


PANorama



ODDZIAŁU POLSKIEJ AKADEMII NAUK
W OLSZTYNIE I W BIAŁYMSTOKU

Nr 2 (20) 2022

www.panorama.olsztyn.pan.pl

- 
- 2** Zapora na polsko-białoruskiej granicy – zagrożenie dla unikatowej przyrody i ciągłości ekologicznej
Dr hab. Rafał Kowalczyk
- 5** Włóknienie tkanek – czego uczy nas *endometrosis* u klaczy
Dr hab. Anna Szóstek-Mioduchowska
- 8** Mrowisko w żołądzu – czyli o badaniach wysmuklic
Sławomir Mitrus
- 12** Elżbieta i Feliks Walichnowscy z Grupy A*R*T przy UWM w Olsztynie



DR HAB. RAFAŁ KOWALCZYK

Zapora na polsko-białoruskiej granicy – zagrożenie dla unikatowej przyrody i ciągłości ekologicznej

Od kilku miesięcy na polsko-białoruskiej granicy trwa kryzys migracyjny. Uchodźcy i migranci z wielu krajów Bliskiego Wschodu, Azji i Afryki, w większości których toczą się wojny i konflikty, zostali przez reżim Łukaszenki zwabieni na teren Białorusi obietnicą szybkiego przedostania się na teren Unii Europejskiej. Skutkowało to zwiększoną falą osób przekraczających granicę polsko-białoruską. W celu przeciwdziałania temu, polski rząd dość szybko zdecydował o budowie wzdłuż granicy zapory z żyłekowego drutu typu concertina oraz wprowadzeniu stanu wyjątkowego na terenach przygranicznych wzdłuż 418 km granicy z Białorusią. Szczególnie zasieki z drutu żyłekowego, którego stosowanie wzbudza duże kontrowersje, spowodowały sprzeciw środowiska naukowego oraz organizacji ekologicznych ze względu na duże za-

grożenie dla zwierząt, w tym gatunków chronionych, takich jak wilki, rysie, żubry i wiele innych, zamieszkujących cenne przyrodniczo obszary północno-wschodniej Polski. Zasieki te stały się nie tylko barierą dla migracji zwierząt, ale też śmiertelną pułapką, zwłaszcza że stawiano je również wzdłuż brzegów rzek. Wkrótce okazało się, że drut żyłekowy nie jest wystarczającą barierą dla migracji ludzi i w związku z tym zapowiedziano budowę stalowo-betonowej zapory wzdłuż części polsko-białoruskiej granicy. W dość szybkim trybie, bo na początku listopada, przyjęto ustawę o budowie zabezpieczenia granicy państwowej. Ustalono, że obejmie ona 186 km granicy od doliny Bugu aż po przejście graniczne w Kuźnicy Białostockiej. Koszt zapory oszacowano na 1,6 mld zł, a jej budowa rozpoczęła się pod koniec stycznia 2022 roku.

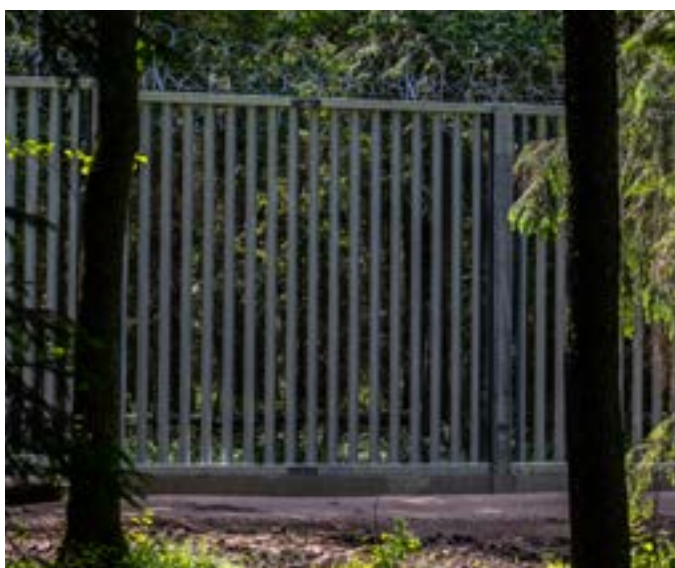
Planowana trwała bariera na granicy z Białorusią wzbudziła wiele dyskusji i sprzeciw środowisk naukowych i organizacji ekologicznych. Wynikało to z faktu, że zapora przetnie lub zostanie zlokalizowana w sąsiedztwie cennych przyrodniczo obszarów Natura 2000, takich jak Puszcza Białowieska, stanowiąca jednocześnie transgraniczny obszar Światowego dziedzictwa UNESCO, Puszcza Augustowska, Puszcza Knyszyńska, Doliny Biebrzy, Bugu i Narwi. Są to obszary zasiedlane przez wiele chronionych i unikatowych gatunków zwierząt oraz stanowią korytarze ekologiczne o znaczeniu paneuropejskim. Co ważne, w procesie planowania inwestycji nie przeprowadzono oceny oddziaływania zapory na cele ochrony obszarów Natura 2000, gdyż zgodnie ze specustawą do inwestycji tej nie stosuje się przepisów odrębnych, w tym prawa ochrony środowiska.

Naukowcy Instytutu Biologii Ssaków PAN w Białowieży od początku alarmowali na granicy o zagrożeniu ze strony zasieków z drutu żyłkowego dla zwierząt, nie tylko jako bariery, ale też śmiertelnej pułapki. Rada Naukowa IBS PAN w październiku 2021 roku opublikowała stanowisko w sprawie kryzysu na granicy z Białorusią oraz budowy płotu granicznego, zwracając uwagę na nieodwracalne skutki budowy bariery dla przyrody północno-wschodniej Polski, w tym unikatowego ekosystemu Puszczy Białowieskiej. Trójka białowieskich naukowców z Białowieskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego i IBS PAN w listopadzie opublikowała list w czasopiśmie naukowym „Science”, zwracając uwagę na zagrożenia związane z budową zapory dla unikatowego obszaru Puszczy Białowieskiej i chronionego od 100 lat Białowieskiego Parku Narodowego oraz gatunków tu występujących. Środowisko naukowe wystosowało list do Komisji Europejskiej w sprawie budowy muru na granicy polsko-białoruskiej, podpisany przez ponad 1800 naukowców z całego świata, w którym apelowano o podjęcie wszelkich możliwych kroków w celu natychmiastowego wstrzymania budowy muru do czasu przeprowadzenia zgodnej z prawem UE i wymogami ochrony przyrody oceny oddziaływania tego przedsięwzięcia na spójność sieci Natura 2000 i takiego zaprojektowania tej inwestycji, aby w jak najmniejszym stopniu wpływała na cenne gatunki i siedliska przyrodnicze. Swoje stanowisko sprzeciwiające się budowie muru i zwracające uwagę, że zapora nie adresuje długofalowo problemu uchodźstwa klimatycznego i zagraża utrzymaniu bioróżnorodności, generując przy tym gigantyczne koszty ekonomiczne, wystosowała również Rada Klimatyczna Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Powstająca zapora będzie z pewnością barierą, która zaburzy ciągłość ekologiczną i ograniczy lub zahamuje migracje oraz



przepływ genów w populacjach zwierząt. Zaburzy też organizację przestrzenną i relacje socjalne, a w konsekwencji rozród i różnorodność genetyczną populacji. Dotyczy to szczególnie chronionych i rzadkich gatunków ssaków, takich jak ryś, o którego biologii posiadamy dużą wiedzę. Badania IBS PAN nad tym gatunkiem, prowadzone od 30 lat, pokazują, że rysie użytkowały obszary Puszczy Białowieskiej po obu stronach granicy, przekraczając ją nawet kilkadziesiąt razy w ciągu roku, mimo istniejącego po białoruskiej stronie ogrodzenia z drutu kolczastego biegnącego wzdłuż granicy lub w odległości do 2 km od granicy (Ryc. 1). Ta tzw. systema, zbudowana na początku lat 80., była barierą jedynie dla dużych ssaków kopytnych, w tym żubra, ale już nie stanowiła problemu dla przemieszczeń rysia, wilków, a nawet niedźwiedzia, który ponad 2 lata temu pojawił się w Puszczy, co zwiastowało być może powolny powrót tego gatunku do tego kompleksu leśnego. Budowa ponad 5-metrowej stalowej zapory spowoduje powstanie trwałej bariery, której nie będą już w stanie sforsować nie tylko duże drapieżniki, ale też zwierzęta średniej wielkości, a nawet drobne ssaki. Ma to największe znaczenie dla rysia, którego populacja po obu stronach Puszczy liczy około 30 osobników i charakteryzuje się bardzo niską zmiennością genetyczną oraz odrębnością w porównaniu do innych polskich i europejskich populacji, co może wskazywać na już istniejącą częściową izolację. Podzielenie jej trwałą barierą pogłębi ten problem i spowoduje, że wydatnie zwiększy się ryzyko chowu wsobnego, dryfu genetycznego oraz oddziaływania czynników



losowych. O szczególnej wrażliwości populacji rysia w Polsce świadczy jego niezmienna liczebność na poziomie ok. 200 osobników i rozmieszczenie ograniczone do wschodniej części kraju, mimo upływu ponad 25 lat, odkąd gatunek został wzięty pod ochronę. Wilki, chronione nieco krócej, skolonizowały prawie całą Polskę, a ich liczebność w ciągu ostatnich 20 lat wzrosła czterokrotnie. Trudno przewidzieć, jakie konsekwencje będzie miało powstanie bariery dla innych rzadkich i chronionych gatunków występujących w Puszczy Białowieskiej i innych cennych przyrodniczo obszarach północno-wschodniej Polski.

Nie tylko powstanie zapory, ale także sama jej budowa, która potrwa kilka miesięcy, będzie zagrożeniem dla siedlisk i gatunków. Obecność ciężkiego sprzętu, wzmożony ruch i budowa dróg dojazdowych prowadzących do granicy oraz wzdłuż granicy, będą powodować zanieczyszczenie środowiska hałasem i światłem, co będzie skutkowało zakłóceniem aktywności i płoszeniem zwierząt, zwłaszcza, że 1 marca rozpoczął się okres lęgowy nie tylko ptaków, ale też wielu innych gatunków zwierząt zasiedlających cenne przyrodniczo obszary. Wzrośnie ryzyko wycieków substancji chemicznych z maszyn, ryzyko pożarów oraz śmiertelność płazów, gadów i innych grup organizmów. Przywożenie kruszywa z zewnątrz Puszczy oraz wzmożony ruch zwiększają również ryzyko zawleczenia i rozprzestrzenienia inwazyjnych gatunków roślin, które docierać będą w najcenniejsze obszary przygraniczne, takie jak rezerwat ścisły Białowieskiego Parku Narodowego. W przypadku takich inwazyjnych gatunków jak nawłoc kanadyjska czy niecierpek drobnokwiatowy, które mogą zasiedlać rozległe obszary i w przypadku zawleczenia są bardzo trudne do kontroli czy tępienia, stanowi to duże zagrożenie dla rodzimych gatunków roślin oraz siedlisk.

Instytut Biologii Ssaków PAN na dwa miesiące przed rozpoczęciem budowy proponował środki łagodzące negatywny wpływ zapory na siedliska i gatunki w postaci zaniechania jej budowy na obszarach bagiennych i w dolinach rzecznych oraz otworów o średnicy co najmniej 20 cm w przęsłach zapory dla mniejszych zwierząt. Przerwy w zaporze mogłyby stanowić korytarze dla migracji ssaków i częściowo zapewnić zachowanie ciągłości ekologicznej, pod warunkiem, że nie zostałyby zagrożone innymi barierami, takimi jak np. drut żyłkowy. Trudno jednak powiedzieć, gdzie powstanie zaporę, gdyż jest to informacja niejawna. Choć w konstrukcji zastosowano otwory dla małych zwierząt, to jednak ich nieduża, bo zaledwie 10-centymetrowa średnica spowoduje, że będą one dostępne jedynie dla drobnych ssaków, płazów i gadów, a ponadto powstanie ryzyko zablokowania ich liśćmi i glebą. Inwestor zaplanował montaż podnoszonych bram w zaporze zlokalizowanych co kilka kilometrów. Jednak ich funkcjonalność staje pod znakiem zapytania, ponieważ bramy będą otwarte, gdy na granicy będzie spokój, a zamknięte w przypadku przekraczania granicy przez migrantów. Oznacza to dużą nieprzewidywalność takich przejść dla zwierząt, przez co ich rzeczywista użyteczność może okazać się bardzo ograniczona. Bramy będą też wąskimi wejściami do enklaw o długości nawet kilkunastu kilometrów i szerokości do 2 km, położonych między zaporą a białoruską системą. Zwierzęta mogą tam utknąć, jeśli przejścia zostaną zamknięte. Podobne sytuacje miały miejsce w Puszczy Białowieskiej jeszcze przed budową zapory, po rozciągnięciu zasieków z drutu żyłkowego wzdłuż granicy, kiedy zamknięto w enklawach między granicą a системą grupy żubrów wykorzystujące te tereny w okresie letnim, a na zimę wracające do miejsc dokarmiania w centrum Puszczy. Wskutek tego dwa żubry padły, a uwalnianie pozostałych trwało kilka tygodni.

Wszystko to powoduje, że obawy środowiska naukowego wydają się uzasadnione. Powstająca na granicy zaporę nie zatrzyma z pewnością migracji ludzi, podzieli natomiast unikatowe ekosystemy oraz zaburzy ciągłość ekologiczną, co może mieć długookresowe i wielkoobszarowe konsekwencje dla przyrody. Będzie też źle postrzegana przez społeczności ludzkie i kojarzona z „żelazną kurtyną” z czasów komunizmu, z tą jedynie różnicą, że tamta była bytem wirtualnym, obecna natomiast będzie fizycznym murem, dzielącym nie tylko przyrodę, ale też ludzi.

Dr hab. Rafał Kowalczyk
Instytut Biologii Ssaków PAN w Białowieży
Komisja Ochrony i Zarządzania Zasobami Przyrodniczymi Oddziału
PAN w Olsztynie i Białymstoku



DR HAB. ANNA SZÓSTEK-MIODUCHOWSKA

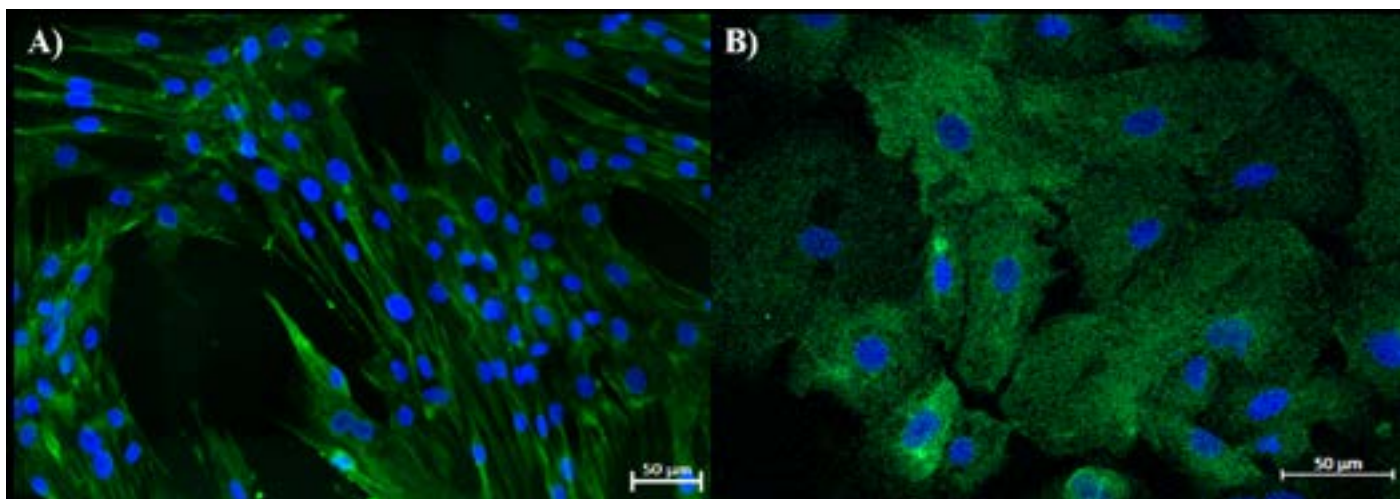
Włóknienie tkanek – czego uczy nas endometrosis u klaczy

ENDOMETROSIS A ENDOMETRIOZA

Płodność jest jednym z najważniejszych aspektów w hodowli koni. Choroby macicy istotnie wpływają na jej obniżenie, co skutkuje znacznymi stratami ekonomicznymi w hodowli. W obrębie macicy u klaczy może dochodzić do stanów zapalnych (*endometritis*) oraz zmian zwłóknieniowych (*endometrosis*). Endometrosis charakteryzuje się włóknieniem zrębu błony śluzowej macicy łącznie z obszarami wokół gruczołów macicznych. W przebiegu *endometrosis* dochodzi również do zaburzeń różnicowania i proliferacji nabłonka gruczołowego prowadzących do powstawania tzw. gniazd gruczołowych, tworzenia się torbieli gruczołowych i limfatycznych, ubytków w nabłonku powierzchniowym oraz nacieku komórek układu odpornościowego. Należy podkreślić, że endometrioza występująca u kobiet nie jest tożsama z *endometrosis* u klaczy. Endometrioza u kobiet związana jest bowiem z nadmiernym rozrostem błony śluzowej macicy oraz jej obecnością poza jamą macicy.

STOPIEŃ WŁÓKNIENIA BŁONY ŚLUZOWEJ MACICY U KLACZY

Diagnostyka występowania *endometrosis* u klaczy jest możliwa jedynie na podstawie oceny histologicznej tkanki macicznej. Stopień jej zaawansowania ocenia się poprzez określenie stopnia nasilenia włóknienia okołogruczołowego i zmian zapalnych wg systemu stworzonego przez Kenney i Doig w roku 1986. W zależności od stopnia nasilenia zmian, włóknienie błony śluzowej macicy można podzielić na następujące stadia zaawansowania: brak włóknienia (kategoria I), łagodne (kategoria IIA), umiarkowane (kategoria IIB) i zaawansowane włóknienie (kategoria III). Stopień zaawansowania włóknienia ma istotny wpływ na płodność. Szanse na poczęcie zakończone porodem u klaczy z błoną śluzową opisaną jako kategoria I, IIA, IIB i III wynoszą odpowiednio około 80–90%, 50–80%, 10–50% i 10%, co uwidacznia, jak duże straty hodowlane powoduje *endometrosis*.



Rys 1. A) fibroblasty błony śluzowej macicy kłaczy hodowane w warunkach *in vitro* wybarwione przeciwciałem przeciw wimentynie; B) komórki nabłonka błony śluzowej macicy kłaczy hodowane w warunkach *in vitro* wybarwione przeciwciałem przeciw cytokeratynie. Jądra komórkowe wyznakowano barwnikiem DAPI.

MECHANIZM WŁÓKNIENIA TKANEK

Etiologia i patogenezę *endometrosis* pozostają niejasne. Nie istnieje skuteczna metoda jej leczenia. Do czynników wpływających na występowanie i rozwój *endometrosis* należą wiek kłaczy, powtarzające się stany zapalne, liczba przeżytych ciąży i porodów, problemy endokrynologiczne oraz predyspozycje genetyczne. Proces włóknienia charakteryzuje się nadmiernym odkładaniem białek macierzy pozakomórkowej, głównie kolagenu, co powoduje zmiany w prawidłowej architekturze tkanki i upośledzenie jej funkcji. Nadmierne odkładanie białek macierzy pozakomórkowej zwiększa sztywność tkanki, zakłóca dyfuzję składników odżywczych i tlenu, co sprzyja uszkodzeniom komórek i aktywacji miofibroblastów. Miofibroblasty, produkujące znaczne ilości kolagenu, należą do najważniejszych mediatorów komórkowych w procesie włóknienia tkanek. Mogą one powstać z różnych typów komórek, głównie z fibroblastów, komórek nabłonka i śródbłonka w procesach określanych jako różnicowanie lub przemiana nabłonkowo/śródbłonkowo-mezenchymalna. Komórki te charakteryzują się ekspresją *de novo* α -aktyny mięśni gładkich, kurczliwością i odpornością na apoptozę. Podczas prawidłowo przebiegających procesów naprawy tkanek, miofibroblasty odgrywają ważną fizjologiczną rolę, przyczyniając się do przebudowy tkanki i przywrócenia jej integralności. Jednakże ich nadmierne nagromadzenie powoduje intensywną i niekontrolowaną produkcję białek macierzy pozakomórkowej, co prowadzi do rozwoju i nasilenia procesu włóknienia.

Włóknienie tkanek należy rozpatrywać jako konsekwencję działania wielu czynników i nakładających się procesów. Wyni-

ki badań nad procesami związanymi z patogenezą włóknienia w różnych tkankach wykazują, że cytokiny uwalniane przez komórki układu odpornościowego oraz inne czynniki o właściwościach zapalnych regulują proces włóknienia pośrednio poprzez przyciąganie komórek immunokompetentnych do miejsca zapalenia lub działając bezpośrednio na otaczające komórki.

Procesy zachodzące zarówno podczas naprawy tkanek, jak i ich włóknienia wykazują duże podobieństwo. W obu przypadkach działający czynnik (uszkodzenie tkanki, zakażenie, czynnik chemiczny lub fizyczny) zapoczątkowuje kaskadę procesów naprawczych w uszkodzonych tkankach w celu przywrócenia ich integralności. Do miejsca działania czynnika napływają komórki układu odpornościowego, takie jak granulocyty, makrofagi, komórki tuczne, komórki dendrytyczne, a także limfocyty B i T. Naciekające komórki są odpowiedzialne za produkcję i uwalnianie prozapalnych oraz przeciwzapalnych cytokin m.in. czynnika martwicy nowotworu- α oraz transformującego czynnika wzrostu- β 1, które modulują odpowiedź zapalną, jak również wywierają wpływ na procesy związane z rozwojem włóknienia. Do procesów tych należą aktywacja miofibroblastów, proliferacja i migracja fibroblastów, a także regulacja ekspresji i aktywacja metaloproteinaz macierzy. Metaloproteinazy macierzy i ich tkankowe inhibitory to enzymy odpowiedzialne za przebudowę i rozkładanie istniejącej macierzy pozakomórkowej. Równowaga między ekspresją, aktywacją i hamowaniem metaloproteinaz ma kluczowe znaczenie dla utrzymania homeostazy tkankowej. Metaloproteinazy macierzy rozkładają wszystkie rodzaje białek macierzy pozakomórkowej, ale również aktywują wiele czynników, takich jak cytokiny.

NAGRODA ODDZIAŁU

MEDIATORY ZAPALNE W PROCESIE WŁÓKNIENIA

U KLACZY

Nasze badania dotyczące włóknienia błony śluzowej macicy klaczy dostarczyły nowej wiedzy na temat wpływu wybranych mediatorów zapalnych na rozwój włóknienia. W ramach badań analizowano wpływ cytokin, takich jak transformujący czynnik wzrostu $\beta 1$, interleukina 6, interleukina 1β oraz pochodnych kwasu arachidonowego – prostaglandyny $F_{2\alpha}$ i E_2 na ekspresję kolagenu typu I, III oraz fibronektyny, metaloproteinaz i ich tkankowych inhibitorów w hodowlach *in vitro* fibroblastów oraz w hodowlach tkankowych. Wyniki naszych badań wykazały, iż dochodzi do zmian w ekspresji metaloproteinaz i ich tkankowych inhibitorów, stężenia kwasu lizofosfatydowego oraz ekspresji jego receptorów w błonie śluzowej macicy klaczy w przebiegu endometrosis. Zaobserwowaliśmy również, że odpowiedź tkanki na działające czynniki zapalne różni się w zależności od stopnia zaawansowania endometrosis. Ponadto uzyskane wyniki wykazały, iż wyżej wymienione mediatory stanu zapalnego, działając na produkcję białek macierzy pozakomórkowej, ekspresję metaloproteinaz i ich inhibitorów, są zaangażowane w procesy związane z patologiczną przebudową błony śluzowej macicy klaczy. Wykazaliśmy również, że transformujący czynnik wzrostu – $\beta 1$ zwiększa różnicowanie miofibroblastów oraz proliferację fibroblastów pochodzących z błony śluzowej macicy klaczy.

WŁÓKNIENIE TKANEK U CZŁOWIEKA I ZWIERZĄT

Poznanie molekularnych mechanizmów leżących u podstaw procesów zapoczątkowujących włóknienie błony śluzowej macicy może stanowić istotny krok w opracowaniu skutecznej metody zapobiegania i leczenia endometrosis, a w dalszej perspektywie do zmniejszenia strat wśród hodowców koni. Badania nad procesem włóknienia mogą również odegrać ważną rolę w opracowaniu skutecznej metody leczenia zmian zwłóknieniowych występujących u ludzi oraz innych zwierząt. Włóknienie organów występuje zarówno u człowieka, jak i u zwierząt towarzyszących człowiekowi (psów, kotów, osłów). Śmiertelność u ludzi wynikająca ze zmian zwłóknieniowych takich narządów jak serce, płuca, nerki czy wątroba sięga około 45%. Pomimo różnic w etiologii i obrazie klinicznym chorób zwłóknieniowych różnych narządów, istnieje wiele podobieństw w aktywowanych szlakach molekularnych, procesach i interakcjach komórkowych zachodzą-

cych podczas procesu włóknienia. Obecne sposoby leczenia chorób, w których dochodzi do włóknienia tkanek, mają ograniczoną skuteczność i polegają głównie na hamowaniu stanu zapalnego oraz łagodzeniu występujących objawów. Nierzadko niezbędna jest transplantacja narządów, w których doszło do włóknienia. Stąd też konieczne jest zrozumienie przyczyn powstawania procesu włóknienia oraz wskazanie potencjalnych metod leczenia.

KOŃ JAKO MODEL

Klacz z endometrosis wydają się więc być dobrym modelem do badań procesów związanych z rozwojem włóknienia. U klaczy endometrosis występuje spontanicznie, w przeciwieństwie do zwierząt laboratoryjnych, u których włóknienie indukuje się najczęściej chemicznie. Ponadto możliwość bezinwazyjnego pobierania materiału i jego relatywnie łatwa dostępność stwarzają możliwość wielokrotnych biopsji tkankowych od tego samego osobnika. Niezwykle ważny jest również fakt, iż procedura pobierania fragmentu tkanki nie jest bolesna i nie przysparza zwierzęciu cierpienia. Warto także nadmienić, że koń jest bardzo dobrym modelem do badań nad zaburzeniami metabolicznymi (otyłość, zespół metaboliczny), genetycznymi (syndrom lawendowego źrebięcia/syndrom Griscelli, trombastenia Glanzmanna), układu mięśniowo-szkieletowego (zapalenie ścięgien, choroba zwyrodnieniowa stawów), układu rozrodczego (starzenie, zespół luteinizacji niepełkniętego pęcherzyka jajnikowego), układu oddechowego (astma, alergie, włóknienie płuc), a nawet nad zaburzeniami neurodegeneracyjnymi (choroba Parkinsona), czy psychicznymi (zaburzenia obsesyjno-kompulsywne, depresja).

Podsumowując, wyniki prowadzonych przez nas badań nad rolą mediatorów zapalnych w procesie włóknienia są ważnym źródłem wiedzy oraz inspiracją do dalszych badań nad patogenezą endometrosis u klaczy. Ponadto mając na uwadze liczne podobieństwa na poziomie komórkowym oraz molekularnym, które inicjują oraz wzmagają proces włóknienia w narządach i tkankach u różnych gatunków, wyrażamy głęboką nadzieję, iż nasze badania w przyszłości mogą przyczynić się do opracowania skutecznej terapii przeciwzwłóknieniowej u zwierząt i ludzi.

Dr hab. n. med. Anna Szóstek-Mioduchowska,
Instytut Rozrodu Zwierząt
i Badań Żywności PAN w Olsztynie



W lasach występuje wiele gatunków mrówek. Na zdjęciu obszar licznego występowania wysmuklicy „*Temnothorax crassispinus*”

DR HAB. SŁAWOMIR MITRUS

Mrowisko w żołądzu – czyli o badaniach wysmuklic

Spacerując po lesie, często widzimy mrówki. Najłatwiej zauważyć te budujące duże kopce, na których w pogodny dzień widać dziesiątki robotnic. Takie kopce są charakterystyczne dla mrówek z rodzaju *Formica*, ale w lasach naszego kraju możemy spotkać także mrówki z innych rodzajów – w Polsce stwierdzono występowanie około 100 gatunków mrówek, z których wiele występuje tylko, albo także w lasach. Powszechnie występującymi w lasach, ale równocześnie często niedostrzeganymi, są mrówki z rodzaju *Temnothorax*, po polsku nazywane wysmuklicami. To niewielkie mrówki – robotnice mają długość około 2–3 mm, królowe są większe – ich długość wynosi 3–4 mm. Kolonie wysmuklic są mniejsze niż innych gatunków mrówek: typowo w kolonii jest kilkadziesiąt do stu kilkudziesięciu robotnic i królowa, rzadziej można znaleźć większe kolonie liczące kilkaset osobników. To niewiele, biorąc pod uwagę, że niektóre gatunki z innych rodzajów żyjące w Polsce mogą tworzyć kolonie składające się z tysięcy osobników.

W Polsce stwierdzono występowanie 12 gatunków wysmuklic. W zależności od gatunku zamieszkują gniazda w lasach na powierzchni ściółki, żyją na drzewach albo preferują otwarte, mocno nasłonecznione miejsca. Wismuklice zwykle nie budują gniazd, lecz wykorzystują dostępne przestrzenie, jedynie, gdy jest taka potrzeba, zmniejszają otwór, który służy za wejście do komory gniazdowej. Te lubiące nasłonecznione miejsca, na gniazda mogą wykorzystywać szczeliny w skałach albo mieszkają pod kamieniami. Występujące w lasach najczęściej zamieszkują komory, które są efektem działalności larw chrząszczy. W Polsce często można znaleźć mrówki z gatunku *Temnothorax crassispinus* w pustych żołądźkach albo gałązkach leżących na ściółce, ale mogą także zamieszkiwać puste orzeszki bukowe, przestrzenie pod korą drzew i pod kamieniami. Zdarza się, że jeśli siedlisko jest dobre, to na metr kwadratowy przypada kilka gniazd z koloniami tych mrówek. Niemniej nie każde gniazdo musi należeć do oddzielnej rodziny – te mrow-



Pusty żołądź zasiedlony przez wysmuklice z gatunku „*Temnothorax crassispinus*”.
Widać otwór wejściowy zmniejszony przez mrówki



Otwarty żołądź z niewielką kolonią wysmuklicy „*Temnothorax crassispinus*”

ki cechuje polidomia (wielogniazdowość), czyli rodzina może wykorzystywać w tym samym czasie więcej niż jedno miejsce gniazdowe, w związku z tym liczba gniazd nie musi być tożsama z liczbą rodzin na danym obszarze.

Duże zagęszczenia kolonii i niewielka ich wielkość sprawiają, że wysmuklice łatwo zebrać. Poza tym nie są wymagające w hodowli: można je karmić martwymi owadami oraz miodem. W warunkach naturalnych wysmuklice mogą poszukiwać pokarmu w odległości 1,5 metra i więcej od gniazda, ale w laboratorium zadowolą się zdecydowanie mniejszą przestrzenią: do ich przetrzymywania wystarczy duża szalka Petriego albo inne podobnej wielkości plastikowe pudełko. W związku z tym nie ma większych problemów, by równocześnie przetrzymywać w sztucznych warunkach wiele kolonii, co umożliwia prowadzenie eksperymentów i obserwacji. Te cechy – małe kolonie i lokalnie liczne występowanie w powiązaniu z łatwością hodowli – sprawiły, że wysmuklice stały się modelowymi gatunkami mrówek w badaniach laboratoryjnych. Wykorzystywano je między innymi w badaniach dotyczących komunikowania się osobników oraz kwestii, w jaki sposób podejmują decyzje np. o zmianie czy wyborze miejsca gniazdowego. Jednym z badanych aspektów był podział pracy w kolonii i kwestie, dlaczego mrówki są... leniwe.

Mrówki kojarzą się z niezwykle pracowitymi zwierzętami. W lesie zwykle widzimy mrówki biegające po kopcu albo

między wejściem do gniazda a obszarami, na których poszukują pokarmu. W oczy rzucają się mrówki walczące z owadami, którymi będą karmić swoje larwy, niosące czy ciągnące zdobycz w kierunku kopca, albo przesuwające elementy na kopcu w celu naprawy gniazda. Spodziewamy się, że także we wnętrzu kopca praca wre. Ale jak sprawdzić, jak to jest naprawdę? Przy koloniach liczących tysiące robotnic, gdy większość osobników przebywa w komorach i korytarzach pod ziemią, nie jest to możliwe, a zebrać i przenieść do laboratorium całą kolonię, liczącą tysiące osobników, jest trudno. Ale mając kolonie wysmuklic – kolonie liczące kilkadziesiąt albo sto kilkadziesiąt osobników – nie tylko można zebrać i obserwować całą kolonię, ale nawet każdą robotnicę indywidualnie oznakować.

W jaki sposób można oznakować mrówki? Najprostszą metodą znakowania jest namalowanie kolorowych plamek na ciele owada. Najprostszą, co nie oznacza, że prostą. Już wielkość takiego owada sprawia, że praca nie jest łatwa, a jeśli nawet się to uda, nie oznacza to jeszcze sukcesu – mrówki same, albo z pomocą innych osobników z kolonii, będą próbowały się oczyścić i usunąć takie oznakowanie. Żeby oznakowanie przetrwało, farba powinna wyschnąć zanim robotnice powrócą do gniazda i spróbują ją oczyścić, ale też musi dobrze przylegać do powłok ciała. Niemniej, gdy już się uda tak oznakować mrówkę, to takie plamki mogą utrzymywać się tygodniami i dłużej, umożliwiając obserwacje ukierunkowane na poszczególne



Robotnice i królowa (trzecia od lewej) wysmuklicy „*Temnothorax crassispinus*”

gólne osobniki. Znakować mrówki można także inaczej, np. nakładając pętle z bardzo cienkiego drutu na tzw. pomostku – przewężeniu pomiędzy fragmentami często określanymi jako tułów i odwłok (u mrówek budowa ciała i podział na części nie w pełni odpowiada klasycznej budowie owada), albo stosując chipy elektroniczne. Takie elektroniczne chipy nakleja się nawet na robotnice wysmuklic – dla przypomnienia: mające 2 mm długości – co umożliwi automatyczne śledzenie zachowania poszczególnych osobników, np. w którym momencie wszedł do komory gniazdowej. Takie nowoczesne metody są obecnie stosowane w niektórych laboratoriach na świecie.

W trakcie obserwacji wysmuklic w laboratorium, to, co się rzuca w oczy, to... mała ruchliwość. W lesie możemy zauważyć pojedyncze wysmuklice, które nie spieszą się, a zaniepokojone nieruchomieją, co utrudnia ich dostrzeżenie. Jeśli otworzymy żołądź z kolonią takich mrówek – czyli z punktu widzenia mrówek zniszczymy ich gniazdo – to reakcja będzie natychmiastowa: robotnice chwytają larwy i poczwarki i szukają dla nich schronienia. Same robotnice także starają się ukryć. Tutaj widać pośpiech. Może wysmuklice nie są tak szybkie, jak duże mrówki, ale nie są też powolne. Ale otwarcie gniazda – zniszczenie gniazda, które zapewnia mrówkom i ich potomstwu bezpieczeństwo i odpowiedni mikroklimat – to sytuacja wymagająca szybkiej reakcji. Jeżeli jednak pozwolimy mrówkom zamieszkać

w sztucznym gnieździe (takie gniazdo dla wysmuklic można stworzyć pomiędzy dwoma szkiełkami mikroskopowymi), to później, gdy już się uspokoją i zadomowią, możemy obserwować, co się w nim dzieje. I tutaj pojawia się zaskoczenie: nie widać tego pośpiechu, krzątających się robotnic... Raczej spora część robotnic nie wykazuje aktywności w czasie takich obserwacji. Owszem, niektóre wychodzą z gniazda poszukując pokarmu, inne opiekują się potomstwem, m.in. karmią larwy, ale przez większość czasu wiele robotnic nie wykazuje znaczącej aktywności. Czyżby więc mrówki nie były tak pracowite, jak się powszechnie uważa? Takie obserwacje stały się podstawą do badań zakończonych licznymi publikacjami dotyczącymi problemu, dlaczego mrówki są leniwe. Podejrzewano, że może nieaktywne osobniki mogą być wyspecjalizowane w jakichś rzadko potrzebnych, ale istotnych dla kolonii czynnościach, albo że może to być artefakt wynikający z warunków laboratoryjnych. Zastanawiano się także, czy beczynne osobniki nie stanowią rezerwy na wypadek śmierci innych osobników albo ataku drapieżnika. Obecnie – uwzględniając wyniki badań w warunkach półnaturalnych – wiadomo, że nie jest to artefakt laboratoryjny wynikający z małej przestrzeni i/oraz dużej dostępności pokarmu podawanego przez opiekunów. Raczej może to być rezerwa na przyszłość, niemniej ostatecznego wyjaśnienia wciąż nie ma.



Kolonia wysmuklic w sztucznym gnieździe utworzonym pomiędzy dwoma szkiełkami mikroskopowymi. Typowo takie gniazdo jest przykryte czerwoną folią, by wewnątrz było ciemniej, ale równocześnie możliwe było obserwowanie mrówek (na potrzeby zdjęcia folia została usunięta)

Wysmuklice były wykorzystywane także w innych badaniach, np. procesów optymalizacji. W tym przypadku analizowano jak – w sytuacji, gdy stare miejsce gniazdowe zostaje zniszczone – przenoszą się do nowego miejsca. A robotnice przemieszczać mogą się same, ale też mogą być przenoszone przez inne robotnice (podobnie, jak wymagają tego larwy i poczwarki). Poza tym te mrówki potrafią jedna drugą uczyć drogi do nowego miejsca i stanowią jeden z nielicznych przykładów wśród zwierząt, w przypadku których zaobserwowano proces nauczania i relację typu nauczyciel–uczeń. Zachowanie, w którym „nauczyciel” nie tylko uczy „ucznia”, ale dostosowuje szybkość nauczania w zależności od potrzeb, to znaczy szybkości nabywania umiejętności przez „ucznia”. Czyli „nauczycielowi” zależy nie tyle na jak najszybszym pokazaniu drogi, lecz na skutecznym przekazaniu wiedzy! Wysmuklice są mrówkami, u których takie zachowanie zostało szczegółowo opisane i przeanalizowane. Analizując kwestie przenoszenia się kolonii do nowego miejsca zauważono, że w różnych fazach bardziej opłacalne powinno być nauczenie kolejnych osobników drogi do nowego miejsca na gniazdo, albo wręcz przeciwnie – gdy już wystarczająco dużo zna drogę, to szybciej będzie przenieść pozostałe osobniki na grzbiecie do nowego gniazda, niż powoli kolejne robotnice uczyć drogi. I w trakcie badań stwierdzono, że mrówki rzeczywiście optymalizują swoje zachowanie. Opisy takiego zachowania można znaleźć w klasycznych podręcznikach z ekologii behawioralnej i ewolucyjnej.

Wpływ mrówek na ekosystemy jest duży, przede wszystkim ze względu na ich liczebność i biomasę oraz możliwość wykorzystywania różnego rodzaju pokarmu, niemniej kojarzy się to raczej z gatunkami tworzącymi bardzo liczne kolonie. W przypadku wysmuklic wydaje się, że jest ich za mało, by wywierać istotny wpływ na środowisko, w którym żyją. Jednakże wpływ wysmuklic też może być znaczący, z uwagi na wspomniane już lokalnie duże zagęszczenia. W powiązaniu z faktem, że uczestniczą w rozsiewaniu nasion niektórych roślin i mogą wpływać na ich rozmieszczenie, mogą także mieć wpływ na ekosystemy.

Ciekawych zagadnień związanych z mrówkami jest dużo. Życie w dużych zagęszczeniach to korzyści, ale także niebezpieczeństwa, np. związane z możliwością rozprzestrzeniania się chorób. Tym bardziej, że osobniki w koloniach są zwykle blisko spokrewnione ze sobą. Bliskie spokrewnienie nie oznacza, że konfliktów w koloniach nie ma – nie zawsze optymalne rozwiązanie dla robotnic jest optymalnym także dla królowej, więc konflikty są nieuniknione. Jak sobie z tym radzą, jak się komunikują – to problemy badane z wykorzystaniem różnych gatunków mrówek, także wysmuklic. Wysmuklice są dogodnym obiektem badań owadów społecznych i zapewne odkrycia z ich wykorzystaniem jeszcze nie raz zaskoczą naukowców.

Dr hab. Sławomir Mitrus, prof. UO,
Instytut Biologii, Uniwersytet Opolski

ELŻBIETA I FELIKS WALICHNOWSCY

Elżbieta i Feliks Walichnowscy z Grupy A*R*T przy UWM w Olsztynie

Pan Feliks (ur. 1929 r.) trzy razy widział, jak płonął Warszawa: w 1939 roku, 1943 roku (getto) i 1944 roku. Z małżonką Elżbietą wędrują przez życie, uzupełniając się zainteresowaniami. Ona inżynier chemii i fotograficzka, on socjolog z doktoratem (SGGW), dziennikarz i nauczyciel akademicki w pięciu uczelniach. Jego poezja – często z dużym ładunkiem tragicznej ekspresji – przedstawia trudne losy zwykłych ludzi w dniach wojny oraz w czasach powojennych.

Obydwoje od zawsze pasjonowali się przyrodą oraz mieszkańcami Warmii i regionem dawnych Mazur. Pani Elżbieta uwiecznia na fotografiach piękno naszego regionu, Morza Bałtyckiego oraz Łowicza, gdzie przebywają bliscy. Pan Feliks opisywał przeżycia własne oraz osadników w pierwszych miesiącach 1945 roku. Jak twierdzi „wcale nie było to pewne, czy granica północna będzie taka, jaka jest obecnie. Rosjanie obserwowali, jak przebiega akcja osadnicza. To w tym okresie tworzyła się na tych ziemiach Polska!” Wszystko opisał w kilkudziesięciu książ-

kach prozą i wierszem, a ponadto w licznych artykułach. Pani Elżbieta zajmuje się administracją i wydawnictwem dorobku pisanego oraz fotograficznego. Książki kierowane są do bibliotek akademickich jako materiał do analiz naukowych. Aktywnie wspierają dokumentami Muzeum Warmińsko-Mazurskie i Archiwum w Olsztynie. Obydwoje są członkami Artystycznej Rezerwy Twórczej (Grupa A*R*T) działającej przy Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim, a Pan Feliks jest wieloletnim członkiem Klubu Miłośników Poezji przy Stowarzyszeniu Absolwentów UWM, Członkiem Stowarzyszenia Dziennikarzy RP oraz honorowym członkiem Związku Literatów Polskich. Z inicjatywy Feliksa i Elżbiety Walichnowskich zorganizowane zostały liczne wystawy i spotkania w instytucjach, bibliotekach i urzędach, włączając do oprawy ilustracyjnej prace członkiń i członków Grupy A*R*T. Można tutaj wymienić Urząd Marszałkowski, Starostwo Powiatowe, Bibliotekę Wojewódzką, Biblioteki Uniwersyteckie, Książnicy Polskiej, Klub Pracowników



MOJA PASJA



UWM Baccalarium. Tematami były m.in. wystawy: *Spopieleni* – poświęcona ofiarom II wojny światowej, *Osadnicy, Utopce I i II* – poświęcone pierwszym grupom osadników (kolejarzy) przybyłych do Ostródy i Olsztyna marcu 1945 roku (wśród nich znajdował się wówczas 16-letni Feliks). Później przez 9 lat był redaktorem naczelnym ogólnopolskiego tygodnika Panorama Północy.

Dr Feliks Walichnowski został odznaczony m.in. Krzyżem Komandorskim Odrodzenia Polski oraz Odznaką Rodła. W roku 2019 krótkie notki biograficzne ukazały się w tygodnikach ANGORA oraz PRZEGLĄD.

W imieniu całej Grupy A*R*T serdecznie życzymy Pani Elżbiecie oraz Panu Feliksowi zdrowia i dalszych wspaniałych inicjatyw twórczych.