schulz C., Little D.P., Stevenson D.W., Bauer D., Moloney C., Stützel T., 2010. An overview of the morphology, anatomy, and life cycle of a new model species: the lycophyte *Selaginella apoda* (L.) Spring. *International Journal of Plant Sciences* 171(7):693–712. doi: 10.1086/654902
11. Tomescu A.M.F., 2011. The sporophytes of seed-free vascular plants – major vegetative developmental features and molecular genetic pathways. Chapt. 6. W: Fernández H., Kumar A., Revilla M.A. [red.], *Working with ferns: Issues and applications*. Springer Science+Business Media LLC, str.:67–94. doi: 10.1007/978-1-4419-7162-3_6
12. Härtel K., 1937. Studien an Vegetationspunkten einheimischer Lycopodien. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* 25: 124-169.
13. Stevenson D.W., 1976. Observations on phyllotaxis, stelar morphology, the shoot apex and gemmae of *Lycopodium lucidulum* Michaux (Lycopodiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 72: 81-100.
14. Zagórska-Marek B., Turzańska M., 2000. Clonal analysis provides evidence for transient initial cells in shoot apical meristems of seed plants. *Journal of Plant Growth Regulation* 19: 55-64.
15. Jones C.S., Drinnan A.N., 2009. The developmental pattern of shoot apices in *Selaginella kraussiana* (Kunze) A. Braun. *International Journal of Plant Sciences* 170(8): 1009-1018. doi: 10.1086/605118
16. Imaichi R., Kato M., 1989. Developmental anatomy of the shoot apical cell, rhizophore and root of *Selaginella uncinata*. *Botanical Magazine, Tokyo* 102: 369-380.
17. Lu P., Jernstedt J.A., 1996. Rhizophore and root development in *Selaginella martensii*: meristem transitions and identity. *International Journal of Plant Sciences* 157:180-194.
18. Webster T.R., 1992. Developmental problems in *Selaginella* (Selaginellaceae) in an evolutionary context. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79(3):632–647. doi: 10.2307/2399757
19. Sussex I.M., Kerk N.M., 2001. The evolution of plant architecture. *Current Opinion in Plant Biology* 4(1):33–37. doi: 10.1016/S1369-5266(00)00132-1
20. Leyser O., 2003. Regulation of shoot branching by auxin. *Trends in Plant Science* 8(11):541–545. doi: 10.1016/j.tplants.2003.09.008

21. Leyser O., 2006. Dynamic integration of auxin transport and signalling. *Current Biology* 16(11):R424–R433. doi:10.1016/j.cub.2006.05.014
22. Troll W., 1937. Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. T.2. Berlin: Gebrüder Borntraeger Verlag.
23. Nolan J.R., 1969. Bifurcation of the stem apex in *Asclepias syriaca*. *American Journal of Botany* 56:603–609. doi: 10.2307/2440434
24. Tomlinson P.B., 197). Dichotomous branching in *Flagellaria indica* (Monocotyledones). *Botanical Journal of the Linnean Society* 63S:1–14.
25. Fisher J.B., 197). Axillary and dichotomous branching in the palm *Chamaedorea*. *American Journal of Botany* 61:1046–1056. doi: 10.2307/2441922
26. Hagemann W., 1980. Über den Verweigungsvorgang bei *Psilotum* und *Selaginella* mit Anmerkungen zum Begriff der Dichotomie. *Plant Systematics and Evolution* 133:181–197.
27. Kaska D.D., Myllylä R., Cooper J.B., 1999. Auxin transport inhibitors act through ethylene to regulate dichotomous branching of lateral root meristems in pine. *New Phytologist* 142: 49–58. doi: 10.1046/j.1469-8137.1999.00379.x
28. Rupp L.A., Mudge K.W., Negm F.B., 1989. Involvement of ethylene in ectomycorrhiza formation and dichotomous branching of roots of mugo pine seedlings. *Canadian Journal of Botany* 67: 477–482. doi: 10.1139/b89-067
29. Laajanen K., Vuorinen I., Salo V., Juuti J., Raudaskoski M., 2007. Cloning of *Pinus sylvestris* SCARECROW gene and its expression pattern in the pine root system, mycorrhiza and NPA-treated short roots. *New Phytologist* 175: 230–243. doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.02102.x
30. Webster T.R., Steeves T.A., 1964. Developmental morphology of the root of *Selaginella kraussiana* A. Br. and *Selaginella wallacei* Hieron. *Canadian Journal of Botany* 42(12):1665–1676. doi: 10.1139/b64-165
31. Øllgaard B., 1990. Lycopodiaceae. W: Kramer K.U., Green P.S. [red.], *The families and genera of vascular plants. Vol. I: Pteridophytes and gymnosperms*. Springer, Berlin, str.:31–39.
32. Milde J., 1858. Die Gefäß-Cryptogamen in Schlesien preussischen und österreichischen Antheils. *Nova Acta. Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher* 26(2): 371–753.
33. Svensson M.E., Engström P., 2002. Closely related MADS-box genes in club moss (*Lycopodium*) show broad expression patterns and are structurally similar to, but phylogenetically distinct from, typical seed plants MADS-box genes. *New Phytologist* 154: 439–450. doi:10.1046/j.1469-8137.2002.00392.x
34. Svensson M.E., Johannesson H., Engström P., 2000. The *LAMB1* gene from the club moss, *Lycopodium annotinum*, is a divergent MADS-box gene, expressed specifically in sporogenic structures. *Gene* 253: 31–43.
35. Battey N.H., Lyndon R.F., 1990. Reversion of flowering. *Botanical Review* 56(2): 162–189. doi:10.1007/BF02858534
36. Rudall P.J., Hilton J., Vergara-Silva F., Bateman R.M. 2011. Recurrent abnormalities in conifer cones and the evolutionary origins of flower-like structures. *Trends in Plant Sciences* 16(3): 151–159. doi:10.1016/j.tplants.2010.11.002.37.
37. Wróbel D. 2003. *Equisetum telmateia* Ehrh. morphotypes related to anthropogenic habitats. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 72(2): 161–165. doi:10.5586/asbp.2003.022

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

a. Dorobek naukowy

Poza głównym nurtem badawczym, stanowiącym cykl habilitacyjny, prowadzę badania indywidualne i zespołowe w różnych obszarach szeroko rozumianej biologii rozwojowej roślin. Oprócz 6 prac stanowiących cykl habilitacyjny, opublikowałam 15 prac oryginalnych, w tym 2 rozdziały w monografiach, oraz jedną pracę przeglądową. Wszystkie moje publikacje są anglojęzyczne, recenzowane i oprócz rozdziałów w monografiach zostały opublikowane w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Sumaryczny Impact Factor tych prac, zgodny z rokiem opublikowania (bez prac stanowiących omówione wyżej osiągnięcie naukowe), wynosi **29.01**, a suma punktów MNiSW (wg listy z dnia 9 grudnia 2016r.) wynosi **353**. Ponadto opublikowałam

jedną pracę popularnonaukową. Prace w moim dorobku dotyczą głównie funkcjonowania merystemów wierzchołkowych pędu u roślin waskularnych, oraz zjawisk rozwojowych w dwóch grupach roślin: u storczyków i paproci.

Funkcjonowanie merystemów wierzchołkowych roślin waskularnych

Badania naukowe rozpoczęłam po podjęciu pracy jako asystent w Zakładzie Botaniki Ogólnej (obecnie Zakład Biologii Rozwoju Roślin) Uniwersytetu Wrocławskiego (UWr.) pod kierunkiem Pani prof. dr hab. Beaty Zagórskiej-Marek, współtwórczyni wrocławskiej szkoły badań rozwojowych nad roślinami. Inspirujące dyskusje prowadzone z Panią Profesor pozwoliły mi rozwinąć zainteresowania związane z funkcjonowaniem merystemów, a zwłaszcza z rolą potencjalnie nieśmiertelnych komórek inicjalnych oraz tworzeniem periodycznych, przestrzennych wzorów rozmieszczenia organów i tkanek.

Pierwsze realizowane projekty badawcze zaowocowały dwiema pracami przed doktoratem, dotyczącymi różnorodności filotaksji u widłaków [Gola, 1996] oraz u kaktusów [Gola, 1997]. Zjawisko filotaksji czyli powstawania regularnych i periodycznych wzorów rozmieszczenia organów bocznych (liści, kwiatów, itd.) jest przejawem aktywności organogenicznej merystemu. Badania różnorodności filotaksji u widłaków pokazały, że wzory ułożenia mikrofilii charakteryzują się bardzo dużą różnorodnością (spektra obejmują do 29 wzorów filotaktycznych) i zmiennością ontogenetyczną. Filotaksja mikrofilową odznacza się też ciekawą swoistością: wzory występujące u widłaków są rzadko spotykane u innych roślin, opisane są stosunkowo wysokimi i zbliżonymi do siebie liczbami parastych, a co najważniejsze, wzór główny Fibonacciego, dominujący u roślin nasiennych, nie występuje u badanych gatunków *Lycopodium*. Bogactwo wzorów filotaktycznych wynika z proporcji między dużymi i różniącymi się pod względem wielkości i kształtu wierzchołkami a względnie niewielkimi zawiązkami mikrofilii. Dodatkowo proces regularnego rozgałęziania dichotomicznego, charakterystycznego dla widłaków, zwiększa powierzchnię organogeniczną merystemu i w związku z tym znacząco wpływa na różnorodność tworzonych układów filotaktycznych oraz zwiększa częstość ontogenetycznych transformacji wzorów [Gola, 1996]. Badania filotaksji w drugiej grupie roślin, u kaktusów, dostarczyły nowych informacji, niezwykle istotnych z uwagi na dość trudną identyfikację morfologicznie podobnych do siebie taksonów. Wyniki badań nad rodzajami *Mammillaria* i *Rebutia* pokazały, że filotaksja jest specyficzna dla rodzaju, ale nie dla gatunku kaktusa, a sposób wyrażenia wzoru w obrębie tej samej serii filotaktycznej (ekspresja wzoru) zmienia się w zależności od wielkości rośliny. Wzór filotaktyczny i jego ekspresja nie mogą więc być traktowane jako istotne cechy diagnostyczne, pozwalające na identyfikację gatunku kaktusa, choć jako takie są one powszechnie podawane w kluczach i opisach taksonomicznych, zwłaszcza rodzaju *Mammillaria* [Gola, 1997]. Badania nad różnorodnością filotaksji u kaktusów były kontynuowane po doktoracie i zaowocowały publikacją, w której pokazano ontogenetyczne uwarunkowania powstawania wzorów filotaktycznych [Gola, 2006] oraz pracą popularnonaukową [Gola, 2009]. Uniwersalność wzorów filotaktycznych u przedstawicieli głównych grup roślin lądowych różniących się strukturą merystemu wierzchołkowego oraz mechanizmy odpowiedzialne za ich powstawanie zostały następnie przedstawione w obszernym opracowaniu przeglądowym [Gola i Banasiak, 2016]. Dobra znajomość tematyki związanej z filotaksją oraz umiejętność identyfikacji wzorów filotaktycznych przyczyniły się do zaproszenia przez prof. Crisa Kuhlemeiera z Institute of Plant Sciences w Bernie (Szwajcaria), współtwórcy powszechnie akceptowanego auksynowego modelu regulacji filotaksji, do współpracy przy poszukiwaniu mutantów *Arabidopsis* o trwale zmienionym wzorze ulistnienia. W czasie dwóch pobytów jako visiting researcher w laboratorium prof. Kuhlemeiera (2005 i 2006r.) wykonywałam przesiewowe analizy filotaksji

mutantów o zaburzonej sygnalizacji auksynowej i dokonywałam ich oceny pod kątem ewentualnego wykorzystania do badań mechanizmów rozwojowych i modelowych.

Publikacje:

- Gola E., 1996. Phyllotaxis diversity in *Lycopodium clavatum* L. and *Lycopodium annotinum* L. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 65: 235-247.
- Gola E., 1997. Phyllotactic spectra in cacti: *Mammillaria* species and some genera from *Rebutia* group. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 66: 237-257.
- Gola E.M., 2006. Phyllotactic pattern formation in early stages of cactus ontogeny. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 75: 271-279.
- Gola E.M., 2009. Filotaksja u kaktusów czyli zabawa natury z liczbami. Kaktusy i inne (Cacti & others) No. 1 vol. 6, str.:4-11.
- Gola E.M., Banasiak A., 2016. Diversity of phyllotaxis in land plants in reference to the shoot apical meristem structure. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 85(4): 3529.

Zainteresowanie biologią widłaków przyczyniło się do realizacji pracy doktorskiej pod kierunkiem Pani prof. Beaty Zagórskiej-Marek, poświęconej morfogenetycznym efektom dichotomizacji pędu u *Lycopodium annotinum* i *L. clavatum*. Wynikiem badań dotyczących rozwoju systemu waskularnego u widłaków w powiązaniu z ułożeniem liści mikrofilowych i dichotomicznym rozgałęzianiem pędu była współautorska praca opublikowana w renomowanym czasopiśmie anglojęzycznym *New Phytologist* (IF 6.645), [Gola i in., 2007]. Praca ta została także doceniona przez środowisko naukowe i uzyskała wyróżnienie Polskiego Towarzystwa Biologii Eksperymentalnej Roślin jako jedna z dziesięciu najlepszych prac eksperymentalnych poświęconych roślinom, opublikowanych w latach 2007-2009. Prezentowana w pracy szczegółowa rekonstrukcja systemu waskularnego pokazała u widłaków brak ścisłych zależności rozwojowych między strukturą systemu waskularnego oraz filotaksją mikrofilową: u *Lycopodium* pasma protoksylemu mają pionowy przebieg bez względu na typ filotaksji, a ich liczba jest zmienna. W efekcie, ślady mikrofilowe łączą się przypadkowo z protoksylemem, co powoduje brak zdefiniowanych sympodiów i różnice w długości śladów liściowych (mikrofilowych). Przypadkowość w tworzeniu połączeń mikrofilów ze stelą jest dodatkowo spowodowana koniecznością przebudowy systemu zaopatrzenia liści w trakcie powtarzających się rozgałęzień dichotomicznych pędu. Brak ścisłych powiązań ontogenetycznych obu systemów skutkuje mniejszą efektywnością funkcjonalną waskulatury widłaków w porównaniu do roślin nasiennych i sugeruje, że oba systemy powstały niezależnie w toku ewolucji, a następnie ulegały dostosowaniu i specjalizacji. Biorąc pod uwagę zasadnicze różnice w typie liści (mikrofile) i rodzaju systemu przewodzącego (protostela) w stosunku do roślin nasiennych oraz odrębność filogenetyczną widłaków, integracja obu systemów, prowadząca do efektywnego systemu komunikacji i transportu pomiędzy liśćmi oraz pędem, może świadczyć o ewolucji konwergentnej [Gola i in., 2007]. Podjęta w trakcie doktoratu tematyka badawcza była kontynuowana, także podczas dwuletniego stażu podoktorskiego w laboratorium prof. Judith Jernstedt na Uniwersytecie Kalifornijskim w Davis. Współpraca z prof. Judy Jernstedt trwa do chwili obecnej, a jej efektem jest kilka wspólnych prac i projektów poświęconych widłakom.

Publikacja:

- Gola E., Jernstedt J., Zagórska-Marek B., 2007. Vascular architecture in shoots of early divergent vascular plants, *Lycopodium clavatum* L. and *Lycopodium annotinum* L. *New Phytologist* 107 (4): 774-786.

Znaczące pozycje w moim dorobku naukowym stanowią prace związane z funkcjonowaniem merystemu wierzchołkowego pędu i organogenezą u rośliny modelowej *Arabidopsis thaliana* w warunkach stresu. Badania rozpoczęte w 2008r. we współpracy z zespołem prof. Hanny Jańskiej z Wydziału Biotechnologii Uniwersytetu Wrocławskiego (UWr.) dotyczyły analizy funkcjonalnej proteazy mitochondrialnej AtFTSH4 u rzodkiewnika pospolitego *Arabidopsis thaliana*. Moje zadania badawcze, jako wykonawcy w granicie zatytułowanym: "Morfologiczne i molekularne konsekwencje braku ekspresji mitochondrialnej proteazy AtFtsH4 u *Arabidopsis*." [(grant nr N N303 3504 33 (2007-2010))] polegały na przeprowadzeniu analiz fenotypowych i rozwojowych u mutantu *ftsh4* w warunkach dnia krótkiego [Gibała i in., 2009, Kicia i in., 2010]. Analizy mutantu *ftsh4* pokazały szereg anomalii w rozwoju i strukturze liści, między innymi opóźnienie inicjacji kolejnych liści, asymetrię blaszki liściowej, nieprawidłowe wykształcenie brzegu liścia (ząbkowanie) oraz zaburzenia w różnicowaniu mezofilu palisadowego. Nieprawidłowości te są związane z zaburzeniami w trakcie podziałów i różnicowania komórek w merystematycznym zawiązku liściowym. W pracy udowodniono, że u roślin pozbawionych proteazy mitochondrialnej AtFTSH4, w warunkach dnia krótkiego, dochodzi do akumulacji stresu oksydacyjnego i gromadzenia w mitochondriach białek karbonylowanych, a w efekcie do dysfunkcji mitochondriów i utraty homeostazy komórkowej [Gibała i in., 2009, Kicia i in., 2010]. Badania nad funkcją genu *AtFTSH4* kontynuowałam jako wykonawca w granicie NCN 2012/07/D/NZ3/00501 (2013-2016): "Mechanizmy zahamowania rozwoju merystemu apikalnego pędu u mutantu *ftsh4 Arabidopsis thaliana* w odpowiedzi na zewnętrzny stres środowiskowy.", kierowanym przez dr A. Dołzbłasz z Zakładu Biologii Rozwoju Roślin UWr. i realizowanym we współpracy z zespołem prof. H. Jańskiej z Wydziału Biotechnologii UWr. Moje badania w ramach grantu dotyczyły analizy zmian ontogenetycznych w strukturze i funkcjonowaniu wierzchołka pędu i korzenia, między innymi związanych z częstością podziałów komórkowych i różnicowaniem, u mutantu *ftsh4* rosnącego w warunkach stresu przedłużonego oddziaływania podwyższonej temperatury (30°C). Wynikiem prowadzonych badań jest praca oryginalna, w której łącząc techniki histologiczne i molekularne zanalizowaliśmy bezpośrednio na wierzchołku pędu markery stresu oksydacyjnego, strukturę i funkcjonalność mitochondriów oraz tożsamość komórek inicjalnych, wykorzystując ekspresję markerowych genów merystematycznych *WUS/CLV3*. Pokazaliśmy, że u mutantu w warunkach 30°C, stres oksydacyjny akumuluje się w obrębie tkanek merystematycznych pędu, prowadząc do zaburzeń w funkcjonalności mitochondriów i w efekcie do utraty tożsamości komórek inicjalnych [Dołzbłasz i in., 2016]. Pozostałe wyniki, uzyskane w trakcie realizacji tego grantu, dotyczące między innymi podziałów komórkowych, są obecnie opracowywane do kolejnej publikacji.

Przejawem współpracy z Wydziałem Biotechnologii UWr. był również udział w projekcie dotyczącym zmienności genomu mitochondrialnego [Wołoszyńska i in., 2012]. W mitochondriach roślinnych oprócz licznych cząsteczek genomu głównego (mtDNA) występują nieliczne cząsteczki DNA (sublimony), które powstają w wyniku rekombinacji między krótkimi sekwencjami powtarzalnymi genomu głównego. Moją rolą w projekcie była izolacja merystemów wierzchołkowych i zawiązków liściowych fasoli (*Phaseolus vulgaris*), różniących się wiekiem, do dalszych analiz oraz określenie stopnia dojrzałości tkanek w skiełkowanych nasionach. Badania pokazały, że częstości występowania dwóch form genomu głównego i dwóch rekombinantów w merystemach wierzchołkowych oraz liściach są zależne od wieku rośliny i typu tkanki (merystematyczna, zróżnicowana) oraz związane ze stopniową utratą jakości mtDNA w starzejących się tkankach roślinnych. Postulujemy, że właściwa równowaga między akumulacją i rekombinacją heteroplazmowego mtDNA jest mechanizmem utrzymującym jakość genomu mitochondrialnego [Wołoszyńska i in., 2012]. Ponadto, w tym

samym czasie uczestniczyłam jako wykonawca w kolejnym grantie związanym z funkcjonowaniem mitochondriów (grant N N303 561039 (2010-2013): "Rola inhibitry klasy II w funkcjonowaniu komórki roślinnej.", kierownik projektu dr J. Piechota). Moje wyniki, dotyczące analizy fenotypowej podwójnego mutantu *phb2/phb6*, a zwłaszcza zaburzeń funkcjonowania aparatów szparkowych, uzyskane w ramach tego grantu, były prezentowane podczas V Konferencji Polskiego Towarzystwa Biologii Eksperymentalnej Roślin w 2011r.

Publikacje:

- Gibała M., Kicia M., Sakamoto W., Gola E.M., Kubrakiewicz J., Smakowska E., Jańska H. 2009. Mitochondrial ATP-dependent metalloprotease AtFtsH4 prevents accumulation of carbonylated proteins during *Arabidopsis* vegetative growth. *Plant Journal* 59:685-699.
- Kicia M., Gola E.M., Janska H., 2010. Mitochondrial protease AtFtsH4 protects ageing *Arabidopsis* rosettes against oxidative damage under short-day photoperiod. *Plant Signaling and Behavior* 5(2):126-8.
- Wołoszynska M., Gola E.M., Piechota J., 2012. Changes in accumulation of heteroplasmic mitochondrial DNA and frequency of recombination via short repeats during plant lifetime in *Phaseolus vulgaris*. *Acta Biochimica Polonica* 59:703-709.
- Dolzblasz A., Smakowska E., Gola E.M., Sokołowska K., Kicia M., Janska H., 2016. The mitochondrial protease AtFTSH4 safeguards *Arabidopsis* shoot apical meristem function. *Scientific Reports* 6:28315.

Biologia rozwoju storczyków z rodzaju *Epipactis* (Orchideaceae)

Od 2009r. współpracuję z dr hab. Anną Jakubską-Busse (Zakład Botaniki, Wydział Nauk Biologicznych, UWr.) przy projektach związanych z biologią storczyków z rodzaju *Epipactis*. Prowadzona przeze mnie część badań dotyczy analizy cech mikromorfologicznych i rozwojowych. Celem badań jest określenie i weryfikacja cech mających zastosowanie przy rewizji taksonomicznej poszczególnych taksonów i/lub gatunków zbiorowych (agg.). Między innymi zweryfikowano przydatność cech mikromorfologicznych, takich jak obecność i kształt papilli na brzegu blaszki liściowej, a także podważono istotność zafalowania blaszki liściowej w taksonomii *E. muelleri* wykazując, że jest to cecha rozwojowa związana ze wzrostem blaszki liściowej, obecna także u innych taksonów z rodzaju *Epipactis* i jako taka nie może być podstawą do wydzielenia odrębnego gatunku storczyka (Jakubská-Busse i Gola, 2010, 2014). Wyniki badań pokazały również, że obecność i stopień rozwoju *viscidium* w prętosłupie *E. purpurata* i *E. pseudopurpurata* jest cechą zależną od wieku ramety, a jego brak może być spowodowany mechanicznym usunięciem w trakcie wizyty zapylacza, a więc cecha ta ma nikłą wartość diagnostyczną. Wraz z analizą markerów molekularnych, potwierdzającą brak różnic między obydwoma gatunkami, stanowi to podstawę do synonimizacji *E. pseudopurpurata* i *E. purpurata* (Jakubská-Busse i in., 2012).

Publikacje:

- Jakubská-Busse A., Gola E.M., 2010. Morphological variability of Helleborines. I. Diagnostic significance of morphological features in *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser and their hybrid, *Epipactis ×schmalhauseni* Richt. (Orchidaceae, Neottieae). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 3:207-213.
- Jakubská-Busse A., Proćków J., Górniak M., Gola E.M., 2012. Is *Epipactis pseudopurpurata* distinct from *E. purpurata* (Orchidaceae)? Evidence from morphology, anatomy, DNA and pollination biology. *Botanical Journal of the Linnean Society* 170:243-256.

- Jakubska-Busse A, Gola E.M., 2014. Validation of leaf undulation traits in the taxonomy of *Epipactis muelleri* Godfery, 1921 (Orchidaceae, Neottieae). *Plant Systematics and Evolution* 300(7):1707-1717.

Biologia rozwoju paproci

Ważną część mojej pracy naukowej stanowią badania nad biologią paproci, które prowadzę we współpracy z dr Ewą Szczęśniak (Zakład Botaniki, Wydział Nauk Biologicznych, UWr.). Wykonane przeze mnie szczegółowe analizy morfologiczne i anatomiczne wraz z badaniami cytologicznymi i florystycznymi gatunku kompleksowego *Polypodium vulgare* (paproć zwyczajna) z obszaru Sudetów wykazały obecność trzech taksonów różniących się poziomem ploidalności: *P. vulgare* s.str., *P. interjectum* i mieszańca *P. × mantoniae*; dla dwóch ostatnich taksonów są to pierwsze doniesienia o występowaniu na tym terenie, a w wypadku *P. interjectum* pierwsze potwierdzone stanowiska dla obszaru Polski. Weryfikacja cech diagnostycznych, pozwalających na rozróżnienie taksonów w obrębie kompleksu *P. vulgare*, stała się podstawą do konstrukcji klucza (Szczęśniak i in., 2012, 2015). Oprócz współpracy przy projektach badawczych, wraz z dr Szczęśniak zredagowałyśmy trzy tomy monograficzne, poświęcone biologii paproci. Szczególnie cenne są tomy stanowiące opracowania problematycznego w Polsce rodzaju *Dryopteris* oraz rodzaju *Polypodium* – z gatunkiem kompleksowym *Polypodium vulgare* s.l. (E. Szczęśniak, E. Gola (red.), 2008: Club mosses, horsetails and ferns in Poland - resources and protection; 2009: Genus *Dryopteris* Adans. in Poland; 2012: Genus *Polypodium* L. in Poland).

Publikacje:

- Gola E.M., Szczęśniak E., 2012. Preliminary studies on the diversity of the leaf-blade hair and stomata density in the *Polypodium vulgare* complex in Poland. W: E. Szczęśniak, E. Gola (red.), *The Polypodium L. genus in Poland*. Polish Botanical Society, Wrocław str.: 39-46.
- Szczęśniak E., Jędrzejczyk I., Gola E.M., Pielech R., Reczyńska K., Świerkosz K., 2015. *Polypodium interjectum* and *P. × mantoniae* (Polypodiaceae) in the Polish Sudetes. *Polish Botanical Journal* 60(2): 163–172. doi: 10.1515/pbj-2015-0021.
- Szczęśniak E., Zenkteler E., Gola E.M., Jędrzejczyk I., 2012. The genus *Polypodium* L. in Poland – a key to the species determination. W: E. Szczęśniak, E. Gola (red.), *The Polypodium L. genus in Poland*. Polish Botanical Society, Wrocław str.: 5-25.

Oprócz wymienionych i opisanych wyżej prac oryginalnych, przeglądowych oraz opracowań monograficznych, wyniki moich badań były prezentowane na licznych konferencjach krajowych i zagranicznych w formie wystąpień ustnych i plakatowych (28 doniesień konferencyjnych).

Dobra znajomość tematyki dotyczącej zjawisk rozwojowych u niższych roślin waskularnych oraz funkcjonowania merystemów wierzchołkowych została dostrzeżona i doceniona przez środowisko naukowe, czego efektem były zaproszenia do wygłoszenia wykładów w ośrodkach naukowo-badawczych w kraju i za granicą. Wykłady na zaproszenie wygłosiłam podczas warsztatów organizacji European Plant Phenotyping Network (*Meristem dynamics: from lycophytes to angiosperms. Hunting for initial cells*, Warszawa, 2012), II Konferencji PTBER (*Towards understanding morphogenetic mechanisms in early land plants*, Poznań, 2005), na zebraniu Komitetu Botaniki PAN (*Morfogeneza pędu u Lycophyta*, Kraków, 2011) i Oddziału Poznańskiego PTB (*Dynamika wierzchołka pędu u Lycophyta*, Poznań,

2010), a także dwa wykłady w Institute of Plant Sciences, University of Bern, Szwajcaria (*Phyllotaxis in a pill* oraz *Diversity of phyllotactic patterns in Arabidopsis mutants*, Berno, 2005).

Angażując się w pracę na rzecz środowiska naukowego współpracuję również z czasopismami naukowymi. Wykonałam szereg recenzji artykułów dla czasopism krajowych i międzynarodowych, tj. dla *American Journal of Botany*, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, *Acta Pysiologiae Plantarum*, *Acta Biologica Cracoviensia*, *Acta Botanica Silesiaca*. Od 2017r. zostałam zaproszona do współpracy w radzie redakcyjnej *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* jako zastępca redaktora naczelnego.

Podsumowanie liczbowe aktywności naukowej

Typ publikacji	Przed doktorem	Po doktoracie	Razem		
Prace oryginalne			Liczba	IF	Punkty MNiSW
Prace stanowiące osiągnięcie naukowe					
W czasopismach z bazy JCR	-	5	5	9,523	145
Rozdziały w monografiach	-	1	1	-	5
Razem	-	6	6	9,523	150
Pozostałe prace (bez cyklu habilitacyjnego)					
W czasopismach z bazy JCR	2	10	12	29,01	355
W recenzowanych czasopismach spoza bazy JCR	-	2	2	-	20
Rozdziały w monografiach	-	2	2	-	10
Popularnonaukowe	-	1	1	-	-
Razem	2	15	17	29,01	385
Całość dorobku					
Razem	2	21	23	38,533	535
Doniesienia konferencyjne krajowe i międzynarodowe (prezentacje ustne i plakatowe)	Przed doktorem		Po doktoracie	Razem	
	2		26	28	

Impact Factor (IF) podano zgodnie z rokiem publikacji pracy; punkty MNiSW wg listy z dn. 9 grudnia 2016r.

Sumaryczny Impact Factor wg listy Journal Citation Reports (JCR) dla prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne wynosi: **9.523**

Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW dla prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne wynosi: **150**

Sumaryczny Impact Factor wg listy Journal Citation Reports (JCR) dla prac pozostałych (poza cyklem prac habilitacyjnych) wynosi: **29.01**

Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW dla prac pozostałych (poza cyklem prac habilitacyjnych) wynosi: **385**

Liczba cytowań wg Web of Science (nie wszystkie prace są uwzględnione w bazie WoS): **77**,
Liczba cytowań (bez autocytowań): **68**
Liczba cytowań według Scholar Google: **139**
Indeks Hirscha wg Web of Science (w bazie nie są uwzględnione wszystkie prace): **5**
Indeks Hirscha według Scholar Google: **7**

b. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny

Od momentu zatrudnienia jako asystent w Zakładzie Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Wrocławskiego (obecnie Zakład Biologii Rozwoju Roślin), a po doktoracie jako adiunkt, prowadziłam zajęcia dydaktyczne dla studentów studiów stacjonarnych i zaocznych z różnych przedmiotów, m. in.: *Biologia komórki roślinnej, Podstawy morfologii i anatomii roślin, Anatomia rozwojowa roślin, Struktura i funkcja organizmów, Podstawy budowy roślin*. Po powstaniu nowego kierunku *Genetyka i biologia eksperymentalna* na Wydziale Nauk Biologicznych UWr. zaprojektowałam i prowadzę wykłady oraz zajęcia laboratoryjne z kursowego przedmiotu *Anatomia funkcjonalna roślin*. Zaproponowałam także i prowadzę lub prowadziłam autorskie zajęcia fakultatywne dla studentów z kierunków GiBE i Biologia: *Innowacje ewolucyjne roślin, Ewolucyjne adaptacje roślin naczyniowych, Biologia widłakowych*; jestem też współautorką przedmiotów: *Wybrane zagadnienia z interakcji roślin i mikroorganizmów, Układy symbiotyczne organizmów prokariotycznych i roślin, Rośliny (w) przyszłości* i innych. Prowadzę lub prowadziłam zajęcia dla studentów innych kierunków (*Chemia, Biologia człowieka, Biotechnologia*), w tym wykłady i zajęcia mikroskopowe w języku angielskim dla studentów biotechnologii. Uczestniczyłam również w tworzeniu programu studiów w języku angielskim na WNB *Masters in English* (2013), studia jednak nie zostały uruchomione.

Kierowałam 9 pracami licencjackimi oraz 6 magisterskimi, recenzowałam również kilkanaście prac licencjackich i magisterskich. Obecnie jestem opiekunem naukowym słuchacza II roku studiów doktoranckich UWr.

W ramach promocji Uniwersytetu Wrocławskiego i WNB corocznie prowadzę zajęcia popularyzujące naukę *Mój Pierwszy Uniwersytet*; jestem współautorką warsztatów i pokazów podczas *Międzynarodowego Dnia Roślin (Fascination of Plants Day)*, *Dolnośląskiego Festiwalu Nauki* i *Nocy Biologów*. Regularnie prowadzę zajęcia dla szkół z województwa dolnośląskiego w ramach umowy między Uniwersytetem Wrocławski i Kuratorium Oświaty. Ponadto w 2013r. przygotowałam i prowadziłam wykłady i zajęcia kursu dokształcającego dla nauczycieli *"Problemy Współczesnej Biologii"*.

W ramach działalności organizacyjnej od 1991r. jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Botanicznego (PTB), przez dwie kadencje (1997-1999, 1999-2001) pełniłam funkcję sekretarza Oddziału Wrocławskiego PTB. Jako członek sekcji pteridologicznej PTB brałam udział w organizacji Ogólnopolskich Konferencji Pteridologicznych (w 2012 i 2015). W roku 2015 współorganizowałam międzynarodową doroczną konferencję stowarzyszenia Magnolia Society International, *"Magnolia Tour 2015, Poland"* (12-21 kwietnia 2015), odbywającą się pod patronatem PTB.

Od roku 2001 należę do Polskiego Towarzystwa Biologii Eksperymentalnej Roślin (PTBER). W latach 2009-2011 byłam sekretarzem Zarządu Głównego PTBER i jednym z głównych organizatorów V Konferencji PTBER (sekretarz konferencji). Uczestniczyłam również w organizacji sesji naukowej PTBER *"Komunikacja symplastowa w roślinach"* (2006r.) oraz konferencji międzynarodowej *"Development in plants: genes, structures and models."* Wrocław, 09.2004r.

Biorę udział w działalności na rzecz lokalnego środowiska akademickiego będąc członkiem zespołów wydziałowych: przy Pełnomocniku Dziekana ds. kontaktów z mediami (2013-2016) oraz zespołu ds. pozyskiwania funduszy (2015-2016). Ponadto pełniłam funkcję Pełnomocnika Dziekana ds. projektów zagranicznych (2007-2008), a także uczestniczyłam w pracach komisji finansowej Instytutu Botaniki UWr. (2004-2006) i komisji programowej (2008-2009). Byłam przedstawicielem pracowników niesamodzielnych do Rady Wydziału Nauk Przyrodniczych UWr. (1994-1996). Trzykrotnie otrzymałam nagrodę JM Rektora UWr. za działalność organizacyjną i/lub dydaktyczną (2008, 2011, 2014).

Wykaz wszystkich moich publikacji, doniesień konferencyjnych oraz pozostałe działania składające się na moją aktywność naukową wraz z informacją o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych, współpracy naukowej i popularyzacji nauk przedstawiłam jako załącznik nr 4.

Edyta Goh