

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 114 Nr 7 ROK KRAKOWSKIEJ BOTANIKI – Po roślinę na kraniec świata... 2013



Wyprawy botaniczne

*Od Bieguna Północnego
po Biegun Południowy*

*Wpływ pożarów
na roślinność w Afryce*

*Na „dachu świata”
(Pamiro-Alaj, Tadżykistan)*

*Antarktyka –
raj dla lichenologów*

*Botanik na wyprawach
w góry Mongolii*

*Botanika leśna
w Krakowie*

O słuzowcach zdań kilka

*Co jadły polskie
dinozaury?*

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >



P

rofesor Marian Raciborski na Jawie. Ze zbiorów Muzeum Ogrodu Botanicznego UJ.

WSZECHŚWIAT

Z POLSKIMI PRZYRODNIKAMI OD 3 KWIETNIA 1882
Zalecany do bibliotek nauczycielskich i licealnych od r. 1947 (pismo Ministra Oświaty nr IV/Oc-2734/47)

Treść zeszytu 7 (2595)



ROK KRAKOWSKIEJ BOTANIKI – Po roślinę na kraniec świata...

Konrad Wołowski, Maria Zając, Słowo wstępne	171
Ludwik Frey, Wyprawy botaniczne pracowników Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk	172
Stefania Loster, Od Bieguna Północnego po Biegun Południowy – naukowe wyprawy botaników z Instytutu Botaniki UJ	188
Anna Medwecka-Kornaś, Wpływ pożarów na roślinność w Afryce	194
Marcin Nobis, Na „dachu świata” – o przyrodzie i badaniach naukowych w górach Środkowej Azji (Pamiro-Ałaj, Tadżykistan) ...	201
Maria Olech, Antarktyka – raj dla lichenologów	208
Maria Olech, Arktyka – trudne polarne początki	215
Anna Pacyna, Botanik na wyprawach w góry Mongolii	219
Jan Bodziarczyk, Jerzy Schwagrzyk, Botanika leśna w Krakowie – wyjazdy zagraniczne	225

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Franciszek Dubert, Udział Instytutu Fizjologii Roślin PAN w budowaniu międzynarodowej sieci współpracy instytucji i grup naukowych	236
--	-----

DROBIAZGI

O słuzowcach zdań kilka (Anna Drozdowicz)	240
Transformacja genowa roślin metodą balistyczną (mikrowstrzeliwanie) na przykładzie słonecznika <i>Helianthus annuus</i> L. (Monika Tuleja)	244
Rośliny użytkowe w Ogrodzie Botanicznym UJ w Krakowie (Piotr Klepacki)	247
Tatrańskie nawapienne murawy wysokogórskie jednym z najcenniejszych siedlisk przyrodniczych w Polsce (Maciej Kozak, Kinga Kostrakiewicz-Gierał)	248
Co jadły polskie dinozaury? (Grzegorz Pacyna, Danuta Zdebska, Maria Barbacka, Jadwiga Ziąja)	250

Fotografia na okładce:

Frederick De Wit: *Nova Orbis Tabula In Lucem Edita*, A.F.de Wit., Amsterdam 1670. Źródło: www.raremaps.com.

Informujemy, że istnieje możliwość zakupienia bieżących i archiwalnych numerów *Wszechświata* bezpośrednio w Redakcji lub poprzez dokonanie wpłaty przelewem na nasze konto, z zaznaczeniem, jakich numerów dotyczyła wpłata.

Cena zeszytu począwszy od nr 1–3 2012 r. wynosi 12 zł. Cena zeszytu z roku 2011 i z dwóch poprzednich lat wynosi 9 zł, zeszytów z lat 2000–2008 – 2 zł, pozostałych – 1 zł, w miarę posiadanych zapasów.

Redakcja nie dysponuje zeszytem nr 7–9, tom 104, zawierającym płytkę CD z głosami ptaków.

Proponujemy również dokonanie prenumeraty Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*, poprzez wpłatę 48 zł rocznie. W sprawach prenumeraty prosimy o kontakt z P. Aleksandrem Koralem, e-mail: biuro@ptpk.org

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1 m.2
Kredyt Bank I Oddział Kraków
nr konta 811500 11421220 60339745 0000

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

- **Uniwersytetu Jagiellońskiego**
- **Polskiej Akademii Nauk**
- **Uniwersytetu Rolniczego**

Osobą odpowiedzialną za jego powstanie z ramienia
Komitetu Organizacyjnego ROKU BOTANIKI KRAKOWSKIEJ
był dr hab. Bartosz Jan Płachno z Zakładu Cytologii i Embriologii Roślin Instytutu Botaniki UJ.

Rada Redakcyjna
Przewodniczący: Irena Nalepa
Z-cy Przewodniczącej: Ryszard Tadeusiewicz, Jerzy Vetulani
Sekretarz Rady: Stanisław Knutelski
Członkowie: Wincenty Kilarski, Michał Kozakiewicz, Elżbieta Pyza, Marek Sanak,
January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitet redakcyjny
Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska
Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz
Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk
Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1 m. 2, tel. 661 482 408
e-mail: wszechswiat.smialo@onet.pl,
www.wszechswiat.ptpk.org

Wydawca
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Kraków, ul. Podwale 1 m. 2

Projekt i skład
Artur Brożonowicz, www.frontart.pl

Druk
Drukarnia Printgraph, tel. 14 663 07 50, www.printgraph.pl

Nakład 1000 egz.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

WYDAWANE PRZY WSPÓŁUDZIALE: AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO, POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 114
ROK 131

ROK BOTANIKI KRAKOWSKIEJ –
Po roślinę na kraniec świata...

ZESZYT 7
2595

DRODZY CZYTELNICY

Z wielką przyjemnością zapraszamy Państwa w podróż dookoła świata za sprawą kolejnego zeszytu czasopisma *Wszechświat*, tym razem w całości poświęconego Botanice Krakowskiej. Opracowany został dla uczczenia ważnych rocznic Krakowskich Instytutów Botanicznych, przypadających w 2013 roku. Świętujemy bowiem 230-lecie powstania Ogrodu Botanicznego, 100-lecie istnienia Instytutu Botaniki – przypisanych do Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz 60-lecie Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera, placówki naukowej wchodzącej w skład Wydziału II Polskiej Akademii Nauk.

Instytut Botaniki PAN zawdzięcza swoje powstanie i działalność ścisłej współpracy z Instytutem Botaniki UJ. To przykładowa synergia, która nie ograniczała, lecz stymulowała rozwój tych dwóch siostrzanych Instytutów realizujących komplementarne cele. Wszystkie te trzy instytucje naukowe z powodzeniem funkcjonują w nauce krajowej i światowej, ciesząc się zasłużeniem dobrą renomą i mają na swym koncie wiele znaczących osiągnięć naukowych.

Z dumą pragniemy podkreślić, że historia botaniki w Krakowie sięga już XV wieku, bowiem tutaj powstały najwcześniejsze rękopisy o własnościach ziół, a w XVI w. pierwsze polskie druki botaniczne, jak np. „De herbarum virtutibus” (1532) Szymona z Łowicza czy Zielnik (1613) Szymona Syreniusza.

Aby obraz krakowskiej botaniki był możliwie pełny, do udziału w tych jubileuszowych obchodach zostały zaproszone – jako współorganizatorzy całego przedsięwzięcia – inne placówki naszego miasta. I tak swój akces w uroczystościach zadeklarowały: Instytut Biologii Uniwersytetu Pedagogicznego,

Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego, Zakład Fizjologii i Biologii Rozwoju Roślin UJ, Instytut Fizjologii Roślin PAN i Instytut Ochrony Przyrody PAN.

Pragnąc zainteresować Państwa specyfiką badań botanicznych, tematyką badawczą i osiągnięciami botaniki krakowskiej, Koleżanki i Koledzy – badacze zarówno roślin naczyniowych jak i kryptogamów (współczesnych i kopalnych) – przedstawiają wycinek swoich osiągnięć naukowych przez pryzmat wypraw badawczych. To one umożliwiają nam pozyskiwanie materiału, bez którego niemożliwe byłoby prowadzenie badań oraz dają niepowtarzalne możliwości poznawania i odkrywania nowości w zasobach biosfery. Jak nigdy dotąd mają więc Państwo możliwość zaznajomienia się nie tylko z wybranymi zagadnieniami z szerokiego wachlarza zagadnień naukowych zgłębianych przez krakowskich botaników, ale także poznania ich osobistych przeżyć, marzeń i zwierzeń za sprawą relacji z pięknych, a często niezwykłych wypraw.

Oddając w Państwa ręce niniejszy, specjalny zeszyt czasopisma *Wszechświat* poświęcony Botanice Krakowskiej ufamy, że jego lektura przyniesie Państwu przyjemność i satysfakcję. Wyrażamy też nadzieję, iż stanie się on ważnym dokumentem współczesnych wypraw botanicznych naukowców z Krakowa.

Zatem serdecznie zapraszamy Państwa w tę niezwykłą podróż.

*Prof. dr hab. Konrad Wołowski – dyrektor
Instytutu Botaniki PAN w Krakowie
Prof. dr hab. Maria Zajac –
dyrektor Instytutu Botaniki UJ*

WYPRAWY BOTANICZNE PRACOWNIKÓW INSTYTUTU BOTANIKI IM. W. SZAFERA POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Ludwik Frey (Kraków)

Już dawno bym nie żył, gdyby nie było botaniki

Otto Christoph Schramm (1791–1863),
miłośnik i znawca flory Pomorza

Wyprawy botaniczne podejmowane przez pracowników Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk mają wieloletnią tradycję. Wyjazdy te są możliwe dzięki nawiązywaniu kontaktów z partnerami zagranicznymi (osobami oraz instytucjami) z bardzo wielu krajów, na wszystkich kontynentach, a fundusze, które to umożliwiają, pochodzą z różnorodnych źródeł.

Wyjazdy można podzielić na trzy zasadnicze grupy: w teren, celem zebrania materiałów do badań, wyjazdy konsultacyjne oraz do zielników lub laboratoriów. Oczywiście, najbardziej ekscytujące i dostarczające niejednokrotnie wielu emocjonujących przeżyć są ekspedycje terenowe. Zapadają głęboko w pamięć i stanowią cenne doświadczenie, nie tylko naukowe, ale również życiowe.

Artykuł niniejszy powstał na podstawie relacji kilku badaczy z IB PAN, którzy zechcieli się podzielić z czytelnikami swymi przeżyciami z zagranicznych wyjazdów, prezentując przy tej okazji tematykę prowadzonych badań. Opisane zostały wyprawy na cztery kontynenty. Są to: Europa, Azja, Afryka i Ameryka Południowa.

Jan Jakub Rousseau (1712–1778), pisarz doby Oświecenia, chociaż uważany raczej za prekursora Romantyzmu, znany jako zwolennik „powrotu do natury” napisał w „Przechadzkach samotnego marzyciela (Przechadzka siódma)”: „Botanika to nauka próżniującego i leniwego samotnika; ostry nóż i lupa to cały aparat potrzebny do obserwacji roślin.” Czy miał rację? Czytelnik osądzi to sam po zapoznaniu się z przytoczonymi tu opowieściami współczesnych botaników.

Europa, Karpaty

W Pracowni Analiz Molekularnych IB PAN przedmiotem badań jest biogeografia molekularna bioty ekosystemów zimnych (wysokogórskich, czyli

alpejskich oraz arktycznych) półkuli północnej. Wyprawy terenowe są realizowane w ramach pokrewnej tematyki i częściowo również wspólnych projektów badawczych przez dwójkę badaczy, małżeństwo, doktorów Annę i Michała Ronikierów (pracowników Zakładu Mykologii oraz Zakładu Systematyki i Fito-geografii Roślin Naczyniowych IB PAN).

Obiektem ich badań są przede wszystkim rośliny naczyniowe i grzyby wielkoowocnikowe występujące na obszarach alpejskich i arktycznych. Stosują one szczegółowe analizy polimorfizmu cech DNA do badań zmienności i dywergencji populacji organizmów środowisk zimnych o dysjunktywnych zasięgach. Inaczej mówiąc, dokonują analiz rozkładu ewolucyjnych linii genetycznych w przestrzeni geograficznej (to tzw. filogeografia), w celu rekonstrukcji ich historii biogeograficznej i populacyjnych procesów genetycznych, m.in. w kontekście zmian klimatu. Analizy te przeprowadza się oczywiście w laboratorium, z wykorzystaniem zaawansowanej technologicznie aparatury naukowej. Jednakże, aby móc podjąć prace kameralne, należy wcześniej zgromadzić materiał z populacji rosnących w naturze. Trzeba opuścić laboratorium i częstokroć stawić czoła wiatrom i deszczom na wysokich graniach czy rozległych północnych płaskowyżach, założyć ciężki plecak nie tylko z namiotem i prowiantem na wiele dni, ale również z całym materiałem do badań terenowych. Tym samym naraża się niejednokrotnie zdrowie i życie, podczas forsowania urwistych i kruchych żlebów, spędza się wiele dni z daleka od wygod, nocuje przy ognisku, na często niegościnnym dla człowieka odludziu.

Od wielu lat ważnym obszarem działalności terenowej dla obydwójga badaczy są Karpaty. W ramach tych eksploracji, pobierając populacyjne próby do badań wybranych gatunków roślin i grzybów, przemierzali (oprócz Tatr w Karpatach Zachodnich), takie masywy karpackie, jak Munții Rodnei w Karpatach Wschodnich (Ryc. 1) czy Munții Făgărașului, Bucegi i Retezat w Karpatach Południowych. Te rozległe górskie masywy wymagają często długich wędrówek z namiotem, aby dotrzeć do stanowisk badanych gatunków. W przypadku gatunków rzadkich, a także efemerycznie pojawiających się w trakcie sezonu

owocników grzybów, sporym ryzykiem jest możliwość fiaska wyprawy z powodu ich nieodnalezienia, pomimo wysiłków i nakładów czasowych oraz finansowych.



Ryc. 1. Zbiór prób do badań – Karpaty Wschodnie, Góry Rodniańskie, Rumunia (z arch. A. i M. Ronikierów).

Do najtrudniejszych z dotychczasowych zadań należało zgromadzenie prób populacyjnych do analizy jednego z najbardziej wysokogórskich gatunków, jaskra lodnikowego (*Ranunculus glacialis*). Roślina ta, częsta w Tatrach Wysokich, w pozostałych najwyższych masywach Karpat jest niezwykle rzadka i nie była w ogóle notowana przez kilkadziesiąt ostatnich lat. Dlatego odnalezienie populacji tego gatunku w Górach Fogaraskich, najwyższym masywie (poza Tatrami) i jednym z najważniejszych ośrodków bioróżnorodności Karpat, wiązało się z upartą penetracją grani, żlebów i piarżysk tego długiego łańcucha w ciągu pięciu kolejnych sezonów wegetacyjnych! Wysiłek ten został nagrodzony sukcesem, a więc znalezieniem w 2010 r. nieznannej wcześniej populacji.

Dla osadzenia analiz karpackich w szerszym kontekście Europejskiego Systemu Alpejskiego konieczne było zebranie materiału z innych wysokich gór Europy, a nawet na innych kontynentach. W tym celu dwójka młodych badaczy przemierzyła właściwie cały system gór Europy, od Pirenejów i hiszpańskiej Sistema Central przez Alpy, Karpaty, najbardziej bezludne zakątki gór Półwyspu Bałkańskiego, po góry Skandynawii i lodowcowe pustacie Spitsbergenu, a epizodycznie także jeszcze bardziej odległe rejony, jak np. amerykańskie Góry Skaliste. Podczas tych wypraw znaleźli nowe dla nauki gatunki, np. grzyba *Simocybe montana*, w masywie Bucegi w Rumunii oraz nieznanne dotychczas stanowiska roślin i grzybów, jak np. reliktową populację dębika ośmiopłatkowego (*Dryas octopetala*), która okazała się nową dla całego masywu Rodopów w Bułgarii, jak też stanowisko grzyba *Rhizomarasmius epidryas* na skraju

zasięgu w górach Šar-Planina w Macedonii i Komovi w Czarnogórze.

Dla państwa Ronikierów, niezwykłą przygodą i zupełnie nowym przeżyciem była bez wątpienia ich skandynawska wyprawa w roku 2012, na którą za-



Ryc. 2. Abisko, północna Szwecja, Subarktyka (z arch. A. i M. Ronikierów).

brali swoją roczną córeczkę! (Ryc. 2) Przemierzyli wspólnie przeszło 5000 km przez Skandynawię, od tundrowych pustkowi norweskiego półwyspu Varanger, przez szwedzkie góry Abisko po Dom Gigantów – góry Jotunheimen na południu. Głównym naukowym celem tego wyjazdu było zebranie prób do nowatorskich badań biogeograficznych grupy ściśle ekologicznie powiązanych ze sobą organizmów arktyczno-alpejskich (badania są realizowane we współpracy ze szwajcarskimi ośrodkami badawczymi w Lozannie i Zurychu, dzięki Polsko-Szwajcarskiemu Programowi Badawczemu). Modelowym obiektem do tych badań jest gatunek arktyczno-alpejski – dębik ośmiopłatkowy (Ryc. 3), obligatoryjnie związa-



Ryc. 3. Dębik ośmiopłatkowy (*Dryas octopetala*), Svalbard, Norwegia (z arch. A. i M. Ronikierów).

ne z tą rośliną organizmy reprezentowane przez saprobiontycznego grzyba (*Rhizomarasmius epidryas*) oraz pasożytniczy owad (*Stigmella dryadella*). Pobrane

materiały posłużą próbie rekonstrukcji, na podstawie nowoczesnych równoległych analiz wielu sekwencji DNA (tzw. sekwencjonowania nowej generacji), historii biogeograficznej i dynamiki ewolucyjnej tej funkcjonalnie powiązanej i dobrze zdefiniowanej grupy organizmów. Prace terenowe stanowiły dla badaczy – jak sami stwierdzili – największe z dotychczasowych wyzwań, ponieważ oprócz odnalezienia populacji rośliny, co w niektórych rejonach jest trudne samo w sobie, konieczne było odnalezienie i zebranie prób organizmów, które cechują się krótkimi okresami pojawów, często – zwłaszcza w przypadku grzybów – uzależnionymi od panujących w danym okresie warunków pogodowych. Poszukiwania wiązały się z kilkugodzinnym przeczesywaniem z nosem przy ziemi płatów dębika ośmiopłatkowego w poszukiwaniu kilkumilimetrowych, brązowo-beżowych owocników grzybów i śladów minowania w liściach przez mikroskopijne larwy pasożytującego owada. Na szczęście, mimo tych wszystkich utrudnień wyprawa zakończyła się pod względem naukowym pełnym sukcesem.

Dodatkową wartością wyprawy były niepowtarzalne przeżycia, jak choćby obserwacja żywych barw jesiennej bezkresnej tundry, smak maliny moroszki zbieranej w zagłębieniach torfowisk, szum fal Oceanu Arktycznego lub widok sylwetek reniferów gdzieś na horyzoncie. Wszystko to pozostaje na zawsze w pamięci. Bowiem, jak twierdzi doktor Ronikier, „dla badaczy-przyrodników, dla których świadomie podejmowana problematyka naukowa jest logicznym rozwinięciem życiowej pasji związanej ze środowiskiem górskim, pierwszy etap badań naukowych [czyli wyprawy terenowe] to po prostu fantastyczna, choć wymagająca, przygoda!”

Spitsbergen

Uczeni z Zakładu Ekologii IB PAN zawędrowali też na daleką północ, jako współorganizatorzy (z badaczami z Instytutu Ekologii PAN) dwóch ekspedycji naukowych na Spitsbergen.

W 1985 r. wyprawą letnią kierowała prof. dr hab. Krystyna Grodzińska (wówczas docent), a uczestnikami byli prof. dr hab. Barbara Godzik (wówczas doktor) oraz dr Jacek Goździewicz i dr Jan Pomianowski (pracownicy IE PAN). W następnym roku w ekspedycji letniej udział wzięły B. Godzik i doktor (wówczas magister) Urszula Korzeniak. W obu przypadkach bazą docelową i miejscem pracy była stacja badawcza, Polska Stacja Polarna Hornsund im. Stanisława Siedleckiego, położona kilkaset metrów od brzegu Zatoki Białych Niedźwiedzi, wewnątrz fiordu

Hornsund, w południowej części największej wyspy w archipelagu Svalbard – Spitsbergenie (77°00'N, 15°33'E). Stację prowadzi Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk. Od 1978 r. wykonywane są w niej całoroczne badania z zakresu geofizyki i środowiska polarnego. Jest to najdalej na północ wysunięta całoroczna polska placówka naukowa.

Nasi botanicy mieli do wykonania kilka zadań. Po pierwsze, poznać zbiorowiska roślinne budujące tundrę arktyczną, po drugie, określić stan środowiska i wpływ emisji przemysłowych z Europy (monitoring ekologiczny) i po trzecie, poznać procesy ekologiczne zachodzące w tamtejszej tundrze. Obiektem badań była przede wszystkim zlewnia rzeki Fuglebekken (o powierzchni ok. 2 km²), w obrębie której położona była stacja badawcza. Zlewnia obejmowała południowe i południowo-wschodnie zbocza gór Fugleberget (567 m n.p.m.) i Arieikammen (511 m) oraz płaski teren u podnóża tych wzniesień sięgający do Zatoki Białych Niedźwiedzi (Isbjørnhamna). Na badanym obszarze można wyróżnić dwa piętra roślinne: tundry i pustyni arktycznych. Spory wpływ na zróżnicowanie tego obszaru miała duża, licząca ok. 60 tys. par, kolonia traczyka lodowego (*Alle alle*), zlokalizowana na zboczach Arieikammen.

W roku 1985 w obrębie zlewni wykonano 160 zdjęć fitosocjologicznych (zestaw ten uzupełniono o kilkadziesiąt kolejnych spisów wykonanych w roku następnym). Zróżnicowane podłoże, zaopatrzenie w wodę i substancje odżywcze, ekspozycja, długość zalegania pokrywy śnieżnej i różna wysokość n.p.m. spowodowały wykształcenie się kilkunastu zbiorowisk roślinnych. Wyróżniono 11 jednostek fitosocjologicznych. Ponad 50% powierzchni zlewni zajmowały zbiorowiska zdominowane przez porosty. I tak, na rumoszu skalnym powstawało zbiorowisko *Xantoria elegans* lub zbiorowisko *Candelariella arctica*. W niższych położeniach, na suchych stokach, występowało zbiorowisko mszysto-porostowe *Cladonia mitis-Cetraria nivalis-Racomitrium lanuginosum*, a na płaskiej części dominowały zbiorowiska mszyste zbudowane przeważnie z *Sanionia uncinata*, *Aulacomnium turgidum* i *A. palustre*. Zaobserwowano także obecność roślin naczyniowych, jak *Salix polaris*, *Luzula confusa*, *Oxyria digyna* i *Draba adamsii*. Charakterystyczne, kolorowe plamy w tundrze tworzyły liczne skalnice (*Saxifraga oppositifolia*, *S. nivalis*, *S. caespitosa*, *S. aizoides*). W obfitującej w biogeny, żyznej części zlewni zajmowanej przez kolonie traczyków, rozwijało się zbiorowisko z *Chrysosplenium tetrandrum-Cochlearia officinalis-Cerastium alpinum*, a w miejscach zalegania odchodów ptasich zbiorowisko *Tetraplodon mniioides-Aplodon*

wormskjoeldii. W bezpośrednim otoczeniu budynków stacji płaty tundry były silnie wydeptane, florystycznie uboższe. W czasie wyprawy w 1986 r. prowadzono także autekologiczne badania nad gatunkami dwupiennymi (*Salix polaris*) oraz badania sukcesji pierwotnej w miejscach cofania się lodowców. Liczne materiały zielnikowe zebrane w czasie obu wypraw przekazano do zielnika IB PAN (KRAM) oraz wydano w formie eksykatów.

W ramach badań monitoringowych prowadzonych w obrębie całego fiordu Hornsund zebrano próby 16 gatunków pospolicie występujących gatunków mchów oraz kilkunastu gatunków porostów. Badania stężeń kilku metali ciężkich (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn) oraz siarki wykazały duże zróżnicowanie poziomu tych pierwiastków między stanowiskami i poszczególnymi gatunkami, jednakże były znacznie niższe w stosunku do stwierdzanych w Europie. Zasięg oddziaływania na otoczenie samej stacji badawczej był stosunkowo niewielki. Podwyższone stężenia rejestrowano głównie w odległościach do kilkudziesięciu metrów od tego emitora. W blisko 20 próbach wybranych gatunków mchów i porostów zebranych w 1986 r. przeprowadzono też analizy poziomu ceszu (Cs^{137}), jednak nie stwierdzono wpływu katastrofy w Czarnobylu (z końca kwietnia 1986 r.) na środowisko tundry arktycznej.

Badania procesów ekologicznych realizowano w dwóch tematach. Pierwszy z nich obejmował określenie poziomu wybranych metali ciężkich w dwóch kolejnych ogniwach łańcucha spasilania, a mianowicie: w roślinach z trzech typów tundry – zbiorowisko *Cetraria delisei*, zbiorowisko *Chrysosplenium tetrandrum-Cochlearia officinalis-Cerastium alpinum*, zbiorowisko *Cladina mitis-Cetraria nivalis-Racomitrium lanuginosum* oraz w kościach długich, lotkach, wątrobie, mięśniach i tłuszczu ptaka o nazwie śnieguła (*Plectrophenax nivalis*). Okazało się, że niektóre metale ciężkie (Pb, Ni, Zn, Cu) gromadzą się w organizmie śnieguły, a poziom zawartości metali w tkankach jest zróżnicowany. Drugi temat dotyczył określenia wpływu kolonii ptasiej (traczyka lodowego *Alle alle* i gęsi krótkodziobej *Anser brachyrhynchus*) na poziom metali ciężkich (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe) oraz azotu, fosforu i siarki w dwóch gatunkach mchów najczęściej występujących w koloniach ptaków, tj. *Sanionia uncinata* i *Hylocomium splendens*. Odnotowano wyraźny wzrost poziomu metali ciężkich i biogenów w rejonie kolonii ptaków, chociaż zasięg oddziaływania kolonii był ograniczony do niewielkich obszarów.

Wiele przeżyć z wyprawy, pozostało na zawsze w pamięci uczestników. Niektóre z przygód były

naprawdę groźne i – bez przesady – mrozące krew w żyłach. Jedno z najbardziej dramatycznych zdarzeń było spotkanie z niedźwiedziem polarnym. Zabłąkał się on w pobliżu tzw. chatki traperskiej, w której troje badaczy (wśród nich prof. Godzik) odpoczywało po trudach przeprawy przez fiord. A był to wysiłek nie lada jaki, ponieważ w łodzi popsuł się silnik i trzeba było dopłynąć do celu za pomocą wiosł, uważając przy tym, aby nie zostać zniesionym przez prądy na otwarty ocean. Gdy strudzeni badacze układali się do snu, pojawił się niedźwiedź polarny (mniej więcej 4–5-letni), prawdopodobnie znęcony zapachami resztek jedzenia, wrzuconych do kubła stojącego na zewnątrz i usiłował dostać się do wnętrza chatki. Podobno w takich sytuacjach najlepszym sposobem na odstraszenie zwierzęcia są głośne okrzyki, klaskanie i strzelanie z rakiety. W tym przypadku wspomniane działania okazały się, na szczęście, skuteczne i niedźwiedź wziął nogi za pas. Spotkanie z miśmiem było o tyle niespodziewane, że o tej porze roku, w lecie, drapieżniki te przebywają w innych okolicach, polując na foki.

Druga przygoda wiązała się z kaprysami arktycznej pogody. Tego dnia prof. Grodzińska, prof. Godzik i towarzyszący im jeden z męskich uczestników ekspedycji, mieli do wykonania tzw. zdjęcia fitosocjologiczne po drugiej stronie fiordu. Pogoda sprzyjała, była cisza, więc badacze wsiedli do łódki, bez przeszkód przecięli fiord i wylądowali w upatrzonym miejscu. Po kilku godzinach pracy z niepokojem zobaczyli, że aura zmieniła się wyraźnie na niekorzyść. Trzeba więc było wracać przed jej całkowitym załamaniem. Wiatr, a właściwie sztorm, dopadł ich, gdy byli już dość daleko na wodach fiordu. Na domiar złego musieli uważnie manewrować wśród tzw. graulerów czyli dużych brył lodu, aby uniknąć z nimi zderzenia, jak też mocno chronić silnik przed zalaniem. W końcu udało się dotrzeć w bezpieczne miejsce bez strat w ludziach, aczkolwiek nie obeszło się bez dotkliwej straty w sprzęcie. Popsuły się, zalane słoną wodą, aparaty fotograficzne, których prof. Godzik nie zdążyła schować pod skafander, a wraz z nimi przepadły bezcenne zdjęcia ze spotkania z niedźwiedziem polarnym!

Mimo że obie uczone przeżyły na Spitsbergenie trudne, a nawet dramatyczne chwile, zachowują je we wdzięcznej pamięci i zapewniają, że byłyby gotowe wrócić na północ, aby znowu móc pracować w tym wciąż jeszcze dziewiczym, interesującym naukowo i tak różnym od innych pod względem przyrodniczym punkcie na kuli ziemskiej.

Azja

Rodzaj trzcinnik (*Calamagrostis*) i rodzaje pokrewne to bogata w gatunki grupa traw (Poaceae). Kluczem do poznania taksonomii i historii ewolucyjnej występujących u nas gatunków, jest zbadanie azjatyckich przedstawicieli, jak też azjatyckich części zasięgu naszych gatunków. Tego trudnego zadania, to jest poznania systematyki krytycznych kompleksów gatunków z rodzaju *Calamagrostis* i z bliskich mu rodzajów *Deyeuxia* i *Agrostis*, z obszaru Himalajów i terenów przyległych podjęła się dr Beata Paszko z Zakładu Systematyki i Fitogeografii Roślin Naczyniowych IB PAN. Swoje intensywne badania prowadzi od 2007 r., w ścisłej współpracy z naukowcami z zagranicy. Współpracownikami pani Doktor byli badacze angielscy z Królewskiego Ogrodu Botanicznego w Edynburgu, amerykańscy z Muzeum Historii Naturalnej Instytutu Smithsona w Waszyngtonie oraz chińscy, z Instytutu Botaniki Chińskiej Akademii Nauk w Pekinie i z Yunnan University w Kunming.

Badana przez doktor Paszko grupa roślin jest niezwykle skomplikowana pod względem taksonomicznym, ponieważ charakteryzuje się trudną do interpretacji zmiennością morfologiczną spowodowaną m.in. obecnością poliploidów oraz występowaniem wielu mieszańców i zjawiska apomiksji. Wprawdzie, poczynając od drugiej połowy XIX w., rodzaje te były przedmiotem studiów systematycznych różnych autorów, ale raczej pobieżnych i wyrywkowych. Toteż ich opinie nie są zgodne, często wskutek różnego sposobu ujęcia zarówno rodzajów, jak i jednostek wewnątrzrodzajowych. Zdarza się nawet, że w pewnych przypadkach proponowane ujęcia wykluczają się wzajemnie.

Rozwiązania trudnych problemów taksonomicznych i nomenklatorycznych, można dokonać w oparciu o badania, prowadzone na materiałach zebranych w terenie, jak też na okazach zielnikowych. Konieczne są zatem z jednej strony ekspedycje terenowe, a z drugiej, wnikliwe studia nad historycznymi materiałami zielnikowymi rozproszonymi po wielu światowych zielnikach.

W okresie od 2007 do 2012 r. doktor Paszko podróżowała do Chin kilkakrotnie. Jedną z bardziej ekscytujących wypraw terenowych, trwająca dwa tygodnie, została podjęta w 2010 r., w celu poznania flory i fauny (głównie traw i ptactwa) zachodniej części prowincji Qinghai. W drugiej połowie lipca pani Doktor wspólnie z dr Haiying Ma (Uniwersytet w Kunming, Yunnan, Chiny) i Lennartem Stenbergiem (Muzeum Historii Naturalnej w Sztokholmie, Szwecja) wyruszyła w daleką drogę. Poruszając się wynajętym

samochodem terenowym badaczom udało się dotrzeć do wielu niezwykłych i wręcz uroczych zakątków. Jechali wzdłuż jeziora Qinghai Hu, zwiedzili miasto Golmud, leżące w kotlinie Cajdamskiej (Ryc. 4). Zajrzeli do Geologicznego Parku Narodowego Mt. Bei Shan, do rezerwatu przyrody Mangda Tian



Ryc. 4. Formacje Danxia wokół zbiornika wodnego Lijiaxia w Narodowym Parku Leśnym Kanbula (prowincja Qinghai, Chiny). Fot. B. Paszko.

Chi, Narodowego Parku Leśnego Kanbula (Ryc. 5) oraz podziwiali i eksplorowali łańcuch górski Laji Shan. Plonem tej wyprawy były materiały roślinne, oczywiście głównie traw.

Doktor Paszko wyjeżdżała nie tylko w teren, ale również do wielu herbariów. Bowiem studiowanie zbiorów zielnikowych stanowi nieodłączną część badań taksonomicznych. Oto jak o pożytkach tworzenia zielnika pisał wspomniany J. J. Rousseau: „Zielnik jest dla mnie dziennikiem moich herboryzacji, pozwala mi je znowu przeżywać, dodając im nowego uroku, i pełni rolę aparatu optycznego, wywołującego ponownie obrazy przed moimi oczami.”

Do najważniejszych wypraw, które można nazwać „zielnikowymi”, zaliczyć trzeba wyjazdy dla przestudiowania zbiorów w Sankt Petersburgu, Pekinie, Kunming, Xining, Kalkucie i Dehradun, możliwe dzięki wymianie naukowej między Polską Akademią Nauk i jej odpowiednikami w Chinach, Indiach i w Rosji. Natomiast dzięki projektowi, w ramach programu SYNTHESYS, na początku 2012 r. udało się przeprowadzić pogłębione studia azjatyckich materiałów traw w zielnikach w Edynburgu i w Londynie. Ponadto, wielu naukowców udostępniło doktor Paszko cenne materiały zielnikowe z regionów słabo zbadanych pod względem florystycznym, np. z Ladakhu, Nepalu, Płaskowyżu Tybetańskiego i z innych regionów Chin. Tego typu szeroko zakrojone studia, oparte na bardzo obfitym materiale są konieczne, aby dokonać syntezy całej wiedzy taksonomicznej dotyczącej badanej grupy traw. Trzeba więc zbadać okazy



Ryc. 5. Roślinność półpustynna w kotlinie Cajdamskiej z łańcuchem górskim Kunlun w tle (prowincja Qinghai, Chiny). Fot. B. Paszko.

zielnikowe nie tylko z obszaru Himalajów, ale także z sąsiednich obszarów, m.in. południowej Rosji, byłych republik radzieckich, Afganistanu, Pakistanu, Indii, Nepalu, Bhutanu i Chin. Szczególną uwagę należy poświęcić rewizji taksonów opisanych nawet przez tak znanych badaczy, jak August H.R. Grisebach, Joseph D. Hooker, Norman L. Bor i Carl Mez (który opisał kilkanaście tysięcy taksonów roślin!).

Wyniki tych badań są znaczące. Opisane bowiem zostały dwa nowe dla nauki gatunki traw: *Deyeuxia sorengii* z terenu Wyżyny Tybetańskiej i *Calamagrostis gamblei* z północno-zachodnich Indii, jak też wyjaśniono relacje taksonomiczne i nomenklatoryczne w kilku kompleksach gatunków, np.: w kompleksie *Calamagrostis epigeios* w Chinach, w kompleksie *C. filiformis* w północno-wschodnich Indiach, Chinach i Nepalu oraz w kompleksie *Deyeuxia abnormis* w północno-wschodnich Indiach, Nepalu, Butanie i zachodnich Chinach. Ponadto wyniki części badań zostaną wykorzystane do przygotowania oryginalnych opracowań wybranych rodzajów traw do „Flora of Nepal” i „Flora of Pan-Himalayas”.

Jak widać, umiejętne połączenie pracy w terenie ze studiami nad materiałami zielnikowymi daje zadowalające wyniki i w sposób znaczący pozwala zaistnieć na forum nauki ogólnościowej.

Eurazja

W nurt badań prowadzonych na obydwu wymienionych kontynentach wpisują się studia nad eurazjatyckimi przedstawicielami rodziny kotewkowate (*Trapaceae*) prowadzone przez doktora Jana J. Wójcickiego z Zakładu Systematyki i Fitogeografii Roślin Naczyniowych IB PAN.

Poznanie tej trudnej pod każdym względem, a dziś ginącej wskutek przemian środowiska, monotypowej grupy roślin wodnych, wymaga nie tylko wyjścia w odległą, często egzotyczną przestrzeń geograficzną ciągnącą się przez całą Europę, aż po dalekowschodnią Azję i Południową Afrykę, ale także wejścia w głąb równie egzotycznej przeszłości sięgającej trzeciorzędu, a więc kilkudziesięciu milionów lat wstecz. Dopiero to szerokie spektrum czasoprzestrzenne pozwala znaleźć klucz do rozwiązania problemów taksonomicznych współczesnych gatunków orzecha wodnego (*Trapa*).

Taksonomia rodziny *Trapaceae* oparta jest niemal wyłącznie na morfologii orzechopodobnych owoców, które zachowują się względnie dobrze w stanie kopalnym i stanowią odpowiedni materiał do studiów porównawczych. Jej tajniki zaczął zgłębiać doktor Wójcicki, wspólnie z profesorem Jerzym Staszewiczem,

w drugiej połowie lat 70. ubiegłego wieku w oparciu o zbiory materiałów współczesnych, pochodzących głównie z Europy środkowej, a zgromadzone w kolekcjach Instytutu Botaniki PAN w Krakowie. Badania te zaowocowały dwoma wspólnymi publikacjami.

Po przemianach politycznych, jakie dokonały się w kraju pod koniec lat 80. XX w., pojawiła się możliwość realizacji wspólnych przedsięwzięć ze specjalistami z ośrodków zagranicznych w ramach tzw. wymiany bezdewizowej, udziału w grantach zagranicznych i własnych, jak też wyjazdów prywatnych na koszt własny. Korzystając z tych możliwości, doktor Wójcicki rozszerzył zakres dotychczasowej problematyki badawczej na cały współczesny i kopalny obszar występowania przedstawicieli rodziny *Trapaceae* i podjął intensywne studia, szczególnie materiałów fosylnych, zgromadzonych w botanicznych kolekcjach zagranicznych (warto zauważyć, że niektóre zbiory, np. kolekcje botaniczne przechowywane w rosyjskich zbiorach geologicznych nie były udostępniane naukowcom z „zachodu” aż do początku bieżącego wieku).

Od 1990 r. doktor Wójcicki prowadził badania zbiorów w zagranicznych instytucjach naukowych na terenie Europy, m.in. w Austrii (Wiedeń), Czechach (Brno, Praga), Francji (Clermont Ferrand, Lille, Lyon, Paryż), Hiszpanii (Barcelona), Niemczech (Berlin, Cottbus, Frankfurt nad Menem, Monachium, Würzburg), Rosji (St. Petersburg), Rumunii (Bukareszt), Szwajcarii (Zürich), Szwecji (Sztokholm), Wielkiej Brytanii (Londyn), na Węgrzech (Budapeszt) i we Włoszech (Turyn, Rzym), jak również w Azji – w Chinach (Nankin, Pekin), Indiach (Amritsar, Kalkuta, Lucknow) oraz w Japonii (Osace), przy czym niektóre ośrodki odwiedzał więcej niż jeden raz. Przy okazji, jeśli tylko zaistniała taka możliwość, w krajach w których prowadził badania, zbierał nie tylko materiały z interesującej go grupy roślin, ale także materiały innych roślin (liście, owoce, nasiona), przekazywane potem do kolekcji porównawczej Zakładu Paleobotaniki IB PAN. Podczas pobytu w ośrodkach zagranicznych nie ograniczał się tylko do prowadzenia studiów własnych. Często prezentował wyniki swoich badań, a ponadto w niektórych ośrodkach, szczególnie chińskich, udzielał licznych konsultacji, zarówno pracownikom, jak i doktorantom czy magistrantom.

Ze względu na konieczność możliwie precyzyjnego udokumentowania warunków występowania *Trapaceae* (stratygrafii w przypadku materiałów fosylnych), badania o charakterze regionalnym doktor Wójcicki prowadził lub prowadzi we współpracy

z wieloma zagranicznymi specjalistami europejskimi – z Austrii, Niemiec, Białorusi, Czech, Grecji, Hiszpanii, Rosji, Rumunii, Węgier, Włoch oraz azjatyckimi – z Chin i Japonii.

W ciągu dotychczasowych badań udało się ustalić, że rodzina *Trapaceae* reprezentowana jest przez dwa rodzaje, kopalny *Hemitrapa* o charakterystycznych owocach jajowatych w zarysie, zwykle z szypułkowato wyciągniętą podstawą, zaopatrzonych w dwie pary cienkich, ułożonych naprzeciwległe, wzniesionych ramion zakończonych harpunami i rodzaj *Trapa*, który występuje do dzisiaj, o owocach odwrotnie trójkątnych w zarysie, bogatej skulpturze, zaopatrzonych w dwie pary naprzeciwległych rogów, zakończonych harpunami; jedna para rogów ulega niekiedy redukcji.

Za najstarsze szczątki kopalne *Trapaceae* należy uznać te o morfologii *Hemitrapa* pochodzące z późnoeoceneskich pokładów (sprzed ok. 35 milionów lat) z Europy środkowej. Zasadnicze różnicowanie się rodzaju nastąpiło przypuszczalnie później, pod koniec oligocenu (ok. 24 milionów lat) i na początku miocenu, co potwierdzają dość bogate materiały pochodzące zarówno z Europy, jak i Dalekiego Wschodu. W środkowym miocenie (ok. 12 milionów lat) pojawił się nowy typ morfologiczny, nawiązujący zarówno do *Hemitrapa*, jak i do współczesnych *Trapa*. Od tego czasu obserwuje się stopniowy zanik *Hemitrapa* (ostatnie znaleziska pochodzą z wczesnego pliocenu Japonii; ok. 5 milionów lat) i niezależne różnicowanie morfologiczne *Trapa* w różnych częściach zasięgu.

Dotychczasowe badania pozwoliły na opisanie nowych dla nauki dwóch kopalnych rodzajów oraz jedenastu kopalnych i dwóch współczesnych gatunków. Dalsze badania koncentrują się na poznaniu ewolucji tej polimorficznej rodziny, a także trendów jej paleo-biogeograficznego różnicowania się na poziomie gatunku na terenie Eurazji.



Ryc. 6. Przydrożny sprzedawca owoców orzecha wodnego (poniżej drogi, zbiornik gęsto pokryty *Trapa*), okolice Lucknow, Indie, 2006 r. Fot. J. Wójcicki).

Orzechy kotewki są jadalne. Spożywa się je po dziś dzień np. w Indiach. Niekiedy są sprzedawane po prostu przy ulicy, a zbierane tuż obok, choćby w... przydrożnym stawie (Ryc. 6). Kupują je prawie wyłącznie tubylcy i gotują w solonej wodzie (koniecznie w łupinach, co podobno przydaje specjalnego smaku). Choć orzechy można jadać na surowo, unika się tego, z obawy przed zarażeniem amebą.

Zainteresowanych wynikami badań nad bioróżnorodnością tej interesującej rodziny w trzeciorzędzie Europy, zachęcamy do odbycia podróży w daleką przeszłość poprzez zapoznanie się z pracą J. J. Wójcickiego i E. Zastawniak, pt. „Rodzina *Trapaceae* w trzeciorzędzie Europy – wstępne wyniki” (Botanical Guidebooks 26: 153–185. 2003), w której te pasjonujące problemy zostały przedstawione w przystępnej formie.

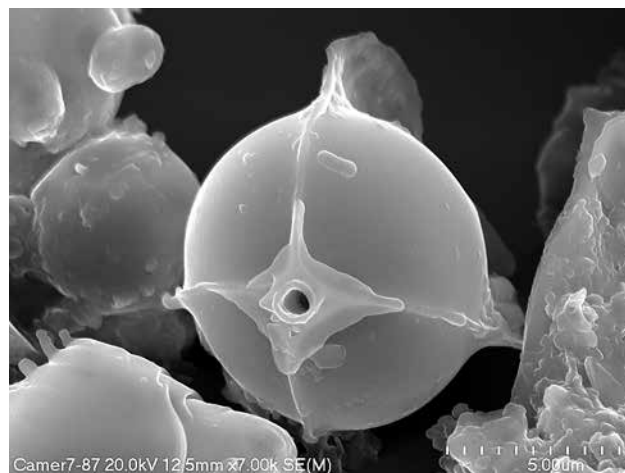
Afryka – Egipt, Kamerun, Togo, Benin, Ghana – fykologicznie i mykologicznie

Doktor Jolanta Piątek z Zakładu Fykologii IB PAN zajmuje się stomatocystami czyli formami przetrwalnikowymi złotowiciowców, jednej z grup glonów, klasyfikowanymi jako ich odrębne formy. Zbudowane są głównie z krzemionki, występują stosunkowo często w różnych typach zbiorników wodnych i mają ogromne znaczenie jako bioindykatory zmian środowiskowych i klimatycznych.

Stomatocysty, podobnie jak formy wegetatywne złotowiciowców, są stosunkowo dobrze poznane w Europie i Ameryce Północnej, gdzie w zdecydowanej większości badane i podawane były głównie z wód zimnych, stojących, o niskiej zawartości materii organicznej. Natomiast z Afryki stomatocysty nie były podawane do czasu rozpoczęcia badań przez panią Doktor. Bez wątpienia ten właśnie fakt zaważył głównie na decyzji podjęcia przez nią badań nad tymi interesującymi obiektami. Jednakże drugim, niemniej ważnym powodem była miłość, jaką pani Doktor zapalała do „Czarnego Łądu”. Oto co sama o tym mówi: „O wyjeździe do Afryki marzyłam od pewnego czasu, będąc już pracownikiem Instytutu Botaniki PAN. Nie wiedziałam jeszcze jak, kiedy i w jakim charakterze tam pojadę, ale jedno było pewne – muszę jechać! To, co mnie pociągało w tym kontynencie, to jego kultura oraz bogata i wciąż słabo poznana przyroda. Po raz pierwszy na czarnym lądzie wylądowałam w lipcu 2001 r. w Lilongwe, stolicy Malawi, jako wolontariusz misyjny Salezjańskiego Wolontariatu Misyjnego. Przez dwa miesiące pracowałam w szkole podstawowej i uczyłam dzieci matematyki. W Afryce zakochałam się od chwili kiedy wysiadłam z samolotu

i poczułam ten niesamowity zapach – wilgoci wymieszanej z zapachem ulicy oraz gotowanym, zwykle na zewnątrz, jedzeniem. Kiedy po dwóch miesiącach musiałam wracać do Polski wcale nie miałam na to ochoty. Wiedziałam, że muszę tu wrócić! I wróciłam, ale nie jako wolontariusz, nie jako podróżnik, lecz jako botanik (fykolog) – naukowiec, który postanowił rozpocząć badania fykologiczne w Afryce. Okazało się, że był to doskonały wybór.”

Doktor Piątek, wraz ze swym mężem Marcinem (pracownikiem Zakładu Mykologii IB PAN, zajmującym się systematyką i ewolucją grzybów główniowych), wyprawiała się do Afryki kilkakrotnie, w poszukiwaniu afrykańskich stomatocyst (Ryc. 7).



Ryc. 7. Stomatocysta (nieopisana jeszcze, nowa dla nauki) z jeziora Papoun w Kamerunie (SEM). Fot. A. Łatkiewicz.

Pierwsza wyprawa, na przełomie marca i kwietnia 2006 r., zaprowadziła ich do Egiptu, gdzie towarzyszył im i służył cenną pomocą zaprzyjaźniony z nimi prof. Ahmed El Shahed. Wtedy przekonali się, jak ważne jest nawiązanie odpowiedniej znajomości z odpowiedzialnym „krajowcem”, znającym realia swojego kraju. Być może dzięki temu egipska wyprawa zakończyła się sukcesem. Udało się po raz pierwszy stwierdzić występowanie stomatocyst w Afryce, w dodatku w wybitnie nietypowym dla złotowiciowców siedlisku – silnie zmineralizowanym termalnym źródle w Ain Sukhna. Spośród znalezionych siedmiu morfotypów stomatocyst, cztery okazały się nowe dla nauki, a jeden charakteryzował się typem ornamentacji nie stwierdzonym dotąd w żadnej znanej grupie stomatocyst.

Trasa kolejnej wyprawy państwa Piątków zawiodła ich do tropikalnej Afryki zachodniej, a ściślej mówiąc do Kamerunu, usytuowanego nad Zatoką Gwinejską. Był to przełom lutego i marca 2007 r. Pojechali, aby wziąć udział w 18. międzynarodowym kongresie AETFAT, odbywającym się w stolicy Kamerunu, Yaoundé. Podczas obrad zaprezentowali wyniki

swych badań prowadzonych w Egipcie (zarówno nad stomatocystami, jak i nad grzybami głowniowymi). Jednakże pobyt w Kamerunie przedłużyli o ponad



Ryc. 8. Przerwa w pracach terenowych na inselbergach, Kamerun 2007. Fot. M. Piątek.

tydzień, aby przeprowadzić intensywne badania terenowe w zachodniej części kraju (Ryc. 8). Ten pilotażowy wypad okazał się na tyle owocny i naukowo ekscytujący, że postanowili poszerzyć swe badania.

stwierdzono obecność złotowiciowca wytwarzającego stomatocystę, mianowicie rozpoznano morfotyp stomatocysty produkowanej przez takson *Dinobryon sertularia*, który jest nowy dla nauki.

W dwóch kolejnych wyprawach do Afryki, najpierw do Beninu i Togo – październik i listopad 2011 r., a następnie do Beninu, Togo i Ghany (Ryc. 9) – październik i listopad 2012 r., uczestniczył tylko doktor Marcin Piątek. Główny cel to zbiór grzybów fitopatogenicznych, jak też próbek do badań fykologicznych, zwłaszcza z nietypowych dla złotowiciowców siedlisk. Wstępne analizy zebranych próbek zdają się potwierdzać przypuszczenia o szerszym spektrum ekologicznym złotowiciowców udokumentowane występowaniem stomatocyst w siedliskach, z których dotychczas nie były podawane w literaturze naukowej.

Na koniec warto zacytować opinię obydwójga podróżników na temat podróży naukowych do Afryki, która chociaż pod względem geograficznym dobrze poznana, jest wciąż wyzwaniem dla biologów. Państwo Piątkowie są zdania, że: „niebezpieczeństwa [wypraw do Afryki] można zredukować poprzez wy-



Ryc. 9. Jezioro na sawannie sudańskiej, Ghana 2012. Fot. M. Piątek.

Już w grudniu 2007 r. po raz drugi wylądowali na kameruńskiej ziemi. I znowu wyniki eksploracji okazały się znaczące. Udokumentowano nowe dla Kamerunu gatunki złotowiciowców i po raz pierwszy w Afryce

bór krajów stabilnych politycznie i gospodarczo, odpowiednie przygotowanie wyprawy [wspomniana wcześniej współpraca z krajowcem] oraz przestrzeganie podstawowych zasad higieny i bezpieczeństwa.”

Zdaniem uczonych największy problem przy takich dalekich i wciąż egzotycznych wyjazdach naukowych stanowią finanse. Koszty wypraw są dość duże, zwłaszcza wynajęcie samochodu umożliwiającego dotarcie do obszarów o niezmiennym środowisku naturalnym. Jednakże w zamian, jak podkreślają, takie „eksploracje naukowe niemal zawsze przynoszą nowe, ekscytujące dane na temat badanych organizmów.”

Egipt – paleobotanicznie

Jednym z najważniejszych momentów w dziejach cywilizacji ludzkiej była zmiana sposobu zdobywania pożywienia, polegająca na przejściu od wykorzystywania tego co w formie gotowej ofiarowuje natura, do gospodarki opartej na wytwarzaniu żywności. Dzisiaj już wiadomo, że uprawę wielu gatunków zbóż poprzedzał okres zbierania ich dzikich przodków. Tak było, na przykład, z pszenicami płaskurką i samopszą, a także jęczmieniem na Bliskim Wschodzie, czy ryżem w Chinach, ale wiele zagadnień dotyczących tych bardzo interesujących procesów wymaga jeszcze wyjaśnienia.

I właśnie badaczom polskim udało się zdobyć dane rzucające światło na dzieje jednego z bardzo ważnych w światowej gospodarce zbóż, mianowicie sorga, mającego podstawowe znaczenie dla wyżywienia ludności stref suchych i półsuchych na świecie.



Ryc. 10. Stanowisko archeologiczne Nabta Playa. Fot. A. Mueller-Bieniek.

Stało się to w styczniu 1990 r., kiedy do amerykańsko-polskiej ekspedycji archeologicznej (Combined Prehistoric Expedition), kierowanej początkowo przez profesorów Freda Wendorfa (Southern Methodist University w Dallas) i Romualda Schilda, a później Michała Kobusiewicza i Jacka Kabacińskiego (Instytut Archeologii i Etnologii PAN), prowadzącej badania wykopaliskowe na kilku stanowiskach na Pustyni Zachodniej w Egipcie, dołączyła prof. dr hab. Krystyna Wasylińska, paleobotanik z Zakładu Paleobotaniki IB PAN.

Chociaż ekspedycja prowadziła badania nad prehistorią Egiptu już od 1962 r., dopiero w jedenaście lat później, rozpoczęto eksplorację stanowiska Nabta Playa (Ryc. 10) znajdującego się około 100 km na zachód od Abu Simbel, miejscowości słynnej z kompleksu świątyń Ramzesa II, położonej nad jeziorem Nassera. Stanowisko, datowane na około 8000 lat radiowęglowych przed czasem obecnym, leży na pustyni piaszczystej, u stóp wydmy (nazwa Nabta, oznaczająca „małe krzaki”, została nadana przez Beduinów zatrudnionych do prac wykopaliskowych). Zlokalizowane jest ono w najsuchszej obecnie części Sahary, która na początku holocenu miała klimat wilgotniejszy niż obecnie i znajdowała się w strefie przejściowej między półpustynią a pustynią (Ryc. 11). Ukształtowanie terenu i układ warstw geologicznych



Ryc. 11. Pustynia zachodnia w okolicy Nabta Playa. Fot. K. Wasylińska.

sprawiły, że w obniżeniu, w którym znajduje się badane stanowisko, okresowo gromadziła się woda i tworzył się rodzaj oazy, z dość bogatą roślinnością szczególnie w porze deszczowej. W poszukiwaniu pożywienia i wody ściągały do niej sezonowo grupy ludzkie i zwierzęta. Pozostawione przez koczowników ślady osadnictwa obejmowały 15 chat, wiele jam zasobowych i 3 studnie, a – co najważniejsze dla paleobotaników – także bardzo bogaty materiał roślinny, złożony ze zwęglonych owoców, nasion, drewna, kłaczy i bulwek należących do co najmniej 128 gatunków roślin dziko rosnących. Z badań archeologicznych i archeobotanicznych prowadzonych od dawna w dolinie Nilu było wiadome, że rolnictwo starożytnego Egiptu opierało się na uprawie pszenicy płaskurki i jęczmienia, dlatego tych zbóż szukano przede wszystkim w materiale z Nabta Playa.

Tymczasem, ku wielkiemu zaskoczeniu badaczy, okazało się, że zamiast oczekiwanych gatunków znaleziono ziarna... sorga, którego historia była bardzo słabo poznana (Ryc. 12). Oto jak relacjonuje to wydarzenie profesor Wasylińska: „Dla mnie dwa momenty były bardzo ekscytujące. Pierwszego dnia po

przyjeździe wybrałam się na wykop z ubiegłego roku, wydłubałam trochę piasku ze ściany i od razu wysypały mi się na rękę zwęglone nasiona. Wiedziałam, że będzie co robić. Drugi moment: to było już po kilku dniach, gdy w namiocie-pracowni przebierałam materiał zebrany na wykopie i zobaczyłam, że mam coś co przy oglądaniu gołym okiem przypomina sorgo. Prof. Wendorf (kierownik ekspedycji) był zmartwiony, że to nie jest pszenica ani jęczmień i z trudem dał się przekonać, że znalezienie sorga jest znacznie bardziej interesujące niż ewentualna obecność innych zbóż”.



Ryc. 12. Ziarniak i kłosek zwęglonego, neolitycznego, dzikiego sorga z Nabta Playa. Fot. K. Wasylikiowa.

W oparciu o dzisiejsze rozmieszczenie gatunków i ras dzikiego oraz uprawnego sorga przypuszcza się, że do jego udomowienia doszło na obszarze sawanny, w pasie rozciągającym się między Czadem a Sudanem. Dotychczasowe dane archeobotaniczne wskazują, że nastąpiło to późno, bo dopiero na początku naszej ery (dowodzą tego m.in. znaleziska z ok. 100 r. AD na stanowisku Qasr Ibrim w Egipcie). Dużo starsze sorgo z Nabta ma cechy morfologiczne gatunku dzikiego (*Sorghum bicolor* subsp. *arundinaceum*). Także kontekst w jakim zostało znalezione przemawia za tym, że nie była to forma udomowiona, ale zebrana ze stanu dzikiego. Mieszkańcy Nabta zbierali wiele gatunków roślin, wśród nich wiele traw, ale sorgo musiało być przez nich w szczególny sposób cenione, ponieważ w niektórych chatkach wyraźnie dominowało ilościowo nad innymi dzikimi trawami. Można przypuszczać, że było cenione ze względu na stosunkowo duże ziarniaki. A może dawało wyższe plony, czy też miało lepsze właściwości odżywcze? Nie jest też wykluczone, że okazjonalnie było wysiewane. Nie doprowadziło to jednak wtedy do pojawienia

się cech udomowionego gatunku. Zbieranie dzikiego sorga i prawdopodobnie jego sporadyczne uprawianie było praktykowane w Sudanie jeszcze 6000 lat temu.

Dzięki odkryciom z Nabta sorgo dołączyło do grupy zbóż, których udomowienie poprzedzał dłuższy lub krótszy okres zbierania ze stanu dzikiego i dorywczego wysiewania, dowodzący, że proces udomowienia roślin poprzedziło pojawienie się u ludów koczowniczych umiejętności pielęgnowania i uprawy pożytecznych roślin.

Profesor Wasylikiowa prowadziła badania w Nabta Playa przez miesiąc (od 15.01. do 15.02). Potem, w latach 1994 oraz 1997–1999, udział w wykopaliskach brały dr Aldona Mueller-Bieniek, a w 1998 r. dr Renata Stachowicz-Rybka, obydwie z IB PAN.

Chociaż podczas pobytu profesor Wasylikiowej w Nabta Playa obyło się bez dramatycznych wydarzeń, do uciążliwości dnia codziennego niewątpliwie należy zaliczyć brak wody. Najbliższe źródło wody do picia i mycia, oddzielone od obozowiska pustynnymi bezdrożami, znajdowało się w odległości ok. 100 km. Należało więc wodę koniecznie oszczędzać. Każdy z uczestników ekspedycji miał swój namiot z łóżkiem, stołem, krzesłem, wiadrem i miednicą. Na cały dzień dostawało się tylko jedno wiadro wody. Jak wspomina pani Profesor: „Byliśmy uzależnieni od sprawnie funkcjonującego samochodu, który dowoził wodę. Raz się zepsuł, wtedy wszelkie zużycie wody poza piciem zostało wstrzymane; na szczęście nie trwało to długo.” W obozowisku, oprócz namiotów dla poszczególnych osób, stały także namioty przeznaczone do użytku wspólnego – jadalnia, pracownia i kuchnia. Kucharzem był Egipcjanin. Osobne obozowisko zajmowali robotnicy egipscy. Mimo że ich wynagrodzenie było raczej skromne, pili dobrą herbatę. Zapewne do tradycji należało, że raz w ciągu sezonu zapraszali całą ekspedycję do siebie i częstowali tym smacznym napojem. Poza tym, na specjalnej „tacy” dużej, okrągłej, piekli placki chlebowe (jak grube naleśniki) nie tylko dla siebie, ale częstowali nimi także członków ekspedycji.

Mimo że dla paleobotaników z Instytutu Botaniki PAN ta egipska przygoda należy już do przeszłości, jest to bez wątpienia przeszłość chwalebna, ponieważ „historia sorga ukryta w piaskach pustyni”, jak to pięknie określiła profesor Wasylikiowa, została poznana dzięki badaniom polskich uczonych.

Ameryka Południowa – Boliwia

Porosty, inaczej grzyby zlichenizowane, są efektem symbiozy pomiędzy grzybami oraz zielenicami i/lub cyjanobakteriami, w której wyniku powstaje

zupełnie nowy organizm, morfologicznie różny od każdego z komponentów. Mimo że odgrywają znaczącą rolę w ekosystemach wszystkich stref klimatycznych, wraz z najbardziej ekstremalnymi (obszary arktyczne, wysokie góry, pustynie i lasy deszczowe), stopień ich poznania pod względem systematycznym, ewolucyjnym, fizjologicznym i biogeograficznym jest wciąż niewielki. Podobnie jak porosty, także obszary tropikalne wciąż pozostają mało poznane, chociaż są przecież największym rezerwuarem różnorodności biologicznej w lądowej części świata.

Nic więc dziwnego, że skoro powstała możliwość bliższego poznania bioty porostów Ameryki Południowej, postanowili ją wykorzystać badacze z Instytutu Botaniki PAN w Krakowie. Ważnym argumentem przemawiającym za celowością prowadzenia badań nad porostami w tym rejonie świata jest proces zaniżania, w wyniku gwałtownego rozwoju gospodarczego, bezcennych przyrodniczo regionów tropikalnych i występujących tam wciąż nieopisanych taksonów.

Badania podjęto w celu poszerzenia wiedzy o różnorodności gatunkowej porostów i grzybów naporostowych Ameryki Południowej, a w szczególności obszarów andyjskich i rejonu Niziny Amazonki. Wybrano Boliwię, ze względu na jej duże zróżnicowanie fizjograficzne i usytuowanie w centrum kontynentu. Kraj ten, w którym ukształtował się cały wachlarz ekosystemów typowych dla znacznej części kontynentu Ameryki Południowej, jest zaliczany do obszarów o największej bioróżnorodności w skali świata. Ponadto w Boliwii badania lichenologiczne były raczej słabo zaawansowane, wskutek czego do roku 1998 podawano stamtąd jedynie 200 gatunków porostów, podczas gdy wedle przewidywań, powinno ich tam być od trzech do czterech tysięcy!

Pierwsza polska wyprawa lichenologów wyruszyła do Boliwii w listopadzie 2004 r. Wzięło w niej udział dwoje młodych pracowników z Zakładu Lichenologii IB PAN, doktor Karina Wilk i doktor Adam Flakus. Badania prowadzono w regionie Mididi, leżącym północno-zachodniej części kraju i uważanym za jeden z ważniejszych centrów zmienności biologicznej.

Kolejne wyprawy odbywały się już w dwóch grupach. Doktor Wilk pojechała do Boliwii jeszcze dwukrotnie, w latach 2006 i 2007. Natomiast doktor Flakus, po nawiązaniu współpracy z lichenologiem Uniwersytetu Gdańskiego, doktorem Martinem Kulką oraz pracownikami Herbario Nacional w La Paz, Pamelą Rodriguez-Flakus, Oskarem Plata i Javierem Quisbertem, wyprawiał się do tego kraju w latach 2009–2012. Wyjazdy terenowe przedsięwzięte w różnych porach roku, aczkolwiek najodpowiedniejsza jest pora sucha, trwały zwykle około miesiąca.

Podróżowano głównie samochodem, ale w razie potrzeby, używano też innych środków transportu, jak łodzie i zwierzęta juczne.

Bez wątpienia, dzięki eksploracjom polskich lichenologów znacznie poszerzyła się wiedza na temat bioróżnorodności, rozmieszczenia poszczególnych gatunków i udziału porostów w ekosystemach Boliwii. W wyniku dotychczasowych badań odkryto i opisano wiele gatunków nowych dla nauki. Rozpoczęto również przygotowania do opracowania pierwszego katalogu porostów tego kraju. Obiecujące są rezultaty pierwszych badań nad swoistą biotą pasożytniczych grzybów naporostowych związaną z porostami, która w ostatnim czasie znalazła się w centrum zainteresowania badaczy, a do tej pory jest poznana jeszcze słabiej niż same porosty. Otrzymane do tej pory wyniki pozwalają przypuszczać, że jest ona reprezentowana w Boliwii przez blisko 400–500 gatunków. W planach polskich lichenologów znalazło się też opracowanie monograficzne tropikalnych porostów nalistnych występujących głównie na obszarze Amazonii boliwijskiej. Na koniec warto podkreślić, że dzięki wyprawom naszych lichenologów kolekcja porostów i grzybów naporostowych z tego kraju jest jedną z największych kolekcji podobnego typu na świecie.

Chile

Innego rodzaju badania w Ameryce Południowej, w tym wypadku w Chile, prowadził prof. dr hab. Andrzej Chlebicki, mykolog z Zakładu Mykologii IB PAN, a więc uczony zajmujący się grzybami, tworzącymi osobną grupę organizmów, różną zarówno od roślin, jak i zwierząt. Celem tego egzotycznego wyjazdu, któremu przewodniczył pan Profesor, było zbadanie wpływu grzybów na roślinność alpejską na granicy jej występowania. Wyniki miały być porównane z rezultatami podobnego typu badań prowadzonych wcześniej w Himalajach i górach Tien-Szan. W wyprawie wzięła udział żona, Marketá Suková oraz brat Profesora – Jacek. Był przełom stycznia i lutego 2006 r. kiedy podróżnicy wylądowali na ziemi chilijskiej. Wyprawę swą rozpoczęli od miasta Concepcion w środkowej części kraju, a zakończyli w Cerro Castillo w Patagonii, przemierzając dwie duże prowincje – La Araucaria i Patagonia. „A więc w końcu wylądowałem w Ameryce. Wyśnionej i wymarzonej w dzieciństwie” – pisał entuzjastycznie profesor Chlebicki. Niestety, podróż zaczęła się bardzo pechowo. „Zaraz na początku zostałem okradziony. Straciłem dopiero co kupiony aparat Nikon, GPS, przeciwsłoneczne okulary, elektroniczny termometr badawczy, wszystkie listy polecające, adresy, telefony

i informacje potrzebne do nawiązania kontaktu z chilijskimi naukowcami”. Jaki sprzęt był do dyspozycji? „Mieliśmy jeden aparat fotograficzny, dwa namioty, z których jeden przemakał i wspólną kuchenkę na gaz”. Doprawdy, sytuacja nie do pozazdroszczenia!

Mimo tych przeciwności, uczestnicy wyprawy musieli sobie jakoś radzić w zmienionych warunkach, a przede wszystkim... przystąpić do pracy. Teren, na którym prowadzili swoje badania, znajdował się na zboczu wulkanu Lanquimay (2726 m n.p.m.), w rezerwacie Malalcahuello, niedaleko wsi o tej samej nazwie, leżącej na wschód od miasteczka Temuco. „Wybraliśmy niewielką dolinkę o płaskim dnie, niedaleko płynął niewielki potok. Niemal cały obszar zboczy wulkanu był zryty norami gryzoni (być może były to gryzonie z rodzaju *Ctenomys* – tucutuco). Co chwilę zapadaliśmy się po kostki w głębokie nory, a gorący pył i drobne kamyki wsypywały się do butów.” Obszar badań odznaczał się wyjątkowo urozmaiconą florą i właśnie to – jeszcze na etapie przygotowań do wyjazdu – zdecydowało o jego wyborze. Dla celów badawczych wyznaczono powierzchnię o wymiarach 10x10 metrów, na której skrupulatnie zbierano rośliny wraz z występującymi na nich grzybami, a dodatkowo kolekcjonowano grzyby mikroskopowe rosnące na różnych gatunkach roślin. Warunki pracy były trudne: „pracowaliśmy w czapkach i rękawiczkach chroniąc się przed słońcem. Smarowaliśmy twarze specjalnymi kremami. Niewiele to pomogło. Skóra schodziła z twarzy całymi płatami. Po pracy kąpaliśmy się pod wodospadem. Nie była zimna, a poza tym splukanie potu z umęczonego ciała bardzo pomagało.” Te zasadnicze badania, dla których bada-



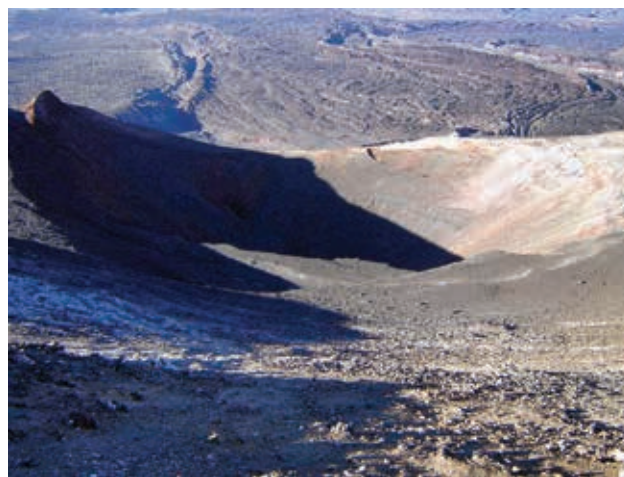
Ryc. 13. Porosty z rodzaju *Usnea* na pniach *Araucaria imbricata*. Chile. Fot. A. Chlebicki.

cze przedsięwzięli tak daleką podróż, trwały 10 dni.

Chwilom trudnym i znojnym towarzyszyły też momenty zachwyty nad tamtejszą przyrodą. Na

profesorze Chlebickim największe wrażenie zrobiły araukarie (Ryc. 13): „Nieco wyżej zobaczyłem araukarie. Są takie drzewa, które działają bardzo mocno na naszą psychikę. W tym wypadku trudno mówić o zachwycie, raczej o hipnotycznym wręcz zauroczeniu. Były to potężne drzewa z gałęziami pokrytymi łuskami. Nazwa araukaria (po polsku igława) pochodzi od nazwy plemienia Araukanów. Araukaria chilijska (*Araucaria imbricata*) ma duże, kłujące łuski, wielkie, czarne szyszki i pokryte korkową korą pnie. Żywe skamieniałości. Znane są już od triasu. Na świecie występuje jeszcze kilkanaście gatunków tych drzew, głównie w Ameryce Południowej, Australii, Nowej Gwinei i Nowej Kaledonii. Araukarie chilijskie rosły nawet na spękanej wulkanicznej lawie, przy górnej granicy roślinności. Szyszki araukarii to tzw. piniones, stanowią cenny pokarm. Żywica araukarii ma właściwości lecznicze.”

Kolejnym etapem podróży była wycieczka do krateru Lonquimay. Trudna była to droga, ponieważ



Ryc. 14. Krater małego wulkanu Navidad. Chile. Fot. A. Chlebicki.

część szczytową pokrywał śnieg, a sam krater otaczał skalny grzebień. Na samym szczycie krateru rosło kilka niezidentyfikowanych kutnerowatych roślin z rodziny złożonych (*Asteraceae*). Po zakończeniu badań podróżnicy przenieśli się do doliny z jeziorem Laguna Verde. Trzeba było przejść przez las złożony głównie z araukarii i buków (*Nothofagus*). Był to las trudny do przebycia z powodu powalonych pni potężnych drzew. Wśród nieznanых gatunków roślin z pewnym zaskoczeniem odkryli obecność znajomej bażyny czerwonej (*Empetrum rubrum*), która jest jedynym przedstawicielem tego rodzaju na Półkuli Południowej. Z pni starych buków zebrali sporo grzybów, zaś z liści porzeczki *Ribes magellanica* – rdzę *Cronartium ribicola*, która atakuje sosny *Pinus strobus*. Następnego dnia znaleźli się nad samym jeziorem Laguna Verde, gdzie doszło do zaskakującego, przelotnego spotkania z Mapuczami. Indianie

przybyli konno, pozwolili się sfotografować i zaraz odjechali. Po tej „wizycie” podróżnicy weszli na szczyt krateru Navidad, pokonując blisko trzykilometrową trasę prowadzącą po skamieniałej lawie (Ryc. 14). Nagrodą za ten wysiłek był niezwykle księżycowy krajobraz pokrytych popiołem wulkanicznym gór, rozciągający się w promieniu kilku kilometrów. Po trzech dniach przenieśli się do innego, również bardzo znanego wulkanu o nazwie Osorno. Jego wierzchołek był pokryty lodowcem, rośliny występowały wyłącznie w nielicznych miejscach, gdzie było trochę wody, a granica roślinności była równocześnie granicą bukowego lasu. Tym samym okazało się, że teren jest nieodpowiedni do prowadzenia badań, więc podróżnicy postanowili przenieść się do południowej Patagonii.



Ryc. 15. Grań Cerro Castillo. Chile. Fot. A. Chlebicki.

Zdecydowali się na całonocną jazdę autobusem przez terytorium Argentyny. Patagonia argentyńska urzekła ich swoją surową urodą i kolorystyką. Za oknami pojazdu często pojawiały się kolczaste kule stepowych roślin pędzone porywistym wiatrem, a falujące łąny wszędobylskich traw ciągnęły się setkami kilometrów. Postanowili dojechać do wsi Villa Castillo, ponad którą wznosił się postrzępiony masyw Cerro Castillo (Ryc. 15). Stał jak twierdza nad doliną, a po jej drugiej stronie, za wsią, na skalnej ścianie znajdowały się słynne malowidła, odbicia rąk liczące sobie około 10 000 lat (Ryc. 16). Te swoiste obrazy wywarły na podróżnikach ogromne wrażenie.

Następnie pomaszerowali doliną potoku w stronę grani Castillo. W lesie, który przypominał nieco karpacką buczynę, dość często spotykali tumorowate narośla na pniach starych buków. Na niektórych tumorach rosły grzyby, workowce *Cyttaria darwinii*, z daleka przypominające grzyby kapeluszowe. To tzw. chleb indiański „pan del inde”. Innym ciekawym znaleziskiem były grzyby, które później zostały przez badaczy opisane jako nowy gatunek – *Exobasidium*

gomezii, występujący na roślinie *Pernettya mucronata*, wiecznie zielonym krzewie z rodziny wrzosowatych (Ericaceae), o smacznych białych jagodach.



Ryc. 16. Odbicia rąk na skalnej ścianie koło Villa Castillo. Chile. Fot. A. Chlebicki.

Pozostali w tej okolicy przez pewien czas, wyprawiając się w góry osobno, gdyż ktoś zawsze musiał zostawać w obozie, aby pilnować namiotów. Do końca ich pobytu w terenie pozostało niewiele czasu, toteż intensywnie gromadzili ostatnie kolekcje roślin, grzybów i minerałów. Z prawdziwym żalem opuszczali góry, jednak trzeba było zejść w dolinę i ruszać w daleką drogę do... Santiago, aby zdążyć na samolot do Polski. Podobnie jak początek, także koniec wyprawy był dość pechowy (a podobno – co się źle zaczyna to się dobrze kończy!). Powrót okazał się prawdziwym koszmarem. Rozchorował się poważnie brat profesora Chlebickiego, a na domiar złego kierowca jedynego autobusu, jakim mogli się wydostać z tego miejsca, odmówił zabrania ich z przystanku. Trzeba było zatem wynająć samochód, co – oczywiście – drogo kosztowało. Dzięki temu jednak udało się zdążyć na samolot i już bez większych emocji i nieszczęśliwych przypadków powrócić do ojczyzny.

Peru

Badania prowadzone w Peru przez dr Joannę Sosnowską, doktorantkę w Zakładzie Systematyki i Fitogeografii Roślin Naczyniowych IB PAN, miały charakter etnobotaniczny. Przedmiotem studiów pani Doktor były palmy Amazonii rosnące na terytorium indiańskiej grupy etnicznej Asháninka.

Palmy (*Arecaceae*) są niezwykle ważnym, można powiedzieć kluczowym, surowcem naturalnym w tradycyjnej gospodarce i kulturze niemal wszystkich rdzennych społeczności w Amazonii. Dostarczają one między innymi jadalnych owoców, medycznie użytecznych korzeni oraz drewna i liści do konstrukcji

domów i krycia dachów. Z palm pozyskiwany jest również materiał dla lokalnego rękodziela (np. maty, kosze) oraz wyrobu narzędzi łowieckich (np. łuki, groty strzał) i szeregu pomniejszych produktów.

W światowej literaturze naukowej wiele napisano na temat etnobotaniki palm wśród różnych grup etnicznych. Natomiast niezbadany dotychczas pozostawał problem użyteczności i zarządzania zasobami palm przez najliczniejszą w peruwiańskiej Amazonii grupę Asháninka. Niewiele też było wiadomo na temat wpływu jaki tradycyjna gospodarka lokalnych społeczności wywiera na różnorodność palm na ich terytorium.

Tymi właśnie problemami postanowiła zająć się doktor Sosnowska, obierając je jako temat swej rozprawy doktorskiej. W celu pozyskania tak egzotycznego materiału do badań zorganizowała w latach 2008–2011 trzy wyjazdy badawcze do Peru, spędzając wśród Indian Asháninka aż osiem i pół miesiąca! Pierwszą wyprawę młoda badaczka odbyła na własny koszt, dwie pozostałe – dzięki funduszom pozyskanym w ramach projektów badawczych uzyskanych z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Narodowego Centrum Nauki. Prowadzenie badań ułatwiło nawiązanie współpracy z lokalnymi samorządami Asháninka oraz pracownikami Muzeum Historii Naturalnej w Limie. Ponadto pani Doktor współpracowała też z naukowcami z Uniwersytetu Kent w Canterbury (Wielka Brytania) i Uniwersytetu w Aarhus (Dania). Pożyteczne okazały się też konstruktywne uwagi krytyczne ze strony uczestników corocznych spotkań EUNOPS (European Network of Palm Scientists) oraz seminariów etnobotanicznych na Uniwersytecie Rzeszowskim.

Badania miały na celu uzyskanie odpowiedzi na dwa zasadnicze pytania: jakie jest znaczenie zasobów palm dla społeczności ludzkich i jaki jest wpływ działalności człowieka na zbiorowiska palm. Nadrzędnym celem badań było zaprezentowanie bogactwa czynników, które kształtują zarządzanie zasobami palm przez Asháninka oraz rozmieszczenie tych zasobów na ich terytorium. Do czynników tych należą: dostępność i osiągalność zasobów palm, doświadczalna postawa oraz otwartość Asháninka wobec nowych możliwości, w końcu – mobilność ludzi i wymiana zasobów palm.

Zaczerpnięte z językoznawstwa rozróżnienie pomiędzy *emic* i *etic*, rozgranicza kulturowe interpretacje badacza od wyjaśnień udzielanych przez badanego. Interpretacje *emic* są wyrazem kognitywnych i językowych kategorii Asháninka, podczas gdy interpretacje *etic* zostały rozwinięte przez badacza na potrzeby prowadzonych analiz. Doktor Sosnowska

posłużyła się koncepcją *emic-etic* w celu porównania kulturowego znaczenia palm (*emic*), które było badane z użyciem techniki wolnego wyliczania (ang. *free-listing*), z rozmieszczeniem palm na terenie zarządzanym przez Asháninka (*etic*). Interpretacja *etic* została oparta na „zmapowaniu” wszystkich okazów palm w wiosce Sabareni i transektach w otaczającym ją lesie. Rezultaty osiągnięte poprzez połączenie etnobotanicznych i fitogeograficznych metod, pozwoliły na zaprezentowanie naturalno-kulturalnych implikacji różnorodności palm na terytorium Asháninka.

Podczas wyjazdów w tak trudny teren nie obyło się bez różnych przygód i wydarzeń. Szczególnie trudna dla Pani Doktor okazała się pierwsza wyprawa. Wspomina ją jako bardzo trudny czas „ubarwiony – jak pisze – sytuacjami kiedy to nie wiedziałam czy śmiać się, czy płakać”. Zbierając materiał badawczy złożony z palm (wraz z towarzyszącym jej botanikiem z Limy) zmieniała miejsce pobytu co 3–4 dni, coraz bardziej oddalając się od terenów zamieszkałych, przez co malała możliwość zakupu prowiantu. Do tego Indianie Asháninka witali ich raczej chłodno i z dużą rezerwą, ale – na szczęście – w sytuacjach trudnych lub wręcz kryzysowych udzielali pomocy. Tak było np. gdy badacze zagubili najpierw torbę ze zbiorami palmowych liści, a potem narzędzie do ich pozyskiwania, tzw. nożyce teleskopowe, które dzięki pomocy przypadkowych osób wróciły w końcu do właścicieli.



Ryc. 17. Przeprowa przez rzekę w Peru. Fot. J. Sosnowska.

Badaczka przemieszczała się w terenie łądem, wodą (zarówno wąskimi, chybottliwymi łódkami, jak i dość prymitywnymi tratwami – Ryc. 17) oraz powietrzem. Oto jej opinia o tym ostatnim środku lokomocji: „największą zgrozą napawał mnie samolot marki Antonov wchodzący w skład Peruwiańskich Sił Powietrznych, a który stał się dla mnie jedyną możliwością powrotu na czas do Limy, skąd miałam wykupiony lot powrotny do Polski. Na skutek silnych ulew w porze deszczowej, podróż statkiem była bardziej niebezpieczna niż lot Antonovem nad Andami.”

Podróż łądem natomiast utrudniały lawiny błotne i osunięcia skał na trasy komunikacyjne, co mogło spowodować wydłużenie powrotu do Limy z kilku dni, do kilku tygodni.

Tak więc pierwszy pobyt w Peru nie pozostawił nazbyt dobrych wspomnień i gdyby nie informacja, że jej projekt badawczy został zaakceptowany przez MNiSW, co równało się sfinansowaniu kolejnych wypraw, doktor Sosnowska zapewne nie zdecydowałaby się na kontynuowanie peruwiańskich badań.

Drugą wyprawę, na przełomie lat 2009–2010, wspomina już bardzo ciepło. Ten pobyt w wiosce Asháninka – Savareni, nad rzeką Tambo, upłynął w niemal rodzinnej atmosferze. Przebywała wśród Indian blisko cztery miesiące: „Ludzie którzy podczas pierwszego kontaktu w 2008 r., odnosili się do mnie z dużą rezerwą, po dwóch miesiącach mieszkania wśród nich stali się serdecznymi przyjaciółmi. Spędziłam w Savareni Boże Narodzenie, sylwestra oraz urodziny, podczas których „moja rodzina Asháninka” urządziła przyjęcie – niespodziankę. W grudniu 2009 r. w rodzinie urodziło się dziecko. Zostałam jego „chrzestną” poprzez nadanie mu imienia Jan (Ryc. 18). Gdy wróciłam do Savareni w 2011 r., Jasiu na własnych nóżkach wybiegł mnie powitać”.

Na koniec warto przytoczyć opowieść dr Sosnowskiej o tym, jak... nie doszło do jej spotkania z „krwiożerczą bestią”: „Podczas pobytu w Savareni stale powracał temat jaguara. Zazwyczaj opowiadano o nim dzieciom, aby po zmroku nie wychodziły z domów.



Ryc. 18. Chrześniak dr J. Sosnowskiej, mały Jasiu z plemienia Asháninka. Fot. J. Sosnowska.

Zapytałam kiedyś znajomego, czy faktycznie jest się czego bać, czy jaguar może podchodzić do wioski. W 2008 r. Menkori mówił, że w przeszłości zdarzały się sytuacje, w których jakiś stary, wyeliminowany

przez rywali jaguar podchodził nocą do wioski i porywał psy lub kury, ale teraz już nie... nie ma w okolicy jaguarów. To był ostatni. W 2010 r. na pożegnanie Menkori dał mi kiel, jak twierdził ostatniego jaguara, który został niedawno zabity, bo podchodził do wioski, ale teraz już nie... nie ma w okolicy jaguarów (Ryc. 19). To był ostatni. W 2011 r. odwiedziłam dom Alexa – syna Menkoriego, w którym pod powalą suszyła się skóra jaguara. Powiedziałam: „Alex, przecież twój ojciec mówił, że w okolicy nie ma już jaguarów!” Alex odpowiedział: „No tak, ale tego zastrzelił mój teść, ale teraz już nie... nie ma w okolicy jaguarów. To był ostatni.” Wniosek mój taki, że nad Tambo wciąż żyją jaguary, ale moi przyjaciele Asháninka zrobią wszystko, żebym się na niego nie natknęła”.



Ryc. 18. Indianin Asháninka z czaszką jaguara. Fot. J. Sosnowska.

Epilog

W listopadzie 2012 r. pani Sosnowska uzyskała stopień doktora nauk biologicznych w zakresie biologii, na podstawie rozprawy: „Bioróżnorodność palm w obszarze zagospodarowania plemienia Asháninka w Amazonii – zasoby, rozmieszczenie, użytkowanie”. Jak widać, ogromny wysiłek i poświęcenie konieczne do wykonania tej trudnej i niebezpiecznej pracy, dały pożądaną wynik!

Tak więc, chociaż bez skrupułów można odrzucić określenie botaniki Jana Jakuba Rousseau, jako zajęcia, którym trudnią się głównie ludzie leniwi, to jednak trzeba przyznać rację innemu stwierdzeniu pisarza, a mianowicie: „... rośliny zostały rozsiane po ziemi z taką samą rozrzutnością jak gwiazdy na niebie, po to, by przyjemność i zaciekawienie zachęciły człowieka do studiowania natury...”.

OD BIEGUNA PÓŁNOCNEGO PO BIEGUN POŁUDNIOWY – NAUKOWE WYPRAWY BOTANIKÓW Z INSTYTUTU BOTANIKI UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

Stefania Loster (Kraków)

Trudno sobie wyobrazić rozwój wielu dziedzin botanicznych w Polsce, zwłaszcza systematyki roślin, geografii roślin (inaczej fitogeografii) i nauki o zbiorowiskach roślinnych czyli fitosocjologii, bez możliwości poznawania flor i formacji roślinnych poza krajem, w innych regionach Ziemi. W stuletniej historii Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, założonego w 1913 r. pod nazwą Instytut Botaniczny, eksploracje innych krajów Europy i innych kontynentów zawsze odgrywały ważną rolę, a temperament podróżnika i odkrywcy wykazywało wielu botaników. Z czasem Instytut stał się polskim centrum badań w dziedzinie geografii roślin, która dąży do nakreślenia możliwie wszechstronnego obrazu szaty roślinnej Ziemi i poznania kształtujących ją czynników oraz procesów, współcześnie i w przeszłości.



Ryc. 1. Marian Raciborski na Jawie. Ze zbiorów Muzeum Ogródu Botanicznego UJ.

Choć bardzo egzotyczna – bo w tropiki – wyprawa Mariana Raciborskiego na Jawę pod koniec XIX w. miała miejsce jeszcze przed powstaniem Instytutu Botanicznego, to ściśle się z nim wiąże.

M. Raciborski (Ryc. 1) przebywał na Jawie, wówczas kolonii holenderskiej, przez cztery lata (1896–1900). W tym czasie poznawał bogatą, tropikalną przyrodę wyspy oraz innych, mniejszych wysepek na Morzu Jawajskim (był m.in. na zniszczonej niedawnym wybuchem wulkanu wyspie Krakatau) i prowadził tam pionierskie badania. Najważniejsze dotyczyły zróżnicowania paprotników, ale zainteresowania tego badacza były różnorodne. Odkrył m.in. kilkaset taksonów grzybów i glonów nowych dla nauki, zgromadził też i przywiózł do Krakowa w dobrym stanie bogate zbiory botaniczne. Część z nich znajduje się w zielniku Instytutu Botaniki UJ i do dziś jest wykorzystywana jako materiał porównawczy; inne można oglądać w Muzeum Ogródu Botanicznego UJ. Kilkanaście lat po powrocie z wyprawy Marian Raciborski utworzył Instytut Botaniczny UJ.

Możliwości wyjazdów zagranicznych i współpracy międzynarodowej polskich badaczy przedstawiały się rozmaicie w minionych latach, w zależności od sytuacji politycznej i ekonomicznej. Do 1939 r. nie było przeszkód dla podróżowania i wyjazdów poza Polskę, oprócz finansowych. W tym okresie dużą aktywność wykazywał Bogumił Pawłowski, który wielokrotnie wyprawiał się w Alpy, bywał też w górach na Półwyspie Bałkańskim. Interesowało go zjawisko endemizmu, czyli odrębności gatunków roślin zasiedlających oddzielone masywy górskie. Te i późniejsze badania szaty roślinnej gór, m.in. Karpat Wschodnich stawiały prof. Pawłowskiego w rzędzie wybitnych badaczy europejskich flor górskich. Po drugiej wojnie światowej wyjazdy z kraju były niemal niemożliwe ze względu na ograniczenia, jakie wprowadził nowy ustrój; dopiero ok. lat 60. XX w. stopniowo otwierały się granice, zwłaszcza dla wyjazdów określanych jako służbowe. Umożliwiały je m.in. Uniwersytet Jagielloński i Polska Akademia Nauk, w której placówkach zatrudniani byli okresowo pracownicy Instytutu Botaniki UJ. Dostępne stały się stypendia zagraniczne, zaproszenia do udziału w międzynarodowych wycieczkach geobotanicznych (IPE) i inne, np. związane z Międzynarodowym Programem Biologicznym (IBP) i współpracą z Międzynarodową Unią Ochrony Przyrody (IUCN).

Poniższy, krótki zarys badań podejmowanych przez pracowników Instytutu Botaniki UJ poza granicami kraju przedstawia najważniejsze z nich. Stanowi on zarazem kanwę dla zamieszczonych dalej czterech artykułów, przybliżających szatę roślinną wybranych obszarów Azji, Afryki oraz rejonów polarnych – Arktyki i Antarktyki.

Wyjazdy naukowe po 1945 roku

Ogromnie ważne były wyjazdy na przełomie lat 50. i 60. XX w. do Międzynarodowej Stacji Geobotanicznej (SIGMA) w Montpellier, w południowej Francji, i możliwość pracy w otoczeniu śródziemnomorskiej roślinności, u boku Josiasa Braun-Blanqueta, twórcy środkowo-europejskiej szkoły fitosocjologicznej. Wielokrotnie przebywał w Montpellier B. Pawłowski, który stamtąd wyprawiał się w południowe Alpy, tam Jan Kornaś badał sukcesję roślinności w śródziemnomorskich zaroślach typu makii („garrigue”). Były też wyjazdy do innych miejsc w Europie – najpierw do byłej Czechosłowacji (Anna Medwecka-Kornaś), dzięki czemu możliwe było scharakteryzowanie roślinności muraw kserotermicznych (stepowych), znacznie bogatszych niż w Polsce i do krajów skandynawskich – Finlandii i Norwegii (A. Medwecka-Kornaś), czego wynikiem było wykazanie interesującej zmienności morfologicznej jednego z leśnych gatunków na przestrzeni od Europy środkowej po północne krańce Skandynawii. Potem, dzięki stypendium fundacji Rockefellera doszły do skutku wyjazdy obojga wymienionych botaników do Ameryki Północnej – Kanady i Stanów Zjednoczonych. A. Medwecka-Kornaś prowadziła w 1959 r. badania w lasach liściastych i mieszanych w okolicach Montrealu; poznała też inne formacje roślinne i inne środowiska życia roślin – strefę lasów borealnych, prairie, półpustynie w Arizonie, Góry Skaliste i wybrzeża Pacyfiku (m. in. lasy sekwojowe). J. Kornaś podczas swego pobytu w Stanach Zjednoczonych w 1961 r. także zwiedził znaczną ich część. Dłużej przebywał w Płn. Karolinie (wschodnie wybrzeże) i w płn.-zachodniej części kraju (w stanie Waszyngton). Autorzy ci opisali interesujące z punktu widzenia fitogeografii zjawisko podobieństwa składu florystycznego niektórych lasów Ameryki Płn. do lasów europejskich.

Na rozległym obszarze kontynentu azjatyckiego przyrodnik może się zetknąć z bardzo urozmaiconą roślinnością – od tundry, borealnych lasów szpilkowych, lasów zrzucających liście poprzez stepy, półpustynie i pustynie, aż po wiecznie zielone lasy w strefie tropikalnej.

Część z tej ogromnej różnorodności mogli poznać botanicy z Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Najwcześniej, bo w 1963 r. odbyła się wyprawa do Wietnamu, której jednym z uczestników z Polski był J. Kornaś (Ryc. 2). Wietnam, położony w południowo-wschodniej części kontynentu to kraj gór, prze-



Ryc. 2. Jan Kornaś w lesie tropikalnym, Wietnam, okolice Hanoi. Fot. T. Pocs.

ważnie niskich, ale niedostępnych; panuje tam klimat monsunowy – z upalnym, wilgotnym latem i chłodniejszą, suchszą zimą. W krajobrazie przeważają bujne lasy równikowe i podrównikowe lasy monsunowe, a na wybrzeżach Morza Południowochińskiego – namorzyny (mangrowe), czyli lasy zasiedlające błotniste, zalewane w czasie przyprływu miejsca. J. Kornaś brał m.in. udział w górskiej wyprawie na Fan Si Pan, najwyższy szczyt w tym kraju (ponad 3000 m n.p.m.), a zarazem w całych Indochinach. W swoim szczegółowym dzienniku podróży napisał o tej wyprawie m.in.:

„4. XI. Fan Si Pan. Wychodzimy o 6.45, idziemy cały dzień b. forsownie. Prowadzi Meo w malowniczym stroju, z długą strzelbą, strojną w klapę z futra, i z torbą myśliwską.[...] Długie i dość monotonne podejście lasem z Fagaceae – zbieram gł. paprocie, na ścieżce mnóstwo ślicznej, czerwonej *Balanophora*. Ok. 2100 m duży udział *Fokienia*, zbieramy owoce ogromnego *Lithocarpus sp.* Pojawiają się:

Rhododendron sp., 3 typy *Magnoliaceae* (wśród nich *Illicium Griffithii*), *Acer* sp., *Evonymus* sp. (może 2 gat.?) itd. Przejście przez niewielką przełęcz (gęste bambusy). Nad potokiem b. ładna flora skrajnych higrofitów: *Trichomanes* sp. na głazach, *Viola*, jakieś *Polygonatum*. Od ok. 2300 m drzewa – krzywulce, obwieszane mchami na pniach i gałęziach, bez lian, z licznymi epifitami naczyniowymi (paprocie – bardzo dużo *Hymenophyllum*, storczyki, *Polygonatum* itd.) W runie coraz więcej roślin borealnych.[...] Wyjście na skalistą grań boczną 2530 m: cudowny pejzaż wysokogórski z pojedynczymi *Tsuga yunnanensis* jak na japońskich obrazkach, barwnymi (przeważnie czerwone!) drzewami zrzucającymi liście i ciemnozielonymi drzewami o liściach trwałych (z nich zbieram mały *Castanopsis*). Skały krystaliczne (jak na całym Fan Si Pan) – w szczelinach w miejscach bardziej odsłoniętych pierwsze wysokogórskie rośliny borealne: *Gentiana* (tylko 1 kwiatek), *Senecio* i in. Krzewy o dziwnym pokroju z czubem liści na szczycie długich pojed. gałązek, obwieszane brodami porostów i kępami mchów – niezwykle egzotyczny obraz tropikalnej górnej granicy lasu. Średnio g.gr. lasu na Fan Si Pan ok. 2700 m, powyżej subalpejskie zarośla niskich bambusów, *Ericaceae* itp. na siedl. suchych i nawietrznych, bądź wysokie, gęste, z ubogim runem higrofilnym, w miejscach odsłoniętych i wilgotnych. Ogromne niebieskie dżdżownice (ze 40 cm długie!).”

Kilkanaście dni później J. Kornaś tak przedstawił swoje wrażenia z pobytu na morskim wybrzeżu:

„23. XI. Wybrzeże k. Bai Chay. Popoł. mangrowe. Wiadomość o śmierci prez. Kennedy’ego (początkowo zniekształcona). W mangrowe krzewy i niskie (do 3 m) drzewka, przeważnie płone, trudne do rozpoznania. Wyrażna zonacja. Odpływ – dochodzimy aż do strefy najgłębszej. Muł, mięczaki na kamieniach i korzeniach i pniach drzew, biegają małe kraby, rybki (*Periophthalmus*?) o wylupiastych oczach i płetwach przedn. przekształconych w nóżki skaczą jak polne koniki. Rozmieszczenie roślin od morza:

1. *Rhizophora mucronata* (wzgl. *Kandellia candell*?) i *Rh. conjugata* (korz. szczudłowe, żyworo-dne nas., li grube, lakierow., pełno kielków na brzegu powyżej)

2. *Aegiceras majus* (Myrs.) i *Excoecaria agallocha* (Euph.) – sok mleczny

3. na przejściu w łąd: *Heleocharis*, *Schoenoplectus*”.

Trzy lata później badacz ten miał okazję poznać fragment zachodniej części Azji, przebywał bowiem w Armenii, Gruzji i w górach Kaukazu.

W głębi kontynentu azjatyckiego, w Mongolii, działały w latach 70. ubiegłego wieku trzy polsko-

mongolskie wyprawy złożone z przyrodników różnych specjalności, wśród których był też botanik. Rezultaty tych wypraw zostały opublikowane w licznych pracach. Mongolia jest krajem górzysto-wyżynnym, otoczonym ze wszystkich stron górami; klimat jest suchy, silnie kontynentalny. Szata roślinna ma inny charakter niż w południowej i południowo-wschodniej części kontynentu – dużą rolę odgrywa-ją różnego typu stepy, a także formacje półpustynne i pustynne; w górach roślinność (m.in. lasy) wyka-zuje układ piętrowy. Obszerniej o szacie roślinnej w górach Chentej i Changaj oraz o swoich badaniach pisze Anna Pacyna (Ryc. 3) w artykule „Botanik na wyprawach w góry Mongolii”.



Ryc. 3. Anna Pacyna w mongolskim stroju „deli”, obóz w dol. Sugnugur-in-goł, Chentej. Fot. nieznaną.

Pustynie i półpustynie są częstym elementem krajobrazu także w Iraku, położonym w zachodniej części Azji, w regionie zwanym Bliskim Wschodem. Rozciągają się one głównie na południu kraju, na północy występują góry (najwyższe przekraczają 3600 m n.p.m.), a ponad 1/3 powierzchni zajmuje równina Mezopotamia. Klimat jest podzwrotnikowy, suchy i gorący. W roku 1980 przebywał w Iraku Adam Zająć, który miał okazję poznać m.in. florę pustyni usytuowanej równolegle do Szatt al-Arab, czyli wspólnego koryta dwóch rzek, Eufratu i Tygrysa. Przywiózł on do Krakowa duży zbiór roślin z pustyń i gór tego kraju.

Wiele nowych danych, istotnych dla systematyki roślin, fitogeografii i ekologii roślin dostarczyły badania J. Kornasia i jego żony A. Medveckiej-Kornaś w tropikalnej Afryce. Przebywali oni na kontynencie afrykańskim w latach 1971–1973 i 1977–1978. J. Kornaś podjął pracę najpierw na uniwersytecie

w Lusace – stolicy Zambii, położonej w południowo-wschodniej części kontynentu, potem na uniwersytecie w Maiduguri znajdującym się w północno-wschodniej części Nigerii (zachodnia Afryka). Oboje botanicy odbywali też wyjazdy do Tanzanii i północnego Kamerunu. Przyroda sąsiadującej z Zambią Tanzanii była dla J. Kornasia szczególnie interesująca; dawał temu wyraz w niektórych listach do kraju. Oto fragment jednego z nich: „Największe wrażenie zrobiły na mnie rośliny wysokogórskie: zobaczyłem wreszcie drzewiastych przedstawicieli rodzaju *Senecio* i *Lobelia* (kwitły!), krzewiaste alchemille, niezliczoną ilość gatunków *Helichrysum* (dochodzą po górną granicę roślinności) i afrykańskich przedstawicieli naszych europejskich rodzajów, czasem b. podobnych do naszych, a czasem b. odmiennych (np. jeden z fiołków – pnącze wielometrowej długości lub drzewiaste gatunki *Hypericum*)”.

Obiektem badań J. Kornasia były jednak głównie paprotniki, które w strefie gorącej są bogato reprezentowane; wyniki obserwacji zawarł w kilkudziesięciu publikacjach. W Zambii, która ma typowy klimat podrównikowy zmienny, spotyka się zarówno paprocie drzewiaste, rosnące w lasach nadrzecznych, jak i niewielkich przedstawicieli tej grupy na siedliskach otwartych. W tym klimacie paprotniki reprezentują różne roczne rytmy rozwojowe i w różny też sposób zabezpieczone są przed suszą ich pączki odnawiające. Bardzo interesująca jest pod tym względem maleńka (osiągająca 1,5–4 cm wysokości) widliczka *Selaginella tenerrima* – roślina jednoroczna, co wśród paprotników należy do rzadkości, a jej rozmnażanie na drodze apomiksji (rozmnażania bezpłciowego polegającego na rozwoju zarodka, bez zapłodnienia) jest uzależnione od obecności wody.

Wiele przystosowań do niekorzystnych warunków środowiskowych – okresowej suszy oraz związanych z nią pożarów roślinności wykazują również rośliny kwiatowe. Artykuł „Wpływ pożarów na roślinność w Afryce”, autorstwa A. Medveckiej-Kornaś (Ryc. 4) charakteryzuje bliżej specyficzną grupę roślin przeżywających regularne działanie ognia na zambijskich sawannach.

W roku 1975 wyruszyła z Krakowa wyprawa „Kilimandżaro 1975”, której współorganizatorem był Uniwersytet Jagielloński, a udział wzięli – Jan Kornaś, Kazimierz Szczepanek i Bogdan Zemanek z Instytutu Botaniki oraz Kazimierz Strzałka i Stanisław Rojkowski z innych instytutów UJ. Jej celem było odwiedzenie kilku masywów górskich Afryki Wschodniej (Mt. Elgon, Mt. Kenya, Kilimandżaro, Meru), a także parków narodowych Serengeti, Ngorongoro, Nakuru, Tsavo i in. Droga do Afryki statkiem

przedłużyła się nieco, wskutek czego wejście na Kilimandżaro odbyło się już w r. 1976. Wyprawa, po zrealizowaniu wszystkich celów w Afryce Wschodniej, powróciła łodem do kraju (z Tanzanii przez Kenię, Ugandę, Sudan, Republikę Środkowej Afryki, Czad, Nigerię, Niger do Algierii), a dalej promem do Europy. Dzisiaj przejechanie tej trasy jest niemożliwe ze względów politycznych. Plonem wyprawy były bogate zbiory zielnikowe roślin wyższych, mszaków i porostów, a także nasiona, owoce i wyroby afrykańskiego rzemiosła – część z nich eksponowana jest w Muzeum Ogrodu Botanicznego UJ.



Ryc. 4. Anna Medwecka-Kornaś obok drzewiastej *Euphorbia*, Góry Mandara, na granicy Nigerii i Kamerunu. Fot. J. Kornaś.

W latach 80. XX w., po nawiązaniu współpracy z Instytutem Biologii Uniwersytetu w Skopje, zaczęły się też nasze wyjazdy na Półwysep Bałkański, do Macedonii, która była wtedy jedną z republik byłej Jugosławii. Naturalna szata roślinna Płw. Bałkańskiego jest w znacznym stopniu zniszczona na skutek trwającej od wieków gospodarki człowieka, mimo to dla botanika jest to obszar bardzo atrakcyjny. Bogata flora, z dużym udziałem roślin endemicznych, odznacza się też dużą liczbą roślin śródziemnomorskich. Występują tam zróżnicowane zbiorowiska roślinne, przy czym znaczną rolę odgrywają lasy. Macedonia, podobnie jak niemal cały Płw. Bałkański, jest obszarem górzystym; ponad 30 szczytów sięga powyżej 2000 m n.p.m. Nasze badania (A. Medwecka-

Kornaś, S. Loster, K. Towpasz, E. Dubiel) koncentrowały się w górach Galičica rozciągających się na południu kraju, na granicy z Albanią, oraz w innych pasmach (m.in. Šar Planina, Jakupica, Plačkovica) i dotyczyły głównie zbiorowisk leśnych. Efektem były publikacje zawierające m.in. opis ciepłolubnych dąbrów oraz pierwszą, pełną charakterystykę lasów bukowych w Macedonii i szerzej, w północno-zachodniej części Bałkanów.

Na północnych i południowych krańcach Ziemi, gdzie panują surowe warunki klimatyczne, roślin kwiatowych jest niewiele. Obszary polarne wyróżniają się natomiast dużym bogactwem roślin zarodnikowych – głównie porostów (grzybów lichenizowanych) i mszaków. Są też doskonałym miejscem do obserwacji niektórych procesów ekologicznych, np. pierwotnej sukcesji roślinności w miejscach odsłanianych przez lodowce. Wyprawy botaników w obszary arktyczne zaczęły się w 1982 r. Wtedy Maria Olech i Eugeniusz Dubiel wzięli udział w ekspedycji naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego na Spitsbergen w archipelagu Svalbard – na południowo-zachodni półwysep Sörkapp Land. Przebywali tam również z następną wyprawą, w 1985 r., a M. Olech jeszcze i później. Zadaniem botaników było zbadanie żyjących tam porostów oraz tworzonych z dużym ich udziałem zbiorowisk roślinnych, a także ubogiej, ale bardzo interesującej flory roślin naczyniowych (patrz *Wszechświat* 2003, t. 104, str. 24). Wykreślili również mapy przestrzennego rozmieszczenia wyróżnionych zbiorowisk roślinnych – pierwsze dla Arktyki mapy fitosocjologiczne.

Potem, pod koniec lat 80. i w latach 90. XX w. rozpoczął się następny etap badań polarnych, prowadzonych przez M. Olech, lichenologa – tym razem na półkuli południowej. Celem była Wyspa Króla Jerzego, położona w Antarktyce Zachodniej, w odległości ok. 120 km od wybrzeży Antarktydy. Antarktyka to miejsce o najbardziej surowych warunkach klimatycznych na Ziemi, nieprzyjazne dla człowieka; równocześnie ma on tam do czynienia z niemal pierwotnymi, nie zmienionymi warunkami środowiska, co stwarza nowe możliwości badawcze. Podczas kilkunastu wypraw w te okolice (pierwsza rozpoczęła się w 1986 r.), M. Olech podjęła szeroko zakrojone prace nad różnorodnością gatunkową porostów, a także m.in. nad grzybami żyjącymi na ich plechach oraz kolonizacją i pionierskimi gatunkami na terenach odsłoniętych w wyniku topnienia lodu. Te zagadnienia są w centrum aktualnych zainteresowań nauki światowej. Całość badań mieści się w obrębie projektów koordynowanych przez Scientific Committee on Antarctic Research. O wyprawach polarnych M. Olech (Ryc. 5)

pisze w dwóch artykułach: „Trudne polarne początki” i „Antarktyka – raj dla lichenologów”.



Ryc. 5. Maria Olech na statku M/S „Koral”, Zatoka Admiralicji, Zach. Antarktyka (fot. z archiwum M. Olech).

W 1999 r. Alina Stachurska-Swakoń przebywała w Stanach Zjednoczonych. W tym czasie prowadziła, we współpracy z amerykańskim ekologiem T. Spribille, badania nad zróżnicowaniem zbiorowisk leśnych w części Gór Skalistych (Whitefish Range, MT), których wyniki zostały opublikowane w kilku pracach.

Wyjazdy i badania w ostatnich latach

Ten okres w działalności pracowników Instytutu Botaniki UJ za granicą wypada zacząć także od badań polarnych. Od kilku lat młodzi lichenolodzy (P. Osyczka, M. Węgrzyn, M. Lisowska) kontynuują obserwacje na Spitsbergenie, uczestnicząc w badaniach na temat przemian tundry w związku ze zmianami klimatu oraz działalnością człowieka. Interesowano się m.in. wpływem zwierząt-roślinożerców na przekształcenia tundry, powstawaniem ekosystemów tundrowych na przedpolach lodowców, a także różnorodnością porostów zasiedlających drewno dryftowe. Odbyły się też kolejne wyprawy M. Olech do Antarktyki, m.in. dość szczególna, na przełomie lat 2003/4, kiedy kierowała ona dużą, kilkudziesięcioosobową ekspedycją indyjską. Głównym zadaniem badawczym tej wyprawy była analiza rozmieszczenia gatunków glonów, porostów i mchów na Antarktydzie kontynentalnej i na tej podstawie poszukiwanie podobieństw i różnic między zachodnią i wschodnią Antarktyką. Dorobek naukowy wypraw polarnych jest bardzo obszerny; są to zarówno monografie poszczególnych rodzajów porostów, jak i inne publikacje z zakresu lichenologii polarnej. Jedną z ważniejszych jest pierwsza krytyczna lista porostów antarktycznych. Odkryto też i opisano nowe dla nauki gatunki porostów, glonów i innych grup organizmów. Wyniki badań były

prezentowane na licznych międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych.

W 2007 roku odbyła się pierwsza ekspedycja naukowa w góry środkowej Azji, do Tadżykistanu – kraju, w którym góry zajmują aż 93% terytorium. Zachwycające krajobrazy wysokich gór, bogata, nadzwyczaj interesująca flora roślin naczyniowych, a w niej ponad tysiąc gatunków endemicznych, odkrycia nowych taksonów i nie opisanych jeszcze zbiorowisk roślin – to wszystko stało się udziałem młodych botaników z naszego instytutu, którzy wyjeżdżali, w różnym składzie, w góry Pamiro-Ałaju i Tien-Szanu. Marcin Nobis (Ryc. 6), stały uczestnik wszystkich wypraw, pisze o kraju, prowadzonych tam badaniach i o ich efektach w artykule „Na Dachy Świata czyli o przyrodzie i badaniach naukowych w górach środkowej Azji (Pamiro-Ałaj, Tadżykistan)”.



Ryc. 6. Marcin Nobis w Górach Gissarskich, Tadżykistan. Fot. G. Kusza.

Nadal w sferze naszych zainteresowań leży Półwysep Bałkański. Zbigniew Szelański prowadzi od 1997 roku badania taksonomiczno-chorologiczne nad bałkańskimi jastrzębcami (rodzaj *Hieracium*). Ten najbogatszy w gatunki rodzaj roślin okrytonasiennych ma na Bałkanach jeden z najważniejszych ośrodków specjacji. Jastrzębce tu występujące wyróżniają się na tle Europy znacznym udziałem diploidalnych i mocno odrębnych morfologicznie gatunków, co wskazuje na ich reliktowy charakter i zaawansowany wiek filogenetyczny. Najważniejszym wynikiem badań bałkańskich jest opisanie nowych dla nauki gatunków

Hieracium. A. Stachurska-Swakoń ukończyła niedawno studia nad zmiennością genetyczną wybranych gatunków ziołorośli w kilku pasmach górskich Europy, m.in. w leżących na Płw. Bałkańskim Górach Dynarskich oraz w górach Riła i Vitoša.

Na koniec tego przeglądu warto wspomnieć o regularnych, krótszych wyprawach, głównie europejskich. W 2001 r. Sekcja Ogrodów Botanicznych i Arboretów Polskiego Towarzystwa Botanicznego zorganizowała wyjazd do ogrodów botanicznych Czech, w którym wzięli udział przede wszystkim pracownicy polskich ogrodów botanicznych. I tak narodziło się „Seminarium terenowe Sekcji” odbywające się co roku, w którym obok botaników (i amatorów pasjonujących się botaniką) uczestniczą również zoologowie, a czasem osoby towarzyszące. Bezpośrednim organizatorem jest Maria Lankosz-Mróz, zaś opiekunem naukowym – Bogdan Zemanek (Ryc. 7). Kierunek wyjazdów to głównie obszar śródziemnomorski (Grecja – kontynentalna i wyspy, Chorwacja, Włochy – w tym Sycylia i Sardynia, Hiszpania i Portugalia, Korsyka), ale była również wyprawa do Izraela, gdzie obserwować można zarówno roślinność śródziemnomorską, jak i roślinność suchych pustyń. Jeden z wyjazdów



Ryc. 7. Bogdan Zemanek na zboczach Olimpu od strony Litochoro, w głębi szczyt bocznego ramienia masywu. Fot. S. Loster.

prowadził na północ – do Fennoskandii (Norwegia, Szwecja, Finlandia). Ostatnio, w 2012 r. przyrodnicy wyprawili się w okolice podrównikowe – do Meksyku. W sumie odbyło się 18 wypraw. Mają one charakter przyrodniczy – w ich programie jest przede wszystkim poznawanie ogrodów botanicznych, parków narodowych i miejsc interesujących dla botaników. W trakcie przejazdów wygłaszane są krótkie referaty. Dotychczas w wyprawach wzięło udział ponad 800 uczestników. Plonem naukowym seminariów są zbiory zielnikowe (prawie 5 tys. arkuszy), zbiory zoologiczne, kilka publikacji oraz ogromna liczba

zdjęć wykorzystywanych później w wykładach akademickich i odczytach popularno-naukowych, wygłaszanych m. in. na otwartych zebraniach w Ogrodzie Botanicznym UJ.

Uwagi końcowe

Obok publikacji, bardzo ważnym rezultatem oraz dokumentacją odbytych wypraw i mniejszych wyjazdów są zbiory zielnikowe. Stanowią one podstawę dla wielu badań porównawczych, np. z zakresu systema-

tyki roślin, paleobotaniki czy ekologii roślin. Ważne są również dla fitogeografii – nauki, która korzysta z dorobku innych dziedzin botaniki. Doświadczenia oraz dokumentacja, również fotograficzna, zgromadzone podczas naukowych podróży w różne strefy klimatyczne i związane z nimi formacje roślinne, były bez wątpienia cenną pomocą dla autorów dwóch klasycznych podręczników geografii roślin, jakie powstały w ośrodku krakowskim – w 1964 r. W. Szafera oraz J. Kornasia i A. Medveckiej-Kornaś w 1986 i 2002 (II wyd.) roku.

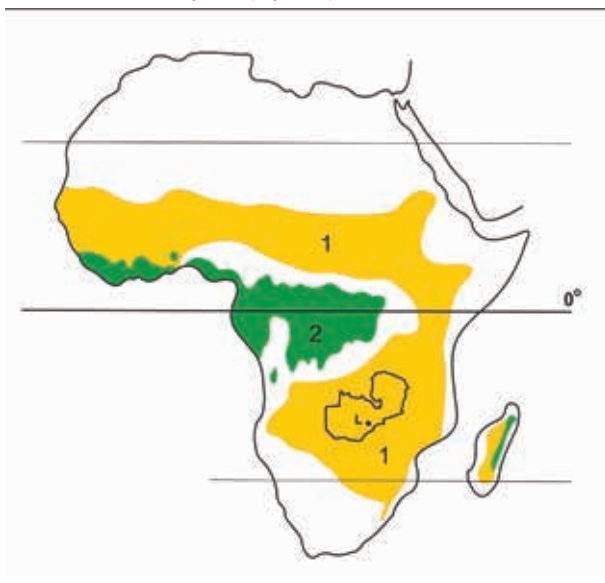
Prof. dr hab. Stefania Loster – Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, e-mail: stefania.loster@uj.edu.pl

W PŁYW POŻARÓW NA ROŚLINNOŚĆ W AFRYCE

Anna Medvecko-Kornaś (Kraków)

Artykuł dedykowany pamięci Jana Kornasia, profesora UJ, przez szereg lat dyrektora Instytutu Botaniki UJ

W wielu okresowo suchych obszarach Ziemi ogień odgrywa ważną rolę, jako czynnik kształtujący roślinność i krajobraz, wpływający na poszczególne gatunki roślin, na życie zwierząt, a w dużym stopniu także na gospodarkę człowieka. Skutki pożarów roślinności obserwować można w pełni w Afryce, zwłaszcza w strefie sawannowej obszaru sudańsko-zambezyjskiego, jaki otacza basen rzeki Konga z tropikalnymi lasami deszczowymi (Ryc. 1).



Ryc. 1. Ogólny obraz rozmieszczenia w Afryce: 1 – sawanny i suchych lasów, 2 – deszczowych lasów tropikalnych; pomiędzy nimi rozciąga się obszar o przejściowym charakterze. Zaznaczono położenie Zambii i Lusaki (L.). (Według A. W. Exell i C. A. Stace 1972, zmienione).

Sawanny – formacje roślinne utworzone przez wysokie trawy, z nielicznymi, pojedynczo stojącymi drzewami i krzewami lub bez nich oraz suche lasy (określane nieraz jako sawannowe) występują m.in. w Zambii położonej w południowo-wschodniej Afryce, skąd pochodzą podane tutaj obserwacje. Autorka miała możliwość przebywania w tym kraju dzięki podjęciu przez męża Jana Kornasia obowiązków profesora w uniwersytecie w stolicy, Lusace. Działo się to niespełna 10 lat po przekształceniu kolonii angielskiej – Rodezji Północnej w niepodległe państwo. Uczelnia działała dobrze, zatrudniała wielu wykładowców z zagranicy. Było spokojnie i bezpiecznie. Główne drogi pozostawały w dobrym stanie, można było nocować pod namiotem w miejscach campingo-



Ryc. 2. Droga przez sawannę (około 100 km na północ od Lusaki); miejscowe dzieci i samochód, którym poruszaliśmy się po Zambii; marzec (koniec pory deszczowej).

wych i w buszu, korzystać z urządzeń dla turystów w parkach narodowych i zwiedzać je indywidualnie (co stwarza inne, szersze możliwości niż zorganizowane

safari). Przejechaliśmy wiele kilometrów (Ryc. 2) zbierając obserwacje i materiały zielnikowe, które znalazły się w Instytucie Botaniki UJ w Krakowie. Wykonaliśmy wiele fotografii i filmów. Jan Kornaś poświęcił specjalną uwagę paprotnikom – ich florze i rozmieszczeniu w Zambii oraz powiązaniu z warunkami ekologicznymi, w wyniku tego powstało ponad 20 publikacji. Drugim przedmiotem zainteresowania (głównie autorki artykułu, ale także J. Kornasia w odniesieniu do paproci) był wpływ ognia na roślinność, obserwowany przez rok po pożarze na przykładowych powierzchniach w sawannie pod Lusaką, a także w wielu innych miejscach. Później w Krakowie badano na okazach zielnikowych ślady działania ognia, widoczne w postaci opalonych, zwęglonych części roślin. Wyniki opublikowano dla przedstawicieli rodziny turzycowatych *Cyperaceae*. Prace dotyczące działania ognia na roślinność pochodzą od licznych autorów z różnych krajów – są one tutaj w miarę potrzeby wykorzystane dla uzupełnienia własnych danych autorki.

Wszystkie fotografie zamieszczone w artykule wykonali A. Medwecka-Kornaś i J. Kornaś.

Warunki powstawania pożarów, ich właściwości i skutki

Pożary powstają w przyrodzie z natury, głównie wskutek wyładowań elektrycznych. W strefie sawannowej Afryki występują nieregularnie i są ograniczone faktem, że burze i uderzenia piorunów występują zwykle w porze deszczowej. Na większą skalę działają pożary wzniecane przez ludzi przypadkowo, przez nieuwagę lub celowo. Prawdopodobnie ogromna większość obszarów sawannowych zawdzięcza swe powstanie i utrzymywanie się stałemu wypalaniu. Termin występowania i intensywność ognia decydują o wzajemnym stosunku przestrzennym trawiastej,



Ryc. 3. Okolice Lusaki, wzgórze „Leopards Hill” pokryte widnym lasem „miombo” i sawanna z wysokimi trawami – widoczne drzewo przeżywające pożary; lipiec – środek pory suchej.

bezdzwonnej sawanny, sawanny z pojedynczymi krzewami i drzewami oraz lasu zrzucającego liście w porze suchej, określanego w Zambii jako „miombo”, mogącego przetrwać łagodne pożary (Ryc. 3).

Optymalne warunki dla powstawania pożarów występują przy opadach 250–1500 mm na rok i okresie suszy trwającym 5–7 miesięcy w roku. Tak jest na omawianych obszarach. Suma roczna opadów w rejonie Lusaki wynosi około 800 mm (z dużymi odchyleniami w poszczególnych latach), a od kwietnia do października niemal zupełnie brak deszczu. Temperatura pod koniec pory suchej dochodzi do ponad 37°C. Biomasa wielu roślin, zwłaszcza okazałych traw, wyprodukowana w porze deszczowej wysycha po jej zakończeniu i staje się łatwopalna. Mieszkańcy położonych na sawannach wioszek zabezpieczają się przed ich spalaniem przez utrzymywanie wśród domów nagiej ziemi (Ryc. 4).



Ryc. 4. Wieś Changa w okolicy rzeki Zambesi – tradycyjne domy, baobab i naga gleba, chroniąca przed pożarem; pora sucha.

Zasięg i intensywność pożaru zależą od prędkości, a zarazem siły wiatru oraz od charakteru i ilości suchej biomasy. Do łatwopalnych należą zwłaszcza trawy, dominujące w formacjach sawannowych, a także na



Ryc. 6. Pożar na trawiastej sawannie koło Lusaki; wrzesień – pod koniec pory suchej.

wilgotnych, ale okresowo suchych łakach „dambo” i przeważnie w runie lasów „miombo”. Wiele spośród

nich osiąga znaczną wysokość i tworzy duże zwarcie. Ważny dla rozmiaru skutków działania ognia jest odstęp czasu pomiędzy jego wystąpieniami i termin pojawiania się. Najmniej niekorzystne efekty wywołują pożary na początku pory suchej, gdy gleba jest jeszcze wilgotna, a drzewa z natury tracą liście. Bardziej szkodliwe jest oddziaływanie ognia pod koniec tej pory, bo wtedy nagromadza się dużo łatwopalnej materii organicznej, a niektóre drzewa rozlistniają się na 1–2 miesiące przed porą deszczową. Fakty te potwierdzają wyniki doświadczeń przeprowadzonych na wybranych powierzchniach w lasach koło Ndola, w środkowej Zambii (Ryc. 5).

Ogień przechodzi przez sawannę zazwyczaj szybko, według niektórych informacji z prędkością 100–300 m na godzinę. Temperatura podnosi się przy tym gwałtownie nawet do kilkuset stopni Celsjusza, ale tylko nad powierzchnią gleby; sama gleba nagrzewa się nieznacznie i do niewielkiej głębokości. Lekki, łagodnie przechodzący ogień (Ryc. 6), częsty na sawannach, może pozostawiać fragmenty roślinności niezniszczone. Nadziemne części gatunków nie drzewiastych spalane są zwykle na wysokości powyżej 1–2 cm. To umożliwia przetrwanie niżej położonych pączków odnawiających, pelzających łodyg, a także nasion i owoców znajdujących się na powierzchni ziemi.



Ryc. 5. Powierzchnie doświadczalne koło Ndola. Formacja trawiasta wypalana późno, utrzymująca się na siedlisku lasu „miombo”, widocznego w głębi; wrzesień – pod koniec pory suchej.

Rośliny, które rosną w miejscach często lub regularnie nawiedzanych przez pożary (Ryc. 7) mają cechy pozwalające na przetrwanie ognia i określane są jako pirofity; termin ten wprowadzili Kunholz-Lordat i Scaett w 1938 r.

Cechy i przykłady pirofitów

Przystosowania pirofitów do przetrwania ognia są rozmaite. Należą do nich: odporność kory, a niekiedy i liści na spalenie; zdolność do odnawiania z nie całkiem

zniszczonych pędów nadziemnych; znaczny rozwój części podziemnych, u niektórych gatunków nawet zdrewniałych, pozwalający na przetrwanie ognia



Ryc. 7. Spalenisko na poletku służącym do obserwacji pod Lusaką. Jan Kornaś filmuje pirofity; sierpień – druga połowa pory suchej.

(a zwykle także i innych niekorzystnych warunków) i dalszy rozwój rośliny po pożarze; odporność nasion i owoców na spalenie; swoiste kiełkowanie nasion (np. pod ziemią), a także zdolność szybkiego rozwoju po ogniu, zanim nastąpi jego powtórne pojawienie.

Pirofity należą do różnych jednostek systematycznych, gatunków, rodzajów i rodzin. Ze względu na cechy ekologiczne można je klasyfikować według ogólnej przyjętej koncepcji Raunkiaera z 1907 r. Zgodnie z nią rozróżnia się formy życiowe roślin na podstawie położenia pączków odnawiających; decyduje ono o możliwości przetrwania niekorzystnych pór roku – zimy lub suszy, ale także i ognia. W obszarach tropikalnych (gdzie klasyfikacja ta była już stosowana) występują jednak niejakie trudności. Sprawia je fakt, że niektóre gatunki mogą rozwijać się w rozmaitych postaciach, np. *Gloriosa simplex* (Liliaceae) jest niewysoką rośliną zielną lub lianą, a *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) obserwowana przez autorkę w północnej Nigerii może być półkrzewem, krzewem, a niekiedy i niewielkim drzewem. Zależy to od właściwości siedlisk oraz od stopnia i charakteru zniszczeń, którym podlegają rośliny. Następny problem to umieszczenie organów podziemnych: kłączy, korzeni, bulw i cebul oraz pączków odnawiających – głębsze w klimatach z zamarzającą glebą, a przeważnie płytsze tam, gdzie wchodzi w grę tylko oddziaływanie ognia i suszy. W tych drugich warunkach rośliny wykazują cechy pośrednie między wyróżnionymi przez Raunkiaera hemikryptofitami i geofitami szcharakteryzowanymi poniżej; można je określić jako płytkie geofity. Na sawannach afrykańskich występują też swoiste rośliny mające zdrewniałe części podziemne, a nad ziemią tylko niewielkie ulistnione pędy zielne, względnie słabo zdrewniałe. F. White (m.in. w książce o florze lasów Zambii z 1962 r.) określa

je jako „geoxylic suffrutices” lub w skrócie „suffrutices”. Są one przedstawione tutaj osobno, chociaż ze względu na położenie pączków odnawiających mogłyby się znaleźć w obrębie niektórych wymienionych poniżej grup roślin, zwłaszcza hemikryptofitów lub geofitów.

Fanerofony czyli jawnopączkowe mają pączki odnawiające powyżej 25 cm nad ziemią; rosną głównie jako krzewy lub drzewa (Ryc. 8). Kora pirofitów należących do tej grupy jest odporna na działanie ognia, a niekiedy odporne są także liście. Niektóre gatunki jak np. *Erythrina tomentosa* (Fabaceae) zakwitają zwykle po pożarze.

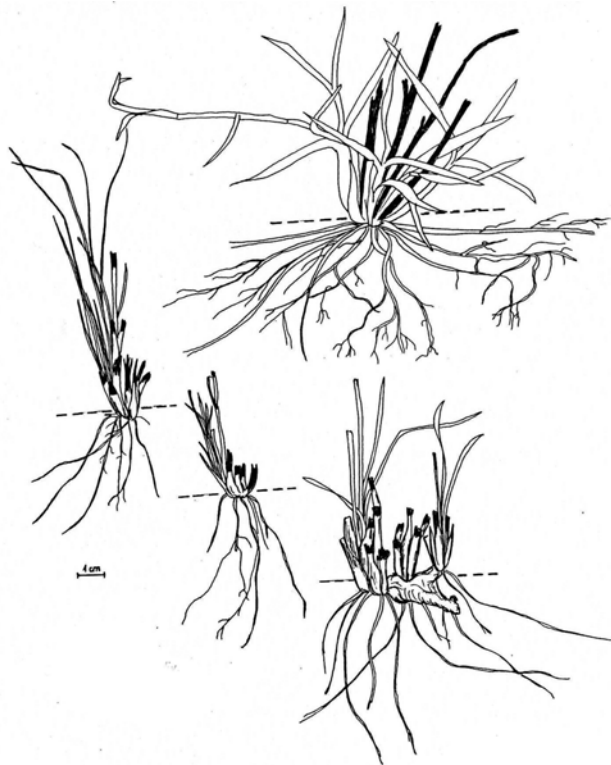


Ryc. 8. Kwitnąca drzewiasta *Erythrina tomentosa* wśród palonych okosowo traw; wrzesień – pod koniec pory suchej.

Chamefony czyli niskopączkowe, to głównie krzewinki z pączkami odnawiającymi poniżej 25 cm nad glebą; jest to wysokość, na której przeważnie oddziałuje ogień. Nie stwierdzono ich w przeprowadzonych obserwacjach, lecz mogą się wykształcać w przedstawionej dalej grupie „suffrutices”.

Hemikryptofity czyli naziemnopączkowe tworzą wśród pirofitów szczególnie liczną w gatunki grupę. Należy do nich większość traw. Pączki odnawiające znajdują się na rozłogach, u podstawy łodygi (żdźbła), często zgrubiałej w dolnej części i otoczonej starymi liśćmi – tuniką. Przeważnie są one jednak umieszczone w przyziemnej kępie niezupełnie spalanych liści i jakby na platformie, utworzonej przez zgrubienie korzeni w górnej ich części (Ryc. 9). Do częstych na sawannach gatunków traw należą w Zambii m.in. *Andropogon schirensis*, *Hipertelia dissoluta*, *Hyparrhenia filipendula* i *Setaria anceps*.

Podobne przystosowania do ognia znaleźć można u sitów, przedstawicieli rodzaju *Scirpus* (Cyperaceae), niektóre z nich mają też cechy zbliżające je do geo-



Ryc. 9. Niektóre cechy traw – pirofitów; kępy liści tylko częściowo spalone, pączki odnawiające powstaną tuż przy ziemi.

fitów. Z roślin dwuliściennych do omawianej grupy należą np. *Triumfetta heliocarpa* (Tiliaceae) (Ryc. 10) o wyraźnie zgrubiałym korzeniu i *Astripomea malvacea* (Convolvulaceae) (Ryc. 11), tworząca kłaczka blisko powierzchni gleby.



Ryc. 10. *Triumfetta heliocarpa*, widoczne miejsce wyrastania pędów nadziemnych i mocno zgrubiały korzeń; wrzesień – druga połowa pory suchej.

Geofity czyli ziemnopączkowe mają w typowym wykształceniu pączki odnawiające na głębokości kilku do kilkunastu cm pod powierzchnią gleby. Zabezpieczenie przed pożarami (i suszą) jest więc bardzo dobre, ale odrastanie pędów nadziemnych trudniejsze

niż u hemikryptofitów. W opisywanych warunkach ta grupa roślin reprezentowana jest przez nieliczne gatunki, nawet jeśli się do niej zaliczy niektóre „suffrutices” i zbliżone do hemikryptofitów geofity płytkie. Należą do nich np. *Urginea* cfr. *indica* (Li-



Ryc. 11. *Astripomea malvacea* kwitnąca tuż przy ziemi; przy braku ognia może tworzyć wzniesione pędy, a nawet być krzewem; wrzesień – druga połowa pory suchej.

liaceae) (Ryc. 12) i pięknie kwitnące *Boophone disticha* (Amaryllidaceae) (Ryc. 13). Cebule tych roślin położone są tuż pod powierzchnią ziemi, powstające w ich obrębie zawiązki pędów znajdują się nieco



Ryc. 12. *Urginea altissima* na świeżym spalenisku – pędy wyrastają ze szczytów cebul widocznych na powierzchni gleby; październik, koniec pory suchej.

głębiej. Typowym geofitem jest *Gloriosa superba* (Liliaceae) wytwarzająca kłaczka z bulwiastymi zgromieniami, stwierdzonymi przez autorkę na głębokości 7–11 cm.

„*Geoxylic suffrutices*” („suffrutices”) – pirofity o zdrewniałych częściach podziemnych, nie są rzadkie na wypalanych sawannach i mogą utrudniać zaorywanie tych terenów. Ich przykładem jest *Cryptosepalum maraviense* (Fabaceae) (Ryc. 14 i 15), roślina wytwarzająca kępę liści na powierzchni ziemi i zdrewniały, mocny korzeń określany jako pień podziemny. Należą tutaj także m.in. *Cussonia corbisieri* (Araliaceae), *Combretum platycephalum* (Combretaceae), *Ochna* cfr. *angustifolia* (Ochnaceae) (Ryc. 16) i *Gardenia subacaulis* (Rubiaceae). *Gardenia* ma zdrewniałe kłaczka i owoce odporne na ogień (Ryc. 17). Jej kwiaty rozwijają się zaraz po pożarze i kwitnienie trwa długo, także w porze deszczowej (Ryc. 18).

Terofity – rośliny krótkotrwale, przeżywają porę niekorzystną i działanie ognia tylko w postaci nasion lub owoców. Na obserwowanych sawannach takich gatunków było bardzo niewiele, należała do nich np. nieduża *Polygala petitiiana* (Polygalaceae).

Fazy rozwoju roślinności po pożarach

W wyniku pożaru następuje usunięcie suchej masy traw i nagła zmiana warunków lokalnych: wzrost dostępu światła, wiatru i deszczu do powierzchni gruntu; powstają inne układy konkurencyjne między gatunkami i inne są właściwości środowiska życia zwierząt; mogą się rozwijać rośliny światłolubne; przylatują owady zapylające kwiaty; ułatwione jest rozsiewanie niektórych gatunków przez wiatr i odrastanie traw. Ma miejsce też uruchomienie i przyspieszenie krążenia w ekosystemie niektórych pierwiastków odżywczych dla roślin, przechodzących z popiołu do gleby. Zwiększa się jednak także możliwość erozji, powodującej rozmywanie gruntu.

Można wyróżnić 3 zasadnicze etapy następujących po sobie zmian.

1. Wczesne stadium rozwoju roślinności w 1–2 miesięcy po pożarze. Na powierzchni gleby widoczny jest popiół, a wiele roślin zakwita, przeważnie przed wytworzeniem ulistnionych pędów, niektóre wytwarzają już owoce. Trawy, zwłaszcza mające przyziemną kępę liści, są zwykle spalone tylko częściowo i pod ich osłoną szybko rozwijają się młode liście, spalenisko się zazielenia, z czego korzysta pasąca się zwierzyna (lub zwierzęta domowe).

2. Stadium pełnego rozwoju traw – przypada w połowie pory deszczowej, w Zambii w styczniu lub w lutym. Powierzchnia gleby pokryta jest wtedy gęstą roślinnością, zdominowaną przez kwitnące i owocujące trawy dochodzące nierzadko do wysokości ponad 2 m. Wiele roślin dwuliściennych, niskich w czasie kwitnienia ma teraz znaczne rozmiary łodyg i rozwinięte liście.

3. Okres stopniowego wysychania roślinności w porze suchej, zaczynającej się w Zambii od kwietnia, przerywany zazwyczaj wystąpieniem poża-

innych czynników, zwłaszcza okresów suszy, wysokich temperatur wynikających z cech klimatu, ubóstwa gleb w niektóre składniki, a także wpływu na



Ryc. 13. *Boophone disticha* – kwiatostany rozwijające się przed rozwojem liści; grudzień, pora deszczowa.

ru. Tylko niektóre rośliny zachowują zielone liście i kwiaty do pojawienia się ognia, gleba jest całkowicie zacieniona przez gęsto stojące, obumarłe pędy traw.

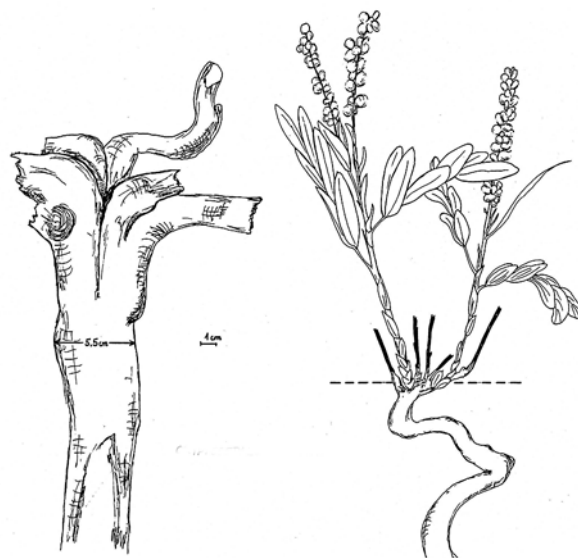
rośliny spasaniane przez zwierzęta tworzące duże stada, co istniało już przed rozwojem pasterstwa, związane z gospodarką człowieka.



Ryc. 14. *Cryptosepalum maraviense* – przykład „geoxylic suffrutex” – kwiaty i kępy liści niszczone w czasie pożarów; wrzesień – pod koniec pory suchej.

Uwagi na temat adaptacji i ewolucji pirofitów

Swoiste cechy pirofitów, zwłaszcza „zejście pod ziemię” – rozbudowanie tam części trwałych (u wielu roślin gromadzących substancje odżywcze i wodę), mogą wytwarzać się pod wpływem pożarów, ale też



Ryc. 15. Podziemny pień *Cryptosepalum maraviense*, nowe pędy i resztki spalonych łodyg.

Na obszarach Afryki, na których wypalana jest roślinność występują tylko pirofity. Inne gatunki nie wykazujące odpowiednich adaptacji są eliminowane przez ogień, będący wyraźnie czynnikiem selekcji.

Interesujący jest fakt istnienia gatunków spokrewnionych, należących do tego samego rodzaju, z których jedne są pirofitami, najczęściej z grupy suffrutices, a inne mają zupełnie odmienną postać. Przykładem



Ryc. 16. *Ochna angustifolia* („geoxylic suffrutex”) z owocami, na spalenisku. Do tego rodzaju należą też krzewy i drzewa; wrzesień, pod koniec pory suchej.

może być para: przedstawiona już, maleńka *Gardenia subacaulis* na spaleniskach i okazały krzew *Gardenia*



Ryc. 17. Owoc *Gardenia subacaulis*, odporne na działanie ognia; początek wrzesnia – pora sucha.

jovis-tonantis (Ryc. 19) w miejscach nie wypalanych. Niektóre inne suffrutices np. *Combretum platycephalum* i *Ochna angolensis* mają odpowiedniki w postaci rozmaitych gatunków krzewów i drzew, a nawet zdrewniałej liany, m.in. w bardziej wilgotnych niż „miombo” lasach nadrzecznych.

Rośliny o cechach pirofitów spotyka się niekiedy także poza spaleniskami, np. na piaszczystych wydmach, czy na odsłoniętych obrzeżach dróg; w takich przypadkach trzeba uznać, iż ich postać jest utrwalona. Ewolucje pirofitów można obserwować jakby na żywo wtedy, gdy ich cechy są przejściowe, wymuszane przez pożary. Tak np. niewielki suffrutex *Ochna angustifolia* przy braku ognia rozwija się jako krzew dochodzący do 2 m wysokości. Niektóre gatunki

mające podziemny pień i jedynie kępę liści lub niskich pędów nad ziemią, wyrastają jako drzewo wówczas, gdy nie są narażone na pożary. Na uwagę zasługuje także fakt, iż rytmika rozwoju pirofitów jest bardziej



Ryc. 18. *Gardenia subacaulis* – kwiaty i liście rośliny w porze deszczowej.

związana z terminami wystąpienia ognia, niż z porami roku. Wiele danych wskazuje zatem, że ogień miał szczególne znaczenie w ewolucji roślin sawanowych, w której wyniku rozwinęły się pirofity.



Ryc. 19. Krzewiasta *Gardenia jovis-tonantis* rosnąca w miejscach nie wypalanych, koło Jeziora Alau w Nigerii. Maj, w tamtym regionie początek pory deszczowej.

Rola ognia w gospodarce człowieka i ochronie przyrody

Ogień jest niewątpliwie czynnikiem niebezpiecznym, mogącym powodować duże szkody także w przyrodzie, zwłaszcza w terenach gdzie roślinność nie jest przystosowana do pożarów, które pojawiają się tylko sporadycznie. W Afryce człowiek od bardzo dawna używał ognia w swej gospodarce. Jak stwierdzili archeolodzy, posługiwał się nim już we wczesnej epoce kamiennej, więc tysiące lat temu. Celem było ułatwienie polowań, później też uzyskanie terenów dla pasterstwa, a następnie także dla rolnictwa.

Dążono przy tym zarówno do powstania otwartych formacji roślinnych w miejsce zarośli i lasów, jak uzyskania w okresie suszy młodych pędów traw i zielonych pastwisk. Te ostatnie korzyści brane są pod uwagę w ochronie przyrody m. in. w parkach narodowych Afryki, zgodnie z ogólną tendencją przechodzenia od form ochrony biernej do czynnej. Wchodzą przy tym w grę pożary kontrolowane, stosowane na ograniczonej przestrzeni, ale ułatwiające zwierzętom roślinożernym przetrwanie okresu, gdy brak wody, a trawy bez wypalania są suche i bez wartości.

W miarę wzrostu gęstości zaludnienia i rozwoju rolnictwa następuje ograniczanie terenu sawann i rola ognia w przyrodzie maleje; mniejsza jest np. w gęsto zaludnionej północnej Nigerii (co autorka obserwowała), niż w posiadającej więcej terenów naturalnych Zambii. Trzeba podkreślić, iż pirofity, gatunki roślin o swoistych cechach, przeważnie ozdobnie kwitnące, zasługują na uwagę, a w przypadku daleko idącego ograniczania terenów ich występowania, być może także na ochronę czynną, obejmującą wybrane powierzchnie.

Prof. dr Anna Medwecka-Kornaś, członek czynny PAU, członek honorowy Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, jest emerytowanym profesorem w Instytucie Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: ubmedwec@cyf-kr.edu.pl

NA DACHU ŚWIATA – O PRZYRODZIE I BADANIACH NAUKOWYCH W GÓRACH ŚRODKOWEJ AZJI (PAMIRO-AŁAJ, TADŻYKISTAN)

Marcin Nobis (Kraków)

Siedzieliśmy zażenowani i zrezygnowani w parku miejskim w Duszanbe w Tadżykistanie. Pod koniec maja 2007 roku przyjechaliśmy na ekspedycję botaniczną w górskie serce Azji. Wyglądało jednak na to, że spędzimy trzy tygodnie blakając się po mieście, gdyż nie stać nas na zapłacenie horrendalnych stawek (20–30 razy większych niż w Polsce) za wynajem środka transportu. I pewnie bym w to nie uwierzył, gdybym sam tego nie doświadczył – ale nagle podeszło do nas dwóch młodych mężczyzn, którzy powiedzieli nam gdzie iść i jakie stawki negocjować za wynajem samochodu. W końcu, po przejściach z ustalaniem ceny, pojechaliśmy Wołgą w „nasze” góry. Samochodem tym jechaliśmy w sześć osób (plus bagaże). W tej części świata wszystko wydawało nam się trochę dziwne, niemniej jednak po przejechaniu kilkudziesięciu kilometrów (i nieodzownym tankowaniu paliwa, na nasz koszt oczywiście), nazbyt już dziwne wydało nam się to, że cały czas jedziemy na pierwszym biegu. Zapytałem naszego szofera Fajzilija, czy wszystko w porządku z nim i z autem, a ten z azjatycką radością i uśmiechem odpowiedział *da, vsio normalna*, tylko...skrzynia się zakleszczyła. A przed nami była przecież przełęcz Anzob na wysokości ok. 3000 m n.p.m! Dystans 140 kilometrów zajął nam siedem pełnych wrażeń godzin jazdy. Wrażeń zarówno tych pozytywnych (krajobrazy tych gór), jak i tych pozytywnych trochę mniej (stan i jakość dróg oraz naszego samochodu). Do celu naszej podróży,

Jeziora Iskanderkul, dotarliśmy szczęśliwie, lecz niestety już późnym wieczorem. Miejsce to, jak słyszeliśmy i czytaliśmy, miało być wyjątkowe pod każdym względem: urody krajobrazu, roślinności oraz bogactwa gatunków roślin. A my, korzystając z latarek mogliśmy tylko popatrzeć co rośnie wokół naszej bazy. Czuliśmy wielki niedosyt. Nazajutrz wstaliśmy wcześniej by móc zobaczyć gdzie właściwie jesteśmy i co to za miejsce. Po wyjściu przed Jezioro Iskanderkul oniemieliśmy. Zobaczyliśmy jezioro otoczone wysokimi, skalistymi ścianami szczytów Gór Gissarskich i Zerawszańskich (Ryc. 1), pokrytych odbierającą dech roślinnością górskich muraw stepowych o bajecznej kolorystyce oraz rozciągającymi się nad nimi, rozczłonkowanymi pasmami luźnych lasów jałowcowych. W strefach przybrzeżnych, w ujściach rzek, występował piękny las łęgowy z dominacją topoli talasskiej *Populus talassica*. Cisnęły się na usta tylko słowa „o rany, ależ tu pięknie!”. Pomyśleliśmy wtedy, że jeśli nawet mieszkający tu ludzie będą już zawsze kojarzyć się nam z magicznym „100 baksów” za wynajem samochodu, to i tak warto było. Oczywiście, jak w każdym kraju, tak i w Tadżykistanie ludzie są różni, nie tylko ci nastawieni wyłącznie na duży, jednorazowy zysk z turystów zagranicznych. My też w końcu trafiliśmy na takich, z którymi przyjaźnimy się do dzisiaj i chętnie spotykamy się z nimi w czasie naszych ekspedycji.

Ludzie mieszkający w górskich rejonach Tadżykistanu są w większości ubodzy, a jednocześnie w większości także bardzo gościnni i serdeczni. Wiele razy musieliśmy odmawiać wielokrotnym zaproszeniom na *czaj* (herbatę) lub *czakę* (rodzaj kwaśnego

n.p.m. Południe kraju jest pod wpływem klimatu subtropikalnego, natomiast część północna i wschodnia pod wpływem klimatu kontynentalnego. W części subtropikalnej średnie temperatury w czerwcu wynoszą nieco ponad 30°C, a roczne opady są tu mniej-



Ryc. 1. Jezioro Iskanderkul. Fot. M. Nobis.

mleka) z kilku powodów. Główne były dwa – takie zaproszenie wiązało się z 1–2 godzinnymi rozmowami, skądinąd bardzo przyjemnymi, ale burzyło to nasz misternie układany plan dnia; poza tym, aby nie urazić gospodarza, bardzo niezręcznie było odmawiać zjedzenia *czaki*, którą nas częstowano, a po jej spożyciu mogły pojawić się, delikatnie mówiąc, reperkusje trawienne. Jednak zawsze ujmuje i wzrusza nas to, że ci ludzie, ubodzy mieszkańcy górskich osad, nigdy nie sprzedali nam chleba, a dokładniej *lepioszki* (rodzaj chleba, przypominającego okrągłą macę, wyrabianą z mąki, wody i tłuszczu, bez dodatku drożdży). Według nich wiele rzeczy człowiek może sprzedać, ale oni chleba nie sprzedają, chleb jest dla nas za darmo!

Położenie kraju

Tadżykistan leży w środkowej Azji, obejmuje powierzchnię 143 500 km² (Ryc. 2). Jest to kraj typowo górski, położony pomiędzy 300 i 7495 m n.p.m. Ponad połowa jego obszaru znajduje się powyżej 2500 m

szcze niż 200 mm. W strefie kontynentalnej, w obrębie rozległych i wysokich masywów górskich, klimat jest dużo ostrzejszy, średnia temperatura lipca wyno-



Ryc. 2. Położenie Tadżykistanu w środkowej Azji.

si około 14°C. W Murgab, na terenie wschodniego Pamiru, notowane są najniższe temperatury zimy, ok. -47°C. Roczne opady sięgają od około 70 mm w Pamirze do około 400 mm w Górach Gissarskich.

Dolna granica wiecznego śniegu w zachodniej części kraju przypada na wysokość około 3500–3600 m, podczas gdy na wschodzie to 5800 m n.p.m.

Tadżykistan jest zamieszkały przez 7,5 mln ludzi, z najwyższym zagęszczeniem populacji w zachodniej, mniej górskiej części jego terytorium. Generalnie, jest to kraj rolniczy, więcej niż 70% ludności wiejskiej znajduje zatrudnienie właśnie w rolnictwie. Podkreślić jednak należy, że grunty orne zajmują stosunkowo niewielką powierzchnię. Z reguły pola są niewielkie, występują przede wszystkim w dolinach rzek. Natomiast szczątkowo występujące tam lasy zajmują tylko około 1,5% powierzchni kraju.

Najwyższy i najbardziej rozległy jest masyw Pamiru. Góry te, nazywane także jak i Himalaje „dachem świata”, zajmują całą wschodnią część kraju. Najwyższy szczyt Pamiru, Pik Ismaila Somoniego wznosi się na 7495 m n.p.m. W Pamirze występuje też jeden z najdłuższych lodowców górskich Azji – Lodowiec Fedchenki (około 70 km długości). Warto w tym miejscu też wspomnieć o polskich tradycjach badawczych tego regionu, do których waleń przyczynił się geograf i przyrodnik, generał Bronisław Grabczewski (B.L. Grombchevskii) (1855–1926). Wniósł on znaczący wkład w poznanie geografii gór środkowej Azji, zwłaszcza Tien-Szanu i Pamiru.

Dlaczego góry środkowej Azji?

Góry środkowej Azji uznane są przez Conservation International za jeden z 34 tzw. gorących punktów bioróżnorodności (ang. *hotspots of biodiversity*) – najważniejszych pod względem zróżnicowania gatunkowego obszarów na świecie. Tadżykistan, ze swoją wyjątkową lokalizacją na granicy strefy subtropikalnej i umiarkowanej, jak również znacznym zróżnicowaniem wysokościowym, jakie ma miejsce w Pamiro-Ałaju i Tien-Szanie, jest częścią tego światowego punktu bioróżnorodności, przez co stanowi idealne miejsce dla badań botanicznych.

W Tadżykistanie stwierdzono ponad 4500 gatunków roślin naczyniowych, a liczba ta wciąż nie jest ostateczna. W ostatnich latach opisanych zostało wiele nowych dla nauki gatunków roślin zebranych na tym obszarze. Występujące tu rośliny należą do około 120 rodzin, z których najbogatsze w gatunki są: astrowate (*Asteraceae*), bobowate (*Fabaceae*), wiechlinowate (*Poaceae*), kapustowate (*Brassicaceae*) i selerowate (*Apiaceae*). Bogactwem gatunkowym imponują także niektóre spośród niemal 1000 znanych tu rodzajów, np. traganek *Astragalus* (276 gatunków), kusinia *Cousinia* (121), czosnek *Allium* (100), mniszek *Taraxacum* (60), czy ostrołódka *Oxytropis*

(58). Interesujące jest również to, że 1468 gatunków, czyli aż około 30% roślin naczyniowych znanych z Tadżykistanu, jest ogólnie uznawanych jako krajowe endemity. Z tego, kryteria endemitów *sensu stricto* (gatunków występujących tylko w Tadżykistanie i nigdzie indziej na świecie) spełniają 1192 gatunki, a do subendemitów (gatunków występujących w Tadżykistanie i jego bliskim sąsiedztwie, na terenie krajów ościennych) należą dalsze 294 gatunki. Największa różnorodność gatunków endemicznych notowana jest w rodzinach: bobowatych, astrowatych, jasnotowatych (*Lamiaceae*), selerowatych, liliowatych (*Liliaceae*) i kapustowatych (Tab. 1). Do najbogatszych w gatunki endemiczne należy rodzaj traganek, obejmujący 173 taksony. Liczne endemity odnotowano także w rodzajach kusinia, czosnek, ostrołódka i lepnica *Silene*. Najbogatsze pod względem liczby gatunków endemicznych są zachodnie części Gór Zerawszańskich (409 taksonów) i Gór Gissarskich (402 taksony), położone w zachodnim Tadżykistanie.

Tabela 1. Bogactwo taksonomiczne i stopień endemizmu najliczniejszych rodzin flory naczyniowej Tadżykistanu.

Rodzina	Liczba gatunków	Liczba rodzajów	Liczba endemitów
<i>Astrowate Asteraceae</i>	660	118	250
<i>Bobowate Fabaceae</i>	520	40	297
<i>Wiechlinowate Poaceae</i>	334	91	66
<i>Kapustowate Brassicaceae</i>	248	85	73
<i>Jasnotowate Lamiaceae</i>	196	38	98
<i>Selerowate Apiaceae</i>	171	66	77
<i>Różowate Rosaceae</i>	132	27	46
<i>Goździkowate Caryophyllaceae</i>	152	26	69
<i>Komosowate Chenopodiaceae</i>	144	39	27
<i>Ogórecznikowate Boraginaceae</i>	130	32	43

Ta niesamowita różnorodność gatunków roślin naczyniowych wynika także z bogactwa różnorodnych typów roślinności. Metody badań szaty roślinnej na obszarze byłego ZSRR wyraźnie odbiegały od tych stosowanych w środkowej i zachodniej Europie. Jednostki roślinności wyróżniane były na podstawie gatunku dominującego lub powtarzalnych zestawów gatunków, jednak bez tworzenia systemu opartego na gatunkach charakterystycznych i wyróżniających,

jak tego wymaga metoda stosowana przez europejską szkołę Braun-Blanqueta. Mimo to, poniżej przedstawiam krótką charakterystykę kilku podstawowych typów roślinności Tadżykistanu:



Ryc. 3. Las orzechowy w Górach Gissarskich. Fot. M. Nobis.

Lasy orzechowo-klonowe (mezotroficzne lasy liściaste), zwane są inaczej lasami wielkolistnymi. Zajmują siedliska stosunkowo ciepłe oraz niezbyt suche i odpowiadają lasom grądowym Środkowej Europy. W ich obrębie wyróżnia się drzewostany z dominacją klonu turkestańskiego *Acer turkestanicum*, a także lasy z orzechem włoskim *Juglans regia* (Ryc. 3). W runie często masowo występują niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora*, podagrycznik tadżycki *Aegopodium tadjikorum* i kupkówka pospolita *Dactylis glomerata*. Wśród lasów szerokolistnych



Ryc. 4. Łęg topolowy z topolą talasską. Fot. M. Nobis.

wyróżnia się także zbiorowisko z jabłonią Seversa *Malus sieversii*, w którym jako domieszka występuje orzech *Juglans regia* i ałyczka *Prunus cerasifera*. W dolinach rzek rosną rzadkie lasy platanowe, z dominującym w drzewostanie platanem wschodnim *Platanus orientalis* i z takimi gatunkami w runie, jak wiechliną gajową *Poa nemoralis* czy kłosownica leśna *Brachypodium sylvaticum*.

Lasy łęgowe zwane są też lasami drobnolistnymi, białolesami, lasami letnimi lub też lasami zrzucającymi liście na zimę. Tworzą je różne, raczej wilgociolubne drzewa i krzewy. Formacja ta występuje w wielu regionach Tadżykistanu. W jej obrębie wyróżniono szereg oddzielnych zbiorowisk. Nad rzekami i potokami rozwijają się brzeziny budowane głównie przez różne gatunki z rodzaju topola *Populus*, brzoza *Betula* i wierzba *Salix* (Ryc. 4). Natomiast w dolinach rzek zachodniego Pamiru, na wysokości ok. 2000–3000 m n.p.m., spotykane są łęgi z topolą pamiorską *Populus pamirica*.

Szibliak to sucholubne zbiorowiska niskich drzew i krzewów zrzucających liście na zimę, tworzących zarośla o niewielkim zwarcie (10–20%). Rozwijają się one w regionach z długimi, gorącymi latami oraz krótką i chłodną zimą. Charakterystyczne dla tego zbiorowiska, jest jego zamieranie w lecie, objawiające się niemal całkowitym zasychaniem roślin runa oraz zrzucaniem liści przez drzewa i krzewy. Szibliak tworzą przede wszystkim różne gatunki krzewów, m.in. migdały, pistacje, wiśnie i klony.

Lasy jałowcowe są to zbiorowiska zimnolubnych, zimozielonych widnych lasów lub zarośli z przewagą różnych gatunków jałowców *Juniperus*. Te luźne, niskie drzewostany występują w średnich i wysokich górach. Wyróżnia się w ich obrębie trzy podtypy: (1) ciepłolubne, występujące na wys. 1000–2500 m n.p.m., budowane są głównie przez jałowiec zerawszański *Juniperus seravschanica*; (2) widne lasy utworzone głównie przez jałowiec turkestański *J. turkestanica* oraz jałowiec półkolisty *J. semiglobosa*; ten typ roślinności zajmuje najczęściej północne skłony grzbietów, na wysokości ok. 2200–3000 m n.p.m. (Ryc. 5); (3) niskie zarośla z dużym udziałem jałowca syberyjskiego *J. sibirica*, które spotyka się w wyższych położeniach, głównie na północnej i środkowej części kraju.

Pustynie i półpustynie porastają zbiorowiska kserofitów osiagających pełnię rozwoju w okresie letnio-jesiennym, z często występującym aspektem wczesnowiosennych geofitów, czyli roślin których pączki odnawiające przeżywają niekorzystny okres ukryte głęboko w ziemi. W Tadżykistanie pustynie dzielone są najczęściej na 3 typy: pustynie subtropikalne,

pustynie średnich położen górskich oraz pustynie wysokogórskie. Dla wszystkich charakterystyczny jest znaczący udział różnych gatunków bylic *Artemisia* oraz gatunków traw, głównie z rodzaju ostnica *Stipa*.



Ryc. 5. Piętro lasów jałowcowych w Górach Turkestańskich. Fot. M. Nobis.

W regionie wschodniego Pamiru występują zwirowe pustynie wysokogórskie (Ryc. 6), z udziałem np. ostnicy kamiennej *Stipa glareosa* czy ostnicy wschodniej *S. orientalis*.



Ryc. 6. Wysokogórska pustynia zwirowa we wschodnim Pamirze. Fot. M. Nobis.

Stepy to formacja złożona przeważnie z zimno- i sucholubnych, wieloletnich roślin zielnych, a czasem także krzewinek oraz półkrzewów, wykształcająca się w strefie z dobrze zaznaczającym się okresem zimowego spoczynku. Występuje ona głównie na wysokościach 900–2600 m n.p.m. (4200 m n.p.m. w Pamirze). Jest to jeden z bogatszych w gatunki roślin naczyniowych typów roślinności Tadżykistanu. Można wyróżnić następujące typy stepów: kwietny (łąkowy), z dużą ilością bylin; ostnicowy, zdominowany przez trawy (Ryc. 7); step bylicowy oraz step suchy stanowiący przejście do półpustyń i pustyń chłodnych. W trakcie okresu wegetacyjnego można zaobserwować szereg zmian fizjonomicznych roślinności stepów, co ujawnia się zmianą ich kolorytu

(zwłaszcza w przypadku stepów kwietnych). Wiąże się to z kwitnieniem różnych gatunków roślin w poszczególnych porach sezonu wegetacyjnego.



Ryc. 7. Step ostnicowy w Górach Turkestańskich. Fot. M. Nobis.

Łąki to zbiorowiska utworzone przez wieloletnie rośliny o umiarkowanych wymaganiach wilgotnościowych i termicznych, rozwijające się przeważnie w dolinach rzek. Generalnie na obszarze Tadżykistanu wyróżnia się niskie łąki alpejskie, średniowysokie łąki subalpejskie oraz wysokie łąki występujące w nieco niższych położeniach górskich oraz na pogórzu.

Zbiorowiska wodne rozwijają się w dolinach rzek oraz w starorzeczach i sztucznych zbiornikach. Tworzą je m.in. gatunki z rodzaju rdestnica *Potamogeton*, stuckenienia *Stuckenia* (Ryc. 8), wywłócznik *Myriophyllum* czy jeziorza *Najas*. Wydzielane są tu także tzw. „trawianniste bołota” – czyli **szuwary**, występujące



Ryc. 8. Roślinność wodna, dominuje stuckenienia tępolistna (*Stuckenia amblyphylla*), Góry Zerawszańskie. Fot. M. Nobis.

w strefie brzegowej różnych zbiorników wodnych, a także w miejscach zabagnionych w dolinach rzek. Do głównych gatunków tworzących takie zbiorowiska należą: trzcina pospolita *Phragmites australis*, pałka wąskolistna *Typha angustifolia*, pałka Laxmannia *T. laxmannii*, oraz niektóre gatunki turzyc *Carex*.

Zbiorowiska naskalne zostały opisane z obszaru Tadżykistanu w sposób bardzo ogólny. Nasze wstępne badania wskazują, że ten typ roślinności obfituje w wiele rzadkich i endemicznych gatunków, wybitnie związanych ze szczelinami i półkami skalnymi, tworzących unikatowe, nie znane jak dotąd zespoły roślinne. Do gatunków występujących na takich siedliskach należą m.in.: dionysia okrywowa *Dionysia involucrata*, dzwonek Lehmana *Campanula lehmanniana*, dzwonek szarawy *C. incanescens*, parietaria judajska *Parietaria judaica*, ostnica zerawszańska *Stipa zeravshanica* oraz różne gatunki z rodzajów lepnica *Silene* (Ryc. 9) i tarczyca *Scutellaria*.

dr Maciej Kozak, dr hab. Joanna Zalewska-Gałosz, dr hab. Szymon Zubek, dr Piotr Mleczo, mgr Tomasz Kowalczyk, mgr Ewelina Klichowska, mgr Kaja Rola), Uniwersytetu Opolskiego (dr hab. Arkadiusz Nowak, dr Sylwia Nowak, dr Grzegorz Kusza, dr Izabela Czerniawska-Kusza, mgr Małgorzata Gębala, dr Tomasz Ciesielczuk, dr Tomasz Blaik), Polskiej Akademii Nauk (dr Marcin Piątek, mgr Maciej Krzyżowski), Uniwersytetu w Ostrawie (Czechy) (dr Vítězslav Plášek) oraz Uniwersytetu Narodowego w Duszanbe (Tadżykistan) (prof. Immom Kudratov, dr Dilshoda Yakubova), Kirgizkiej Akademii Nauk (dr Georgy Lazkov) i Uzbeckiej Akademii Nauk



Ryc. 9. Lepnica samarkandska (*Silene samarkandensis*) w Górach Zerawszańskich. Fot. M. Nobis.

Wyprawy

Nasze coroczne ekspedycje naukowe na terenie gór Pamiro-Ałaju i sąsiadujących z nimi gór Tian-Szanu są prowadzone od 2007 roku. W ciągu siedmiu lat odbyło się kilkanaście ekspedycji do Azji Środkowej. W kolejnych latach skład ekipy badawczej zmieniał się, jednak ich stałymi członkami spośród botaników pozostali Marcin Nobis oraz Arkadiusz Nowak (Ryc. 10). W skład ekip badawczych lub w opracowaniu zgromadzonych danych wzięli udział specjaliści z wielu dziedzin i jednostek naukowych zarówno z Polski jak i z zagranicy, należą do nich m.in.: naukowcy z Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego (dr Marcin Nobis, dr Agnieszka Nobis,



Ryc. 10. Uczestnicy wyprawy do Tadżykistanu w 2007 r., Góry Gissarskie, od lewej: Marcin Nobis, Arkadiusz Nowak, Grzegorz Kusza i Maciej Kozak.

(dr Furkat Khassaov, dr Komojon Tobaev). Wyprawy badawcze odbywają się m.in. na podstawie porozumienia podpisanego pomiędzy Uniwersytetami Jagiellońskim i Narodowym (Duszanbe). Oficjalne podpisanie tego porozumienia odbyło się w 2010 roku, w trakcie wizyty delegacji z Uniwersytetu Jagiellońskiego pod przewodnictwem ówczesnego prorektora, prof. dr hab. Szczepana Bilińskiego, z udziałem prof. dr hab. Stefana Skiby, dr Marcina Nobisa i dr Arkadiusza Nowaka.

Badania naukowe

Badania prowadzone przez pracowników Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, dotyczą przede wszystkim zróżnicowania flory i roślinności tego obszaru. W efekcie prowadzonych badań opublikowanych zostało kilkanaście prac naukowych oraz cztery monografie. Opisanych zostało kilkadziesiąt nowych dla nauki zespołów roślinnych, kilka gatunków roślin naczyniowych (głównie z rodzaju ostnica



Ryc. 11. Atlasy roślin naczyniowych Tadżykistanu. Fot. M. Nobis.

Stipa), dwa gatunki grzybów głowniowych (z rodzaju *Anthracoidea*), a także wykonano po raz pierwszy w środkowej Azji badania dotyczące endemikoryz endemicznych gatunków Tadżykistanu. Kolejne prace są w druku lub w trakcie przygotowań. Na uwagę zasługuje 3-tomowy *Atlas roślin naczyniowych Tadżykistanu* (Ryc. 11) zawierający opisy gatunków, mapy ich rozmieszczenia w Tadżykistanie oraz kolorowe, oryginalne fotografie roślin obrazujące szczegóły ich morfologicznej budowy oraz cechy istotne taksonomiczne, pozwalające na ich identyfikację i rozróżnienie (Ryc. 12). Niejednokrotnie są to pierwsze zdjęcia gatunków rzadkich i/lub endemicznych w tej części Azji, niedostępne w innych tego typu opracowaniach bądź w Internecie. Stąd też mają wartość zarówno dydaktyczną, jak i naukową. Warto dodać, że nasz *Atlas* spotkał się z dużym zainteresowaniem botaników z różnych krajów Europy i Azji, co inspiruje nas do przygotowania kolejnych jego tomów.

Kolejnymi badaniami, wartymi podkreślenia, są badania taksonomiczne nad rodzajem ostnica *Stipa*, prowadzone zarówno w sposób klasyczny, jak i z wykorzystaniem nowoczesnych metod badawczych. Jak dotąd, ukazało się kilkanaście prac dotyczących tego



Ryc. 12. Przykładowa strona z *Atlasu* z opisem zimowita Kesslinga (*Colchicum kesslingii*). Fot. M. Nobis.

rodzaju, opisanych zostało kilka nowych gatunków, a kolejne prace są w trakcie przygotowań. Jednym z nowo opisanych gatunków jest ostnica zerawshańska (*Stipa zeravshanica* M. Nobis), gatunek endemiczny dla gór zachodniego Pamiro-Ałaju (Ryc. 13), rosnący w obrębie szczelin i półek skalnych na bardzo stromych ścianach przełomów większych rzek, jak Jagnob, Iskanderdaria, Pasruddaria czy Arczmaidan. Jest on też głównym składnikiem opisanego przez nas naskalnego zespołu roślinnego *Asperulo albiflorae-Stipetum zeravshanicae* M. Nobis, A. Nowak et A. Nobis 2013.

Zakończenie

Przygody są nieodzownym elementem każdej z wypraw terenowych w górach Azji. Właściwie każdy dzień takich wypraw przynosił nowe wrażenia,

zarówno te związane z odkrywaniem gatunków roślin, ich zbiorowisk, niesamowitych krajobrazów, jak



Ryc. 13. Ostnica zerawszańska (*Stipa zeravshanica*) – ogólny pokrój oraz ość (w prawym dolnym rogu). Fot. M. Nobis.

i te związane ze zwykłą codziennością, obserwacją życia tamtejszych mieszkańców, przeprowadzonymi rozmowami, podróżą, o których można by długo opowiadać. Podczas swoich wypraw mieliśmy szczęście zobaczyć także wiele pięknych miejsc. Do najbardziej fascynujących należą niewątpliwie: Jezioro Iskanderkul, Dolina Siedmiu Jezior, dolina rzeki Wancz

z podejściem do Lodowca Fedczenki, rezerwat Tigrovaya Balka (Fot. 14) oraz wysokogórskie pustynie



Ryc. 14. Zbiorowiska roślinne zwane 'tugajem' w rezerwacie Tigrowa Balka, w południowym Tadżykistanie. Fot. M. Nobis.

wschodniego Pamiru. Nie udało się uniknąć także przynębiających dla przyrodnika widoków, jak „zduszo- na” odpadami, głównie plastikowymi butelkami, rzeka Syrdaria koło Chodżentu w północnym Tadżykistanie. Dużo wrażeń przynosi również tutejsza kuchnia i pomimo małej wykwintności, niejednokrotnie bywa zaskakująca dla Europejczyka.

Ekspedycje w góry środkowej Azji wymagają wiele trudu, jednak zawsze z niecierpliwością czekamy na kolejny wyjazd w tę, wciąż słabo poznaną i jakże piękną część świata.

Dr Marcin Nobis – adiunkt w Zakładzie Taksonomii Roślin, Fitogeografii i Herbarium Instytutu Botaniki, Uniwersytetu Jagiellońskiego.
E-mail: m.nobis@uj.edu.pl.

ANTARKTYKA – RAJ DLA LICHENOLOGÓW

Maria Olech (Kraków)

Antarktyka jest najbardziej suchym, zimnym i niegościnnym miejscem na Ziemi. Ale jest to obszar o znaczeniu globalnym, mający wpływ na kształt światowej cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej – jest także potencjalnym rezerwuarem zasobów naturalnych. Dlatego wielkie znaczenie mają badania naukowe prowadzone tutaj w oparciu o kilkadziesiąt stacji antarktycznych i międzynarodowe programy badawcze. Antarktyka jest ogromnym, naturalnym laboratorium, gdzie większość procesów biologicznych może być badana w niemal pierwotnych warunkach środowiska. W tym izolowanym od reszty świata obszarze można badać wiele bardzo ważnych zagadnień ekologicznych, nie tylko o znaczeniu regionalnym, ale także globalnym.

Polskie badania naukowe antarktycznych ekosystemów lądowych rozpoczęły się po wybudowaniu stałej bazy, pracującej w cyklu całorocznym. Stacja antarktyczna im. H. Arctowskiego, usytuowana w rejonie Zatoki Admiralicji na Wyspie króla Jerzego w Szetlandach Południowych (zachodnia Antarktyka), została otwarta 26 lutego 1977 r. (Ryc. 1). Założycielem bazy i długoletnim jej kierownikiem był Profesor Rakusa-Suszczewski. W skład stacji wchodzi kilka zabudowań: budynek główny (zwany samolotem), gdzie mieści się część hotelowa, świetlica, kuchnia i magazyny; budynek meteorologiczny, laboratoria biologiczne, domki grupy letniej, elektrownia, radiostacja, magazyny. Na cyplu skalnym wznosi się (jedyna w Antarktyce) latarnia morska. W wyposażeniu

bazy jest mały kuter „Słoń Morski”, służący do realizacji programu morskiego. Powstanie stacji otworzyło możliwości prowadzenia badań w strefie przybrzeżnej i na lądzie. Baza wyposażona w aparaturę i potrzebny sprzęt jest najwspanialszym, wielodyscyplinarnym laboratorium, w którym prowadzone są

i kolobanta (Ryc. 3). Główny element tundry stanowią porosty (Ryc. 4). Gdy przystępowałam do badań – dotychczasowa, bardzo słaba i fragmentaryczna znajomość tej grupy organizmów hamowała rozwój badań z innych dziedzin, a przede wszystkim kompleksowych studiów ekologicznych, których celem było



Ryc. 1. Stacja im. H. Arctowskiego. Fot. Maria Olech.

badania głównie z zakresu biologii i ekologii. Realizowane są również programy z innych dziedzin (geologii, geomorfologii, paleontologii, geodezji, meteorologii i in.).

Polscy biolodzy pracujący wówczas na stacji zajmowali się głównie zagadnieniami struktury i funkcjonowania geoekosystemu morskiej (zachodniej) Antarktyki. Badania będące naszym programem narodowym były częścią programów międzynarodowych BIOTAS (Biological Investigation of Terrestrial Antarctic Systems), a następnie CS-EASIS (Coastal and Shelf Ecology of the Antarctic Sea-Ice Zone).

Moje zainteresowania dotyczyły budowy i dynamiki tundry antarktycznej. Ta formacja roślinna zbudowana jest w Antarktyce przede wszystkim z porostów, glonów, mszaków i jedynie dwóch gatunków roślin kwiatowych – śmiałka antarktycznego (Ryc. 2)

poznanie prawidłowości funkcjonowania lądowego ekosystemu antarktycznego.

Tak więc zaczęłam od studiów lichenologicznych. W warunkach antarktycznych badania terenowe były bardzo ciężkie. Praca lichenologa wiąże się z wspinaniem się na ściany i wierzchołki skalne, odbijaniem fragmentów skalnego podłoża, na którym występują porosty i oczywiście z dźwiganiem ciężkich plecaków z urobkiem naukowym. Na szczęście moje doświadczenia i umiejętności związane z alpinizmem, który uprawiałam w młodości, były bardzo pomocne w pracach terenowych. Obszar Antarktyki jest rajem dla lichenologa. Dla mnie to była najwspanialsza przygoda naukowa – nieustannie zajmowałam się czymś nowym i pasjonującym. Odkrywałam nowe gatunki dla Antarktyki lub dla półkuli południowej, opisywałam nowe taksony dla nauki. Rezultatem

badan nad różnorodnością i taksonomią porostów było wiele publikacji naukowych, a zwłaszcza opracowania monograficzne np. „Krytycznej listy” porostów całej Antarktyki, porostów Wyspy Króla



Ryc. 2. Śmialek antarktyczny (*Deschampsia antarctica*). Fot. Maria Olech.

Jerzego; opracowanie taksonomiczno-fitogeograficzne rodzaju *Caloplaca* (Ryc. 5) (razem z Ulrikem Søchtingiem z Uniwersytetu w Kopenhadze); opracowanie rodzaju *Cladonia* w Antarktyce (z Piotrem Osyczką z Instytutu Botaniki UJ); rodzaju *Lepraria* w Antarktyce (współpraca z Martinem Kukwą z Uniwersytetu Gdańskiego i Piotrem Osyczką). Najważniejszym jednak rezultatem było poznanie porostów Antarktyki, co umożliwiło mi opracowanie zbiorowisk tundry antarktycznej, prowadzenie badań ekologicznych, ekofizjologicznych i in. Rezultaty badań nad bioróżnorodnością zmieniły też dotychczasowe zapatrywanie na geograficzny charakter porostów Antarktyki i, przede wszystkim, zmieniły obraz ogólnego rozmieszczenia porostów na Ziemi.



Ryc. 3. Kolobant (*Colobanthus quitensis*). Fot. Maria Olech.

W sezonie letnim 2003/04 nareszcie miałam okazję (jako pierwsza i jedyna dotychczas Polka) pracować na kontynencie Antarktydy (Ryc. 6). Radość moja nie miała granic, ale wtedy jeszcze nie wiedziałam jakie wyzwania czekają na mnie. Zostałam członkiem

(i kierownikiem naukowym) 23. Indyjskiej Wyprawy Antarktycznej do Stacji "Maitri" w Oazie Schirmachera (Ryc. 7). Obszar Antarktydy stanowi około 9% całkowitej powierzchni lądu na Ziemi, aż 98% tego



Ryc. 4. Fragment tundry z udziałem brodaczk antarktycznej. Fot. Maria Olech.

kontynentu pokryte jest czasą lodową, której grubość miejscami osiąga do 4,8 km. Jest to najbardziej zimne, suche i niegościnne miejsce na Ziemi. Wolne od lodu są *nunataki* (skaliste szczyty wystające nad powierzchnią lodowca), a także nadmorskie oazy, niewielkie skrawki lądu. Jest wiele hipotez dotyczących powstania tych oaz, ale problem nie jest jeszcze do końca wyjaśniony. Na tych małych skrawkach lądu rozwija się ubogie życie. Występują tam porosty (głównie naskalne), kilkanaście gatunków mchów, jeden gatunek wątrobowca i glony. A w całej Oazie Schirmachera było 5 par wydrzyków antarktycznych (skua), kilka par petreli śnieżnych, osiemdziesięciu Hindusów, 4 Nowozelandczyków (pilotów helikopterowych) i ja. Nigdy przedtem nie byłam w Indiach,



Ryc. 5. Porost *Caloplaca sublobulata*. Fot. Maria Olech.

obyczaje i mentalność mieszkańców tego kraju znalazłam tylko z książek. To spotkanie z obcą mi kulturą na samym krańcu świata było mocnym przeżyciem. Uczestnicy wyprawy początkowo traktowali mnie z rezerwą, nielato było się z nimi porozumieć.

Myślałam nawet, że zwariuję – sama wśród obcych. Rozpacz mnie ogarniała na myśl, że dostęp do łazienki mam tylko raz na dobę – i to o 3 w nocy. Myślę, że dla nich ta sytuacja też była niełatwa. Byłam pierwszą kobietą, która brała udział w ich wyprawach. Na szczęście wszystko się odmieniło po kilku wspólnych wyjściach w teren. Hindusi zobaczyli mnie przy pracy, docenili doświadczenie i wiedzę. Zyskałam ich szacunek i miano eksperta numer jeden. Zapraszali mnie do udziału w obchodzonych świętach. Moje urodziny były szczególnie uroczyste obchodzone, niemal jak



Ryc. 6. Położenie stacji im. Arctowskiego i Maitri na Antarktyce.

święto państwowe. Upiekli tort, który udekorowali flagami polską i indyjską. W prezencie dostałam róż-



Ryc. 7. Stacja Maitri. Fot. Maria Olech.

żowy, słomkowy kapelusz (też z flagami) (Ryc. 8). W kaplicy Hindusi odprawili modły, a moje czoło ozdobili czerwoną kropką. Potem odbył się huczny bal. Od tej chwili staliśmy się sobie bliscy. Przy okazji dowiedziałam się, że na moją cześć i powitanie rozłożyli czerwony dywan przed budynkiem "Maitri". Gdy opuszczałam Oazę Schirmachera, by samolotem z rosyjską delegacją rządową wystartować z kopuły

lodowca na przelot do Kapsztadu, stacja "Maitri" „to-nęła we łzach”. Pobyt w "Maitri" okazał się bardzo owocny. Opracowałam porosty Oazy Schirmachera. Późniejsze opublikowanie monografii porostów tego obszaru (wspólnie z S.M. Singh) było w Indiach wielkim wydarzeniem, a jej promocja odbyła się z udziałem przedstawicieli rządu Indii, telewizji i prasy. Nawiązała się współpraca z National Centre for Antarctic and Ocean Research, Government of India w Goa. W czasie mojego pobytu w Goa zorganizowałam pracownię botaniczną i stworzyłam herbarium porostów i mchów.



Ryc. 8. Wnętrze stacji Maitri – urodziny M. Olech - kierownika wyprawy. Fot. Archiwum Marii Olech.

Dla mnie możliwość badań na kontynencie, penetrowanie *nunataków* (miałam do dyspozycji 2 helikoptery) studiowania przedziwnych grup ekologicznych np. endolitów (glony, grzyby, a przede wszystkim porosty rosnące we wnętrzu skały, tuż pod jej powierzchnią) to było wspaniałe przeżycie naukowe, a pobyt na hinduskiej wyprawie przedziwną przygodą – może snem?

Innym problemem, którym należało się zająć były grzyby naporostowe. Organizmy te reprezentują różne strategie życiowe. Są wśród nich pasożyty, saprobionty (na martwych częściach porostów) i parasymbionty (symbioza dwóch grzybów z jednym glonem); były one zupełnie nierozpoznawane w obszarze Antarktyki. Przy współpracy Vagna Alstrup'a (z Kopenhagi) powstała monografia antarktyczna, w której znalazło się kilka nowych dla nauki rodzajów i kilkadziesiąt gatunków. Zdecydowana większość grzybów była nowa dla Antarktyki. Organizmy te są bardzo drobne i kłopotliwe w badaniach. Nieliczne grzyby autonomiczne (podstawkowe i workowce) występujące w Antarktyce Zachodniej zostały opracowane przez zespół (Barbara Gumińska, Zofia Heinrich, Piotr Mleczko i Maria Olech).

Regionalny wzrost temperatury powietrza wzdłuż zachodniego brzegu Półwyspu Antarktycznego,

obserwowany w ciągu ostatnich 50 lat, jest wyjątkowo gwałtowny na tle 500-letniej historii klimatycznej tego regionu odtworzonej na podstawie rdzeni lodowych. System glacialny tego obszaru wykazuje dużą wrażliwość na ocieplenie klimatu. Ostatnie zmiany klimatyczne i związane z nimi implikacje w środowisku antarktycznym stwarzają nowe wyzwania dla badaczy. Dotychczas bardzo nieliczne prace naukowe dotyczyły przeobrażeń ekosystemów tundrowych pod wpływem ocieplenia klimatu. Cofające się gwałtownie lodowce odsłaniają znaczne obszary, to stwarza jedną z niewielu okazji do prowadzenia badań nad kolonizacją i sukcesją pierwotną.

W latach 90. ubiegłego wieku rozpoczęłam, jako jedna z pierwszych, badania nad sukcesją pierwotną na przedpolach lodowców. Czułam się powołana do podjęcia tego typu badań, w których przede wszystkim konieczna jest znajomość porostów i mchów. Poza tym zadecydowała bieżąca sytuacja. Na wniosek Profesora Rakusa-Suszczewskiego, nie bez ogromnych oporów ze strony władz w Akademii, otrzymałam od prezesa PAN nominację na kierownika XVI Wyprawy Antarktycznej do stacji im. H. Arctowskiego.

Zdawałam sobie sprawę z ogromnej odpowiedzialności jaka na mnie ciążyła, a także z pewnych ograniczeń czasowych, które dotkną mój własny program naukowy. Lecz była to propozycja nie do odrzucenia i warunek mojego uczestnictwa w wyprawie.

Polecieliśmy samolotem do Ushuaia w Ameryce Południowej, skąd hiszpańskim statkiem "Hesperides" dotarliśmy do stacji. Kierownik XV wyprawy przekazał mi symboliczny klucz od stacji i zaczęło się. Przez dwa miesiące miałam obydwie grupy zimowników – starą i nową; kończyło się paliwo; gościliśmy czterech zagranicznych naukowców z programem morskim (przy braku bosmana w naszej grupie lądowej). Był to bardzo trudny okres dla stacji. W kraju ówczesny Minister Edukacji Narodowej ogłosił pomysł zlikwidowania Polskiej Akademii Nauk. W Instytucie Ekologii (naszej firmie) redukowano etaty, dalsze istnienie stacji było zagrożone! Dramatycznym momentem dla naszej wyprawy było polecenie aby odesłać ludzi do kraju, a stację porzucić. Byliśmy zdruzgotani. W rozmowie z władzami PAN w Warszawie zagroziłam, że zostanę sama na zimowanie. Podjęliśmy w związku z tą sytuacją ostrą kampanię pt. „Ratowanie stacji”. Zbieraliśmy opinie na temat działalności stacji im. H. Arctowskiego i polskiej działalności antarktycznej. Listy wyrażające protest przeciwko zamknięciu stacji otrzymałam od wielu naukowców, pracujących wówczas w Antarktyce. Wysyłałam je do władz PAN-u. Prosiłam o interwencję Ambasadora Polski w Chile – profesora

Z. Ryna. Słałam listy do naszych rodaków mieszkających w Ameryce Południowej i w USA.

Tak więc nie brakowało mi zajęć. Kierownika stacji polarnej można porównać z kapitanem statku. Nie opuszczało mnie poczucie ogromnej jednoosobowej odpowiedzialności za funkcjonowanie całej stacji, za ludzi, których pracy towarzyszy ciągle zagrożenie, a także za ogólny program badawczy. Osamotnienie i brak możliwości liczenia na jakąkolwiek pomoc z zewnątrz pogłębiały stale obecny stres. Bez dużej wytrzymałości i odporności psychicznej człowiek nie ma czego szukać na wyprawie. Ale to właśnie kierownik musi szybko podejmować decyzje, często niepopularne.



Ryc. 9. Lodowiec Ekologii. Fot. Maria Olech.

Ciągle problemy i konieczność mojej częstej obecności w stacji zadecydowały o wyborze terenu badań na tej wyprawie. Były to przede wszystkim moreny Lodowca Ekologii (Ryc. 9), niezbyt oddalone od budynków stacji. Będąc w kontakcie radiowym z kolegami (Halo! tu morenki!) mogłam spokojnie pracować i szybko dotrzeć do stacji w miarę potrzeby. Prowadziłam studia dotyczące zasiedlania i sukcesji roślinnej na terenach uwolnionych spod lodu, śledząc jakie naturalne i antropogeniczne czynniki warunkują kolonizację terenu. Obserwacje prowadziłam wzdłuż transektów, stosując klasyczne metody fitosocjologiczne. W następnych wyprawach badaniami objęłam przedpola lodowców Sphinx, Baranowskiego i Windy. Po wielu latach, podczas Międzynarodowego Roku Polarne (2007–2009), uczestnicząc w międzynarodowym grancie CLICOPEN (Impact of CLImat induced glacial melting on marine and terrestrial Coastal communities on a gradient along the Western Antarctic PENinsula) mogłam prowadzić studia porównawcze na przedpolach lodowców wzdłuż tych samych transektów i wykazać zmiany, jakie zachodzą w zbiorowiskach tundrowych.

Na Ziemi stwierdzono dotąd około 1,5 miliona gatunków bakterii, roślin, grzybów i zwierząt.

Dotychczasowe szacunki wskazują, że istnieje poza tym kilka (według niektórych nawet kilkadziesiąt) milionów gatunków nierozpoznanych jeszcze przez naukę. Tymczasem, oceny opierające się na tempie niszczenia środowiska naturalnego przez człowieka podają, że do 2050 r. wyginie połowa gatunków roślin, grzybów i zwierząt, w tym większość nieznaną jeszcze nauce. Dotyczy to, niestety, także rejonów antarktycznych. W materiałach zebranych przeze mnie w Antarktyce podczas 14 sezonów letnich i 2 sezonów zimowych, znalazło się wiele nowych dla nauki, jeszcze nieopisanych gatunków (a nawet rodzajów) porostów (grzybów zlichenizowanych) i grzybów naporostowych, glonów i cyanobakterii.

Opisywanie nowych dla wiedzy gatunków jest wspaniałą przygodą naukową, ale również jest odpowiedzialnym i ważnym, a także jak się okazuje, pilnym zadaniem. Dla przykładu warto wspomnieć o *Thelocarpon cyaneum* Olech&Alstrup, gatunku opisanym z Antarktyki w 1990 roku. Jak wynika z literatury – gatunek ten podawany był dotąd jedynie przeze mnie. Podczas poszukiwań terenowych w latach 2008–2010 z żalem stwierdziłam jego wyginięcie. Przypuszczalnie nastąpiło to wskutek wysuszenia podłoża, w ocieplającej się Antarktyce. Może okazać się niedługo, że okazy *Thelocarpon cyaneum* można będzie oglądać tylko w jednym miejscu na Ziemi, w zielniku porostów Instytutu Botaniki UJ!

Porosty (grzyby zlichenizowane) to wyjątkowa grupa organizmów. Wyjątkowość ich wynika m. in. z tego, że powstały one w wyniku wspólnoty życiowej grzyba i glonu (lichenizacja). Porosty znakomicie znoszą ekstremalne warunki środowiska antarktycznego. Dzięki specjalnym adaptacjom rosną najdalej na południu Ziemi, spotkać je można nawet w odległości 300 km od Bieguna Południowego, gdzie stwierdzono cztery gatunki. W Antarktyce podawanych jest ponad 400 gatunków i stanowią one główny składnik tundry, (podczas gdy rośliny kwiatowe reprezentowane są zaledwie przez dwa rodzime gatunki).

Jakie właściwości decydują o tak znacznej przewadze grzybów zlichenizowanych w zasiedlaniu środowisk o skrajnie niskich temperaturach i ekstremalnym deficycie wody? Wiele gatunków wytrzymuje oziębienie do temperatury ciekłego azotu, potrafią pobierać wodę wprost ze śniegu do poziomu wystarczającego dla zainicjowania procesów fotosyntetycznych, w dodatku proces ten przeprowadzić mogą w rekordowo niskich temperaturach. Eksponowane przez 10 dni w próżni kosmicznej powróciły z powrotem do aktywności metabolicznej.

Molekularne mechanizmy przetrwania drastycznego odwodnienia i skrajnie niskich temperatur nie są

jeszcze w pełni wyjaśnione. Od połowy lat 90. XX w. prowadzone są kompleksowe badania z użyciem MRJ (rezonansu magnetycznego), analizy sorpcyjnej oraz wyznaczania poziomu aktywności życiowej (fotosynteza, oddychanie) dla plech porostów. Studia te, prowadzone przez interdyscyplinarny zespół fizyków, biofizyków i botaników (H. Harańczyk, M. Olech, P. Nowak, P. Gaca, S. Gaździcki, S. Pietrzyk, M. Wnęk, J. Grandjean z Belgii i M. Lisowska) przyniosły wiele spektakularnych odkryć, a wyniki opublikowano w ponad 50 publikacjach. Jest nadzieja, że poznanie mechanizmów molekularnych leżących u podłoża adaptacji porostów znajdzie w przyszłości zastosowanie w technologii przedłużenia czasu przechowywania tkanek i organów ludzkich przeznaczonych do przeszczepów. Wyniki badań mogą być też wykorzystane w planowaniu długodystansowych lotów załogowych (badania kosmiczne).

Porosty zaliczane są do grupy najbardziej wrażliwych organizmów na zanieczyszczenia powietrza i są stosowane jako najczulsze biotesty w monitoringu biologicznym (lichenindykacja). Specyficzna budowa i właściwości życiowe, przystosowanie do skrajnie trudnych warunków życia w rejonach polarnych, szeroki zasięg występowania na kuli ziemskiej, długowieczność, a przede wszystkim zdolność akumulowania toksycznych substancji umożliwiło zastosowanie ich jako bioindykatory w ocenie stanu zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego.

Współczesna gospodarcza działalność człowieka produkuje zanieczyszczenia, które roznoszone są poprzez atmosferę po całym świecie. Od lat 40. ubiegłego wieku nowym zagrożeniem stały się skażenia radioaktywne. Są one potencjalnie bardzo szkodliwe i mają zdolność do utrzymywania się w środowisku przez długi czas. Swoim zasięgiem obejmują całą Ziemię łącznie z antarktycznym obszarem, który zwykle się uważa za czysty i nieskażony. Monitoring skażeń radionuklidami na Szetlandach Południowych i Półwyspie Antarktycznym (Zachodnia Antarktyka) prowadzimy od połowy lat 90. XX wieku. Jako bioindykatory poziomu aktywności radioizotopów w środowisku wykorzystywane są porosty ze względu na ich zdolność do magazynowania tych cząstek. Z czasem poszerzono zakres badań, pobierając próby gleby, glonów lądowych, roślin naczyniowych, skorupy jaj ptaków, futro fok, kości zwierząt i ptaków. A z ekosystemu morskiego wzięto pod uwagę makroglony, kryla, obunogi, równonogi, jeżowce, rozgwiazdy, ślimaki, ryby i in.

Tak więc uwzględniono różnorodne elementy lądowego i morskiego ekosystemu, co było nowością w tych badaniach, ale przysporzyło mi wiele

problemów podczas zbierania prób w terenie. Pierwsze badania monitoringowe były prowadzone we współpracy z Instytutem Skażeń Radioaktywnych w Rio de Janeiro (J.M. Godoy, J.C. Recio). Dalszy monitoring skażeń radioaktywnych prowadzony jest z udziałem Laboratorium Badań Skażeń Radioaktywnych Środowiska Instytutu Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego w Krakowie, kierowanym przez Prof. W. Mielęckiego i biologów - Marię Olech i Katarzynę Sobiech-Matura. Prowadzone badania wypełniają zalecenia SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) dotyczące profilu badań na obszarze Antarktyki. Obserwowane w Antarktyce skażenia pochodzą z tzw. globalnego opadu promieniotwórczego, na który składają się 423 wybuchy jądrowe (1945–80), katastrofa amerykańskiego satelity z napędem jądrowym nad Madagaskarem w 1964, awaria brytyjskiego reaktora wojskowego w 1957 r., katastrofa elektrowni jądrowej w Czarnobylu w 1986 r.

Od lat 80. ub. wieku prowadzony jest w Antarktyce Zachodniej monitoring skażeń środowiska antarktycznego metalami ciężkimi. Zastosowano metody lichenindykacyjne w połączeniu z atomową metodą analizy pierwiastkowej PIXE. Badana jest koncentracja 10 pierwiastków śladowych (głównie ołowiu, cynku i manganu). Po raz pierwszy w tym rejonie Ziemi zastosowano metodę transplantacji porostów. Ostatnio rozszerzono badania na różne elementy ekosystemu morskiego i lądowego. W badaniach tych uczestniczą biolodzy (M. Olech, P. Osyczka) i fizycy (Erazm Maria Dutkiewicz, Wojciech Kwiatek) z Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie.

A na koniec – bardzo interesujący problem, choć nie dotyczy porostów. Pojawił się niemal zaraz po moim przybyciu na Stację Arctowskiego, dosłownie gdy po raz pierwszy postawiłam stopę na ziemi antarktycznej, przy wejściu do budynku głównego stacji. Pod schodami zbudowanymi z metalowej, ażurowej kraty, zobaczyłam ją – małą kępkę trawy, która... wydawała mi się znajoma. Po bliższych oględzinach okazało się, że jest to obcy przybysz – *Poa annua* czyli wiechlina roczna. Przybyła tam niemal równocześnie ze mną. Potem śledziłam jej wzloty i upadki. Na każdej z następnych wypraw obserwowałam jej zmaganie z surowym środowiskiem Arktyki.

Poa annua to gatunek inwazyjny, jest szeroko rozprzestrzeniony na świecie. Gatunki inwazyjne nie cieszą się sympatią botaników. Nazywane

są pogardliwie „najeźdźcami”, „przybłędami”, „niebezpiecznymi przesiedleńcami”. Miałam mieszane uczucia – wyplewić czy nie ingerować? Przedstawiciele SCAR-u (Międzynarodowy Komitet Badań Antarktyki) wizytujący i kontrolujący naszą stację zdecydowali za mnie – zostawić i monitorować! To taki niezamierzony eksperyment, którego źródłem jest działalność człowieka, a którego dla potrzeb nauki nie mielibyśmy odwagi przeprowadzić. I tak przez 23 lata śledzę tego obcego przybysza, który po pokonaniu bariery geograficznej i po zakończonym sukcesem lądowaniu w Antarktyce, zadomowił się w nowej ojczyźnie. Gatunek ten pojawił się początkowo na miejscach synantropijnych, gdzie napotkał na stosunkowo najmniejszą konkurencję miejscowych roślin. Pierwszym przyczółkiem były miejsca przekształcone przez człowieka na obszarze stacji. Przez następne lata obserwowałam gwałtowne zwiększanie się populacji i liczby stanowisk. Dużym zaskoczeniem dla mnie było odkrycie nowych populacji *Poa annua* w dużej odległości od stacji, na naturalnych siedliskach w nowo odsłoniętym obszarze przedpola cofającego się lodowca. Jest to jedyny dotychczas znany przykład naturalizacji obcej rośliny kwiatowej w Antarktyce. *Poa annua* jest dowodem na to, że z powodu ocieplenia klimatu w tym rejonie i wzmożonej działalności człowieka, inwazyjny gatunek może pokonać wszelkie bariery i zadomowić się w Antarktyce. Wielki sukces kolonizacyjny wiechliny w tym obszarze stanowi model pozwalający przewidywać i przeciwdziałać inwazji innych obcych przybyszów w te rejony.

Obserwując, jak łatwo *Poa annua* wchodzi w skład naturalnych zbiorowisk tundrowych Antarktyki i kolonizuje przedpola lodowców, nasuwa się pytanie – czy można uznać tę trawę jako trzeci gatunek roślin kwiatowych w Antarktyce? Dwaj poprzednicy – *Deschampsia antarctica* (*Poaceae*) i *Colobanthus quitensis* (*Caryophyllaceae*) przybyli do Antarktyki o wiele wcześniej z Ziemi Ognistej. Udało im się sforsować Cieśninę Drake'a i zasiedlić rejony morskiej Antarktyki. Badania nad *Poa annua* zwróciły uwagę na poważny problem dotyczący wzrastającej aktywności człowieka w Antarktyce i stały się początkiem międzynarodowego programu „Aliens in Antarctica” (Obcy w Antarktyce).

ARKTYKA – TRUDNE POLARNE POCZĄTKI

Maria Olech (Kraków)

*Jeżeli potrafisz o tym marzyć
to potrafisz także tego dokonać*
Walt Disney

Winna jestem wyjaśnienie dlaczego wybrałam właśnie rejony polarne do moich badań. Abstrahując od zwykłej ciekawości i młodzieńczych marzeń, tak naprawdę przywiodły mnie tam porosty. Obszary podbiegunowe, a zwłaszcza Antarktyka, należą do tych miejsc na Ziemi, gdzie najważniejszy lub jedyny składnik szaty roślinnej stanowią porosty. W Arktyce spędziłam 6 sezonów letnich, zaś w Antarktyce 14 letnich i dwie długie zimy. Wyprawy polarne zmieniły całkowicie moje życie i wywołały zasadniczy wpływ na tematykę naukową.

Wszystko zaczęło się od zaproszenia do udziału w interdyscyplinarnych badaniach na Spitsbergenie w Arktyce, jakie otrzymaliśmy od Profesora Zdzisława Czeppego. Latem 1982 i 1985 roku wzięliśmy udział, razem z Eugeniuszem Dubielem, także botanikiem z Instytutu Botaniki UJ, w dwóch wyprawach w rejon Sörkapp Land i Breinesflya (SW Spitsbergen), zorganizowanych przez Pracownię Dokumentacji Polarnej Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

To były siermiężne czasy. Uczelnia sfinansowała niemal wyłącznie podróż oraz drelichowe spodnie i kufajkę. Otrzymaliśmy polecenie od kierownika wyprawy, aby zakupić w Peweksie dżinsy, które spieniężone w Moskwie, ratowały budżet naszej wyprawy. Trudno uwierzyć dzisiaj, że na zakup filmów ORWO do aparatów fotograficznych konieczna była specjalna zgoda Prezydenta Miasta (przepisy zezwalały na zakup 10 filmów dla jednej firmy). Zdobycie żywności, czy ekwipunku polarnego wymagało specjalnych starań. W tych czasach sklepy były zupełnie puste.

Każda nasza podróż na Spitsbergen odbywała się obowiązkowo przez Moskwę, do której dojeżdżało się pociągiem. Następny etap pokonywaliśmy „Expressem Arctica” do Murmańska, skąd statkiem rudo-węglowcem płynęliśmy do Barenburga – rosyjskiej osady górniczej na Spitsbergenie. Każdy pobyt w Barenburgu, gdy czekaliśmy na „lotną pogodę”, wykorzystywaliśmy botanicznie, ale to nie podobało się gospodarzom – bo kręciliśmy się po terenie. Niemniej bardzo miło wspominam serdeczną gościnność polarników i naukowców rosyjskich, a także mieszkańców

osady. Dalszy etap podróży to przelot dwoma helikopterami rosyjskimi do Polskiej Bazy PAN w Zatoce Białego Niedźwiedzia w fiordzie Hornsund, by następnie małymi pontonami przepłynąć na południowy brzeg Hornsundu, gdzie czekała na nas nasza „baza”. Cała podróż rozciągała się w czasie, a nasze wory i beczki ze sprzętem i żywnością dawały się nam mocno we znaki. Mieszkaliśmy w małej chatce traperskiej, oczywiście bez elektryczności, wody i innych wygód, którą uprzednio zajmowali myśliwi polujący na niedźwiedzie i lisy polarne.

W drugim sezonie, gdy koczowaliśmy w „bazie” wysuniętej na Breinesflyi, w maleńkim domku – raczej dla krasnali niż traperów (Ryc. 1) – po wodę chodziliśmy półtora kilometra. Nie obyło się bez przykrych niespodzianek. Gdy podczas pierwszej mojej wyprawy zawitaliśmy do naszej bazy – zastaliśmy zrujnowany domek. Okazało się, że podczas zimy „włamały się” tam polarne misie i wyjadły zapasy żywności zdeponowane rok wcześniej dla naszej



Ryc. 1. Hus na Breinesflya, zwany „Hus Hilton” (z archiwum autorki).

wyprawy. Od śmierci głodowej ocaliły nas wsparcie kolegów z bazy PAN i konserwy zakupione od Rosjan. Inna przykreść spotkała nas przy przekraczaniu granicy polsko-rosyjskiej w Brześciu, gdy celnicy rosyjscy zarekwirowali naszą broń (pomimo posiadania zezwoleń z konsulatu rosyjskiego). Był to dla nas duży problem – jechaliśmy bezbronnymi w rejony, gdzie spotkania z niedźwiedziem polarnym były całkiem realne. Przez całe sezony letnie ciężko pracowaliśmy, harowaliśmy do upadłego w trochę nierzeczywistej scenerii dnia, który nigdy się nie kończył. Podczas arktycznego lata zmierzch nie zapada, słońce nie zachodzi przez 24 godziny. Żyliśmy na zwiększonych

obrotach. Ale obydwie pobyty na Spitsbergenie wspominałam z rozrzewnieniem. Nieprawdopodobna uroda tego zakątka świata; urzekający koloryt, piękne krajobrazy, wzorzysta tundra – kobierzec utkany z brązów, zieleni, rudości i fioletości skalnic (Ryc. 2) – pozwoliły zapomnieć o wszelkich kłopotach i niewygodach. A w dodatku możliwość prowadzenia pionierskich badań – o czym marzyć więcej? Obydwie wyjazdy okazały się bardzo udane pod względem naukowym.



Ryc. 2. Tundra ze skalnicą (*Saxifraga oppositifolia*) (z archiwum autorki).

W ramach kompleksowego opracowania środowiska przyrodniczego Sörkapp Land i Breinesflya prowadziliśmy z Gienkiem badania fitosocjologiczne. Po raz pierwszy dla rejonów polarnych sporządziliśmy szczegółowe mapy roślinności (tundry) metodą Braun-Blanqueta, a także opisaliśmy dwadzieścia osiem zbiorowisk tundry arktycznej. Kolega zajmował się roślinami kwiatowymi i kartowaniem w terenie. Na mojej głowie były dominujące tu kryptogamy – porosty, mchy, wątrobowce i grzyby. Obszar ten to była „biała plama” pod względem lichenologicznym. Prowadziłam badania nad występowaniem i rozmieszczeniem tych organizmów, rozstrzygałam problemy taksonomiczne. Pozwoliło to na opisanie dwóch rodzajów i sześciu gatunków nowych dla nauki; odkrycie kilkuset gatunków nowych dla tego terenu i pięćdziesięciu nowych dla Spitsbergenu lub całej Arktyki. Do mnie należało także oznaczenie mchów i wątrobowców zanotowanych w zdjęciach fotosocjologicznych. Wyniki tych badań konsultowałam z wybitnym lubelskim bryologiem – prof. Kazimierzem Karczmarszem. Do rozpracowania grzybów autonomicznych w polarnych zbiorowiskach tundry poprosiłam o pomoc prof. Barbarę Gumińską i dr Zofię Heinrich z Krakowa – specjalistki w dziedzinie mikologii.

Wyniki badań z lat 80. ubiegłego wieku nad zbiorowiskami tundrowymi, ich strukturą, udziałem

poszczególnych grup organizmów, a przede wszystkim wykonana mapa roślinności, mają obecnie ogromną wartość naukową. Stanowią one podstawę do badań porównawczych dotyczących zmian, jakie zachodzą w zbiorowiskach tundrowych pod wpływem ocieplenia klimatu i wzrastającej działalności człowieka. Badania te realizuje obecnie zespół pracowników i doktorantów Zakładu Badań i Dokumentacji Polarnej Instytutu Botaniki UJ (Maja Lisowska, Piotr Osyczka, Agnieszka Słaby, Michał Węgrzyn).

Od lat 90. XX w. uczestniczę w naukowych wyprawach jachtowych. W wyprawach polarnych stosowane są zwykle dwie metody eksploracji. Organizowane są wielkie ekspedycje działające w oparciu o duże lodolamacze lub stacje naziemne albo niewielkie wyprawy uzależnione od transportu z powietrza. Obydwa sposoby są bardzo kosztowne i dają ograniczone możliwości. Inną propozycją jest nowa koncepcja wypraw polarnych – realizowanych w oparciu o małe żaglowce. Warunkiem jest wyposażenie jachtu w najnowsze zdobycze techniki, służące zarówno żegludze, komunikacji, jak i pracy badawczej. Pozwala to prowadzić tańszymi kosztami badania w rozległym terenie i w rejonach niedostępnych innymi środkami transportu. Pomysłodawcą jest najbardziej znany żeglarz polarny, Francuz polskiego pochodzenia – kpt. dr Janusz Kurbiel, autor projektu „Wyprawy do wszystkich mórz i lądów leżących dookoła Bieguna Północnego”. Program zaplanowany na kilka lat realizowany jest przez francuskich, kanadyjskich oraz polskich żeglarzy i naukowców. Żegluga odbywa się wśród lodów podczas krótkiego, antarktycznego lata i jest to bardzo poważne przedsięwzięcie żeglarskie – włącznie ze sforsowaniem dwóch najtrudniejszych szlaków żeglugowych w Arktyce, tj. Przejścia Północno-Zachodniego i Północnej Drogi Morskiej. Z nastaniem nocy polarnej jacht wyciągany jest na brzeg, gdzie pozostaje na zimowanie.

Pod koniec lat 90. ubiegłego wieku zostałam zaproszona przez kpt. Janusza Kurbiela do udziału w wyprawach i objęcia kierownictwa naukowego programu. Program dotyczy różnych problemów, włącznie z sekretami podróży Wikingów, ale główna tematyka na lądzie obejmowała zagadnienia lichenologiczne, algologiczne, fitogeograficzne i ekologiczne – głównie związane z zanieczyszczeniami antropogenicznymi Arktyki. W badaniach skażeń środowiska jako bioindykatory zostały użyte porosty – organizmy szeroko rozpowszechnione w Arktyce, stanowiące główny element tundry, odznaczające się dużą odpornością na skrajnie niekorzystne warunki ekologiczne, jednocześnie cechuje je wysoka zdolność akumulowania w plechach substancji toksycznych. Dzięki wyprawom

zaistniała możliwość zebrania materiałów lichenoidykacyjnych w krótkim czasie na rozległym obszarze i w wielu niedostępnych dotąd miejscach. Zebrane próby analizowane są pod kątem zawartości substancji toksycznych w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie. Głównym rezultatem tych badań będzie określenie akumulacji i dróg transportu przede wszystkim metali ciężkich i pierwiastków promieniotwórczych w tundrze arktycznej.

Rejony polarne, wbrew pozorom, nie są wolne od zanieczyszczeń antropogenicznych. Skażenia transportowane głównie z masami powietrza z innych rejonów Ziemi, znajdują się w powietrzu, lodzie i różnych elementach ekosystemu lądowego. Substancje toksyczne są trwałe i kumulują się w tkankach organizmów, a przechodząc przez kolejne poziomy łańcucha troficznego mają zwielokrotnione stężenie. Są szkodliwe dla Inuitów (Eskimosów) zamieszkujących Arktykę, u których poprzez spożywany pokarm (np. mięso renifera, karibu, ptaków), sprzyjają powstawaniu nowotworów, uszkodzeniom wątroby, chorobom układów immunologicznego i nerwowego oraz bezpłodności.



Ryc. 3. Załoga „Vagabond’elle” w Gdańsku przed wypłynięciem (z archiwum autorki).

Pierwsze etapy wyprawy (w latach 1997, 1998, 1999) objęły północne skrawki Skandynawii, Spitsbergen, Islandię i wschodnie wybrzeże Grenlandii. Nie jestem profesjonalnym żeglarzem, ale przy załodze liczącej zaledwie 4 osoby (Ryc. 3) musiałam uczestniczyć w żeglowaniu, a więc brałam udział w wachtach i innych pracach na statku. Zawijaliśmy do wszystkich możliwych fiordów i zatok, gdzie miałam możliwość prowadzenia badań na lądzie. Szczególnie dużym osiągnięciem naukowym i żeglarskim było całkowite opłynięcie Ziemi Blossville’a na wschodnim wybrzeżu Grenlandii. Przez cały czas wyprawy, która działała podczas lata 1999 roku, było okropnie trudno, była zła pogoda, sztormy, mgła. Przedzieraliśmy się drewnianym, 14-metrowym

jachtem „Vagabond’elle” przez ogromne pola lodowe, które tarasowały drogę do brzegów. Była to ryzykancka przygoda. Żegluga w lodach wymaga przewidywania wszystkich sytuacji, w tym nagłej utraty statku spowodowanej zderzeniem z lodem (Ryc. 4). Przygotowaliśmy wyposażenie potrzebne do przeżycia przez jakiś czas na dryfującej krze lodowej



Ryc. 4. „Vagabond’elle” – spotkanie z górą lodową (z archiwum autorki).

(śpiwory, żywność, apteczka itp.). Cały ten sprzęt zapakowany był w plastikowych, wodoszczelnych beczkach, umocowanych na pokładzie, które w razie potrzeby w kilka sekund mogły znaleźć się za burtą. Ja przeżywałam dodatkowe emocje. Gdy dogodne wiatry odsuwały pole lodowe od brzegu Grenlandii – „Vagabond’elle” wpływał w wolną przestrzeń. Do dzisiaj czuję dreszcz emocji, gdy przewożona małym pontonem na ląd – zostawałam sama (Ryc. 5), a jacht szybko odpływał, by nie utknąć w lodowej pułapce. Za każdym razem nie miałam pewności, czy po mnie wrócą, bo a nuż gdzieś utknęli w polu lodowym. W dodatku nie miałam ze sobą broni, a często spotykałam ślady niedźwiedzi, więc trochę się bałam. Ale skoro już się znalazłam w takim niezwykłym miejscu, musiałam pracować. Cała sztuka polega na



Ryc. 5. Wschodnie wybrzeże Grenlandii – „ziemia dziewicza dla lichenologów” (z archiwum autorki).

wyłączeniu wyobraźni, bo gdyby ta działała, pewnie nie byłabym taka odważna.

Latem 2012 roku podjęłam ryzyko szalonej przygody. Ku zgorszeniu rodziny i wielu przyjaciół, postanowiłam nadal realizować mój program żeglarsko-naukowy związany z Arktyką. Tym razem podjęłam wyzwanie pokonania legendarnego Przejścia Północno-Zachodniego (Northwest Passage) ze wschodu na zachód.

Ktoś kiedyś stwierdził, że Northwest Passage można uznać jako żeglarskie K2. Jest to jeden z najtrudniejszych na świecie szlaków żeglugowych; arktyczna droga morska z Europy do Azji wschodniej, wiodąca z Atlantyku przez arktyczny archipelag kanadyjski i Ocean Arktyczny do Pacyfiku (Ciężniny Beringa). Pomimo ocieplenia Arktyki, lody są tu nadal problemem. Poza ryzykiem utknięcia w paku lodowym, czy przebicia burty przez bryły lodu, istnieją niebezpieczeństwa związane z występowaniem skał podwodnych, płycizn, mielizn, silnych prądów morskich. Dochodzą do tego gwałtowne zmiany pogody, a także brak możliwości otrzymania szybkiej pomocy. Poszukiwanie legendarnego przejścia trwało kilka wieków, wiele wypraw przepadło bez wieści, setki żeglarzy straciło życie. Pierwszy, który pokonał Przejście, lecz w kilku etapach w latach 1903–1906, był Roald Amundsen, płynąc na statku „Gjoa”. W trakcie wyprawy dwukrotnie zimował na statku uwięzionym w lodzie. Przejście Płn.-Zach. to nadal wielki wyczyn żeglarski. Dokonały tego dotąd m.in. tylko 3 jachty pod polską banderą.



Ryc. 6. Jacht „Marguerite”. Fot. J. Kurbiel.

Nasza 4-osobowa załoga francusko-polska pokonała ten szlak na jachcie francuskim „Marguerite” (Ryc. 6) przekraczając Cieśninę Beringa 16 września 2012. Tym razem żeglowaliśmy na jachcie o kadłubie aluminiowym. Wielka przygoda zaczęła się dla mnie na Grenlandii, dokąd doleciałam samolotem. Ostatnie

zakupy i wodę zabraliśmy w Ilullissat (duńska nazwa Jacobshavn). To tutaj znajduje się największy na Grenlandii lodowiec – Sermeq Kujalleq, a zarazem najbardziej aktywny (przesuwa się z prędkością ok. 19 m dziennie) i najbardziej produktywny lodowiec na świecie (rocznie oddziela się od niego ponad 35 km³ lodu). To właśnie ten lodowiec utworzył słynny Icefjord, a odrywające się od niego góry lodowe dryfują później po oceanie.

Wypływamy wśród gór lodowych i paku lodowego na północ wzdłuż zachodnich brzegów Grenlandii. Płyniemy z prędkością 8,2 węzła – niesie nas prąd. Biorę lekcje nawigowania u kapitana. Dużo się zmieniło od moich wypraw na Vagabond’elle. Jacht Marguerite naszpikowany jest elektroniką.

Nad Upernavik skręcamy w lewo na Morze Baffina. Tutaj dopada nas sztorm, idziemy 1 ½ węzła pod wiatr, strasznie buja, wszystko „lata” na jachcie, wlewają się do środka fale słonejszej wody. Wreszcie wpływamy do Ciężniny Lancastera, jesteśmy we właściwym Przejściu. Przez chwilę była cisza, ale znowu się rozwiało i tak niemal przez cały rejs. Między sztormami staraliśmy się nadrobić czas, poza tym konieczne są przestoje na moje zejście na ląd, gdzie zbieram próby i prowadzę badania. Podczas wyprawy kontynuowane są badania lichenologiczne i dotyczące skażenia tundry, prowadzone od 14 lat. Tym razem czuję się luksusowo, kupiliśmy na Grenlandii broń, poza tym często towarzyszy mi w terenie Tomek Kosiński – elektronik rodem z Gdyni. W tym czasie Joëlle „pichci” dla nas jakieś jedzonko. Zebrane materiały suszą na sznurach pod sufitem, wszystko dobrze zorganizowane.

Płyniemy na skraj wyspy Devon, rzucamy kotwicę w Zatoce Erebus i Terror. To tutaj w 1845/46 zimowała wyprawa Johna Franklina. Była to najtragiczniejsza ekspedycja próbująca pokonać Przejście. Nikt nie przeżył ze 129 osób, które stanowiły załogi dwóch statków ekspedycji – „Erebus” i „Terror”. Zaginionych bez wieści uczestników wyprawy Franklina szukało ponad 40 ekspedycji ratunkowych.

Northwest Passage ma liczne warianty, ale nigdy nie wiadomo, który z nich będzie możliwy do przepłynięcia ze względu na sytuację lodową. Po przebadaniu lodowych map (publikowanych w internecie przez Kanadyjski Serwis Lodowy), wybieramy klasyczny wariant – śladami Amundsena. Amundsen z pewnością zawdzięczał swój sukces wcześniejszym, cząstkowym osiągnięciom poprzedników, ale w przeciwieństwie do nich, postawił na mały statek z załogą liczącą zaledwie 6 osób. Dużą zasługą jego ekspedycji było, oprócz pokonania Przejścia, podjęcie badań m.in. nad magnetyzmem ziemskim i nawiązanie relacji ze stałymi mieszkańcami Arktyki – Inuitami.

A więc, płyniemy szlakiem pierwszych zdobywców, zatrzymujemy się w porcie Gjoa Haven w zatoczce, gdzie Amundsen wraz z załogą spędził dwie zimy (1903–1905). Znajduje się tutaj wiele pamiątek dotyczących Roalda Amundsena. Dla mnie to też okazja do wyprawy na ląd, gdzie „buszuję” w tundrze. Dalsza trasa wiedzie nadal przez arktyczne cieśniny Kanady, następnie Morze Beauforta, Morze Czukockie i Morze Beringa. Pada śnieg, bardzo

wieje, a my, szczęśliwcy docieramy do Cieśniny Beringa. Uciekamy przed dużym sztormem do Nome na Alasce – miasta poszukiwaczy złota. Mnie zachwyca okoliczna tundra z pięknymi, krzaczkowatymi porostami – cenniejszymi od samorodków złota.

Nasza wyprawa to nie tylko sukces żeglarski, ale przede wszystkim zebranie ważnych materiałów naukowych wzdłuż transektu biegnącego przez ogromną i niemal niedostępną część Arktyki.

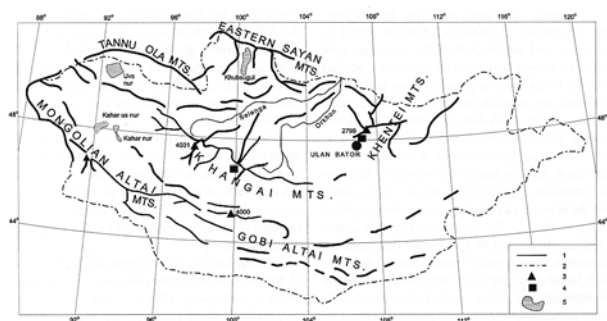
Prof. dr hab. Maria Olech, członek The Explorers Club, jest emerytowanym profesorem w Instytucie Botaniki UJ. E-mail: maria.olech@uj.edu.pl.

BOTANIK NA WYPRAWACH W GÓRY MONGOLII

Anna Pacyna (Kraków)

Dla przyrodnika, niezależnie od reprezentowanej specjalności, Mongolia stanowi niezwykle interesujący teren badań.

W 1974 roku po raz pierwszy wyjechałam do Mongolii jako uczestnik Mongolsko-Polskiej Wyprawy Fizyczno-Geograficznej organizowanej przez Instytut Geografii i Zagospodarowania Przestrzennego PAN i Instytut Geografii i Zmarzlinoznawstwa Mongolskiej Republiki Ludowej. Następne wyprawy miały miejsce w r. 1975 i 1977.



Ryc. 1. Schematyczna mapa Mongolii z zaznaczonymi pasmami górskimi. 1 – grzbiety górskie; 2 – granice państwa; 3 – punkty wysokościowe; 4 – obszary badań; 5 – jeziora.

Mongolia jest krajem górzysto-wyżynnym; najniższa wysokość to 552 m n.p.m., średnia wysokość – 1580 m n.p.m., a najwyższy szczyt (w Altaju Mongolskim) – 4374 m n.p.m. Większość pasm górskich ma układ równoleżnikowy (g. Chubsugulskie, Changaj i Altaj Gobijski) (Ryc. 1). Położenie Mongolii w centrum kontynentu azjatyckiego, w dużej odległości od mórz i oceanów, otoczenie jej zewsząd górami, a przez to odcięcie od mas wilgotnego oceanicznego powietrza, powoduje obecność suchego, skrajnie kontynentalnego klimatu, charakteryzującego się du-

żymi amplitudami temperatur dobowych (maks. 30°) i rocznych (do 80°). Bardzo niskie temperatury panujące zimą (poniżej –40°) umożliwiają obecność wieloletniej zmarzliny, której wyspy na południowym skłonie Changaju są wysunięte najbardziej na południe na całej półkuli północnej. Opady są niskie, zróżnicowane w różnych częściach kraju – w środkowej Mongolii średnia suma roczna wynosi 100–300 mm, na Gobi 40 mm, a w górach na północy kraju wzrasta do 500 mm. Około 70% opadów przypada na lato (lipiec, sierpień). Zimą opady są niskie, a nawet bywają zimy bezśnieżne. Rzadko zdarzające się zimy z większymi opadami śniegu są klęską (tzw. biała śmierć), gdyż bydło pasie się na stepach cały rok, a w czasie dużych opadów śniegu, pozbawione jest paszy. Czym jest woda w Mongolii dobitnie pokazuje widok wyschniętego na wiosnę stepu z kilkunastocentymetrowym obniżeniem terenu, w którym jest zielono od masowego występowania dużych kęp irysa (*Iris lactea*) (Ryc. 2, 3).



Ryc. 2. Przedgórze Changaju z suchym stepem na wiosnę. W niewielkim obniżeniu widoczne zbiorowisko z *Iris lactea*. Fot. A. Pacyna.

Dwie pierwsze wyprawy pracowały w tym samym terenie – na południowym skłonie Centralnego Changaju w dorzeczu Cagan-Turutuin-goł, a wyprawa w 1977 r. na południowo-zachodnim skłonie Chenteju (w dol. Sugnugurin-goł) i na przedgórzach Chenteju w dorzeczu Chara-goł. Zarówno Changaj jak i Chen-



Ryc. 3. Kępa *Iris lactaea*. Fot. A. Pacyna.

tej mają rzeźbę gór starych, o płaskich, rozległych grzbiętach bez ostrych kulminacji (Ryc. 4) i pod tym względem nawiązują do gór południowo-wschodniej Syberii.

Wyprawy przebywały w terenie 2–2,5 miesiąca, czyli większą część okresu wegetacyjnego. Głównymi problemami badawczymi ekspedycji zarówno w Changaju, jak w Chenteju było:

1/ szczegółowe poznanie elementów środowiska przyrodniczego i wzajemnych ich powiązań w warunkach suchego, silnie kontynentalnego klimatu, co szczególnie ostro rysowało się w Changaju, w dolinach o asymetrycznych zboczach (asymetria przejawia się w kontraście przeciwnych zboczy),

2/ piętrowość badanych rejonów Changaju i Chenteju.



Ryc. 4. Widok na płaskie grzbiety Changaju. Fot. A. Pacyna.

Changaj, pod wieloma względami (stosunki klimatyczne, hydrologiczne, glebowe, geobotaniczne), ma charakter przejściowy między borealną strefą

Eurazji a strefą półpustyni i pustyni Azji Centralnej. Suma rocznych opadów na południowym jego obrzeżu jest rzędu 240–280 mm i ponad 400 mm w głębi gór. Pokrywa śnieżna utrzymuje się przez 7 miesięcy (wrzesień – kwiecień), ale jej grubość na obrzeżu gór dochodzi do 7 cm. Główny grzbiet, o wysokości 3400–3500 m n.p.m., to szerokie (1–1,5 km) zrównanie wierzchowinowe, zasłane grubszym lub drobniejszym materiałem skalnym. Jediną, wyraźną kulminacją jest najwyższy szczyt Changaju – Otchon-tengri (w zachodniej części Changaju). Południowy skłon Changaju jest rozcięty wałnymi dolinami, długimi do 50 km i bardzo szerokimi. Jedną z nich jest dolina Cagan-Turutuin-goł. Południowe podnóże Changaju leży na wysokości 2000 m n.p.m.

Flora tej części Changaju nawiązuje do borealnej flory gór Południowej Syberii, z pewnymi cechami flory centralnoazjatyckiej. Duża liczba gatunków *Poa* i *Carex* to cecha flor borealnych, natomiast liczne gatunki *Potentilla* i *Artemisia* nawiązują do flory centralnoazjatyckiej. Wysokie położenie nad poziom morza tłumaczy występowanie licznych gatunków wysokogórskich nawet w niżej położonych częściach badanego terenu i we wszystkich zbiorowiskach roślinnych. Wiele z nich ma zasięg euroszyberyjski



Ryc. 5. Niski, równinny step u południowego podnóża Changaju i pasące się stado jaków. Fot. A. Pacyna.

i spotykane są również w Polsce (*Pedicularis versicolor*, *Lloydia serotina*, *Polygonum viviparum*, *Aster alpinus* i in.). W najwyższych położeniach, w kamienistej górskiej tundrze, obecne są gatunki arktyczno-wysokogórskie: *Melandrium apricum*, *Oxygraphis glacialis*, *Lagotis integrifolia*.

U podnóża południowego skłonu centralnego Changaju rozciąga się niski step (przeciętna wysokość runi 10–15 cm) z panującymi niskimi, drobnodarniowymi trawami: *Festuca lenensis* i *Koeleria macrantha* oraz nieco wyższą *Stipa krylovii*, a także niskimi roślinami dwuliściennymi: *Artemisia frigida*, *Potentilla sericea*, *Arenaria capillaris*. Tego typu step

jest typowy dla piętra równinnych stepów (Ryc. 5). Na wiosnę step ten jest pokryty białymi plamami skupień *Astragalus galactites*, którego pędy i liście są drobne, rozrzucone na powierzchni gleby i mało rzucające się w oczy, natomiast bardzo dobrze są widoczne stosunkowo duże, białe kwiaty. Ten równinny step sięga również na niewielkie odległości w głąb dolin changajskich.

Dolne i środkowe części dolin zajmuje piętro górskich stepów i lasu, które sięga w tej części Changaju do 2600 (2700) m n.p.m. Zbocza o ekspozycji północnej lub zbliżonej zajmuje mozaika górskich stepów łąkowych i płatów lasów modrzewiowych. Lasy te stanowią południową granicę zasięgu lasów borealnych.

W porównaniu z innymi zbiorowiskami stepowymi, górski step łąkowy charakteryzuje się dość dużym zwarcie roślinności, dość wysoką runią (nawet do 40–50 cm) i udziałem licznych gatunków mezofilnych (o umiarkowanych wymaganiach względem wilgotności) (Ryc. 6). Dzięki udziałowi okazałych roślin (*Sanguisorba officinalis*, *Polygonum alopecuroides*, *Pulsatilla ambigua*) zbiorowisko to jest dość bujne. Jednak liście traw i turzyc, tworzące główną masę roślinności, nie przekraczają wysokości 20 cm.



Ryc. 6. Łąkowy górski step w Changaju. Widoczne liczne okazy *Leontopodium ochroleucum* i *Aster alpinus*. Fot. A. Pacyna.

W składzie gatunkowym zaznaczają się 3 grupy: trawy wąskolistne, typowe dla suchych stepów; trawy szerokolistne (*Helictotrichon schellianum*, *Poa sibirica*, *Trisetum sibiricum*, *Bromus pumpellianus*); gatunki wysokogórskie (*Pedicularis rubens*, *Campanula turczaninovii*, *Potentilla crebridens* i in.). *Helictotrichon schellianum* i *Carex pediformis* są gatunkami charakterystycznymi dla tego zbiorowiska. Łąkowy górski step jest bardzo barwnym zbiorowiskiem, dużo tu gatunków o pięknych kwiatkach czy kwiatostanach (*Anemone crinita*, *Pulsatilla ambigua*, *Trollius asiaticus*, *Scorzonera radiata*).

Płaty lasu sąsiadujące z łąkowym stepem tworzy modrzew syberyjski (*Larix sibirica*). Jest to luźny,

prześwieclony, bardzo nietypowy las, gdyż drzewostan buduje tylko jeden gatunek. Zupełny brak jest krzewów i borealnych gatunków leśnych w runie oraz w warstwie mchów. Runo tworzą gatunki górskiego łąkowego stepu, wytrzymujące pewne ocienienie, a *Dendranthema zawadzkii* występuje tu nawet częściej niż w łąkowym stepie. Może najbardziej leśnym gatunkiem jest *Atragene sibirica*. W warstwie mchów występują tylko dwa kserofityczne gatunki – *Rhytidium rugosum* i *Abietinella abietina*. W rosyjskiej typologii leśnej, lasy te są określane jako lasy pseudotajgowe.



Ryc. 7. Kamienista górská tundra na głównym grzbiecie Centralnego Changaju. Fot. A. Pacyna.

Warunki klimatyczne są przyczyną wyniesienia płatów leśnych wysoko na zbocza doliny, tak, że oprócz górnej granicy lasu, istnieje też dolna. W dorzeczu Cagan-Turutuino-Goł górna granica lasu jest na ogół naturalna i w większości przypadków jest klimatyczna (termiczna) – jak wykazały badania wyprawy wiąże się z izotermą lipca +9°. Natomiast na stromych, kamienistych zboczach jest orograficzna (związana z rzeźbą terenu) lub edaficzna (związana z rodzajem gleb), obniżona w stosunku do klimatycznej.

Zbocza o innej ekspozycji porastają różne warianty suchego górskiego stepu. Dla wszystkich charakterystyczna jest grupa kseromorficznych traw, charakterystycznych również dla suchych równinnych stepów. Na zboczach pokrytych dużymi głazami obok drobnych gatunków zielnych (*Dontostemon integrifolius*, *Linum sibiricum*, *Thermopsis lanceolata*), występują duże byliny (*Allium altaicum*, *Rheum undulatum*, *Valeriana officinalis* i *Sanguisorba officinalis*), a miejscami krzewy (*Cotoneaster melanocarpa*, *Spiraea flexuosa*, *Dasiphora fruticosa*). W niższych częściach zboczy występuje step z *Oxytropis tragacanthoides*.

Natomiast dla piętra wysokogórskiego, w jego niższej części charakterystyczne są kobrezjowe łąki wysokogórskie z dominującą *Kobresia bellardii*, a w podgrzbietowych partiach i na grzbietach –

kamienista górska tundra, z bardzo skąpą roślinnością między głazami lub na obrzeżu polygonów (Ryc. 7).

Badania dotyczące asymetrii zboczy dolin w Chan-gaju były prowadzone w maleńkiej, bocznej dol. Sant (uchodzącej do dol. Cagan-Turutuin-goł), o długości – 3580 m, powierzchni – 3 km², dużej różnicy wysokości w profilu podłużnym – 2020 do 2718 m n.p.m. (Ryc. 8). Doskonale spełniała ona założone wymagania, gdyż jej oś przebiega w kierunku E-W, przez co przeciwległe zbocza mają wystawę N i S. Badania nad asymetrią przeciwległych zboczy prowadzone były przez reprezentantów różnych specjalności (geomorfolog, klimatolog, hydrolog, gleboznawca, botanik). Bardzo szczegółowe badania prowadzono na transekcie wytyczonym w połowie długości doliny. Dopiero takie kompleksowe badania pozwoliły na należyte scharakteryzowanie poszczególnych elementów siedliska na przeciwległych zboczach i ukazanie ich wzajemnych oddziaływań.



Ryc. 8. Profil doliny Sant. Widoczna asymetria zboczy. Fot. A. Pacyna.

Przy jednakowej budowie geologicznej przeciwległych zboczy, podstawową przyczyną ich asymetrii jest różnica w nasłonecznieniu i dostawie energii, z czego wynikają różnice mikroklimatyczne, wpływające na obecność lub brak wieloletniej zmarzliny, różną wilgotność zboczy przy tej samej ilości opadów, różny typ wietrzenia skał, różne procesy stokowe, różnice w rzeźbie, rodzaju gleb i roślinności. Asymetria zboczy dolin, choć w znacznie mniejszym stopniu, spotykana jest też w bardziej umiarkowanym klimacie, np. w Polsce, w niektórych dolinach w Ojcowie. Jednak nie spotyka się tak ścisłych powiązań między wszystkimi elementami siedliska. Natomiast w ekstremalnych warunkach suchego, kontynentalnego klimatu rysuje się to zjawisko bardzo ostro i zmiana każdego elementu środowiska, powoduje lawinową zmianę wszystkich pozostałych. Asymetria zboczy w dol. Sant w bardzo dużym skrócie i uproszczeniu przedstawia się następująco: na zboczu o ekspozycji północnej zalega wieloletnia zmarzlina,

której warstwa jest grubsza w dolnej części zbocza; w zimie utrzymuje się ciągła pokrywa śniegu; w lecie panują niższe temperatury niż na przeciwległym zboczu i mniejsze są ich amplitudy dobowe; większa wilgotność podłoża; typ gospodarki wodnej – przemysłowo-wyparna; wietrzenie chemiczne prowadzi do wytworzenia pokryw gliniasto-gruzowych; typ przemieszczenia zwietrzliny – splukiwanie i spelzowanie typu soliflukcji; mniejsze nachylenie zbocza, wypukły profil; gleby ciemnokasztanowe z dużą zawartością próchnicy, dużą porowatością gleby i wysoką pojemnością kapilarną; zwarta pokrywa roślinna (las, łąkowy step).

Zupełnie odmienne warunki i procesy panują na zboczu o ekspozycji południowej: silne napromieniowanie w dzień i silne wypromieniowanie w nocy (duże amplitudy temperatur dobowych); brak wieloletniej zmarzliny; brak ciągłej pokrywy śnieżnej w zimie; silne przesuszenie zbocza (niedostatek opadów w stosunku do parowania); intensywne wietrzenie fizyczne, głównie typu insolacyjnego (działanie promieni słonecznych), (w zimie miejscami wietrzenie mrozowe); pokrywy blokowo-gruzowe; zmywanie zwietrzliny gruzowej w lecie przez ulewne deszcze oraz deflacja (zwiewanie drobnego materiału skalnego); wklęsły profil zbocza (u podstawy – stożki nasypowe); gleby jasno-kasztanowe o małej i średniej miąższości; płytki poziom próchniczny; niska pojemność sorbcyjna gleby; gospodarka wodna – wyparna; duże wysycenie gleby kationami zasadowymi; silne rozluźnienie pokrywy roślinnej – panowanie różnych typów suchego górskiego stepu. Tylko na tym zboczu występują dwa gatunki centralnoazjatyckie: *Clematis tangutica* i *Eurotia ceratioides*.

Asymetria zboczy doliny przenosi się też na jej dno, a oś doliny stanowi wyraźną granicę. W części przylegającej do zbocza o ekspozycji północnej na grubej, płytko zalegającej warstwie wieloletniej zmarzliny wykształca się czarnoziem, a na nim rozwija się wilgotna łąka z *Sanguisorba officinalis*, *Polygonum alopecuroides* i *Agrostis trinii*. Natomiast przy zboczu eksponowanym ku południowi, na glebie jasno-kasztanowej rozwija się suchy step z *Elymus secalinus* i *Artemisia glauca*.

Mój wkład do tych badań, to opracowanie flory doliny, zbiorowisk roślinnych i sporządzenie mapy roślinności oraz wyróżnienie pięter roślinności. Te zagadnienia są szczegółowo opisane w botanicznej monografii dol. Sant, opublikowanej w 1986 r. W miarę wolnego czasu prowadziłam też badania ekologiczne, polegające na określeniu maksymalnego stanu biomasy zbiorowisk trawiastych (stepów i łąk), gdyż miały one znaczenie gospodarcze i była

nimi zainteresowana strona mongolska. Zebrany materiał roślinny do tych badań po powrocie do kraju został wykorzystany do określenia zawartości metali ciężkich i makroelementów (przy współpracy z prof. B. Godzik).

Badania nad piętrowością południowego Changaju, z uwzględnieniem różnych elementów środowiska, prowadziliśmy w czasie kilku parodniowych wycieczek wzdłuż rzeki Cagan-Turutuin-goł aż na główny grzbiet Changaju, wznoszący się ponad 3500 m n.p.m. W roku 1975 przez ponad 2 miesiące pod głównym grzbietem znajdował się nasz obóz wysokogórski, w którym stale przebywała jedna osoba, prowadząc całodobowe badania mikroklimatyczne. Moje badania polegały na wyróżnieniu pięter roślinności i charakterystycznych dla nich zbiorowisk.

Leżący bardziej na północ Chentej charakteryzuje się niższymi wysokościami (podnóże 1100 m n.p.m., a najwyższy szczyt Baga Chenteju – Asaraltu ma wysokość 2751 m n.p.m.) i charakteryzuje się większą wilgotnością oraz wykształceniem piętra prawdziwej tajgi. W Chenteju problematyka badawcza była podobna jak w Changaju, z tym, że duża powierzchnia doliny i znacznie trudniejsze warunki terenowe do samotnego poruszania się (duże powierzchnie trudnej do przebycia tajgi, dzikie zwierzęta) utrudniały prowadzenie tak dokładnych badań jak w Changaju. Większość badań prowadziliśmy więc na transekcie, w miejscu, gdzie na dnie doliny (na wys. 1170 m n.p.m.) znajdował się nasz obóz. Również w Chenteju odbyliśmy ośmiodniową wycieczkę na główny grzbiet i najwyższy szczyt, cały czas prowadząc badania nad piętrowością. W dolnej i środkowej części doliny zaznacza się asymetria zboczy, lecz w słabszym stopniu niż w Changaju. Piętro górskich stepów i lasu sięga do wysokości 1400 (1450) m n.p.m. Zbocza eksponowane ku południowi są porośnięte przez różnego rodzaju górskie stepy. Nie wiadomo, na ile ich bezleśność jest zjawiskiem naturalnym, a na ile ich przyczyną są naturalne pożary lub działalność człowieka. Znajdywane tu pojedyncze drzewa lub ich kępy, ocalałe pnie i węgielki drzewne w glebie wskazują, że dawniej zbocza te, przynajmniej częściowo, były zalesione. Stożki nasypowe u ich podnóży są najsuchszymi miejscami w dolinie i porasta je luźny step z *Leymus chinensis*. Natomiast zbocza o ekspozycji N w dolnej części pokryte są lasem modrzewiowo-brzozowym (*Larix sibirica*, *Betula platyphylla*) z bogatym mezofilnym runem, w którym częstymi gatunkami są: *Iris ruthenica*, *Equisetum pratense*, *Trollius asiaticus*, *Vicia unijuga*, *Lathyrus humilis*, *Geranium pseudosibiricum*). W głębi doliny, ze wzrostem wysokości nad poziom morza, stopniowo

zatraca się asymetria zboczy i zaczyna się panowanie górskiej, wschodnio-syberyjskiej tajgi. Do wysokości 1650 m n.p.m. jest to podpiętro tajgi modrzewiowo-limbowej (*Pinus sibirica*). Zwarcie drzew jest niezbyt duże, a warstwa krzewów słabo wykształcona (*Rosa acicularis*, *Sorbus sibirica*, *Lonicera altaica*). Runo natomiast jest dobrze wykształcone i obok gatunków charakterystycznych dla świetlistych lasów brzozowo-modrzewiowych, występują również borealne gatunki tajgowe (*Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola incarnata*, *Trientalis europaea*, *Linnaea borealis*). Wyższe położenia aż do górnej granicy lasu (2000 m n.p.m.) zajmuje tajga limbowa z domieszką świerka (*Picea obovata*) i modrzewia syberyjskiego. Krzewy spotyka się tu sporadycznie, a runo na dużych powierzchniach jest bardzo jednolite, a zarazem ubogie w gatunki; dominuje *Ledum palustre*, *Vaccinium vitis-idaea* i *Bergenia crassifolia*. Rzadziej spotyka się *Linnaea borealis* – gatunek bardzo charakterystyczny dla tajgi limbowej. Dno tajgi pokrywa gruba, zwarta warstwa mchów (*Sphagnum apiculatum*, *Pleurozium schreberi* oraz porosty, głównie *Cladonia* sp. Powyżej górnej granicy lasu rozciąga się piętro wysokogórskie. Podpiętro górskiej lasotundry stanowi wąską (do ok. 200 m wysokości) strefę przejściowej roślinności od piętra leśnego do górskiej tundry. Przeplatają się tu elementy zbiorowisk tajgowych i tundrowych. Na płaskich grzbietach wykształca się górska lasotundra, sięgająca do wysokości 2200 (2300) m n.p.m. Pojedyncze, karłowate drzewa to limba syberyjska i świerk (*Picea obovata*), a w gęstej warstwie karłowatych krzewów licznie rośnie *Betula exilis*



Ryc. 9. Chentej. Lasotundra. Fot. A. Pacyna.

oraz nieliczne okazy *Salix glauca*, *Spiraea alpina* i *Juniperus pseudosabuma*. Runo tworzy *Vaccinium vitis-idaea* z domieszką *Bergenia crassifolia* i kilka gatunkami wysokogórkimi (*Dryas oxyodonta*, *Polygonum viviparum*, *Pedicularis labradorica*, *Dracophaelum grandiflorum* i in.). Charakterystyczna jest dobrze wykształcona warstwa mchów i porostów wśród

których są: *Aulacomnium turgidum*, *Polytrichum strictum*, *Dicranum fragilifolium* i kilka gatunków *Cladonia* (Ryc. 9). Rozległe obszary podgrzbietowych części zboczy i powierzchnie zrównania na grzbietach zajmuje podpiętro górskiej tundry, sięgające do wysokości 2500 (2600) m n.p.m. Roślinność



Ryc. 10. Chentej. Wysokogórska tundra w środku kamienistego poligonu. Fot. A. Pacyna.

jest niska, przeważnie jednowarstwowa, wszystkie osobniki dochodzą do jednakowej wysokości (co ma związek z grubością pokrywy śnieżnej i jej rolą ochronną przed przemarzaniem). W zależności od panujących krzewinkowych gatunków wyróżnia się tundrę wierzbową (*Salix* sp.), brzożową (*Betula exilis*), bażynową (*Empetrum sibiricum*), dryasową z panującym *Dryas oxyodonta* oraz tundrę porostowo-mszystą (Ryc. 10). Jako gatunki towarzyszące występują w tundrze gatunki arktyczno-wysokogórskie (m. in. *Pachypleurum alpinum*, *Polygonum viviparum*, *Carex stenocarpa*). Niewielkie powierzchnie zajmują łączki z *Schultzia crinita*, a na płaskich, wilgotnych miejscach, często w sąsiedztwie „oczek” wodnych rozwijają się zatorfione łąki wysokogórskie z *Ligularia sibirica*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Allium* cfr. *schoenoprassum* i *Juncus triglumis*. Podpiętro



Ryc. 11. Północna Gobi. Widok na Ałtaj Gobijski. Na pierwszym planie *Haloxylon ammodendron*. Duże odległości pomiędzy poszczególnymi osobnikami są efektem konkurencji korzeniowej. Fot. A. Pacyna.

subniwalne wykształciło się na niewielkim obszarze obejmującym stoki Asaraltu i rozległą powierzchnię zrównania na jego szczycie. Zbocza są pokryte nagimi usypiskami kamiennymi, a szczytową powierzchnię zrównania zalega pokrywa gruzowa. Roślinność jest ograniczona do pojedynczych okazów gatunków arktyczno-wysokogórskich: *Melandrium apetalum*, *Minuartia arctica*, *Oxygraphis glacialis*, *Saxifraga flagellaris*, *Rhodiola quadrifida*, *Gentiana algida*, *Lloydia serotina*, *Carex rigidioides*.

Wyniki badań piętrowego układu roślinności w obu pasmach i zestawienie ich z wynikami badań prowadzonymi przez klimatologa, pozwoliły na stwierdzenie aridowego (związanego z suchym klimatem) typu piętrowości w Changaju, związanego z górami Azji Centralnej, a w Chenteju – typu borealnego, właściwego górom południowej Syberii.



Ryc. 12. *Lilium pumilum*, jedna z najpiękniejszych roślin Mongolii. Fot. A. Pacyna.

W czasie badań w Changaju, korzystając ze stosunkowej bliskości pustyni Gobi, każdego roku robiliśmy kilkudniowe wycieczki na pustynię Gobi i w Ałtaj Gobijski, góry centralnoazjatyckie, zupełnie pozbawione piętra leśnego. Północna Gobi, położona między Wyżyną Południowo-Changajską a Ałtajem Gobijskim, jest właściwie półpustynią, głównie żwirową, rzadkie są miejsca piaszczyste (Ryc. 11). Jej powierzchnia jest pofalowana i poprzecinana suchymi korytami okresowych rzek (ros. „sajr” – równoznaczne z arabskim „wadi”). Pokrycie roślinności jest skąpe. Wiele tu krzewów i półkrzewów (*Amygdalus pedunculata*, *Kalidium gracile*, *Nitraria sibirica*,

Haloxylon ammodendron, *Zygophyllum xanthoxylon*, *Z. potaninii*, krzewiaste gatunki *Artemisia*. Ochroną przed nadmiernym nasłonecznieniem i przegrzaniem jest redukcja liści do łusczkowatych tworów i przejście funkcji asymilacji przez zielone pędy np.



Ryc. 13. Północna Gobi. *Peganum nigellastrum* (Zygophyllaceae) na żwirowej półpustyni. Fot. A. Pacyna.

u *Haloxylon ammodendron*, natomiast *Nitraria sibirica* ma normalne, zielone liście, ale gałązki są białe, odbijające promienie słoneczne. Części podziemne wielu roślin są nieproporcjonalnie duże w stosunku do części nadziemnych. Przykładem mogą być grube

(grubość ramienia), silnie rozgałęzione korzenie *Haloxylon ammodendron*. Nieliczni mieszkańcy Gobi wykopują je na opał. Widzieliśmy duże ich sterty przy jurtach. Przy większych skupiskach tego gatunku można obserwować efekt konkurencji korzeniowej. Flora Gobi jest centralnoazjatycka, zupełnie odrębna od flory północnej i środkowej Mongolii. Duże znaczenie mają tu rodziny: *Zygophyllaceae* i *Chenopodiaceae*, które we florach euroszyberyjskich albo w ogóle nie występują, albo nie mają dużego znaczenia. Niesamowite wrażenie robi wnętrze Altaju Gobijskiego – bez drzew, z bardzo skąpą roślinnością. Byliśmy w głębokiej suchej dolinie, której dno było pokryte olbrzymimi głazami naniesionymi przez okresową rzekę, powstałą po nawalnej ulewie. W roku 1975 byliśmy również na Zaałtajskiej Gobi, prawdziwej pustyni, burej i ponurej, prawie zupełnie pozbawionej roślinności.

Pobyt w Mongolii dla wielu z nas był przygodą życia, poznaniem nieznanego kraju, a prowadzone badania dawały wielką satysfakcję, tym większą, że często zdawaliśmy sobie sprawę, że jesteśmy pierwszymi, którzy prowadzą w danym miejscu badania naukowe.

■ Dr hab. Anna Pacyna jest emerytowanym pracownikiem Instytutu Botaniki UJ. E-mail: anna.pacyna@uj.edu.pl.

BOTANIKA LEŚNA W KRAKOWIE – WYJAZDY ZAGRANICZNE

Jan Bodziarczyk, Jerzy Szwagrzyk (Kraków)

Włochy i Austria: Alpy Retyckie oraz masyw Dürrenstein we wschodnich Alpach

Uprawianie botaniki leśnej w Krakowie było zawsze silnie powiązane z górami; duża część zajęć terenowych ze studentami odbywa się w górach, większość badań naukowych prowadzonych jest w górskich lasach. Ze względu na bliskość głównymi obiektami zarówno dydaktyki, jak i badań terenowych są zwykle Karpaty, a zwłaszcza Beskidy. Tym niemniej w zasięgu zainteresowań botaników leśnych z Krakowa znajdowały się też inne masywy górskie. W skali Europy najważniejszymi górami są niewątpliwie Alpy; trudno prowadzić badania naukowe w górach nie odnosząc się do kontekstu Alp oraz zgromadzonych tam doświadczeń. Podobnie było w przypadku krakowskiej botaniki leśnej.

Na terenie Alp miejscem naszej działalności naukowej były dwa obszary; pierwszy z nich to park narodowy Stelvio w Alpach Retyckich we Włoszech,

a drugi to masy Dürrenstein we wschodnich Alpach w Austrii. W Alpy Retyckie botanicy leśni z Krakowa wyprawiali się dwukrotnie: w pierwszym wyjeździe latem 1994 roku uczestniczyli dr Zdzisław Bednarz i dr Janusz Szewczyk. Druga wyprawa naukowa w Alpy Retyckie miała miejsce w drugiej połowie lipca 1995 roku i zorganizowana była przez Krakowski Oddział Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk o Ziemi. Uczestniczyli w niej: prof. dr hab. Kazimierz Krzemień i dr Marek Angiel – z Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz magistrant profesora, a także dr Andrzej Kownacki – hydrobiolog z PAN oraz dr hab. Jan Bodziarczyk z Katedry Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody Wydziału Leśnego w Krakowie. Ogólnym celem wyprawy było poznanie przyrody Parku Narodowego Stelvio – jednego z największych Parków Narodowych Włoch. Park o powierzchni ponad 1340 km² położony jest we Wschodnich Alpach na granicy trzech włoskich prowincji: Górnej Adygi, Trydentu i Lombardii, chroni

typowy alpejski krajobraz oraz unikalną przyrodę wysokogórską. Do osobliwości przyrodniczych tego obszaru należy koziorożec alpejski *Capra ibex* oraz orzeł przedni *Aquila chrysaetos*, którego stylizowana sylwetka jest symbolem Parku. Najpotężniejszy masyw górski Parku tworzą kulminacje Ortles (3905 m n.p.m.), Gran Zebru (3850 m) oraz Monte Cevedale (3769 m); łańcuch ten rozcięty jest głębokimi dolinami, które w znacznej części zajmują lodowce. Jedną z największych i najciekawszych przyrodniczo dolin Parku jest dolina Martello, która stała się naszym głównym poligonem badawczym. Dolina wręcz niezwykła, ogromna, w której większość polskich Tatr mogłaby się ukryć. Górna część pokryta lodowcami, które aktualnie zajmują 10% jego powierzchni. Współczesna granica wiecznego śniegu przebiega tam w zależności od ekspozycji na wysokości około 3000 do 3200 m n.p.m., a największym lodowcem doliny jest Vedretta del Cevedale (Ryc. 1). Korzystając z uprzejmości dyrekcji Parku, zamieszkaliśmy w limbowej – niepozornej na zewnątrz, a w środku ku naszemu zdumieniu, bardzo nowocześnie wyposażonej chatce naukowców – bo tak ją nazwaliśmy od skromnego i maskującego wyglądu. Chatka położna na 2000 m. n.p.m., znajdowała się na potężnym muttonie (pagórek ukształtowany przez lodowiec), kilkadziesiąt metrów nad urwistym – prawie pionowym brzegiem, szalejącego potoku Plima, stanowiącego prawy dopływ górnej Adygi. Przez 2 tygodnie chatka służyła nam za prawdziwą terenową stację naukową, w której codziennie do późna w nocy toczyły się ciekawe dyskusje i dzielenie się wrażeniami z codziennych odkryć i doznanych wrażeń. Każdy z uczestników wyprawy miał ściśle sprecyzowany swój cel badawczy. Geografowie kartowali koryta potoków poznając ich morfologię i dynamikę. Hydrobiolodzy zajęli się badaniem biocenoz wodnych, natomiast główny obiekt badań botanicznych stanowiła limba *Pinus cembra*. Materiał do badań w formie wywiertów pobraliśmy świdrem Presslera zaledwie z kilkudziesięciu drzew, ale rozproszonych w całym obszarze doliny Martello. W ciągu całego pobytu, prawie codziennie odszukiwaliśmy i penetrowaliśmy drzewostany z udziałem limby (Ryc. 2). Wybranie najdorodniejszych drzew, które posłużyły za obiekt badawczy – bez zewnętrznych uszkodzeń i oznak chorobowych – nie było łatwe. W poszukiwaniu materiału często musieliśmy się wspinać na niedostępne i trudne do zdobycia półki skalne, szczególnie w bocznych dolinach Gioveretto i Peder. Większość limb występuje tam w strefie górnej granicy lasu, na wysokości około 2200–2250 m n.p.m., głównie na stokach o ekspozycji południowo-wschodniej, gdzie tworzą specyficzne zbiorowiska ze

świerkiem pospolitym *Piceetum subalpinum cembretosum* i rododendronem: *Rhododendro-Vaccinietum cembretosum*. Najczęściej jednak limba współwystępuje ze świerkiem, który w niższych położeniach zdecydowanie dominuje, natomiast w miarę wzrostu wysokości świerk ustępuje modrzewiowi. Przy górnej granicy lasu limba i modrzew tworzą nawet odrębne piętro borów limbowo-modrzewiowych, o luźnej strukturze, dobrze nasłonecznione, z dominacją krzewinek w runie. Wyjątkowo rzadko zdarzają się drzewostany zdominowane wyłącznie przez limbę, zajmujące niewielkie powierzchnie, niekiedy zaled-



Ryc. 1. *Rhododendron ferrugineum* na tle lodowca w dolinie Vedretta del Cevedale. Fotografia z archiwum autorów.

wie kilkuhektarowe. W dolinie Martello limba tworzy górną granicę lasu sąsiadując z zaroślami różaneczników (*Rhododendron ferrugineum* i *R. hirsutum*) i borówką czarną *Vaccinium myrtillus*. Górna granica lasu w tej dolinie dochodzi do 2300 m n.p.m. na zboczach północno-wschodnich i 100 m wyżej na zboczach południowo-zachodnich. W dolinie tej nie spotyka się piętra kosodrzewiny, a jedynym miejscem w którym udało się nam odkryć tylko jedno jej większe skupisko była boczna dolina Peder. Osobliwością tego obszaru są wyjątkowo ubogie opady, których roczne sumy nie przekraczają zwykle 1000 mm. Mimo to świat roślin i zwierząt jest niezwykle bogaty. W dolinie Martello, na płaskich, polodowcowych fragmentach występują też obszary bagienne i torfowiska z bogatą florą turzyc, welnianek, ale również takich osobliwości jak rosiczka i tłustosz alpejski, tworząc zbiorowisko *Schecherio-Caricetea nigrae*. Badania botaniczne nad limbą cieszyły się największym zainteresowaniem pracowników Parku Narodowego Stelvio. Od nich często otrzymywaliśmy wskazówki w które rejony się udać w poszukiwaniu „zielonego

runa”. Spore zainteresowanie wzbudził wiek najstarszej żywej limby, która – jak udało się już w terenie ocenić – przekroczyła 300 lat. Zliczając słoje na odnalezionych pniakach po ściętych drzewach, można się było przekonać, że drzewa te przekraczały nawet 350 lat, a na pniakach modrzewia doliczyliśmy się blisko 400 słoików rocznych. Warto wspomnieć o ciekawszych wynikach naszych badań nad limbą alpejską, przedstawionych w publikacji przez dr Bednarza (2006). Jednym z nich jest określenie zależności szerokości rocznych przyrostów limby od wysokiej temperatury powietrza miesięcy letnich



Ryc. 2. Bory limbowe w Dolinie Martello. Park Narodowy Stelvio. Fotografia z archiwum autorów.

i niskiej temperatury końca zimy i początku wiosny (luty, marzec). Zjawisku suszy mrozowej szczególnie sprzyjają mroźne i ubogie w opady zimy. Wynik ten jest potwierdzeniem wcześniejszych poglądów na temat silnego wpływu zjawiska suszy mrozowej na procesy wzrostu i rozwoju drzew w strefie górnej granicy lasu. Drugim ważnym wynikiem, który otrzymaliśmy z badań alpejskich nad limbą było wykazanie w okresie datowania 295 letniej chronologii słoików rocznych wyraźnego spadku przyrostu na grubość w dwóch okresach; pierwszy obejmujący lata 1800–1850 (przypadający na ochłodzenie tzw. ostatniego epizodu Małej Epoki Lodowej) oraz drugi przypadający po 1970 roku, co prawdopodobnie było związane z oddziaływaniem zanieczyszczeń powietrza. Badania nad limbą były głównym celem wyprawy, ale nie sposób było nie zauważyć ogromnego bogactwa życia i form pozostałych osobliwości przyrodniczych. Skala przestrzenna, w której przyszło nam przez te kilkanaście dni się poruszać i obserwować istniejące, niezwykle bogate układy przyrodnicze, wywarła na nas największe wrażenie.

Od samego początku do końca wyprawy towarzyszyło nam zauroczenie wspaniałą przyrodą. Na długo pozostaną w pamięci niemal codzienne spotkania z kozicami *Rupicapra rupicapra* i świstakami *Marmota marmota* na lodowcach gruzowych w dolinie Madriccio czy z niepylakiem *Parnassius phoebus* na halach doliny Pader. Warto również wspomnieć o dwóch rzadkich ptakach: wronczyku *Pyrrhocorax pyrrhocorax* – z rodziny krukowatych, którego wielokrotnie mieliśmy szczęście obserwować na górskich przełęczach powyżej 3000 m n.p.m. oraz o pardwie górskiej *Lagopus mutus* – bardzo rzadkim kuraku, zamieszkującym bezleśne i skaliste obszary górskie Alp i Pirenejów. W trakcie spotkania udało się nawet sfotografować pisklę pardwy. Wysokogórski krajobraz z kulminacją Cima i Monte Cevedale, pokrytych lodowcami i wiecznymi śniegami pozwolił przenieść nas w zupełnie inny wymiar. Ważnym akcentem podczas tej wyprawy było również wejście na Monte Cevedale (3769 m n.p.m.) – najwyższy szczyt zamykający dolinę Martello oraz odnalezienie kilku cennych skarbów – w tym jednego rogu kozicy i aktynolitu – minerału o pięknej włóknistej budowie występującego w skałach metamorficznych. Wśród przywiezionych do Krakowa skarbów znalazł się także zielnik liczący około 100 arkuszy roślin naczyniowych.

Masyw Dürrenstein (1878 m n.p.m.), będący kolejnym obiektem naszych badań w Alpach, jest położony w silnie zalesionych wapiennych Alpach Wschodnich, w odległości około 150 km na południowy zachód od Wiednia. Rdzeń tego obszaru stanowi słynny rezerwat Rothwald, będący najlepiej zachowanym w Alpach fragmentem mieszanego lasu jodłowo-świerkowo-bukowego. Las ten przetrwał w stanie nienaruszonym przez działalność człowieka dzięki splotowi kilku czynników; jest położony na granicy różnych własności, w niewielkiej, bocznej dolinie o charakterze niecki, z której transport pni drzew rozpowszechnioną w Alpach metodą gravitacyjną był niemożliwy. Dzięki temu zachowały się tam do dzisiaj zbiorowiska leśne o całkowicie naturalnym charakterze oraz drzewa imponujące swoim ogromem. Najwyższym pomierzonym drzewem w rezerwacie jest świerk pospolity o wysokości 58 metrów; zapewne jedno z najwyższych drzew w Europie. Ogromnym rozmiarom drzew sprzyja tutaj stosunkowo łagodny klimat (dolna część rezerwatu znajduje się na wysokości około 1000–1200 m n.p.m., a zatem jak na Alpy stosunkowo nisko) oraz ogromna obfitość opadów (w północnej części wschodnich Alp roczna suma opadów przekracza 2000 mm). Teren rezerwatu od dziewiętnastego wieku stanowił własność rodziny Rotszyldów; już w roku 1875 traktowali

oni ten teren jako prywatny rezerwat. Dostęp do niego był bardzo ograniczony, a badania naukowe prowadzono tam jedynie sporadycznie. Dopiero od roku 1995, dzięki umowie między właścicielami a rządem Austrii, teren rezerwatu został szeroko udostępniony dla nauki, a zarazem stał się częścią rozleglejszego obszaru chronionego kategorii – tak zwanego



Ryc. 3. Tor lawiny w rezerwacie Rothwald. Fot. z archiwum autorów.

„obszaru dzikości” („*Dürrenstein Wildnissgebiet*”), zajmującego obszar 2370 ha i reprezentującego I kategorię ochronną w klasyfikacji IUCN.

W roku 2009 podjęliśmy współpracę z doc. Georgiem Gratzerem z wydziału leśnego Uniwersytetu Rolniczego (BOKU) w Wiedniu. Grupa doc. Gratze-
ra prowadziła od dziesięciu lat na terenie rezerwatu Rothwald badania nad strukturą i dynamiką lasów naturalnych. Współpracę podjęliśmy w ramach tematu związanego z rolą grzybów patogenicznych w ograniczaniu procesu odnawiania się dominującego gatunku drzewa – w tym przypadku buka – w drzewostanach o charakterze naturalnym. Nasza hipoteza zakładała, że w starych drzewostanach obradanie drzew, w odróżnieniu od lasów gospodarczych, powtarza się wielokrotnie przez długi okres czasu, co stwarza możliwość wzrostu liczebności patogenów grzybowych w glebie do tak wysokiego poziomu, że naturalne odnowienie dominującego gatunku drzewa zostaje silnie ograniczone. Hipoteza ta była wynikiem pomiarów i obserwacji prowadzonych przez nas od kilkunastu lat w naturalnych drzewostanach dolnoregłowych Babiogórskiego Parku Narodowego. Ponieważ podobne badania prowadzone były w Rothwaldzie, a niektóre ich wyniki były zbieżne z tym, co obserwowaliśmy na Babiej Górze, uznaliśmy za celowe prowadzenie dalszych badań równoległe w obu obiektach.

Pierwszy wyjazd do rezerwatu Rothwald nastąpił w sierpniu 2009 roku. Z naszej strony uczestniczyli w nim prof. Jerzy Szwagrzyk i dr Janusz Szewczyk, a ze strony austriackiej – doc. Georg Gratzer. Na

czas prac terenowych zamieszkaliśmy w Langboden. Dojeżdża się tam po stromych zboczach świetnie utrzymanymi drogami leśnymi, odgrodzonymi od asfaltowej drogi publicznej bramą zamykaną na solidną kłódkę. Po kilkunastu kilometrach jazdy przez zwarte lasy, z otwierającymi się od czasu do czasu widokami na pasmo Kräuterin, dociera się do Langboden, polany z wspaniałą panoramą na masyw Dürrenstein. Tam zatrzymaliśmy się w okazałym drewnianym domu będącym niegdyś rezydencją myśliwską Rotszyldów. Po latach łowieckiej świetności pozostało na ścianach jeszcze trochę jelenich poroży, zapewne tych mniej cennych. Teraz budynek ten służy jako baza dla naukowców prowadzących badania w rezerwacie Rothwald oraz dla drwali pracujących w lasach poza obszarem chronionym. W czasie sierpniowego wyjazdu odwiedziliśmy cztery stałe powierzchnie badawcze; okazało się, że dwie z nich zostały zniszczone przez potężne lawiny, które zeszyły ze zboczy Dürrensteinu w marcu 2009 roku. Ponieważ na powierzchniach tych prowadzono między innymi pomiary wieku i przyrostu drzew, wiadomo było, że niektóre drzewa na stałych powierzchniach osiągnęły wiek ponad 400 lat. Potężne buki, jodły i świerki, które znalazły się na trasie lawin, zostały wyrwane z korzeniami lub złamane jak patyki. Chodząc po tym poboju trudno było nie ulec fascynacji siłą natury; lawiny z marca 2009 roku były zapewne najsilniejsze od wielu stuleci. Fakt, że wyłamały las tak stary, świadczy o tym, że przez kilkaset lat nie było w tym miejscu aż tak potężnych lawin. Mogliśmy zatem oglądać w całej okazałości proces naturalnych zaburzeń w zbiorowiskach leśnych; nawet w miejscach, gdzie przez kilkaset lat nie wydarza się nic dramatycznego, może nastąpić kataklizm zmieniający radykalnie dynamikę ekosystemu leśnego. Większość starych, potężnych drzew na trasie lawiny uległa zniszczeniu (Ryc. 3). Ale w miejscach, gdzie pod okapem starego drzewostanu występowało młode pokolenie buków, część kilkumetrowej wysokości drzewek przetrwała lawinę; ugięły się pod naporem śniegu, ale nie zostały złamane. Na wysuszonych przez letnie słońce i upały odsłoniętych przez lawiny zboczach mogliśmy obserwować pojawienie się roślin, które w zwartych lasach wokół torów lawinowych nie mają szans przetrwania. Masowo pojawiły się ostrożeńce – w tym okazały ostrożeńce głowacz *Cirsium eriophorum* – oraz pokrzyk wilcza jagoda *Atropa belladonna*. Tuż obok, pod zwałami obalonych pni i połamanych konarów, młode jodły i buki tkwiły wciąż w ocienieniu, równie intensywnym lub nawet silniejszym niż przed przejściem lawiny. Nie widząc na własne oczy tego typu

zjawisk trudno wyobrazić sobie, jak ogromną różnorodność skrajnie odmiennych mikrośrodków pozo-
stawia po sobie naturalne zaburzenie.

Nasz temat badawczy dotyczył jednak innego wątku; badania prowadziliśmy na dwóch powierzchniach badawczych, które nie znalazły się na trasie lawin. W czasie pierwszego wyjazdu ustaliliśmy wspólną metodykę badań nad obsiewem nasion oraz nad ich kiełkowaniem. Eksperyment nad kiełkowaniem bukwki przeprowadziliśmy jesienią 2012 roku; w trzy dni po wyłożeniu bukwki na powierzchniach badawczych pod Babią Górą prof. Jerzy Szwagrzyk wraz z doc. Georgiem Gratzerem w połowie października po przyjeździe do Langböden wyłożyli na powierzchniach badawczych perforowane plastikowe pudelka zawierające wyselekcjonowaną bukwkę wymieszaną ze ściółką leśną pobraną w miejscu wyłożenia pojemnika. Mimo późnej bory buki były jeszcze w pełni ulistnione i tylko częściowo przebarwione na jesienne kolory. Nie udało się wprawdzie zobaczyć śladów bytności niedźwiedzi, które po wytopieniu ich w całych Alpach rozpoczęły powolną rekolonizację Alp wschodnich, migrując z terenów sąsiedniej Słowenii. Udało się za to zaobserwować dwa okazale głuszce *Tetrao urogallus*; gatunek ten, silnie zagrożony w większości swoich stanowisk w środkowej Europie, znajduje nadal bezpieczną ostoję w masywie Dürrenstein.

Zbiór pojemników z kiełkującą bukwką nastąpił w drugiej połowie maja. Mimo, że klimat jest tu stosunkowo łagodny, gruba pokrywa śnieżna potrzebuje wiele czasu na stopnienie. Na drodze do granicy rezerwatu zatrzymała nas spora zaspą śnieżną; w samym rezerwacie śniegu nie było jednak wcale i udało się bez trudu zebrać pozostawione w październiku pojemniki z kiełkującą bukwką. Przeprowadzone wkrótce potem analizy ich zawartości wykazały, że stopień opanowania bukwki przez grzyby był w Rothwaldzie jeszcze nieco wyższy niż na Babiej Górze. Prawdopodobnie większa trwałość pokrywy śnieżnej we wschodnich Alpach w porównaniu z Babią Górą sprzyjała jeszcze bardziej rozwojowi grzybów. Uzyskane wyniki nie rozstrzygają jeszcze w sposób jednoznaczny, czy nasza hipoteza jest prawdziwa. Stanowią jednak w pewnym stopniu jej potwierdzenie. Wyniki te nie zostały jeszcze opublikowane; jednak manuskrypt wspólnej pracy został już przygotowany do wysłania do redakcji „*Forest Ecology and Management*”.

Ukraina: Gorgany, Czarnohora i Góry Czywczyńskie

W ciągu ostatnich 14 lat z krakowskiego środowiska botaników „botanicy leśni” uczestniczyli

w 5 wyprawach naukowych w Ukraińskie Karpaty Wschodnie; przy czym czterokrotnie brali w nich udział studenci leśnictwa – członkowie Sekcji Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody Koła Naukowego Leśników.

Pierwsza ekspedycja pod kierownictwem Profesora Kazimierza Zarzyckiego odbyła się w lipcu 1999 roku. Na szlaku wyprawy znalazły się wówczas Gorgany, Czarnohora i północna część Gór Czywczyńskich. Wyprawa miała charakter typowo integracyjny. Wzięli w niej udział oprócz Profesora, dr Urszula Bielczyk (Instytut Botaniki PAN), która opisywała porosty Karpat Wschodnich, dr Jan Zarzycki (UR Kraków), który zajął się roślinnością łąk niskich położonych górskich oraz dr Jan Bodziarczyk (Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody, Wydział Leśny), który badał strukturę borów świerkowych. Podczas wyprawy towarzyszyli nam koledzy ze Lwowa z Instytutu Ekologii Karpat oraz z Uniwersytetu im. I. Franko, którzy prowadzili badania florystyczne. Wyprawa odbywała się pod hasłem: „Geobotanicznymi śladami Bogumiła Pawłowskiego i współtowarzyszy na Czarnohorę i w Góry Czywczyńskie”. Profesor Zarzycki – uczeń, a później współpracownik Profesora Pawłowskiego, zadbał podczas wyprawy w szczególny sposób, aby postać Jego Mistrza stała się i nam bliska. Wędrując łukiem Karpat z przedwojennym wydaniem klucza „Rośliny Polskie”, codziennie w ciągu kilkunastu dni poznawaliśmy nowe gatunki i zbiorowiska roślinne oraz porosty, uzupełniając jednocześnie zbiory zielnikowe. Mieliśmy pełną świadomość wyjątkowości tej wyprawy, zdając sobie sprawę, że przez całe dziesięciolecie obszar Karpat Wschodnich był dla polskich badaczy całkowicie niedostępny. Jedynymi opracowaniami botanicznymi z tego obszaru były przedwojenne i tuż powojenne publikacje polskich przyrodników (zwłaszcza Zapałowicza, Pawłowskiego, Walasa, Swederskiego, Szafrana, Wilczyńskiego, Tołpy czy Środonia). Dzięki nim, w trakcie wyprawy, mieliśmy punkt odniesienia do prowadzonych na bieżąco obserwacji; były też podstawą często niekończących się, długich naukowych dyskusji.

Pobyty w Gorganach – z bazą w rejonie Dory koło Jaremczy, koncentrował się głównie na badaniach roślinności łąk niskich położonych górskich (zwanych przez Huculów carynkami). Celem naszych badań na łąkach było przede wszystkim poznanie zmian jakie nastąpiły we florze ekosystemów łąkowych w ciągu ostatnich 70 lat. Nasze wyniki mogliśmy odnieść do udokumentowanych badań, które prowadzili tam Swederski i Szafran (1931) w okresie międzywojennym. Szczegółowe opracowanie tego zagadnienia przedstawił w *Rocznikach*

Bieszczadzkich J. Zarzycki (2002). Z badań tych wynika, że głównym czynnikiem wpływającym na bioróżnorodność „carynek” jest sposób użytkowania, a w mniejszym stopniu wysokość nad poziomem morza. Skład tych łąk w dużym stopniu jest podobny do łąk występujących w podobnych warunkach siedliskowych polskiej części Karpat. Aktualnie sposób gospodarowania łąkami w Beskidach Pokucko-Bukowińskich niewiele się zmienił w porównaniu ze sposobem stosowanym w latach 30. XX w., a w roślinności tych łąk, mimo upływu 70 lat, nie nastąpiły zasadnicze zmiany – podstawowy skład gatunkowy nie uległ zmianie, a większość gatunków aktualnie odnotowano. Pobyt w Gorganach zakończyliśmy całonocną wycieczką na Chomiak (1544 m n.p.m.), podczas której miłym akcentem było odnalezienie w płatach kosodrzewiny rzadkiego storczyka listery sercowatej *Listera cordata*. W trakcie całego pobytu w Karpatach Ukraińskich, systematycznie pobieraliśmy próbki gleb ze strefy rizosfery rzadszych gatunków roślin, w celu określenia ich podstawowych właściwości glebowych. Profesor przygotowywał właśnie nowe – bardziej rozszerzone, wydanie „Ekologicznych liczb wskaźnikowych”.

Prawdziwe zauroczenie przyrodą Karpat Wschodnich nastąpiło w Czarnohorze. Pierwsze skojarzenie – głównie krajobrazowe, odnieśliśmy do Babiej Góry. Florystycznie, według badań Zapalowicza istnieje znaczne podobieństwo Czarnohory do Karpat Zachodnich, a zwłaszcza Babiej Góry, ale również i Tatr – podobny piętrowy układ roślinności: nad piętrem lasów bukowych, które dochodzi do 1300 m n.p.m., rozciąga się piętro górnoreglowych borów świerkowych (do 1550 m n.p.m.), potem piętro kosodrzewiny (do 1850 m) i piętro alpejskie sięgające po najwyższe szczyty. Skojarzenia nastąpiły również w odniesieniu do Bieszczadów Zachodnich – tylko znów nie ta skala przestrzenna – rozległe połoniny powyżej górnej granicy lasu ciągnące się w bezkres, uświadamiały nam najłatwiej dostrzegalne różnice. W szczegółach różnic tych jest zdecydowanie więcej, i jednym z celów naszej wyprawy było je dostrzec i porównać. W stacji naukowej pod Pożyżewską, gdzie zostaliśmy przyjęci wyjątkowo gościnnie, założyliśmy naszą bazę na kolejne kilka dni. Stacja należy obecnie do Instytutu Ekologii Karpat Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, może poszczycić się długą tradycją, sięgającą 1899 roku, kiedy to powstała jako filia Krajowej Stacji Botaniczno-Rolniczej we Lwowie i była jedyną w całej Czarnohorze bazą, z której korzystali badacze przyrody. Początkowo miała służyć jako baza do prowadzonych eksperymentów na roślinności połonin i obserwacji stanów pogody. Później, jako Wysokogórska

Stacja Biologiczna, wykorzystywana była przez liczne kręgi naukowców reprezentujących szerokie spektrum badań przyrodniczych. Mimo dwukrotnego zniszczenia budynku, w czasie I i II wojny światowej, stacja została odbudowana w połowie lat 50. XX w. (z nieznacznym przesunięciem w stosunku do pierwotnej lokalizacji) zachowała swój pierwotny cel – do dzisiaj służy badaczom z różnych krajów Europy. W okresie naszego pobytu w stacji oraz w czasie późniejszych powrotów w Czarnohorę, gospodarzami stacji byli Jurij i Luba Hołobin, dla których stacja była równocześnie domem. Korzystne położenie stacji, nieco powyżej górnej granicy lasu (1430 m n.p.m.), umożliwiała nam swobodne realizowanie kolejnych naszych planów badawczych podczas lipcowej wyprawy. Poznawaliśmy florę i roślinność Howerli, otoczenia Pożyżewskiej oraz Jeziora Niesamowitego, Breskuła i Dancerza. Jednym z celów naszej wyprawy było też rozpoznanie i zapoczątkowanie badań nad strukturą górnoreglowych świerczyn. Marzyły nam się prawdziwe „pralasy” – jak to nazwali przedwojenni badacze Czarnohory. Penetrując strefę występowania górnoreglowych borów, z pewnym rozczarowaniem – coraz częściej dochodziliśmy do przekonania, że miejsc pierwotnych nie znajdziemy w Czarnohorze, a ślady ingerencji człowieka odnajdywaliśmy w najbardziej niedostępnych ustroniach, w których wydawało nam się, że ich być tam nie powinno. Szczególne wrażenie zrobiły na nas bory świerkowe porastające północno-zachodnie stoki Homuła (Ryc. 4). Miejsca najbardziej niedostępne, strome, z groźnie rwącymi potokami i potężnymi mszarami pokrywającymi ogromne złomy skalne niczym tatrzańskie *wantule*. Niewątpliwie ten układ przyrodniczy był skutkiem jakiegoś dużego osuwiska skalnego w przeszłości. Z relacji naszego przewodnika dr Aleksandra Kagalo był to jedyny w Czarnohorze fragment borów o charakterze zbliżonym do pierwotnego, który w przeszłości traktowany był jako „żelazna rezerwa” na wypadek wojny i w rzeczywistości nie pozyskiwano stamtąd drewna; w terenie nie stwierdziliśmy też jakichkolwiek śladów ludzkiej ingerencji. Obszar ten wraz z Maryszewską Wielką objęty został już pod koniec lat 30. XX w. ochroną rezerwatową. W ostateczności założyliśmy stałą powierzchnię do badań borów górnoreglowych w rezerwacie pod Pożyżewską na stokach Breskuła, na wysokości 1280 m n.p.m, pomiędzy potokami Breskulec a Arendarzyk. Powierzchnia, podobnie jak wiele innych naszych stałych powierzchni na których prowadzimy badania od wielu lat w Karpatach Zachodnich, miała kształt koła o promieniu 25 m. W jej granicach pomierziliśmy wszystkie drzewa

zarówno martwe jak i żywe – określając dla każdego z nich cechy biometryczne: wysokość, grubość, ale także szczegółową lokalizację poprzez określenie współrzędnych horyzontalnych. Ponadto z każdego drzewa pobraliśmy wywierty do określenia struktury wiekowej i badań dendrochronologicznych. Szczegółowo opisaliśmy skład gatunkowy runa, łącznie z porostami, za oznaczenie których odpowiedzialna była dr Urszula Bielczyk. Wykopaliśmy odkrywke glebową opisując i pobierając próbki gleb z poszczególnych poziomów. Najstarszy żywy świerk na powierzchni osiągnął 263 lata, a najwyższy 38,9 m, chociaż poza powierzchnią najwyższe drzewo przekroczyło 40 m. Wysoka zasobność badanych drzewostanów na tej wysokości ma z całą pewnością związek z żyznymi glebami na których rosną, a duża ilość martwego drewna w rezerwacie nie pozostaje bez znaczenia i ma wpływ na wyższy trofizm w stosunku do sąsiadujących świerczyn rosnących poza obszarem chronionym. Zaskoczył nas przede wszystkim bogaty skład gatunkowy runa, gdzie oprócz typowych gatunków borowych i ziołoroślowych, spotkaliśmy na powierzchni *Symphytum cordatum* i *Dentaria glandulosa*.

Podczas pobytu w Czarnohorze odbyliśmy kilka dłuższych wędrówek głównym grzbiem Czarnohory w celach poznawczych, penetrując najciekawsze fragmenty pod kątem florystycznym. Zdobyliśmy między innymi Howerlę (2058), Breskul (1950), Pożyżewską



Ryc. 4. Górnoreglowy bór świerkowy pod Homulem. Pasma Czarnohory. Fotografia z archiwum autorów.

(1822), Danceż (1866), Turkuł (1935), Rebra (1887), Brebenieskul (2036) oraz Popa Iwana (2026) i Smotrec (1901) – ale podchodząc z Dżembroni, gdzie założyliśmy kolejną naszą bazę u „Paraski”. Tam, przez kilka dni koncentrowaliśmy się głównie nad poznaniem roślinności łąk, między innymi w rejonie Ilci. Jednocześnie poszukiwaliśmy *Armeria pocutica* – gatunku, który w 1935 roku w okolicy Topilczy odkrył profesor Pawłowski. Niezapomniane chwile przeżyliśmy pod koniec naszej wyprawy, kiedy pewnego

słonecznego dnia wyruszyliśmy doliną Czarnego Czeremoszu w kierunku Gór Czywczyńskich. Skorzystaliliśmy z możliwości wynajęcia wojskowego pojazdu, którego właściciel sprawnie podwoził nas w zaplanowane wcześniej miejsca. Z przygodami, co kilkanaście kilometrów kontrolowani przez żołnierzy pojawiających się z na trasie naszej wędrówki, dotarliśmy poprzez Załene, Jawornik, Szybeny i Burkut do ujścia Popadyńca. O ile przyroda wciąż zaskakiwała nas pozytywnie swoimi osobliwościami, w przynębienie wprawiały nas wioski mijane po drodze – nie ludzie, którzy byli nam niezwykle życzliwi, ale warunki w jakich przyszło im żyć i zmagać się z biedą. Wiele z tych miejscowości już w XVIII i XIX w. było niezwykle popularne jako ośrodki turystyczne i leczniczo-uzdrowiskowe, tętniące życiem przez cały rok. Niewiele jednak pozostało z okresu świetności tego regionu do dnia dzisiejszego, o czym mogliśmy się przekonać osobiście.

Wyprawa do źródeł Czeremoszu miała konkretny cel – nie tyle zdobyć Czywczyn co odnaleźć Mokrynów Kamień – dużą wapienną skałę, stanowiącą ostoję roślinności kalcyfilnej, na której miały jedyne – w przedwojennych granicach Polski – stanowiska krwawnik wschodniokarpacki *Achillea schurii* i bniec Zawadzkiego *Melandryum zawadzkiei*. Niestety i tym razem, pomimo ogromnej determinacji Profesora Zarzyckiego i w mniejszym stopniu pozostałych uczestników wyprawy, nie udało się – ani skałki ani poszukiwanej *Armeria pocutica* odnaleźć, a Czywczyn nie został zdobyty, gdyż siły natury tym razem były dla nas mniej łaskawe. W tej części Karpat, pomimo dużego „bezludzia”, krajobraz w porównaniu z doliną Prutu, był radykalnie zmieniony. Ze zdumieniem – w bocznych dolinach Czarnego Czeremoszu – obserwowaliśmy zdewastowaną przyrodę. Potężne zręby zupełne na stromych stokach, ciągnące się od dna doliny po grzbiety na długości wielu kilometrów, niczym nie przypominały prowadzonej gospodarki leśnej w Karpatach Zachodnich. Wycięty las na ogromnej powierzchni, obejmującej setki hektarów, pozostawiało tutaj naturalnej sukcesji, która następowała bardzo wolno, a ciągła erozja zboczy spowalniała procesy zablizniania się ran. W trakcie tej wędrówki udało nam się w rejonie Szybenego napotkać pozostałości drewnianych rusztowań dawnej kłauzy, służącej do spławu drewna. Niegdyś był to najpopularniejszy sposób transportu drewna w Karpatach z wykorzystaniem fali spiętrzonych wód górskich potoków. Docierało to do nas nad Czeremoszem, a wyobraźnia stała się szczególnie bujna, kiedy niespodziewanie rozpętała się burza. Wody Czarnego Czeremoszu gwałtownie wzrosły, a droga którą dotarliśmy do podnóża Czywczyna,

na wielu odcinkach została zalana. W czasie odwrotu przyszło nam również zmagać się z pokonaniem naturalnych osuwisk z licznymi wykrotami drzew i głazów. Mogliśmy na własne oczy zobaczyć jak szybko następuje erozja stoków świeżo odsłoniętych zrębami zupełnymi i dlatego kolor wód tu-tejszych potoków jest inny niż znany nam dotąd z potoków i rzek Polskich Karpat.

Wyprawa w Karpaty Wschodnie zakończyła się szczęśliwie i z całą pewnością sukcesem. Przeżyte chwile, w niezwykłych – nieznanych nam dotąd krajobrazach – pozwoliły nam lepiej zrozumieć, dlaczego badacze, których śladami wędrowaliśmy, tak często w te góry wracali. W niedługim czasie, mogliśmy się sami o tym przekonać, że góry te przyciągają niczym magnes. Latem 2003 roku, nastąpił powrót w Czarnohorę, ale już w ścisłym gronie „botaników leśnych”. Poza dr J. Bodziarczykiem, który tym razem przejął rolę przewodnika, po raz pierwszy w wyprawie w Karpaty Wschodnie wzięli udział: Prof. dr hab. Jerzy Szwagrzyk, dr Zdzisław Bednarz, dr Wojciech Różański oraz mgr Anna Bożek. Wyprawa była nieco krótsza i ograniczona wyłącznie do Czarnohory, ale jakże przydały się doświadczenia z poprzedniego wyjazdu, kiedy przecieraliśmy szlaki. Mieszkaliśmy podobnie jak przed 3 laty w stacji naukowej pod Pożyżewską. Mieliśmy konkretne zadania do wykonania w ramach realizacji grantu KBN. Jednym z nich było pobranie wywierć z najstarszych świerków w celu wyznaczenia ciągów dendrochronologicznych oraz określenia wpływu czynników klimatycznych warunkujących szerokość słoików rocznych u świerka. Poza tym w ramach kontynuowania badań nad strukturą świerczyn górnoeregłowych, na stokach Dancerza założyliśmy kolejną powierzchnię, wykonując identyczne pomiary jak w świerczynach pod Pożyżewską w 1999 roku. Do badań dendrochronologicznych pobraliśmy wywierć ze świerków rosnących na stokach Pożyżewskiej, Homuła i Dancerza. Rozpoznanie starodrzewi świerkowych przed 4 laty bardzo ułatwiło nam tym razem sprawny zbiór materiału. Równolegle, Marcin Scelina – student III roku leśnictwa, rozpoczął pod kierunkiem dr W. Różańskiego swoje badania nad zróżnicowaniem fitosocjologicznym subalpejskich zarośli zdominowanych przez kosodrzewinę *Pinus mugo*. Ciekawe wyniki otrzymaliśmy analizując szerokości słoików rocznych pomierzonych na 70 wywierciach świerkowych, które w zestawieniu z danymi klimatycznymi jednoznacznie potwierdziły wpływ warunków klimatycznych na zmienność szerokości słoików rocznych świerka w Czarnohorze. Zależność ta jest szczególnie wysoka w przypadku temperatury czerwca i lipca.

Negatywnie na przyrost świerka oddziałują wysokie sumy opadów atmosferycznych w tym okresie, skrajnie niskie temperatury w lutym i marcu oraz chłodna wiosna. Wyraźny spadek przyrostu świerków z Czarnohory zaznaczył się w latach 1800–1850, który jest efektem tzw. Małej Epoki Lodowej – potwierdzany w wielu regionach Europy na przyrostach różnych gatunków drzew. Wyniki te potwierdziły także wcześniejsze badania z Tatr i Babiej Góry. Najstarsze drzewo jakie wykorzystano do przeprowadzonych analiz osiągnęło 309 lat. Z lipcowej wyprawy na Czarnohorę powróciliśmy nie tylko z dużą ilością zebranych danych naukowych, ale również z kolejnym bogatym bagażem doświadczeń i miłych wspomnień, do których często powracamy (Ryc. 5). Powroty w Czarnohorę miały miejsce jeszcze dwukrotnie. Rok później, w lipcu i wrześniu (2004 r.) studenci leśnictwa, wspólnie ze studentami geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod opieką dr Mateusza Trolla, uczestniczyli w obozach realizując międzyuczelniany projekt naukowy. Tym razem za obiekt badań posłużyły drzewostany na zboczach Pietrosa na wysokości 1396 m n.p.m. Tymi samymi metodami co wcześniej zebrano materiał. Wyniki tych badań opublikowaliśmy jako jeden z rozdziałów (Bodziarczyk i in. 2006) zbiorowej monografii „Czarnohora. Przyroda i Człowiek”, wydanej pod redakcją naukową M. Trolla w wydawnictwie Uniwersytetu Jagiellońskiego.



Ryc. 5. Botanicy leśni podczas wędrowki na Howerlę. Fot. Jan B.

W Karpaty Wschodnie wróciliśmy jeszcze w 2006 roku w ramach samodzielnie zorganizowanego obozu naukowego Koła Naukowego Leśników. Obóz odbył się we wrześniu w Gorganach, gdzie Paweł Markewycz pod kierunkiem dr J. Bodziarczyka prowadził badania nad strukturą borów limbowych w ramach swojej pracy magisterskiej. Badania te poprzedzone były kilkoma wcześniejszymi wyjazdami w celu odszukania stanowisk podawanych w literaturze przedwojennej, głównie przez Szafera (1914), Wierdaka (1927), Wilczyńskiego (1930) i Środonia (1936). Po żmudnych poszukiwaniach wybrano drzewostany

limbowo-świerkowe na stokach Konia Grofeckiego rozciągające się w przedziale od 1220 do 1480 m n.p.m. Założono 4 stałe powierzchnie rozmieszczone w gradiencie wysokościowym. Oprócz struktury interesowały nas wzajemne relacje pomiędzy limbą i świerkiem oraz zachodzące zmiany wraz ze zmieniającą się wysokością nad poziomem morza. Badania te pozwoliły uzyskać odpowiedzi na postawione przez nas wcześniej pytania. Okazało się, że współudział głównych dwóch gatunków tworzących drzewostany – limby i świerka – zmienia się wraz z wysokością nad poziomem morza na korzyść limby. Rozmieszczenie drzew w borach limbowych jest losowe, ale pojawiają się też tendencje do skupiskowego rozmieszczenia, będące prawdopodobnie efektem odnawiania się drzewostanu w dużych lukach. Ciekawym wynikiem było również stwierdzenie, że limba w badanych drzewostanach Konia Grofeckiego osiąga większe średnice niż świerk, mimo iż oba gatunki są w podobnym wieku.

Słowacja, masyw Pol'any

Trwałym elementem zainteresowań naukowych botaników leśnych z Krakowa była problematyka struktury i dynamiki roślinności lasów o charakterze naturalnym. Większość badań z tego zakresu realizowana była na terenie Karpat: na Babiej Górze, w Gorcach, Pieninach, Tatrach, w Beskidzie Sądeckim, Beskidzie Niskim i w Bieszczadach. Zawsze jednak w tle prowadzonych przez nas badań pojawiała się wątpliwość; przecież to, co możemy znaleźć w Karpatach w granicach Polski i to tylko niewielki fragment większej całości. Ogromna większość interesujących przyrodniczo obiektów musi znajdować się poza Polską; w Rumunii, na Ukrainie czy na Słowacji. Zwłaszcza Słowacja, znajdująca się tuż za miedzą i ze stosunkowo dobrze opisanymi lasami – czego dowodem były choćby książki opublikowane przez prof. Stefana Korpeła – stanowiła od dawna przedmiot mniej lub bardziej sprecyzowanych planów badawczych. Jednak kontakty naukowe ze Słowacją, dość ożywione w latach 70. XX wieku, zostały praktycznie przekreślone w latach 80. tegoż, kiedy wyjazdy do południowych sąsiadów zostały mocno utrudnione. Po roku 1989 problem zniknął, ale zerwane kontakty nie były wcale łatwe do odbudowania; po obu stronach granicy w botanice leśnej pojawili się w międzyczasie nowi ludzie, którzy nie znali swoich potencjalnych współpracowników po drugiej stronie granicy.

Przełomem w tej sytuacji okazała się współpraca z botanikami z Zakładu Ekologii Roślin Instytutu Botaniki PAN im. W. Szafera. Profesor Jan Holeksa

jeszcze przed rokiem 2000 nawiązał kontakty z leśnikami z Uniwersytetu Technicznego w Zwoleń. W roku 2002 wspólnie – w towarzystwie studentów Wydziału Leśnego w Krakowie, magistrantów Katedry Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody – zorganizowaliśmy wyjazd na Słowację. Naszym celem były górnoreglowe świerczyny masywu Pol'any, stanowiące wysuniętą najbardziej na południe wyspę górnoreglowych świerczyn w Karpatach Zachodnich. Masyw Pol'any to część łańcucha Rudaw Słowackich (słow. Slovenské Rudohorie). Centralna część masywu to stary wulkan; najwyższy grzbiet tego pasma, przekraczający nieznacznie wysokość 1450 m n.p.m., stanowi krawędź dawnej wulkanicznej kaldery. Położony jest niemal w geograficznym środku Słowacji, a w pogodny dzień można stamtąd widzieć na północy łańcuch Tatr, a na południu krawędź Równiny Panońskiej. Jest to zatem miejsce pod wieloma względami bardzo szczególne.

Realizowaliśmy wówczas wspólnie z Instytutem Botaniki PAN projekt badawczy dotyczący struktury i dynamiki górnoreglowych świerczyn w Karpatach. Naszym zamiarem było porównanie struktury tych zbiorowisk w różnych masywach Karpat Zachodnich; do znanych nam już od dawna świerczyn Tatr i Babiej Góry postanowiliśmy dodać świerczyny masywu Pol'any. Naszym współpracownikiem po stronie słowackiej był profesor Milan Saniga, kierownik Katedry Hodowli Lasu na Wydziale Leśnym w Zwoleń, oraz jego asystenci. Dzięki wsparciu miejscowych badaczy nie mieliśmy problemu z uzyskiwaniem zezwoleń na prowadzenie badań w terenach chronionych. Było to bardzo ważne, bo świerczyny górnoreglowe masywu Pol'any znajdują się w granicach dużego rezerwatu „Pol'ana”, wchodzącego w skład Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery o tej samej nazwie; jest to zatem obszar o bardzo wysokim statusie ochronnym.

W pierwszym wyjeździe w masyw Pol'any we wrześniu 2002 roku wzięli udział oprócz prof. Jana Holeksy i prof. Jerzego Szwagrzyka trzej magistranci z Katedry Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody. Wyjazd ten miał głównie charakter rekonesansu. Lasy górnoreglowe Pol'any były już wcześniej badane przez Słowaków; prof. S. Korpeł założył tam jeszcze w latach 60. XX wieku kilka stałych powierzchni badawczych, które są nadal mierzone co dziesięć lat przez jego następców. Nas interesowała jednak przede wszystkim zmienność strukturalna borów górnoreglowych; dlatego planowaliśmy założenie kilkudziesięciu niewielkich powierzchni kołowych, rozmieszczonych regularnie, w sposób wolny od subiektywizmu. W czasie pierwszego wyjazdu wyznaczaliśmy sieć

powierzchni badawczych posługując się odbiornikami GPS, oraz rozpoczęliśmy pomiary drzewostanu. Pogoda niezbyt nam sprzyjała; o ile wrzesień w masywie Pol'any bywa zwykle miesiącem pogodnym i suchym, nam towarzyszyły burze, po których przyszło ochłodzenie i długotrwałe załamanie pogody. Następny wyjazd, na przełomie czerwca i lipca 2003, był bardzo udany. Lato 2003 roku było na Słowacji rekordowo gorące i suche. Dzięki temu pomiary w górnoreglowych świerczynach posuwały się naprzód. Były też bardziej fascynujące spotkania z miejscową fauną; w środku puszczańskich ostępów profesor Jan Holeksa z magistrantami natknęli się na gromadkę wilczych szczeniąt, które najwyraźniej wyprawiły się na poznawanie świata poza rodzinną norą. Na wszelki wypadek oddaliliśmy się szybko z tego miejsca, czując rozglądając się, czy nie nadchodzą rodzice.

Górnoreglowe świerczyny masywu Pol'any na tle innych świerczyn Karpat Zachodnich wyróżniają się większymi rozmiarami drzew i większą masą drzewostanu. Jest to zapewne w jakiejś mierze skutkiem ich wzrastania na bardzo żyznych glebach, wytworzonych z wulkanicznych andezytów. Przesunięcie na południe w stosunku do innych świerczyn Zachodnich Karpat i wynikająca z tego większa ciepłota sezonu wegetacyjnego też nie jest pewnie bez znaczenia. W niższych położeniach borów górnoreglowych w masywie Pol'any zaznacza się udział jaworu; często są to masywne, grube drzewa, chociaż zazwyczaj ustępują znacznie świerkom pod względem wysokości. Roślinność dna lasu odznacza się stosunkowo dużym udziałem gatunków ziołoroślowych, a także roślin kojarzonych u nas głównie z lasami liściastymi. Typowa dla naszych świerczyn górnoreglowych wietlica alpejska *Athyrium distentifolium* występuje w masywie Pol'any bardzo rzadko; zamiast niej rośnie w runie świerczyn wietlica samicza *Athyrium filix-femina*, która w północnej części Karpat Zachodnich występuje pospolicie w niższych położeniach, ale do borów górnoreglowych wkracza tylko sporadycznie.

W oparciu o wyniki zebrane w latach 2002–2003 w masywie Pol'any powstały 3 prace magisterskie oraz wspólny artykuł naukowy (Holeksa i in. 2007), opublikowany w *European Journal of Forest Research*.

W roku 2003 rozpoczęliśmy kolejny projekt badawczy, tym razem dotyczący mechanizmów utrzymywania różnorodności gatunkowej w mieszanych lasach o charakterze naturalnym. Wśród wytypowanych obiektów badawczych były rezerваты w Słowackich Karpatach; Badinsky Prales, Dobročský Prales i Hrončecký Grůň. W czerwcu 2004 roku rozpoczęliśmy rekonesans w tych trzech rezerwach. W grupie obok prof. Jana Holeksy i Jerzego

Szwagrzyka była też dr Magdalena Żywiec oraz dwie magistrantki Katedry Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody. Ze strony słowackiej towarzyszyli nam prof. Milan Saniga i Palo Sklenar. Z trzech porównywanych obiektów największe wrażenie zrobił na nas rezerwat Hrončecký Grůň, położony w północnej części masywu Pol'any, w przedziale wysokości od 700 do 1000 m n.p.m. Na wyjątkowość tego obiektu składały się: położenie w głębi bardzo rozległych kompleksów leśnych, duże zróżnicowanie gatunkowe drzewostanu oraz ogromne wysokości rosnących w rezerwacie drzew. Podobnie jak w przypadku rezerwatu Pol'ana, w rezerwacie istniały półhektarowe powierzchnie badawcze, założone jeszcze przez prof. Stefana Korpeľa i mierzone co 10 lat przez współpracowników prof. M. Sanigi. Zdecydowaliśmy, że nasze badania przeprowadzimy w tym właśnie obiekcie.

W sierpniu 2004 roku przyjechaliśmy na pomiary w rezerwacie Hrončecký Grůň. Bazę założyliśmy w domku myśliwskim o nazwie „Chata Bartoška”, położonym na odludnej polanie w odległości 1 km od rezerwatu. Założyliśmy sieć kołowych powierzchni badawczych w regularnej więźbie i rozpoczęliśmy pomiary drzewostanu, odnowień i roślinności dna lasu. Teren był pod każdym względem atrakcyjny; ludzi, poza naszą grupą, nie spotykaliśmy, ale na terenie rezerwatu znaleźliśmy świeże ślady niedźwiedzi pazurów na pniu. W sierpniu 2004 roku nie zdołaliśmy pomierzyć nawet połowy zaplanowanych powierzchni, toteż w następnym roku przyjechaliśmy ponownie, tym razem w liczniejszym składzie. Tym razem dociągnęliśmy pomiary do końca, pomimo że podobnie jak dwa lata wcześniej w rezerwacie „Pol'ana”, znowu dały się nam we znaki osy, gniazdujące na naszych powierzchniach badawczych.

Wyniki pomiarów okazały się intrygujące. Ku naszemu zdziwieniu, wiele jesionów rosnących w środkowej części rezerwatu osiągało wysokości powyżej 40 metrów (Ryc. 6); do tej pory za najwyższych przedstawicieli tego gatunku uważano jesiony z Puszczy Białowieskiej, osiągające do 42 m wysokości. W rezerwacie Hrončecký Grůň w granicach naszych powierzchni badawczych znaleźliśmy wiele drzew znacznie przekraczających tę wysokość, a najwyższy pomierzony przez nas jesion miał 48,5 m wysokości. Nie był wcale najwyższym drzewem w rezerwacie: świerki osiągały tam jeszcze większe wysokości, a najwyższy z pomierzonych przez nas świerków miał 53 m. O ile jednak w przypadku świerka pospolitego ta wysokość, chociaż imponująca, nie jest rekordowa, to najwyższy z pomierzonych przez nas jesionów był wówczas najwyższym drzewem tego gatunku.

Rekord okazał się zresztą krótkotrwały; w parę lat później prof. Milan Saniga ze współpracownikami pojechali do rezerwatu Hrončeský Grúň, aby pomierzyć najwyższe drzewa rosnące poza powierzchniami badawczymi; udało im się wówczas pomierzyć jesion o wysokości przekraczającej 50 m.

Ogromne wysokości drzew w rezerwacie wynikają zapewne z dużej żyzności i stabilnego uwilgotnienia podłoża; tutaj także przeważają gleby wytworzone z andezytów, zwane przez Słowaków andosolami. Bardzo duże, choć nie rekordowe wysokości osiągają w rezerwacie także jawory i buki; mniej jest wysokich jodeł, ponieważ udział jodły w drzewostanach rezerwatu jest obecnie niewielki. W dekadzie poprzedzającej nasze pomiary rezerwat nawiedziły potężne huragany, tworząc wiele dużych luk w okapie leśnym i rozległych pasów połamanego drzewostanu; w miejscach tych bujnie rozwijało się odnowienie drzew, przede wszystkim jesionu i jaworu. Wzrost młodego pokolenia drzew był jednak hamowany przez bardzo silne zgryzanie przez jelenie. Problem liczego współwystępowania na terenie rezerwatu aż pięciu gatunków drzew (podczas gdy w lasach dolno-



Ryc. 6. Potężne jesiony w rezerwacie Hrončeský Grun. Fotografia z archiwum autorów.

regłowych występują w większej liczbie na ogół trzy gatunki) jest zapewne efektem dużej żyzności siedliska, sprzyjającej jesionowi i jaworowi, ale być może także powtarzających się co jakiś czas naturalnych zaburzeń w postaci huraganowych wiatrów. Pojawiające się co kilkadziesiąt lat zaburzenia mogą uniemożliwić osiągnięcie trwałej przewagi przez buka, gatunek będący w tej grupie zdecydowanie najsilniejszym konkurentem o światło. Jest znamienne, że o ile wśród najniższych przedstawicieli młodego pokolenia drzew (do wysokości 0,5 m) przeważają jesiony i jawory, a buka jest niewiele, to wśród młodych

drzew wyższych niż 0,5 m buk uzyskuje już przewagę nad innymi gatunkami.

Badania, które przeprowadziliśmy w rezerwacie Hrončeský Grúň w latach 2004–2005 zaowocowały trzema pracami magisterskimi oraz wspólną publikacją w *Forest Ecology and Management* (Holeksa i in. 2009). Mechanizmy dynamiki drzewostanu w rezerwacie Hrončeský Grúň to istna kopalnia tematów do poszukiwań naukowych; mamy nadzieję, że do badań w tym wspaniałym obiekcie uda nam się jeszcze kiedyś powrócić.

Publikacje będące efektem omówionych powyżej badań:

- Bednarz Z. 2006. Klimatyczne uwarunkowania przyrostu na grubość u limby (*Pinus cembra* L.) z Doliny Martello w Parku Narodowym Stelvio (Włochy). W: J. Trepínska i Z. Olecki, Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 219–230.
- Bodziarczyk J., Markewycz P., Nitoń M., Ramut M. 2006. Struktura górnoreglowego boru świerkowego w masywie Pietrosa w Czarnohorze (Karpaty Ukraińskie). Czarnohora. Przyroda i Człowiek. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ. Kraków. s.81–96.
- Holeksa J., Saniga M., Szwagrzyk J., Dziezic T., Ferenc S., Wodka M. 2007. Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Poľana biosphere reserve, Central Slovakia. *European Journal of Forest Research* 126: 303–313.
- Holeksa J., Saniga M., Szwagrzyk J., Czerniak M., Staszyńska K., Kapusta P. 2009. A giant tree stand in the West Carpathians – An exception or a relic of formerly widespread mountain European forests? *Forest Ecology and Management* 257: 1577–1585.
- Saniga M., Holeksa J., Szwagrzyk J. 2005. Štruktúrna diverzita smrekového prírodného lesa v národnej prírodnej rezervácii Zadná Poľana. Str. 115–119 w: Biosférická rezervácia Poľana po pätnástich rokoch. *Zborník referátov z vedeckej konferencie*, Technická Univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- Zarzycki J. 2002. Wpływ tradycyjnej gospodarki rolnej na roślinność łąk Beskidów Pokucko-Bukowińskich (Karpaty Wschodnie). *Roczniki Bieszczadzkie*, 10: 253–255.

UDZIAŁ INSTYTUTU FIZJOLOGII ROŚLIN PAN W BUDOWANIU MIĘDZYNARODOWEJ SIECI WSPÓŁPRACY INSTYTUCJI I GRUP NAUKOWYCH

Franciszek Dubert (Kraków)

ARTYKUŁ INFORMACYJNY

Wprowadzenie

Współpraca międzynarodowa w coraz większym stopniu staje się koniecznością, nie zaś przywilejem dostępnym tylko niektórym. Dzięki wspólnym badaniom można lepiej wykorzystywać własny potencjał aparaturowy, uzyskiwać dostęp do urządzeń, których własna placówka nie posiada, czy wreszcie występować wspólnie o projekty badawcze. Przyznać trzeba, że współpraca ta nie zawsze jest symetryczna, zwłaszcza w aplikacjach o granty, polskie placówki zbyt rzadko pełnią rolę instytucji koordynujących, częściej uczestnicząc jako tzw. podwykonawca. Sytuacja ta w przyszłości powinna się zmienić, tymczasem należy uświadomić sobie jej nieuchronność, bo tak jak w innych dziedzinach życia społeczeństwa, tylko otwarcie się na świat zewnętrzny i na konfrontację z tym światem umożliwia korzystanie z osiągnięć światowej nauki.

Instytut Fizjologii Roślin im. Franciszka Górskiego Polskiej Akademii Nauk, stara się, w miarę swoich możliwości materialnych i potencjału intelektualnego zespołu naukowego włączać w kooperację międzynarodową. Poniżej opisane będą główne kierunki i programy współpracy w układzie krajów/instytucji naukowych. Życie zwykle jest bogatsze od regulacji prawnych, więc współpraca ta przyjmuje różne formy organizacyjne, w tym i takie, których nie przewidział ustawodawca. Bardzo różny jest też okres tej współpracy, od pojedynczych lat do dziesiętek lat, jednak nie sposób zarzucać czytelnika nadmiarem informacji, więc ten aspekt poszczególnych przejawów współpracy zostanie pominięty.

Partner zagraniczny: Ustav Experimentální Botaniky A V ČR (Institute of Experimental Botany Academy of Sciences of the Czech Republic), Olomouc. Tytuł programu współpracy: Rola cytokinin w rozwoju generatywnym roślin.

Cytokiny są zaskakująco bogatą grupą hormonów roślinnych, zwłaszcza, jeśli uwzględnić oprócz czystych cząsteczek, także różne formy związane, fizjologicznie aktywne, bądź stanowiące jedynie formę puli rezerwowej. Badanie cytokinin metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej jest znacznie

efektywniejsze, jeśli posiada się spektrometr masowy, pozwalający na identyfikację związku przy wykorzystaniu towarzyszącej mu bogatej biblioteki, w przeciwnym razie badacz jest zmuszony stosować metodę wzorców chemicznych, jakby zamiast pytania jakie z związki chemiczne występują w badanej próbce, mógłby wprowadzić wzorzec i zapytać czy w badanej próbce jest obecna taka substancja, a jeśli odpowiedź jest negatywna, wprowadzić inny wzorzec i zapytać – to może ta substancja jest tam obecna, i tak dalej... Korzyści dla obydwu partnerów tej współpracy polegają na tym, że IFR PAN dysponuje unikalnym modelem indukcji rozwoju generatywnego roślin, zaś partner czeski może wykonać precyzyjne analizy ilościowe i jakościowe składu cytokinin przy użyciu chromatografu HPLC z przystawką do analizy masowej.

Partner zagraniczny: Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Slovak Academy of Sciences, Nitra, Słowacja. Tytuł programu: Markery molekularne w analizie gradientu auksyny w zarodkach androgenicznych rzepaku.

Współpraca IFR PAN z instytucjami naukowymi zlokalizowanymi w Nitrze, dawniej z Katedrą Fizjologii Roślin Wyższej Szkoły Rolniczej datuje się od kilkunastu lat. Obejmowała zorganizowanie czterech wspólnych konferencji naukowych (dwie w Krakowie i dwie w ośrodku Naukowo-dydaktycznym w Rackovej Dolinie), natomiast temat obecnej współpracy wiąże się z badaniami prowadzonymi w IFR PAN, a dotyczącymi modelowego obiektu jakim są tzw. androgeniczne zarodki, powstające w warunkach *in vitro*, bezpośrednio z rozwijających się na drodze androgenezy ziaren pyłku. Zarodki te pozwalają zbadać najwcześniejsze etapy rozwoju zarodków i porównać na ile ten modelowy przebieg procesu jest zgodny z przebiegiem naturalnej embriogenezy, a w jakich fragmentach obydwu procesy bieżą odrębnymi drogami. Badania te dotyczą więc najbardziej fundamentalnego procesu biologicznego, jakim jest przekształcenie się pojedynczej komórki (mikrogamety lub komórki jajowej) w złożony organizm zarodka. IFR PAN dysponuje dobrze opracowanym modelem cytologicznym procesu androgenezy,

natomiast partner słowacki wykonuje analizy *in situ* mikrozawartości cząsteczek auksyny, prze użyciu opracowanego specyficznego markera. Wynikiem współpracy będą nowe fakty biologiczne oraz wspólne publikacje.

Partner zagraniczny j.w. tytuł projektu: Poszukiwanie białek odporności na pleśń śniegową u pszenicy ozimego.

Przedmiotem współpracy są wspólne badania zmierzające do identyfikacji białek odpowiedzialnych za to, że niektóre odmiany są odporniejsze od innych na pleśń śniegową. Pleśń śniegowa jest groźną chorobą ozimych zbóż, która rozwija się chętnie na roślinach zimujących pod okrywą śniegową. Choroba ta powoduje duże straty w jesiennych zasiewach, która w skrajnych przypadkach wymaga powtarzania zasiewów na wiosnę, przy użyciu odmian jarych, które jednak charakteryzują się niższym plonowaniem. Poszukiwanie białek odporności wymaga przeprowadzenia badań na poziomie proteomicznym przy użyciu wielkoskalowej elektroforezy dwukierunkowej, która pozwala rozdzielić całkowite białko tkankowe nawet na kilkaset frakcji i następnie osprzętu komputerowego, który pozwala analizować kilkaset zmian różnych jednostek białkowych równocześnie, co wykracza poza zakres obejmowany „niewzmocnionym” umysłem badacza. W IFR PAN dysponujemy wygodnym modelem biologicznym, na który składa się duża liczba genotypów tworzących tzw. populację mapującą podwojonych haploidów, natomiast partner słowacki dysponuje metodą i aparaturą pozwalającą na wykonanie badań proteomicznych z identyfikacją białek pozytywnie korelujących z przebiegiem procesu patogenezy.

Partner zagraniczny: Magyar Tudományos, Akadémia Növényvédelmi Kutatóintézete (Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Sciences, Instytut Ochrony Roślin WAN).

Tytuł projektu: Rola steroidowych regulatorów roślin uprawnych w ich odpowiedzi na abiotyczne i biotyczne stresy.

Współpraca z partnerem węgierskim datuje się od wczesnych lat osiemdziesiątych i trwa nieprzerwanie. Podstawową przesłanką dla współpracy był fakt, że jej partnerzy pracowali nad pozornie różnymi procesami stresowymi (w IFR PAN były to stresy abiotyczne – głównie chłód i mróz, natomiast u partnera węgierskiego były to stresy biotyczne, głównie liczne choroby wirusowe, bakteryjne czy grzybowe), które jednak przebiegały poprzez podobne procesy fizjologiczne, głównie wpływ na właściwości i skład

membran komórkowych, a także udział w tych procesach substancji hormonalnych oraz takich procesów jak zwiększona emisja ciepła z tkanek roślin poddanych działaniu stresów. W ramach współpracy zorganizowano przynajmniej po 3 konferencje naukowe po stronie polskiej i węgierskiej, wykonano znaczną liczbę wspólnych publikacji oraz zaangażowano we wspólne działania młodsze pokolenie naukowców obydwu instytucji naukowych. W trakcie trwania współpracy obaj partnerzy doskonale poznali wzajemne wyposażenie aparaturowe i opanowane techniki badawcze/pomiarowe. Wzajemnie służą sobie pomocą w mtych problemach, w których jeden z partnerów jest „mocniejszy”.

Partner zagraniczny: VIB, Ghent University, 9052 ZWIJNAARDE – GENT, Belgia, Tytuł projektu: Auksyna jako cząsteczka sygnałowa w indukcji podwojonych haploidów (DHs) rzepaku.

Poznawczym celem współpracy były wspólne badania nad poznaniem procesów cytologicznych i molekularnych związanych z inicjacją i rozwojem procesu embriogenicznego w kulturach androgenicznych. Jak wspomniano wcześniej, jednym z ważnych problemów biologicznych jest poznanie podobieństwa i różnic pomiędzy procesami embriogenicznymi przebiegającymi naturalnie oraz przebiegających podczas indukowanej embriogenezy androgenicznej. Poznanie mechanizmów komórkowych, subkomórkowych oraz molekularnych, zaangażowanych w te procesy, umożliwiłoby sterowanie ich przebiegiem. Wymagało to jednak odbycia przeszkolenia u partnera belgijskiego w zakresie technik, które w IFR PAN nie były dotąd stosowane (analiza ekspresji genów, sekwencjonowanie, tworzenie sond molekularnych), a także pogłębienia znajomości techniki immunocytochemicznego znakowania roślinnych regulatorów wzrostu, w tym znakowania auksyny w całej tkance bez naruszania ciągłości tkanek (technika z ang. *whole mount*). W ramach tych badań w 2012 roku określono endogenne poziomy auksyn oraz miejsca lokalizacji immunocytochemicznie znakowanej auksyny w mikrosporach i androgenicznych strukturach zarodkowych rzepaku w warunkach stymulujących przebieg procesu embriogenezy oraz w zawiesinie komórek z dodatkiem egzogennej auksyny oraz inhibitorów polarnego transportu auksyn. Przeprowadzono ponadto pilotażowe eksperymenty mające na celu ilościową analizę ekspresji genów – metodą RT-PCR (reakcja PCR w czasie rzeczywistym) oraz z wykorzystaniem techniki hybrydyzacji *in situ*, związanych z rozwojem zarodka androgenicznego.

Partner zagraniczny: Estación Experimental de Aula Dei Consejo Superior de investigaciones Científicas, Zaragoza, Hiszpania, **Tytuł projektu:** N-butanol jako “czynnik spustowy” indukujący embryogenezę mikrospor w kulturach *in vitro* pszenicy (*Triticum aestivum* L.) i pszenżyta (*x Triticosecale* Wittm.).

Przyczyną współpracy były problemy po stronie IFR PAN z niską efektywnością mikrosporogenezy w kulturach pylnikowych oraz w kulturach izolowanych mikrospor u polskich genotypów pszenicy (*Triticum aestivum* L.) i pszenżyta (*x Triticosecale* Wittm.) i przez to niską wydajnością produkcji podwojonych haploidów (DH). Strona hiszpańska zaproponowała wykonanie wspólnych badań przy zastosowaniu *n*-butanolu jako stymulatora efektywności androgenezy i w razie pozytywnych wyników wykonanie badań nad nieznanym dotąd mechanizmem oddziaływania *n*-butanolu, w szczególności zaś poprzez jego wpływ na organizację mikrotubul kortykalnych i następnie na kierunek rozwoju mikrospor. W ostatnim roku wykonano wspólne badania w kulturach pylnikowych i kulturach izolowanych mikrospor z wykorzystaniem technik immunocytochemicznych umożliwiających wizualizację cytoszkieletu komórek roślinnych. W badaniach tych wykorzystano będący na wyposażeniu IFR PAN mikroskop konfokalny, który w oparciu o znaczniki fluorescencyjne przyłączone specyficznie do przeciwciała znakującego α -tubulinę, umożliwił wizualizację protofilamentu MT.

Partner zagraniczny: Laboratory of Growth Regulators, Faculty of Science, Palacký University Olomouc & Institute of Experimental Botany Academy of Sciences of the Czech Republic, Olomouc, Czechy. **Tytuł projektu:** Znaczenie związków steroidowych w reakcji roślin na biotyczne i abiotyczne czynniki stresowe.

Występowanie i funkcja fizjologiczna u roślin steroidowych hormonów płciowych jest oryginalnym tematem badawczym rozwijanym w IFR PAN, a przy tym niezwykle interesującym problemem biologicznym o nie w pełni poznanej roli w świecie roślin i zwierząt, w każdym razie jednak stanowiącym ważny argument na rzecz jedności świata roślin i zwierząt. Celem współpracy, zgłoszonym przez stronę polską była kontynuacja badań nad mechanizmem działania i aktywnością fizjologiczną obecnych w roślinach hormonów steroidowych (brasinosteroidów i progesteronu), głównie zaś nad zbadaniem efektywności stosowanych w medycynie inhibitorów steroidogenezy (inhibitor enzymu dehydrogenazy 3- β -hydroksysteroidowej (3- β -HSD) oraz 5-alfa-reduktazy) w hamowaniu biosyntezy w roślinach progesteronu i brasinosteroidów. Wykorzystano tu metodę analityczną UPLC-MS/MS,

którą nie dysponujemy w IFR PAN. Korzyścią dla strony czeskiej jest udział w dwóch przygotowywanych właśnie publikacjach.

Partner zagraniczny: Laboratory of Ecological Plant Physiology, Institute of Biology, Komi Science Centre, Ural Division of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Federacja Rosyjska. **Tytuł projektu:** Fizjologiczne mechanizmy prowadzące do podniesienia odporności roślin na stresy środowiskowe.

W ramach poznawania reakcji roślin na naturalne stresy abiotyczne występujące w klimacie znacznie odrębnym od klimatu polskiego zorganizowano wspólną z partnerem rosyjskim oraz zespołem UJ Kraków wyprawę do rejonu południowego Timanu (rejon Troicko-Peczorski) – Rezerwat Sojvinski. W rejonie tym znajdują się siedliska roślin typu arktyczno-alpejskiego oraz stepowego, a także reprezentowana jest flora roślin storczykowatych i występuje szereg uralskich gatunków endemicznych. W trakcie wyprawy wykonano wiele pomiarów polowych, dzięki którym uzyskano nowe dane dotyczące reakcji aparatu fotosyntetycznego miejscowych odmian roślin, związane z natężeniem i składem spektralnym światła. Do badań wykorzystano aparaturę pomiarową będącą na wyposażeniu Instytutu Biologii RAN i aparaturę przywiezioną z Krakowa, na której przetestowano dobową dynamikę zmian fotochemicznego i niefotochemicznego wygaszania fluorescencji chlorofilu a (PSII) w naturalnych warunkach zróżnicowanego oświetlenia. Przeprowadzono także eksperymenty nad wpływem promieniowania UVC na wymianę gazową i aktywność PSII u miejscowych gatunków roślin i zebrano próbki do analizy aktywności enzymów antyoksydacyjnych.

Partner zagraniczny: International Center of Tropical Agriculture CIAT (Centrum Międzynarodowe Rolnictwa Tropikalnego – CIAT), Kolumbia, Ameryka Południowa. **Tytuł projektu:** Inbreeding in cassava by doubled haploid production (Inbreeding manioku przez produkcję podwojonych haploidów).

Przedmiotem projektu jest udział naukowca z IFR PAN w międzynarodowym zespole, którego zadaniem jest prowadzenie badań nad uzyskiwaniem linii podwojonych haploidów manioku (*Manihot aesculenta* Kranz.). Uczestnik z IFR PAN, wykorzystując swoje doświadczenie w pracach nad gametogenezą i otrzymywaniem haploidów na drodze oddalonych krzyżowań u zbóż pełnił w zespole funkcję konsultacyjną i szkoleniową. Wystąpił także z wykładami w Narodowym Uniwersytecie w Palmirze oraz przeprowadził kurs z Embriologii Roślin na Uniwersytecie w Icesi.

Partner zagraniczny Institute for Crop Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics (ICPA), University of Hohenheim. **Celem współpracy** są badania w zakresie komunikacji korzenie-liście w warunkach abiotycznego stresu.

Partner zagraniczny: Department of Agriculture and Ecology (DAE UC), Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen. **Celem współpracy** są badania w zakresie efektywności wykorzystania wody przez rośliny oraz jakości plonu.

W odróżnieniu od poprzednich projektów współpracy, dotyczących nierzadko podstawowych problemów biologii roślin, ten projekt jest w części poznawczy (badanie kanałów komunikacji dalekodystansowej w roślinach, w warunkach wystąpienia stresów abiotycznych – np. stresu suszy glebowej, natomiast w pozostałej części ściśle praktyczny – poświęcony metodom nawadniania roślin stosowanych dla zwiększenia efektywności wykorzystywania wody przez rośliny i przez to zmniejszenia kosztów produkcji roślinnej na przykładzie roślin warzywnych. W chwili obecnej pomiędzy IFR PAN i obydwoma instytucjami naukowymi podpisano *Memorandum of Understanding* o współpracy naukowej. W jego ramach nastąpiły wzajemne wizyty naukowców oraz z powodzeniem przygotowano wspólny projekt badawczy.

Partner zagraniczny: Professor Steve Quarrie, **temat współpracy:** Badania nad lokalizacją *loci* genów warunkujących cechy ilościowe (QTL) związane z odpornością roślin pszenicy na suszę z wykorzystaniem mapy markerów i populacji linii podwojonych haploidów w korelacji ze wskaźnikami fizjologicznymi.

Współpraca dotyczy zagadnienia wykorzystania populacji podwojonych haploidów pszenicy, które pokrywają cały genom i stąd nazywane są populacją mapującą. Jeśli pozna się, stosując markery molekularne, rozmieszczenie alleli genów warunkujących ważne cechy ilościowe roślin, oraz wykona u roślin z każdego podwojonego haploidu pomiary tychże cech, można otrzymać w wyniku lokalizację genów decydujących o natężeniu tej cechy. Badania te są z jednej strony niezwykle pracochłonne, z drugiej bardzo trudne. Stąd też wprowadzenie ich do zestawu technik pomiarowych stosowanych w IFR PAN, nie byłoby możliwe bez konsultacji i szkolenia przeprowadzonego przez profesora Quarrie, wybitnego specjalisty w tej tematyce. Z drugiej strony dzięki tej współpracy profesor Quarrie uzyskał znacznie większą możliwość rozwijania opracowanej przez siebie możliwości techniki badań. Efektem współpracy są wspólne publikacje.

Partner zagraniczny: Plant Breeding Unit/FAO/IAEA Agriculture and Biotechnology Laboratory z Wiednia, **Temat współpracy:** Pomiar dyskryminacji izotopu węgla ^{13}C na populacji mapującej CSDH w celu określenia loci cech ilościowych (QTL) związanych z odpornością roślin pszenicy na suszę.

Współpraca jest ściśle ukierunkowana na wykonanie wspólnych badań nad dyspersją w populacji mapującej linii DH pszenicy cechy odporności na suszę przy wykorzystaniu metody pomiaru dyskryminacji stabilnego izotopu węgla ^{13}C . W ramach tej współpracy IFR PAN dostarcza unikalnego materiału roślinnego i wykonuje pomiary odporności roślin na suszę, zaś partner współpracy zapewnia dostęp do aparatury pomiarowej, którą IFR PAN nie dysponuje.

Partner zagraniczny: Institut für Biophysik und und Nanosystemforschung Österreichische Akademie der Wissenschaften (Institute of Biophysics and Nanosystems Austrian Academy of Science, Austria – Graz), **Temat współpracy:** Badania struktury i polarności modelowych i naturalnych chloroplastowych membran lipidowych w aspekcie procesów różnicowania komórek roślinnych.

Współpraca dostarcza obustronnych korzyści, strona polska sformułowała problem badawczy i zapewniła wykonanie badań, a następnie przygotowanie publikacji, natomiast strona austriacka zapewniła dostęp do aparatury badawczej, której IFR PAN nie posiada.

Partner zagraniczny: IB, Ghent University, 9052 ZWIJNAARDE – GENT, Technologiepark 927, Belgium. **Temat współpracy:** Auksyna jako cząsteczka sygnałowa w indukcji podwojonych haploidów (DHs) rzepaku.

W tym zakresie współpracy strona polska zapewniła sformułowanie tematu badawczego, który jest ambitny, ale trudny w realizacji, zaś laboratorium belgijskie zapewniło dostęp do aparatury i metod badawczych.

Poza wymienionymi z „nazwiska i imienia” partnerami współpracy należy zauważyć uzyskanie przez członków zespołu IFR PAN czterech projektów w ramach badań międzynarodowych objętych wspólną nazwą Akcji COST.

Badania te prowadzone są w zespołach zlokalizowanych w całej Europie. Tytuły tych Akcji są następujące:

- Akcja COST FA0604 – Genomika Triticeace w podnoszeniu jakości zbóż europejskich – Triticeace genomics for the advancement of essential European crops (TRITIGEN)

- Akcja COST FA0605 (INPAS) – Kontrola sygnałowa tolerancji na stres i produkcja związków ochronnych przed stresem u roślin – Signalling Control of Stress Tolerance and Production of Stress Protective Compounds in Plants (INPAS)
- Akcja COST FA0903 – Wykorzystanie reprodukcji w celu ulepszenia roślin uprawnych – Harnessing plant reproduction for crop improvement
- Akcja COST FA0901 – Wykorzystanie halofitów w praktyce – od genów do ekosystemu – Putting Halophytes to Work – From Genes to Ecosystems

Wreszcie, należy wymienić dwa wyjazdy szkoleniowe (stypendia), których tematyka jest z zasady

określona przez „stypendiodawcę”. Należą tu wyjazdy stypendialne pracowników IFR PAN do Niemiec:

- Projekt DAAD A0973675 „Nowoczesne zastosowania biotechnologii”, Tytuł projektu: “Selection of *Lolium perenne* lines with desirable traits (delayed senescence higher sugar content) for bioenergy production”.
- Projekt DAAD A/11/13497 (“Forschungsaufenthalte für Hochschullehrer und Wissenschaftler”), Tytuł projektu: „Early changes in the photosynthetic apparatus associated with senescence in barley flag leaf”.

Prof. dr hab. Franciszek Dubert. Instytut Fizjologii Roślin PAN. E-mail: f.dubert@ifr-pan.krakow.pl.

O ŚLIZOWCACH ZDAŃ KILKA

Anna Drozdowicz (Kraków)

DROBIAZGI

Czasem trudno uwierzyć, że śluzowata postać, niekiedy wręcz odstręczająca, choć przyciągająca wzrok żywym zabarwieniem oraz misternie ukształtowana i krucha zarodnia z sybkimi zarodnikami, to dwa stadia rozwojowe tego samego organizmu (Ryc. 1). Skomplikowany i złożony cykl życiowy śluzowców, a przede wszystkim tak odmienne cechy fazy wegetatywnej (śluzni) oraz etapu tworzenia zarodników (sporulacji) przysporzyły trudności w ich klasyfikacji. Zaliczane najpierw do roślin, potem do grzybów, w ostatnich latach zostały przyporządkowane do *Amebozoa*. Są niewielką grupą organizmów jądrowych, liczącą około 250 gatunków w Polsce i blisko 1000 gatunków w skali świata. Oszacowanie ilości gatunków jest bardzo ostrożne. Można przypuszczać, że liczby te wzrosną, gdyż napływają doniesienia o odkryciach śluzowców nowych dla nauki, jak również przybywa danych o występowaniu śluzowców w różnych regionach Polski i świata.

Mimo coraz częściej ukazujących się notatek i felietonów na temat śluzowców, jeszcze wciąż niewiele osób w Polsce dostrzega te niezwykle organizmy, które pojawiają się zarówno w warunkach półnaturalnych i naturalnych, jak i w siedliskach antropogenicznych. Słowem, nierzadko ujawniają swoją obecność w najbliższym otoczeniu człowieka, ale najczęściej nie są rozpoznawane. Ruchliwa śluznia penetruje podłoże w poszukiwaniu zasobów pokarmowych, zwykle szczątków organicznych, ale też

żywych drobnych organizmów. Może wytrawić nawet owocniki grzybów (Ryc. 2). Pod koniec tej aktywnej fazy życia śluznia przechodzi proces przebudowy i przemiany w postać nieruchomą – zarodnię (sporangium) (Ryc. 3). Zarodnie śluzowców to majstersztyk



Ryc. 1. Gładysz kruchy *Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rostaf. – śluznia i skupienie dojrzewających zarodni na korze żywego świerka *Picea abies* (L.) H. Karst w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

wyrafinowanych struktur i kształtów (Ryc. 4, 5, 6, 7). Kłopot tylko w tym, że są one w większości niepozorne, w zakresie od ułamków milimetra do kilkunastu milimetrów (Ryc. 8). Kolorowe skupienie różnie

uformowanych, nawet drobnych form kulistych, walcowatych, siedzących lub osadzonych na trzonkach, zwykle zwraca uwagę. Szczególnie białe, żółte i czerwone gromady są widoczne na tle otoczenia (Ryc. 9). Niewiele gatunków formuje bardziej okazałe sporangia np. *rulik groniasty *Lycogala epidendrum* lub samotek zmienny *Reticularia lycoperdon*.



Ryc. 2. Gronianka lśniąca *Badhamia utricularis* (Bull.) Berk. – śluznia na owocniku grzyba wielkoowocnikowego w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.



Ryc. 3. Gronianka lśniąca *Badhamia utricularis* (Bull.) Berk. – dojrzałe zarodnie, zwieszające się na błoniastych pozostałościach pasm śluzni, przypominających trzonki, w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

* Józef Rostafiński nadał śluzowcom polskie nazwy i opublikował je w Monografii wydanej w 1875 roku. W 2003 opracowano Krytyczną listę śluzowców Polski, w której znalazły się polskie nazwy Rostafińskiego

oraz nazwy utworzone przez autorów pracy, dla gatunków stwierdzonych w Polsce po 1876 r.

Jednakże nie zawsze jaskrawe i błyszczące twory są już w pełni dojrzałymi zarodnikami, z których powinny wysypać się suche zarodniki (spory). Proces dojrzewania wnętrza zarodni, z wytworzeniem zarodników oraz płonnych struktur (włósn) ułatwiających ich



Ryc. 4. Przetaczek żebrowiec *Cribraria cancellata* (Batsch) Nann.-Bremek. – zarodnie o niezwyklej, ażurowej budowie ściany zarodni. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

rozstawianie, może przebiegać w różnym czasie, zwykle swoistym dla danego gatunku. Temu zjawisku towarzyszą zmiany zabarwienia ściany zarodni, czasem tak zaskakujące, że trudno dopatrzeć się ostatecznej postaci sporangium na powierzchni podłoża. Gronianka liliowa została sfotografowana kilkakrotnie na obserwowanym stanowisku w Wigierskim Parku Narodowym. Znakomicie uchwycono przekształcenie śluzni w młode zarodnie, a następnie ich etapy dojrzewania (Ryc. 10a, b, c). Całkowicie dojrzałe zarodnie, białawoliliowe wysycone węglanem wapnia, ze względu na kruchość ściany i pozostałych elementów, ulegną dość szybko rozpadowi. Deszcz zmyje



Ryc. 5. Zapletka czołgaczek *Hemitrichia serpula* (Scop.) Rostaf. ex Lister – pierwszorzeczowocnia na korze martwego pnia w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

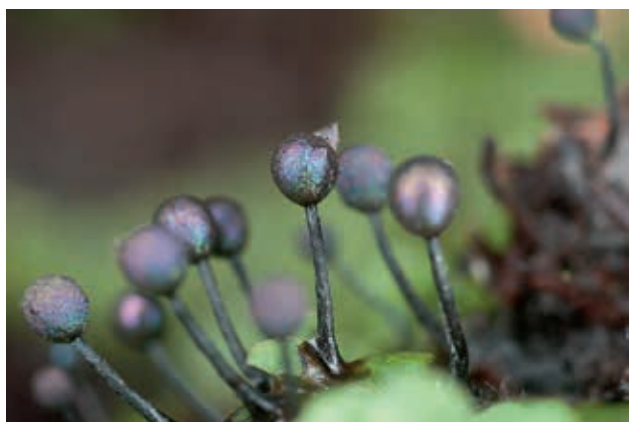
pozostałości z powierzchni roślin i nie będzie śladu po obecności gronianki. Dalsze życie tego śluzowca zależy od zarodników, rozproszonych i unoszonych przez wiatr. Mogą one przetrwać niesprzyjające

warunki nawet przez wiele lat, stąd nie tak łatwo będzie znaleźć groniankę w kolejnych sezonach, w okolicy wspomnianego stanowiska.



Ryc. 6. Paździorek ciemny *Stemonitis fusca* Roth. – skupienie dojrzałych zarodni wysypujących zarodniki, wśród mszaków w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

Sporo śluzowców jest obecnych w środowisku właśnie w postaci stadiów spoczynkowych. Ujawniają swoją obecność po dłuższych odcinkach czasu. Określane są jako efemeryczne. To niezmiernie rzadkie gatunki, znane dotąd z nielicznych stanowisk. W 2006 roku opublikowano listę rzadkich śluzowców Polski. W spisie umieszczono gatunki, które odnotowano tylko na 1–5 stanowiskach na terenie kraju, a wykaz zawierał 82 gatunki.



Ryc. 7. Błyszczak świetny *Lamproderma columbinum* (Pers.) Rostaf. – dojrzałe zarodnie w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

Oczywiście, takie opracowanie trzeba weryfikować w miarę rozwoju prac chorologicznych i gromadzenia danych. Na tej podstawie kilka gatunków z tej listy ma już zmieniony status, gdyż zostało stwierdzonych na kolejnych stanowiskach.

Wydawać by się mogło, że znacznie trudniej zobaczyć śluzowce w najbliższym otoczeniu człowieka, w mieście. Z grupy gatunków szeroko rozpowszechnionych i pospolitych, stosunkowo często obserwowano wykwit zmienny w odmianie czerwieniejący *Fuligo septica* var. *rufa* na skrawkach kory, którą

w takiej rozdrobnionej postaci stosuje się np. w uprawach iglaków. Przez kilka ostatnich lat obserwowano ten takson w wielu miejscach Krakowa.



Ryc. 8. Maworek zielonkawy *Physarum viride* (Bull.) Pers. – na dojrzałych zarodniach pęka ściana zarodni wysycona węglanem wapnia, zabarwionym na żółto. Rozpad ściany umożliwia wysyp masy czarnych zarodników. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

Szczególnie ciekawym znaleziskiem stała się też biała mata słomianej, przechowywana na strychu budynku gospodarczego w Ogrodzie Botanicznym

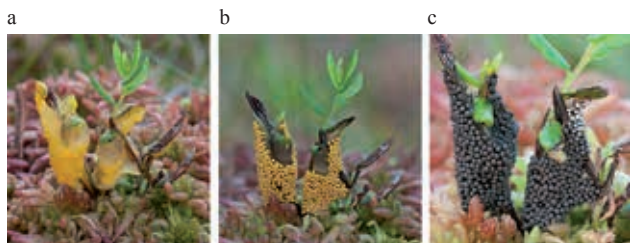


Ryc. 9. Strzępek wielki *Arcyria major* (G. Lister) Ing – skupienie zarodni, widoczna rozprężająca się włóśnia, ułatwiająca rozsiewanie zarodników. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

Uniwersytetu Jagiellońskiego, gdyż na niej stwierdzono wyjątkowo duży okaz zrosłozarodni (Ryc. 11). Słoma jako podłoże, wilgoć, temperatura i zacięcie na strychu sprzyjały rozwojowi dużej śluzni, a następnie niezakłóconemu procesowi przekształcenia w zrosłozarodnię. Wyjątkowo obfite było też stanowisko na przydrożnym drzewie (Ryc. 12). Drzewo zostało ścięte w czasie prac remontowych ciągu komunikacyjnego, tak więc stanowisko już nie istnieje, podobnie jak wiele innych stanowisk, obserwowanych w różnych punktach miasta. Stare drzewa z dziuplami, z pęknięciami kory były często zasiedlane przez kilka gatunków śluzowców.

Niezwykle intrygujące są też obserwacje kory żywych drzew w kulturach wilgotnych, utrzymywanych w szalkach Petriego. W temperaturze pokojowej

już po dziewięciu dniach można obserwować rozwój śluzni i drobnych zarodni śluzowców, wybitnie związanych z takim mikrosiedliskiem. To grupa ekologiczna śluzowców, wyodrębniona w połowie XX wieku, choć rozwój badań nad różnorodnością gatunków zasiedlających korę żywych drzew nastąpił na przełomie wieków.



Ryc. 10. Gronianka liliowa *Badhamia lilacina* (Fr.) Rostaf. – a. – śluznia na powierzchni torfowców oraz na pędach roślin torfowiskowych; b. – ten sam okaz gronianki we wczesnym etapie formowania siedzących zarodni; c. – kolejna faza dojrzwania zarodni gronianki, połączona ze zmianą zabarwienia, aż do wytworzenia białaworóżowej ściany, wysyconej węglanem wapnia, w całkowicie dojrzałych sporangiach. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

Resztki płyty tekturowej, porzucone na śmietniku, okazały się korzystne dla rozwoju śluzni, która przekształciła się w skupienie zarodni paździoraka szerokosietnego *Stemonitis splendens* (Ryc. 13).



Ryc. 11. Wykwit zmienny czerwieniący *Fuligo septica* (L.) F. H. Wigg. var. *rufa* (Pers.) Łázaro Ibiza – zrosłozarodnie na powierzchni maty słomianej w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Fot. A. Mróz.



Ryc. 12. Wykwit zmienny czerwieniący *Fuligo septica* (L.) F. H. Wigg. var. *rufa* (Pers.) Łázaro Ibiza – zrosłozarodnie w zagłębieniach i dziupli pnia robinii akacjowej *Robinia pseudoacacia* L. przy ul. Mikołaja Kopernika w Krakowie. Fot. K. Kulpiński.

Kilkakrotnie obserwowano w centrum miasta w ogródkach przydomowych skupienia dojrzwających zarodni paździoraka i żerujące na nich ślimaki bezmusz-



Ryc. 13. Paździorak szerokosietny *Stemonitis splendens* Rostaf. – gęste skupienie zarodni na resztkach płyty tekturowej, pozostawionej na śmietniku w Krakowie. Fot. M. Kardas.

lowe. Zjawisko łatwiejsze do obserwacji w kompleksach leśnych, ale widać i w mieście ślimaki korzystają z możliwości urozmaicenia jadłospisu.

Jeszcze jeden przykład osobliwego mikrosiedliska śluzowców. W domowej hodowli rzeżuchy, na wilgotnym papierowym ręczniku, oprócz spodziewanych roślinek, pojawiła się najpierw żółta pięknie



Ryc. 14. Hodowla rzeżuchy *Lepidium sativum* L. w domowych warunkach na wilgotnym, papierowym ręczniku. Fot. D. Michalczyk.



Ryc. 15. Maworek pokrewny *Didymium iridis* (Ditmar) Fr. – zarodnie na resztkach łupin nasiennych, na łożkach i listkach rzeżuchy oraz bezpośrednio na papierowym ręczniku. Fot. D. Michalczyk.

rozwijająca się słuźnia, a później zarodnie maworka pokrewnego (Ryc. 14, 15). Z punktu widzenia naukowego, niezmiernie interesujący przypadek. Maworek pokrewny jest w Polsce notowany na rozproszonych stanowiskach, na ściółce, szczątkach roślin i na korze.

Można by mnożyć przykłady różnorodnych mikrosiedlisk antropogenicznych, zasiedlanych przez słuźowce. Warto więc nieco uważniej przyglądać się najbliższemu otoczeniu, bo słuźowce są wśród nas

i choć nie zawsze prezentują się atrakcyjnie, to jednak mogą zainteresować jako jeden z wielu elementów bogactwa i różnorodności przejawów życia otaczającego nas świata.

Składam serdeczne podziękowania Pani mgr Dominice Michalczyk za materiał z hodowli rzeżuchy oraz wszystkim autorom zdjęć za udostępnienie tak pięknych fotografii słuźowców.

Dr Anna Drozdowicz – Instytut Botaniki UJ w Krakowie. E-mail: anna.drozdowicz@uj.edu.pl.

Transformacja genowa roślin metodą balistyczną (mikrowstrzeliwanie) na przykładzie słonecznika *Helianthus annuus* L.

Monika Tuleja (Kraków)

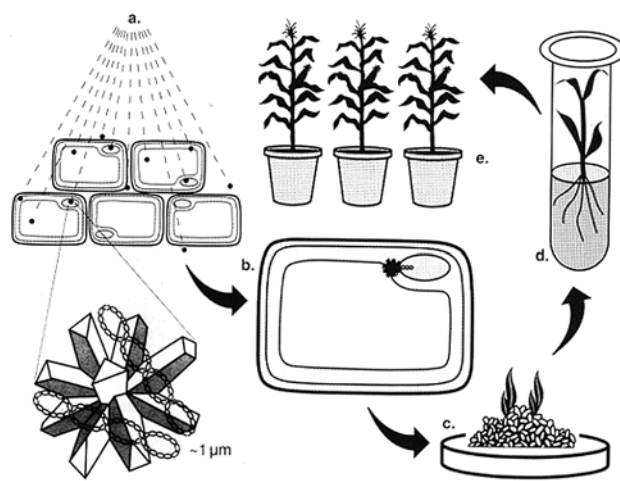
DROBIAZGI

Rozpoczęta rejestracją i dopuszczeniem w 1994 r. do uprawy w USA zmodyfikowanej genetycznie odmiany pomidora zwyczajnego „Flavr-Savr”, komercjalizacja roślin transgenicznych była zarówno ukoronowaniem dotychczasowych badań nad modyfikacją genetyczną roślin jak również pociągnęła za sobą intensyfikację działań w zakresie metod transformacji roślin.

Aby transformowanie roślin było możliwe i skuteczne, spełnione muszą być następujące warunki: tkanki docelowe muszą być zdolne do rozmnażania lub regeneracji; należy opracować wydajny system dostarczania egzogenego DNA, selekcji tkanek transgenicznych i efektywną metodę uzyskiwania płodnych roślin transgenicznych. Ponadto technika transformacji powinna być prosta, tania, powtarzalna i niezależna od genotypu, a czas kultury *in vitro* stosunkowo krótki, aby uniknąć niekorzystnej w tym przypadku zmienności somaklonalnej.

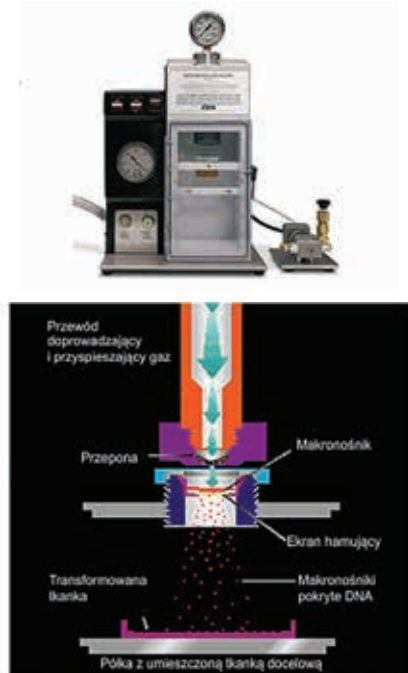
Jedną z szeroko stosowanych obecnie metod transformacyjnych, obok transformacji wektorowej z użyciem *Agrobacterium*, jest metoda bezpośredniego wprowadzania DNA do komórek docelowych tzw. mikrowstrzeliwanie (ang. *microprojectile bombardment*, *particle bombardment*). Metoda ta, zwana również balistyczną, opracowana przez Sanforda i in. (1987), a następnie zmodyfikowana przez Kleina i in. (1987) jest jedyną metodą, która umożliwia dostarczanie DNA do komórek praktycznie każdego typu tkanki i każdego organizmu a nawet do organelli komórkowych, chloroplastów i mitochondriów. Polega ona na wstrzeliwaniu do komórek mikrocząstek metali szlachetnych tzw.

mikronośników służących jako mikropociski. Są one naładowane czyli oplecione uprzednio naniesionym na nie DNA, rzadziej RNA. Przy użyciu aparatu do mikrowstrzeliwania zwanym też strzelbą genową (ang. *particle gun*) rozpędzone do prędkości około kilkuset m/s mikronośniki przebijają się przez ściany komórkowe, penetrują wnętrza komórek, a „ładunek” – czyli DNA wbudowuje się w genom rośliny docelowej. Siłą przyspieszającą mikronośniki może być np. rozprężający się gaz, często jest nim hel. W tym



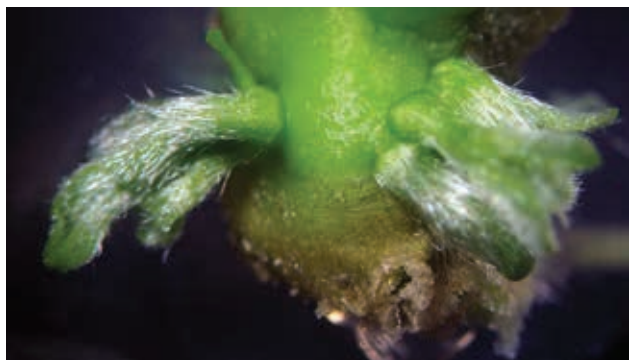
Ryc.1. Ogólna zasada wprowadzania obcego DNA do roślinnych komórek docelowych w procesie mikrowstrzeliwania – a) przyspieszone mikronośniki (w powiększeniu oplecione obcym DNA), b) oplecione DNA mikronośniki trafiają do komórek docelowych, gdzie wprowadzony DNA traci połączenie z mikronośnikami i łączy się z chromosomowym DNA rośliny, c) hodowla transformowanych, dzielących się komórek, z których regenerują rośliny w obecności pożywki selekcyjnej, d) zregenerowane transgeniczne rośliny ukorzeniane są na pożywce z czynnikiem selekcyjnym, na którym rośliny niestransformowane nie ukorzeniają się, e) po przeniesieniu do szklarni transgeniczne rośliny osiągają dojrzałość i wydają nasiona.

rodzaju aparatu mikronośniki opłaskzone DNA nano-szone są na plastikowe krążki zwane makronośnikami. Podczas strzału są one zatrzymywane na ekranie hamującym, a mikronośniki wypychane dalej (Ryc. 2). Głównym czynnikiem ograniczającym wydajność tej metody jest jedynie przeżywalność stransformowanych komórek i ich zdolność do regeneracji, która zależy od uwarunkowań genetycznych, fizjologicznych i warunków kultury *in vitro* (Vain i in., 1993a).



Ryc. 2. Aparat do transformacji metodą mikrowstrzeliwania – PDS-1000/He i schemat jego działania wgł. Malepszy 2001 (zmodyfikowane).

Mikrowstrzelanie z powodzeniem wykorzystano do transformacji wielu gatunków, jedno- i dwuliściennych, m.in. *Arachis*, *Avena*, *Glycine*, *Hordeum*, *Nicotiana*, *Triticum*, *Zea* i wielu innych (zob. np. Klein i in., 1988; McCabe i in., 1988; Hamilton i in., 1992; van der Leede-Plegt i in., 1992; Vasil i in., 1992; Pawłowski i Somers, 1998; Deng i in., 2001; O'Connor-Sanches, 2002; Sairam i in., 2003; Deng i in., 2009; Singh i in., 2010; Cho i in., 2011; Jagga-Chungh i in., 2012). Eksperymenty nad



Ryc. 3. Pędy przybyszowe wyrastające z hipokotyla niedojrzałego zarodka słonecznika w trakcie kultury *in vitro*.

transformacją genetyczną słonecznika prowadzone są od początku lat 90. XX w. W doświadczeniach tych stosowano metodę transformacji przy użyciu *Agrobacterium* oraz mikrowstrzeliwanie.

Badania opisywane w tym artykule miały na celu opracowanie warunków transformacji genetycznej słonecznika *Helianthus annuus* L. (genotyp HA89B) przy użyciu strzelby genowej typu Biolistic PDS 1000/He produkcji firmy Bio-Rad z wykorzystaniem genu reporterowego GUS (plazmid pFS/35S-gus) jako ilościowego i półilościowego markera, a następnie genu odporności na *Plasmopara halstedii* oraz warunków hodowli *in vitro* stransformowanych eksplantatów wybranej linii słonecznika *Helianthus annuus* L.

Materiałem roślinnym użytym w tym doświadczeniu były niedojrzałe zarodki zygotyczne oraz trzydniowe siewki genotypu HA89B, wysoko wydajnego pod względem regeneracyjnym. Jako eksplantaty wykorzystano liście i hypokotyle niedojrzałych zarodków zygotycznych ciętych i całe niedojrzałe zarodki zygotyczne oraz fragmenty merystemów apikalnych łodyg pięciodniowych siewek.

Metodyka prowadzenia hodowli

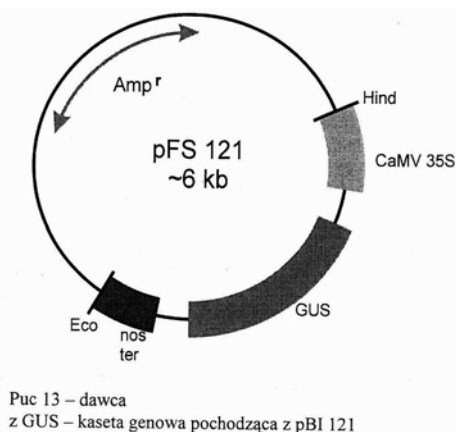
Wysterylizowany według standardowych procedur materiał roślinny pochodzący z niedojrzałych zarodków zygotycznych oraz z pięciodniowych siewek (merystemy apikalne) utrzymywano przez cztery dni w ciemności (tzw. kultury wstępne) na pożywkach wykorzystywanych także przy mikrowstrzelaniu. Okazało się bowiem, po licznych wstępnych doświadczeniach, że pożywki zawierające duże stężenie cukru, a co za tym idzie zwiększone ciśnienie osmotyczne, które miało wpływ na wzrost turgoru komórek, są dobrym podłożem „przygotowującym” niejako tkankę roślinną do wydajnego przyswajania obcego DNA wprowadzonego w procesie „particle bombardment”. Po zakończeniu mikrowstrzeliwania hodowlę przenoszono i nadal utrzymywano na pożywkach organogennych, na których obserwowano bezpośrednią indukcję pędów przybyszowych.

Dla każdego doświadczenia obliczono liczbę pędów przybyszowych, liczbę zregenerowanych roślin ukorzenionych w ziemi, liczbę wydanych nasion oraz średnią ilość pędów przybyszowych na eksplantat. Obliczono również procent indukcji kalusa i somatycznej embriogenezy dla niedojrzałych zarodków zygotycznych na pożywce z wysokim stężeniem sacharozy. Ponadto obliczono liczbę niebieskich plam (ang. *blue spots*) po mikrowstrzelaniu dla niedojrzałych zarodków zygotycznych i merystemów wierzchołkowych łodyg, oraz liczbę pędów

przybyszowych pojawiających się po mikrowstrzeliwaniu na eksplantat.

Kultury bakterii *Escherichia coli*, które posiadały wykorzystywany do transformacji plazmid, hodowano na pożywce (LB-Vollmedium; Lennox L Broth Base, Sigma) przygotowanej według wskazówek producenta, do której po autoklawowaniu dodano ampicylinę w stężeniu 100 mg^{-1} .

W opisanych w niniejszej pracy doświadczeniach transformacyjnych wykorzystano plazmid pFS 121. Plazmid ten jest pochodną wektora Puc 13 należącego do serii wektorów pUC – najczęściej obecnie używanych do transformacji *E. coli*. Omawiany plazmid ma wielkość 5,7 kb i zawiera zapożyczony od pUC 13 gen oporności na ampicylinę. Ponadto posiada kasetę genową GUS z genem reporterowym gusA (uidA) dołączoną do niego z wektora pBI 121. Gen gusA (uidA) kodujący α -glukuronidazę (GUS) czyli hydrolazę rozszczepiającą dzikie odmiany α -glukuronidów został pierwotnie wyizolowany z *E. coli* K12 (Jefferson, 1987; Jefferson i in., 1987). Obszar ten w plazmidzie znajduje się pod kontrolą promotora wirusa mozaiki kalafiora CaMV 35S, a zakończony jest terminatorem NOS.



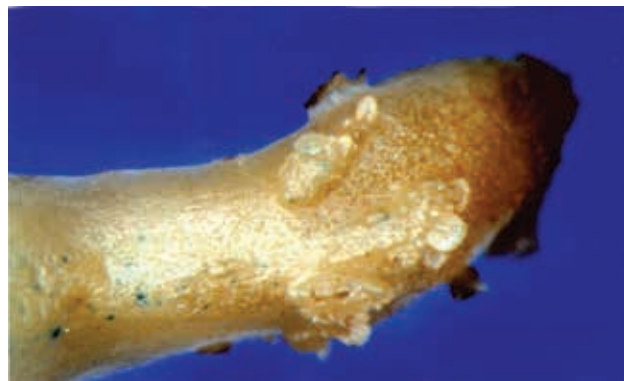
Ryc. 4. Plazmid pFS 121.

Plazmid-DNA izolowano z dobrze wypłukanej kultury bakterii *E. coli*, która namnażała się przez noc, według zmodyfikowanej procedury Sambork i in. 1989, a następnie oznaczano stężenie i czystość otrzymanego roztworu DNA metodą fotometryczną (Beckman DU-64 Spectralphotometer) (Sambork i in. 1989). Elektroforetyczny rozdział kwasów nukleinowych następował na 0,8% (w/v) żelu agarozowym (Serva, Standard EEO) z dodatkiem $0,2 \text{ } \mu\text{g} \times \text{ml}^{-1}$ bromku etydy. Poprzez wbudowanie się bromku etydy między zasady DNA możliwe było na zakończenie elektroforezy uwidocznienie i sfotografowanie przebiegu fragmentów DNA w świetle UV (Eagle Eye, Stratagene).

Mikronośnikami DNA w tym doświadczeniu były odpowiednio przygotowane drobiny złota, które oplecione zostały konkretną ilością kwasów nukleinowych w obecności spermidyny i CaCl_2 . W konsekwencji na jeden strzał użyto $5 \text{ } \mu\text{l}/12 \text{ } \mu\text{l}$ roztworu złoto-DNA, co odpowiadało ilości $250 \text{ } \mu\text{g}/750 \text{ } \mu\text{g}$ złota i $0,83/2 \text{ } \mu\text{g}$ DNA. W celu naładowania wysterylizowanych i osuszonych makronośników, roztwór złoto-DNA został na nie w odpowiedniej, wspomnianej powyżej ilości nakroplony.

Kultura tkankowa znajdowała się w środku wyznaczonej okęgii powierzchni ($2,4 \text{ cm}$) szalik ($\text{Ø} 90 \text{ mm}$) z pożywką z wysokim stężeniem sacharozy. Na jeden strzał, co odpowiadało jednej szalce, przypadało z reguły 30 niedojrzałych zarodków zygocytynych dla doświadczenia z niedojrzalymi zarodkami zygocytynymi i 40 fragmentów merystemów wierzchołkowych pędu dla doświadczenia z merystemami wierzchołkowymi pędu.

Mikrowstrzeliwanie następowało po wcześniejszym wytworzeniu próżni 27 mm Hg . Po wstępnym przetestowaniu warunków (odległość pomiędzy: przeponą a makronośnikiem – siatką stopującą – szalką z hodowlą tkankową oraz wartość ciśnienia gazu) wybrano te najbardziej obiecujące.



Ryc. 5. Fragment transformowanej tkanki zarodka słonecznika *H. annuus* L. z widocznymi „blue spots”, czyli histochemicznie zaznaczonymi miejscami z obcym DNA, widoczne również młode pędy przybyszowe.

W celu histochemicznego oznaczenia aktywności GUS pobrane eksplantaty inkubowano w roztworze barwiącym (X-Gluc) przez 48 godz. w temperaturze 37°C w wyniku czego miejsca tkanki roślinnej, w które wbudowany został egzogeny DNA, wybarwione zostały na niebiesko (tzw. blue spots). Kontrolę stanowiły eksplantaty nie poddane mikrowstrzeliwaniu oraz eksplantaty ostrzelane nie naładowanym złotem (bez plazmidu).

Technikę mikrowstrzeliwania charakteryzuje niska efektywność transformacji. Przejściową ekspresję genów reporterowych wykazują te komórki, w których mikronośniki z DNA umiejscowiły się w jądrze komórkowym jest to najczęściej tylko kilka procent,

pozostałych 70–80% zazwyczaj ląduje w wakuoli. Penetracja mikronośników jest zwykle płytka np. w transformowanych eksplantach słonecznika obecność „blue spots” obserwowano w epidermie oraz w warstwach subepidermalnych kory pierwotnej hipokotyli.

Metoda ta ma też negatywny wpływ na przeżywalność komórek docelowych w wyniku mechanicznych uszkodzeń przy wprowadzaniu mikronośników, dlatego tak istotne jest dostosowanie optymalnych warunków hodowli tkanek docelowych przed i po mikrowstrzeliwaniu.

Pomimo tych niekorzystnych cech, do których należy zaliczyć i wysokie koszty sprzętu, mikrowstrzeliwanie jest szeroko stosowaną metodą transformacji, szczególnie przydatną dla roślin jednoliściennych, u których transformacja przy pomocy *Agrobacterium*

jest mało skuteczna lub nawet niemożliwa. Przy użyciu strzelby genowej transformowano już wszystkie gatunki zbóż, trzcinę cukrową i rośliny ozdobne np. tulipana. Metodę balistyczną stosuje się również jako metodę uzupełniającą transformację wektorową przy użyciu *Agrobacterium*. W przypadku słonecznika zwiększono wydajność transformacji i regeneracji merystemów wierzchołkowych pięciodniowych sievek ostrzeliwując tkankę merystemów apikalnych pustymi (pozbawionymi DNA) pociskami, uzyskując tym samym specyficzne zranienia tkanek, które następnie infekowano prowadząc kulturę w obecności zmodyfikowanych bakterii. Dzięki tej metodzie transformować można praktycznie wszystkie rodzaje tkanek roślinnych, a coraz częściej znajduje ona również zastosowanie w transformacji bakterii, grzybów, glonów i zwierząt, w tym ssaków.

■ Dr Monika Tuleja – Instytut Botaniki UJ. E-mail: monika.tuleja@uj.edu.pl.

ROŚLINY UŻYTKOWE W OGRODZIE BOTANICZNYM UJ W KRAKOWIE

Piotr Klepacki (Kraków)

DROBIAZGI

Mieszkańcom wielkiego miasta roślina kojarzy się prawie wyłącznie z zielenią, której w miastach brakuje. Nieco rzadziej odsyła do powszedniości – porannej kawy, wygodnego krzesła czy trzymanej w ręku książki. Jeszcze bardziej dalekie od codziennych doświadczeń wydają się rośliny symboliczne i sakralne. Ogród botaniczny jest doskonałym miejscem, by na nowo odnaleźć z tymi roślinami kontakt, obejrzeć je jako eksponat, są przecież na swój sposób wyjęte ze swego kulturowego i użytkowego kontekstu.

Wiśnia piłkowana (*Prunus serrulata*) to drzewo budzące wielkie emocje, zwłaszcza w Japonii. Mieszkańcy „kraju kwitnącej wiśni” każdej wiosny tłumnie wylegają na ulice, by podziwiać urodę tych drzew. Również w Krakowie jest to możliwe, Ogród Botaniczny ma w swojej kolekcji trzy odmiany tego gatunku. Inne kwiaty o dużym znaczeniu symbolicznym to chryzantemy. W Polsce ich funkcja ozdobna sprowadza się do statusu „kwiatów pamięci”, stawianych na grobach. Niepisane reguły nie pozwalają wręczać ich jesienią np. z okazji imienin. W Chinach, gdzie uprawiane są od ponad trzech tysięcy lat, razem z wiśnią piłkowaną, bambusem i storczykiem wchodzi w skład kanonicznej grupy roślin przedstawianych w sztuce. Chryzantemy obecne są także w sztuce innych państw regionu. W Japonii chryzantema stanowi

herb cesarski, występuje w znakach instytucji państwowych i herbach rodowych oraz w najważniejszym odznaczeniu państwowym (Najwyższy Order Chryzantemy). Zresztą inne rośliny także znajdują swoje miejsce w symbolice tamtejszych instytucji państwowych. Kwitnąca paulownia (*Paulownia tomentosa*) znajduje się w znaku premiera Japonii. W Europie większą popularnością cieszą się symbole zwierzęce (np. orły, byki, niedźwiedzie), kwiaty występują znacznie rzadziej. Oczywiście są wyjątki, ciekawym przykładem jest herb miasta Mońki. Powstał w latach 90. XX w. przez przekształcenie herbu Rawicz (panna w koronie i czerwonej sukni na niedźwiedziu). W herbie Moniek panna nie siedzi na niedźwiedziu, ale pochyla się nad kwiatem ziemniaka (*Solanum tuberosum*), wskazując tym samym na podstawowe źródło utrzymania mieszkańców miasta i najbliższej okolicy.

Palmy to w naszych warunkach rośliny przede wszystkim ozdobne. Ale na tym nie kończy się ich rola, o czym wiedzą specjaliści z branży spożywczej. Palmy dostarczają oleju roślinnego, który używany jest do wyrobu margaryn, ciast, słodczy itp. Lokalnie, w krajach, gdzie są uprawiane, mają zastosowanie również jako surowiec do produkcji cukru, alkoholu oraz mączki skrobiowej – sago. Ich młode pędy

są jądane jak warzywo, a drewno jest materiałem budowlanym. W kulturze judeochrześcijańskiej liście palm mają znaczenie symboliczne. U wyznawców judaizmu liść palmy daktylowej (*Phoenix dactylifera*) to jeden z rekwizytów używanych podczas obchodów Święta Namiotów (Sukkot). Święto to wiąże się ze wspomnianiem wyjścia z Egiptu, ale także z czasem żniw. W tradycji chrześcijańskiej liść palmy oznacza męczeństwo, używany jest podczas Niedzieli Palmowej. W rejonach świata zamieszkiwanych przez chrześcijan, gdzie palmy nie występują, używa się palm symbolicznych. W Polsce spotykane są najczęściej palmy typu wileńskiego, które nie przypominają w ogóle roślin. Robione są z suchych owoców i kwiatów, malowanych na różne kolory i upiętych w geometryczne wzory na drewnianym patyku. Wielkanocne palmy z żywych roślin robione są przede wszystkim we wschodniej części Polski, zwłaszcza przez wyznawców prawosławia. Gałązki wierzby zebrane odpowiednio wcześniej i trzymane w domowym wazonie wypuszczają liście. Ozdobione tuż przed liturgią wiosennymi kwiatami są wymownym znakiem zmartwychwstania. Tak poświęcona wierzba stosowana jest do dziś jako magiczny środek zabezpieczający pole uprawne od klęsk, dom od pożaru, a właściciela od chorób. Moc palmy nie płynie jednak z atrybutów samej rośliny, ale z faktu jej poświęcenia. Inne religie także mają rośliny święcone o szczególnej mocy, zwłaszcza leczniczej. Co ciekawe, najczęściej są to rośliny aromatyczne lub trujące. Interesującym drzewem związanym ze zwyczajami religijnymi jest albicja gruczołkowata (*Albizia lebbek*).

Jej kwiaty poświęcane są w hinduistycznych świątyniach bogowi Ganeśi, a barwnik uzyskiwany z czerwców (larw owadów żyjących na tej roślinie) służy do udzielania błogosławieństwa. Oczywiście, oprócz malowania twarzy, barwnik stosowany jest do barwienia tkanin. Albizia ma wiele zastosowań, dlatego w Indiach jest rośliną powszechnie uprawianą. Jest drzewem ozdobnym, cieniującym na plantacjach kawy i herbaty, liście dostarczają kompostu, a owoce paszy, ma właściwości lecznicze, a jej drewno jest cenione w stolarstwie.

Rośliny ozdobne to nie tylko te rosnące na rabacie lub w doniczce. Niektóre zdobią ciała wchodząc w skład biżuterii. Spektakularne owoce osmoki (*Entada spp.*), przypominające wielkie fasole, wypełnione są spłaszczonymi nasionami o średnicy kilku centymetrów. Strąk rozpada się na człony zawierające pojedyncze nasiona. Taki fragment, dzięki gąbczastej budowie osłonki, unosi się na wodzie i może przewędrować znaczny dystans, nawet międzykontynentalny – nasiona osmoki znajdowane są u wybrzeży Europy. Nasiona mają błyszczącą okrywę i dobrze prezentują się w naszyjnikach. Nasiona palmy *Phytelephas macrocarpa* również można spotkać w kolczykach, naszyjnikach i bransoletach. Kolorem i twardością przypominają kość słoniową, są tak twarde, że trudno uwierzyć, że to tkanka roślinna.

Wszystkie opisane rośliny można spotkać w kolekcjach Ogródu Botanicznego UJ, zarówno tych składających się z roślin żywych, jak i na ekspozycji muzealnej.

■ Dr Piotr Klepacki. Ogród botaniczny UJ. E-mail: piotr.klepacki@uj.edu.pl.

TATRZAŃSKIE NAWAPIENNE MURAWY WYSOKOGÓRSKIE JEDNYM Z NAJCENNIJSZYCH SIEDLISK PRZYRODNICZYCH W POLSCE

Maciej Kozak, Kinga Kostrakiewicz-Gieralt (Kraków)

DROBIAZGI

Tatry to obszar niezwykle pod względem przyrodniczym. Wędrując po tych górach warto zwrócić uwagę nie tylko na poszczególne, rzadkie w tej części Europy gatunki roślin, zwierząt i grzybów, lecz również na to, jak bardzo może się tu różnić roślinność na przestrzeni zaledwie kilku, czy kilkunastu metrów. Różnice te wywołane są olbrzymim zróżnicowaniem siedliskowym, które w Tatrach jest szczególnie zależne od warunków mikroklimatycznych, wilgotności podłoża oraz przede wszystkim rodzaju podłoża geologicznego. Spośród bardzo licznych typów siedlisk

na szczególną uwagę zasługują wysokogórskie murawy nawapienne. Rozwijają się one na podłożu węglanowym (wapienie, dolomity, margle), na stosunkowo płytkich i niezbyt wilgotnych glebach o wysokim odczynie (tzw. rędzinach). Najbardziej typowe płaty tego typu muraw, tworzące tzw. „wysokogórskie łąki”, występują powyżej górnej granicy lasu, w piętrach subalpejskim i alpejskim. Największe powierzchnie zajmują one w Tatrach Zachodnich, w masywach Giewontu, Kominiarskiego Wierchu, a szczególnie Czerwonych Wierchów, gdzie sięgają najwyżej, bo

aż po szczyt Krzesanicy (2122 m n.p.m.). Poza tym spotykane są również w okolicach Bobrowca, Kopy Magury oraz na północnych stokach Małej Koszycy w Tatrach Wysokich. Podobne, lecz nieco zubo-



Ryc. 1. Fragment niezwykle bogatej florystycznie murawy na Uplaziańskiej Kopie w masywie Czerwonych Wierchów (w tle widoczny Twardy Uplaz i szczyt Ciemniaka). Fot. M. Kozak.

żałe w gatunki wysokogórskie, są również murawy porastające liczne wychodnie wapienne w piętrach reglowych. Możemy je z łatwością zaobserwować wędrując szlakami w dolinach: Jaworzynki, Białego, Strązyskiej, Kościeliskiej i Chochołowskiej, a także



Ryc. 2. Potrosteł alpejski (*Chamorchis alpina*) – jeden z najmniejszych i najrzadszych polskich storczyków występujący wyłącznie w płatach muraw nawapiennych. Fot. M. Kozak.

na Sarniej Skale, Nosalu oraz Kopieńcu. Opisywane zbiorowiska należą do najbardziej różnorodnych gatunkowo na obszarze Polski. W najbogatszych florystycznie płatach muraw na powierzchni zaledwie 25 m² występuje nawet do 65 gatunków roślin naczyniowych (dla porównania na przeciętnej łące liczba ta wynosi ok. 30–35). Wiele z nich wytwarza barwne i efektowne kwiaty (i kwiatostany), co sprawia, że

w optimum fenologicznym (czerwiec – lipiec) zbiorowiska te wyglądają jak niezwykle barwne, wielokolorowy kobierzec (Ryc. 1, 6). Występuje tu wyjątkowo dużo roślin szczególnie cennych przyrodniczo,



Ryc. 3. Sparceta górską *Onobrychis montana* w Polsce spotykana wyłącznie w Tatrach. Fot. M. Kozak.

tj. zagrożonych i zamieszczonej na czerwonej liście Polski i w czerwonych księgach Polski i polskich Karpat, a także chronionych, endemicznych oraz wysokogórskich. Do szczególnie rzadkich gatunków występujących wyłącznie lub głównie w płatach tego typu siedliska należą np.: dwulistnik muszy *Ophrys insectifera*, goryczka lodnikowa *Gentianella tenella*, gółka wonna *Gymnadenia odoratissima*, ostrołódka Hallera *Oxytropis halleri*, ostrołódka karpacka *Oxytropis carpatica*, ostrołódka polna *Oxytropis campestris*, potrosteł alpejski *Chamorchis alpina* (Ryc. 2), przymiotno węgierskie *Erigeron hungaricus*, sparceta górską *Onobrychis montana* (Ryc. 3), starzec pomarańczowy *Senecio aurantiacus*, szarota Hoppego *Gnaphalium hoppeanum*, traganek jasny *Astragalus australis* oraz traganek wytrzymały *Astragalus frigidus*. Występuje tu również mnóstwo innych rzadkich gatunków, w tym powszechnie znany symbol Tatr – prawnie chroniona szarotka alpejska (*Leontopodium alpinum*) (Ryc. 4). Olbrzymie zróżnicowanie roślin



Ryc. 4. Roślinny symbol Tatr – szarotka alpejska *Leontopodium alpinum* w murawie nawapiennej w okolicach Kopy Magury. Fot. M. Kozak.

korzystnie wpływa na bogactwo innych grup organizmów, szczególnie różnych bezkręgowców (np. motyli i błonkówek).



Ryc. 5. Półnaturalne, zarastające lasem fragmenty muraw na Kopieńcu. Fot. M. Kozak.

Biorąc pod uwagę bardzo wysoką bioróżnorodność oraz obecność wielu niezwykle cennych gatunków tatrzańskie murawy nawapienne należy uznać za jeden z najcenniejszych typów siedlisk przyrodniczych w Polsce. Ponadto zgodnie z prawodawstwem Polskim oraz unijnym fitocenozy tatrzańskich, nawapiennych muraw wysokogórskich reprezentują typ siedliska o kodzie 6170, wymagający wyznaczenia Specjalnych Obszarów Ochrony Natura 2000. Poza Tatrami podobne, choć z reguły mniej różnorodne płaty tego typu siedliska występują w Polsce jedynie w Pieninach i na Babiej Górze.

W Tatrach płaty muraw nawapiennych są w zdecydowanej większości fitocenozy w pełni naturalnymi, które najlepiej rozwijają się bez jakiegokolwiek wpływu działalności ludzkiej. Zbiorowiska te są w większości niezwykle wrażliwe na wszelkiego rodzaju zaburzenia. Usunięcie lub jedynie uszkodzenie pokrywy roślinnej (np. wskutek nadmiernego ruchu turystycznego) zwykle szybko prowadzi do zardzewienia cienkiej warstwy gleby wskutek znacznego nasilenia procesów erozyjnych. Odtworzenie się w miarę

stabilnego podłoża, a następnie kolonizacja przez dość wolno rosnące gatunki murawowe trwa bardzo długo. Z tego względu należy podkreślić, że najwłaściwszą



Ryc. 6. Płat murawy z dominacją koniczyn: łąkowej (*Trifolium pratense*) i brunatnej (*T. badium*) na zachodnim stoku Uplaziańskiej Kopy. Fot. M. Kozak.

formą ochrony większości płatów jest ochrona bierna. Niektóre murawy w piętrze subalpejskim powstały jednak wskutek dawnego wykarczowania kosodrzewiny w celach pasterskich (np. w górnej części doliny Jaworzynki). W miejscach tych następuje teraz powolny proces odtwarzania się zarośli kosodrzewiny, co może prowadzić do nieznacznej zmniejszenia powierzchni muraw. Obecnie nie stanowi to realnego zagrożenia dla opisywanych zbiorowisk, lecz wymaga stałego, dokładnego monitoringu. Wybitnie półnaturalny charakter mają jedynie niewielkie fragmenty muraw w piętrach reglaowych (Ryc. 5). Powstały one kosztem odpowiednich siedliskowo fitocenz leśnych lub zaroślowych, wskutek ich wykarczowania i prowadzenia regularnego wypasu. Dla tego typu muraw można rozważyć prowadzenie ochrony czynnej polegającej na sporadycznym koszeniu (jeśli jest to możliwe) lub okresowym usuwaniu (karczowaniu) z ich powierzchni przynajmniej części pojawiających się drzew i krzewów.

Maciej Kozak, Kinga Kostrakiewicz-Gierał Zakład Ekologii Roślin, Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński, Kraków. E-mail: m.kozak@uj.edu.pl, kinga.kostrakiewicz@uj.edu.pl.

CO JADŁY POLSKIE DINOZAURY?

Grzegorz Pacyna, Danuta Zdebska, Maria Barbacka, Jadwiga Ziaja (Kraków)

DROBIAZGI

Kiedy myślimy o mezozoiku – erze dinozaurów, często zapominamy, że występowały wtedy również inne grupy organizmów, nie tylko morskie i latające gady, ale przede wszystkim bogaty i różnorodny świat roślin, które były pokarmem i tworzyły środowisko życia dla dinozaurów. Pozostały po nim

skamieniałości pni, liści, gałązek, owocowań świadczące o bogactwie flory tamtego czasu.

Spektakularne paleontologiczne odkrycia ostatnich lat pokazały, że w naszym kraju żyły dinozaury przez znaczną część swojej ewolucyjnej historii. Kościom i tropom polskich dinozaurów często towarzyszą

dobrze zachowane szczątki roślin. Powstanie dinozaurów ma swój zapis w dolno- i środkowotriasowych zespołach tropów z Gór Świętokrzyskich. Towarzyszące tym tropom szczątki roślin są nieliczne i słabo zachowane, z rozpoznanymi jedynie fragmentami skrzypów. Ponieważ nie znaleziono w Polsce kości przodków dinozaurów, niewiele możemy powiedzieć o ich diecie.



Ryc. 1. Fragment ulistnionej gałązki rośliny iglastej, Krasiejów, około 230 mln lat.

Najbardziej znaczące wśród znalezisk ostatnich lat jest odkrycie pochodzącego z początku górnego triasu roślinożernego pradinozaura w Krasiejowie na Śląsku Opolskim. Silezaur, bo taką otrzymał nazwę, ma nie tylko wielkie znaczenie ewolucyjne w odszyfrowaniu pokrewieństw wśród najstarszych dinozaurów, ale również jest dowodem na to, że wśród pradinozaurów były formy roślinożerne. Flora Krasiejowa jest obecnie opracowywana. Dominują w niej prymitywne rośliny iglaste podobne do współczesnej araukarii, występują również paprocie oraz, przypominające współczesne sagowce – wymarłe benetyty. Uzębienie silezaura wskazuje na roślinożerność, ale nie wykazuje specjalizacji pozwalających określić konkretny typ rodzaju pokarmu roślinnego. Ze względu na niewielkie rozmiary (porównywalne z psem owczarkiem) silezaur zapewne odżywił się niską roślinnością występującą w podszycie – zielnymi paprociami, benetytami, mógł też obgryzać młode drzewka iglaste.

Nieco młodsze wiekowo od Krasiejowa, górnośląskie stanowiska flor Woźniki, Poręba i Patoka charakteryzują się występowaniem już stosunkowo nowoczesnych form iglastych o ulistnieniu zwanym *Brachyphyllum* przypominającym pędy sadzonych w ogrodach tui. W Woźnikach znaleziono kości

roślinożernego pradinozaura spokrewnionego z silezaurem. Flora tego stanowiska, zachowana jako piękne odlewy w kremowym wapieniu wytrąconym w ciepłych źródłach jest znana od XIX wieku. Dominują w niej wspomniane wcześniej iglaste z rodzaju *Brachyphyllum*, ale są również skrzypy i benetyty. W Porębie, gdzie odkryto jedne z najstarszych na świecie źróźli, znaleziono też wielki, kilkunastometrowy pień rośliny iglastej.

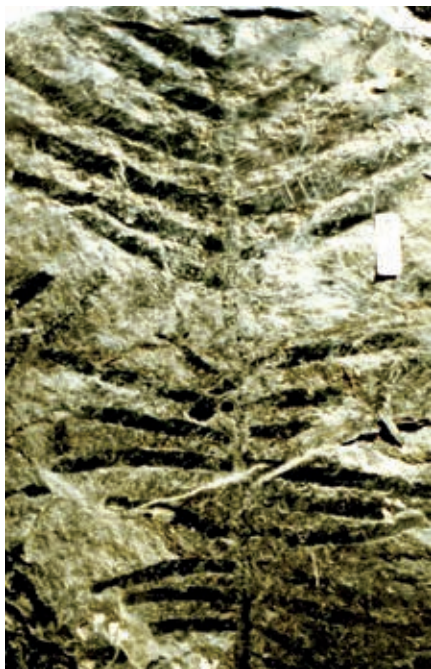


Ryc. 2. Nagromadzenie ulistnionych gałązek z rodzaju *Brachyphyllum*, Patoka, około 220 mln lat.

Kolejne ważne triasowe stanowisko z bogatą i zróżnicowaną florą to Lipie Śląskie – Lisowice. Jak dotychczas nie znaleziono na nim roślinożernych dinozaurów, ale występują tam ich krewni – prawdopodobnie wszystkożerne aetozaurowie oraz ogromne roślinożerne gady ssakokształtne – dicynodonty. Bogata flora z Lipia Śląskiego mogła wyżywić tak wielkich roślinożerców. Dominowały tam drzewa iglaste wywodzące się ewolucyjnie od tych występujących w Krasiejowie oraz sagowce i paprocie nasienne. W Górach Świętokrzyskich, w tym samym czasie wielkie roślinożerne prozauropody zostawiły swoje tropy w Skarszynie koło Broniszowic. Tropy górnotriasowych dinozaurów zostały również znalezione w Tatrach, w Czerwonych Żlebkach i należą one do wczesnych ptasiomiedniczników oraz prozauropodów lub zauropodów. Florę na tym stanowisku, jeszcze w końcu XIX wieku odkrył M. Raciborski i rozpoznał wśród słabo zachowanych szczątków, najliczniej występujące skrzypy i paprocie oraz rzadkie iglaste.

Tropy dinozaurów zostały również znalezione na wielu stanowiskach z dolnej jury w Górach Świętokrzyskich. Do najciekawszych z tych stanowisk

należy Sołtyków (Odrawąż). Zróznicowana flora tego stanowiska złożona z widłaków, skrzypów, paproci, paproci nasiennych, iglastych, sagowców, benetytów, miłorzębowych i gniotowych pochodzi z kilku odmiennych ekologicznie zbiorowisk roślinnych i reprezentuje formy od roślin zielnych, przez krzewy, po niezbyt wysokie drzewa. Były one pokarmem dla zauropodów, które osiągnęły w tym okresie znaczne rozmiary, dzięki którym mogły obgryzać zarówno pędy i liście wysokich drzew, jak i „paść się” na niskiej roślinności. Stosunkowo niewielkie dinozaury ptasiomiedniczne z Sołtykowa preferowały zapewne niską roślinność.



Ryc. 3. Liść benetyty, Góry Świętokrzyskie, około 200 mln lat.

Na nieco młodszym geologicznie stanowisku Gromadzice, z roślinożernych dinozaurów również występowały zauropody i małe dinozaury ptasiomiedniczne, ale skład flory odbiega jednak od tej z Sołtykowa. Dominowały tu rośliny pokrewne współczesnemu miłorzębowi (*Ginkgo*) o silnie podzielonych liściach zebranych na krótkopędach. Znalezione dotychczas odciski fragmentów gałęzi i pni pozwalają przypuszczać, że były to rośliny o pokroju krzewów lub niewielkich drzew, mogły zatem służyć za pokarm dla obu stwierdzonych tu grup roślinożernych dinozaurów. Zasypane przez wydmy paprocie lub zielne iglaste zostały znalezione w Śmiłowie i były pokarmem takich samych dinozaurów jak w Sołtykowie i Gromadziecach.

W skałach środkowej jury okolic Częstochowy znaleziono jedynie tropy drapieżnych dinozaurów, ale w przyszłości można się spodziewać również odkrycia śladów obecności roślinożerców, których pokarmem mogła być słynna, zdominowana przez paprocie flora opisana z pobliskich glinek grojeckich.



Ryc. 4. Liść przodka miłorzębu (*Ginkgo*), Góry Świętokrzyskie, około 200 mln lat.

Dinozaury znów pozostawiły swe ślady w Górach Świętokrzyskich również w górnej jurze, były wśród nich zauropody, drobne ptasiomiedniczne oraz stegozaury. Tropom towarzyszy niezbyt bogata, ale zróżnicowana flora odkryta w Wólce Bałtowskiej, na którą składają się skrzypy, paprocie nasienne, sagowce, znane już z innych stanowisk pospolite iglaste typu *Brachyphyllum* oraz araukarie i rzadki rodzaj *Tritaenia*.

Najmłodsze i zarazem ostatnie dinozaury pozostawiły swoje tropy w skałach pochodzących z najwyższej kredy Róztocza. Wskazują one na obecność wielkich roślinożernych hadrozaurów, a także wtórnie roślinożernych teropodów – terizinozaurów i owiraptorów. Towarzyszą im pnie wymarłych, wielkich drzewiastych paproci z rodzaju *Tempskya*, a w pobliskich osadach morskich odnaleziono naniesione z łądu liście paproci i gałązki iglastych oraz liście wawrzynów, platanowych a także innych, wymarłych już grup roślin okrytonasiennych. Tak bogate zespoły roślinne mogły zapewnić pokarm zróżnicowanym roślinożercom, od objadających drzewa wielkich hadrozaurów, po być może owocożerne drobne owiraptory.

P

rofesor Marian Raciborski na Jawie. Ze zbiorów Muzeum Ogrodu Botanicznego UJ.



CA AC HYDROGRAPHICA TABVLA. Au^t. Henr. Hondio.

