



**dr hab.
Ewelina Ratajczak,
prof. ID PAN**

Jest specjalistką w dziedzinie fizjologii i biochemii nasion, zatrudnioną w Instytucie Dendrologii PAN. Naukowo zajmuje się molekularnymi podstawami starzenia się nasion roślin drzewiastych. Bada związki regulujące stan redoks w nasionach, poszukując potencjalnych markerów ich żywotności.
eratajcz@man.poznan.pl



dr Hanna Fuchs

Zajmuje się badaniem procesów starzenia się nasion roślin drzewiastych i czynników wpływających na ich długowieczność na poziomie molekularnym. Szczególne miejsce w jej zainteresowaniach naukowych zajmuje genetyka roślin i identyfikacja genów odpowiedzialnych za nabywanie przez nasiona odporności na przesuszanie.
hkijak@man.poznan.pl

ROZSIEWANIE SIĘ NASION



Nasiona klonu jaworu
z widocznymi skrzydełkami

Jak różnorodne mogą być strategie roślin rozprzestrzeniania nasion? Czy bardziej opłaca się być nasionem lekkim jak puch, czy ciężkim i twardym jak żołądź dębu?

Ewelina Ratajczak
Hanna Fuchs
Joanna Kijowska-Oberc
Jan Suszka

Instytut Dendrologii Polskiej Akademii Nauk
w Kórniku

Aleksandra M. Staszak

Wydział Biologii
Uniwersytet w Białymstoku

Rośliny wypełniają otaczającą nas przestrzeń, dominują w krajobrazie, przez co nierozdzielnie towarzyszą nam na co dzień. Bez roślin nie byłoby pożywienia, materiałów konstrukcyjnych czy surowców energetycznych. Brak roślin w przestrzeni byłby dla nas bardzo odczuwalny. Mimo wielu zmian, które zachodzą w środowisku, rośliny – w przeciwieństwie do zwierząt – mają ograniczone możliwości zmian zasięgów swojego występowania. W swoim cyklu życiowym mogą migrować jedynie przez rozsiewane nasiona. Są to organy, które po oddzieleniu od rośliny macierzystej mogą oddalać się od niej, przez co zostaje przeniesiony jej materiał genetyczny, a zasięg populacji danego gatunku może zostać powiększony. Transmisja zasobów genetycznych drzew może odbywać się różnymi drogami w zależności od strategii wybranej przez dany gatunek. Drogą powietrzną zazwyczaj rozsiewają się nasiona lekkie, zaopatrzone w aparat lotny lub tzw. skrzydełka, obserwowane u klonów i jesionów. Takie wyposażenie nasion daje możliwości przemieszczania się wraz z powiewami wiatru. Wierzby i topole, charakterystyczne w krajobrazie polskich dolin rzecznych, mają bardzo drobne nasiona, które są zaopatrzone w pierścień włosków, umożliwiających przemieszczanie się drogą powietrzną na duże odległości. Są to typowe gatunki pionierskie, które rokrocznie produkują duże ilości nasion. Po rozsianiu, gdy nasiona trafią na wilgotne podłoże, rozpoczynają kiełkowanie. U wierzby wicowej żywotność nasion zanika po dziewięciu dniach

od opuszczenia owocostanów. Rekompensatą krótkiej żywotności jest ilość produkowanych nasion, należy jednak pamiętać, że ta strategia życiowa jest bardzo energochłonna.

Raz, a porządnie

Inną strategię na podbój przestrzeni wykorzystują gatunki ciężkonasienne, takie jak buk czy dąb. Ich nasiona są wyposażone obficie w materiały zapasowe, opadają dzięki siłom grawitacji. Siłą rzeczy spadają niedaleko od drzewa macierzystego, co wydaje się nie najskuteczniejszą metodą zdobywania nowych terenów. Jednak rolę kurierów nasion gatunków takich jak dąb, buk czy kasztanowiec mogą odgrywać zwierzęta. Ze zwierzęcych usług kurierskich korzystają również nasiona cisa pospolitego otoczone słodką osłonką lub inne, jak maliny lub wiśnie, wyposażone w smaczne owoce. Niektóre z nich, przechodząc przez układ pokarmowy, nabywają lepszych możliwości do rozpoczęcia kiełkowania, np. wskutek rozluźnienia twardej łupiny nasiennej przez soki żołądkowe zwierząt.

Gatunki ciężkonasienne zazwyczaj obradają masowo w cyklach trwających 5–10 lat, jest to tzw. masting lub rok nasienny. W naturze jest widoczne powiązanie cyklu rozrodczego gryzoni i ptaków z latami nasiennymi gatunków drzew, których nasiona są podstawą ich diety. Zwierzęta możemy uznać za reduktorów możliwości rozrodczych ciężkonasiennych gatunków drzew, ale jest to dla nich także pewna szansa. Zwierzęta roznoszą orzechy i żołędzie, chowając je w swoich spiżarniach, często o nich zapominając. W ten sposób pojawia się szansa na kolonizowanie obszarów, które bez pomocy zwierząt byłyby dla nasion całkowicie niedostępne.

Konsekwencją masowego obradania są ogromne wydatki energetyczne, które wymagają kilku lat regeneracji. To powoduje, że między latami nasiennymi kwitnienie występuje sporadycznie lub wcale. Mechanizmy, które decydują o latach nasiennych, są wciąż żywo omawiane przez naukowców. A na odpowiedź czeka już kolejne pytanie: jak ocieplenie klimatu wpływa na masowe obradanie? Z uwagi na fakt, że przedmiotem rozważań są rośliny długowieczne, zjawisko to jest trudne do zbadania. Dlatego wpływ globalnego ocieplenia na zjawisko występowania lat nasiennych



mgr inż. Joanna Kijowska-Oberc

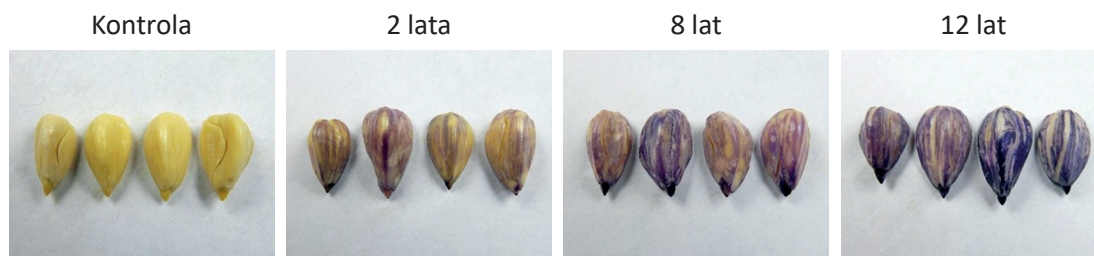
Zajmuje się wpływem zmian klimatu na jakość nasion roślin drzewiastych i ich kiełkowanie. Do jej zainteresowań naukowych należą także mechanizmy kształtujące formy adaptacji drzew do warunków suszy i upałów, takie jak epigenetyka i plastyczność fenotypowa. Pracuje w Zakładzie Biologii Rozwoju Instytutu Dendrologii PAN.
joberc@man.poznan.pl



dr Jan Suszka

Specjalizuje się w zagadnieniach związanych z metodyką zbioru oraz przechowywaniem nasion, szczególnie z grupy recalcitrant i suborthodox. Zajmuje się także badaniami dotyczącymi przeżycia nasion. Pracuje w Zakładzie Biologii Rozwoju Instytutu Dendrologii PAN.
jsuszka@man.poznan.pl

Lokalizacja reaktywnych form tlenu w nasionach buka zwyczajnego





dr Aleksandra M. Staszak

Specjalistka w dziedzinie fizjologii roślin. Prowadzi m.in. badania dotyczące wpływu różnych czynników środowiska na kiełkowanie nasion, zajmuje się także interakcjami, które zachodzą między roślinami a patogenami.
a.staszak@uwb.edu.pl

nie jest jeszcze uwzględniany w modelach przewidujących zmiany składów gatunkowych lasów w przyszłości. Niemniej jednak w ciągu ostatnich kilku lat zaobserwowano pewne tendencje, takie jak wzrost lub spadek częstotliwości kwitnienia, a także zachwiania w sezonowości tworzenia nasion. Badania nad obradaniem nasion komplikuje też fakt, że wyższe lub niższe temperatury są odbierane przez drzewa jako sygnał do przygotowania się do intensywnej produkcji nasion. Wysoka temperatura indukuje kwitnienie u buka zwyczajnego i sosny żółtej, ale może mieć negatywny wpływ na buka karbowanego i sosnę edulis. Masowe kwitnienie może być również skutkiem suszy albo pożaru, które w dobie globalnego ocieplenia stają się zjawiskami coraz bardziej powszechnymi.

Dyskusja nad długoterminowymi skutkami zmian klimatu dla cyklicznego występowania lat nasiennych rozpoczęła się stosunkowo niedawno, jednak zaobserwowane dotąd zależności sugerują, że globalne ocieplenie będzie miało negatywny

genów, które gromadzą rezerwy genetyczne gatunków roślin z różnych miejsc. Umożliwia to ich zachowanie dla przyszłych pokoleń, a także daje pole do prowadzenia szeroko zakrojonych badań wymagających wykorzystania próbek z różnych lat i lokalizacji.

Nasiona w czasie ich przechowywania są narażone na starzenie się, w którego wyniku tracą swoją najważniejszą właściwość – zdolność do kiełkowania. Badacze już od wielu lat starają się rozwikłać zagadkę, co jest główną przyczyną tego procesu i gdzie jest miejsce jego inicjacji. Z wyników badań, które udało się uzyskać w Instytucie Dendrologii PAN, wynika, że spadek żywotności nasion buka w czasie ich długoterminowego przechowywania jest wynikiem nagromadzonych reaktywnych form tlenu (RFT). Nagromadzenie RFT w strefie merystemu wierzchołkowego korzenia osi zarodkowych może spowodować zablokowanie podziałów komórek i w konsekwencji spowodować zahamowanie kiełkowania nasion. Czym są reaktywne formy tlenu? W skrócie RFT to atomy lub grupy atomów, które w wyniku niepełnej redukcji tlenu posiadają niesparowany elektron. Bardzo szybko wchodzą w reakcje ze składnikami komórek, a produkowane w nadmiarze powodują ich uszkodzenia i mogą doprowadzić do śmierci komórki.

Cukry nieredukujące, takie jak sacharoza, oraz oligosacharydy z rodziny rafinoz (rafinoza czy też stachioza) są wykorzystywane jako materiał zapasowy, gromadzone podczas rozwoju nasion i wykorzystywane już w pierwszych godzinach kiełkowania. Najważniejszą rolę cukrów nieredukujących jest ochrona komórek nasion podczas utraty wody w wyniku poduszania czy też długoterminowego przechowywania. Substancje te utrzymują żywotność nasion buka podczas przechowywania przez wiele lat. Biorąc pod uwagę gwałtowne zmiany w środowisku, zrozumienie procesów zachodzących pod ich wpływem w nasionach staje się niezwykle istotne – i to nie tylko z punktu widzenia zaspokojenia naszej naukowej ciekawości. Wiedza ta jest przede wszystkim potrzebna dla zabezpieczenia rezerw nasiennych, mających fundamentalne znaczenie dla leśnictwa, warzywnictwa czy ogrodnictwa.

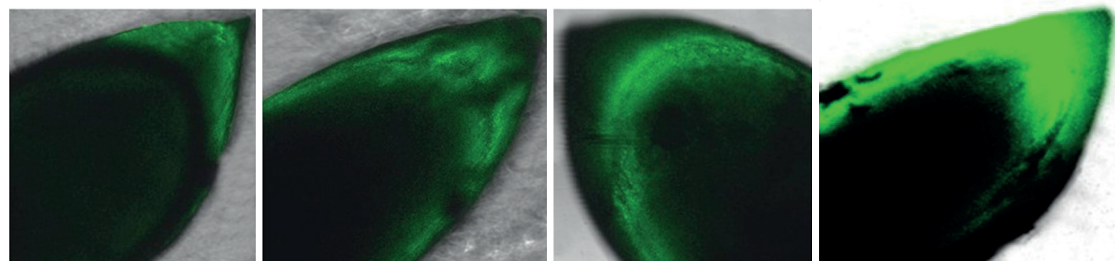
Wiedza o sposobach przechowywania nasion jest ważna nie tylko z punktu widzenia produkcji rolniczej, ogrodnictwa czy szkółek leśnych, lecz także banków genów.

wpływ na rozmnażanie generatywne drzew. Zarówno nadprodukcja, która obniża jakość nasion, jak i zahamowanie ich wytwarzania spowodują zmniejszenie ilości materiału rozmnożeniowego, koniecznego do zachowania ciągłości istnienia lasów.

Fizjologia nasion

Wiedza o sposobach przechowywania nasion jest ważna nie tylko z punktu widzenia produkcji rolniczej, ogrodnictwa czy szkółek leśnych, lecz także banków

Nadtlenek wodoru



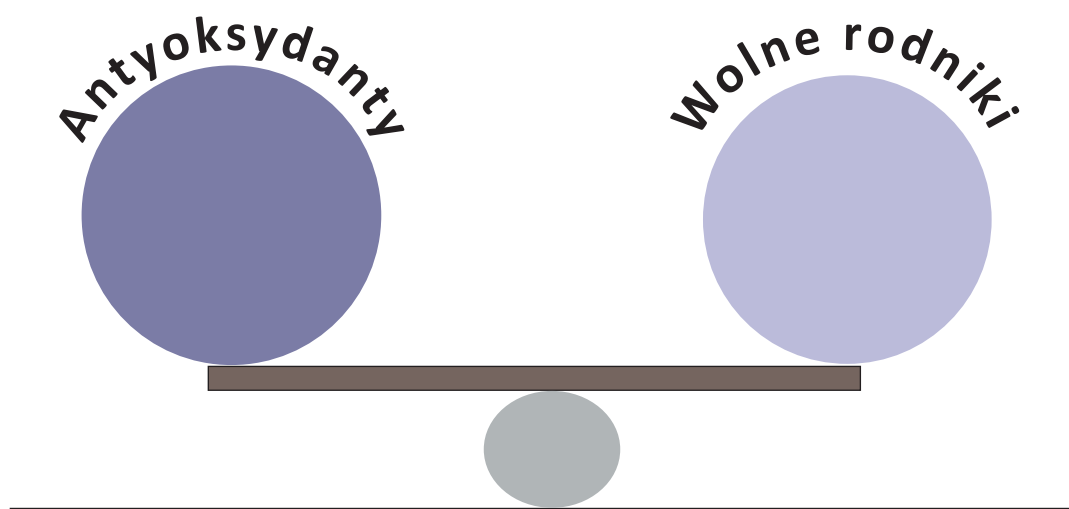
1 rok

4 lata

8 lat

10 lat

Lokalizacja *in situ* nadtlenku wodoru w osiach zarodkowych przechowywanych nasion buka zwyczajnego



Zmiany klimatu i wynikające z nich konsekwencje wpływają nie tylko na rozmieszczenie gatunków i zasięg ich występowania, lecz także na zachodzące w nich procesy fizjologiczne. Przekłada się to tym samym na potencjał reprodukcyjny roślin, a także ich zdolność zarówno do utrzymywania obecnych obszarów występowania, jak i zajmowania nowych. To z kolei wpływa na dynamikę całych populacji i może stanowić o ich przyszłym istnieniu w zmieniającym się środowisku.

Adaptacja kluczem do przetrwania

Stres może ograniczać rozwój roślin w różnym stopniu na poszczególnych etapach ich życia, ale nie tylko. Może także sprzyjać adaptacjom. Zdolność do przetrwania nowego pokolenia w niesprzyjającym środowisku jest wykształcana w zależności od lokalnych warunków środowiskowych. Klimat oddziałuje długookresowo na drzewa, a także na nasiona w trakcie ich rozwoju.

Nasiono – pierwsza faza rozwojowa drzewa – odgrywa w tym procesie niezwykle ważną rolę. Konsekwencje deficytu wody i wysokich temperatur sięgają bowiem w głąb jego tkanek, i to już w okresie dojrzwania na drzewie rodzicielskim. Żywotność nasion ma niebagatelne znaczenie dla ciągłości istnienia gatunków i populacji, a także dla kształtowania zasięgów ich występowania. W obliczu zmian klimatu pojawia się konieczność zidentyfikowania populacji o wysokiej żywotności nasion, które dałyby początek lasom bardziej stabilnym i odpornym na nowe warunki. Do tej pory popularnym i szybkim testem stosowanym w tym celu było barwienie zarodków nasion tetrazoliną. Jest to związek barwiący żywe tkanki na czerwono. Przeprowadzane

są także testy kiełkowania, dzięki którym można określić liczbę nasion wywarzających prawidłowo zbudowane siewki w określonym przedziale czasu.

W trakcie poszukiwań biochemicznego wskaźnika żywotności nasion zaobserwowano, że nasiona klonu zwyczajnego w trakcie rozwoju reagują wyraźnie na wzrost temperatury i spadek sum opadów przez wzrost poziomu zawartości prolina. Prolina jest aminokwasem akumulowanym w tkankach w odpowiedzi na różnego rodzaju stres, ma zdolność zatrzymywania wody w komórkach, a ponadto chroni ich struktury przed uszkodzeniami. Analizując badania, które do tej pory przeprowadzono na różnych gatunkach drzew, można zauważyć, że w liściach siewek tych gatunków, które wytwarzają większe nasiona, gromadzi się więcej prolina w odpowiedzi na suszę niż w siewkach gatunków o małych nasionach. Czy zatem to właśnie prolina może zostać uznana za wskaźnik żywotności nasion? Odpowiedź na to pytanie jest nieco bardziej skomplikowana – wymaga przeprowadzenia analiz enzymów, które odpowiadają za syntezę tego intrygującego aminokwasu.

Adaptacja lasotwórczych gatunków drzew do skutków zmian klimatu jest jednym z najważniejszych wyzwań, przed którymi stoi współczesne leśnictwo. Prawdopodobnie wykorzystanie nasion pozyskiwanych z populacji zidentyfikowanych jako te bardziej odporne oraz charakteryzujące się wysoce żywotnym potomstwem pozwoli na zwiększenie udatności odnowień w lasach. Jeśli taktyka ta zostanie połączona z wykorzystaniem najnowszych prognoz zmian klimatu, wówczas pojawi się możliwość zastosowania tzw. migracji wspomaganiej, czyli celowego umieszczania danego gatunku bądź populacji w miejscu, w którym przewiduje się pojawienie warunków, do których ów gatunek lub populacja są najlepiej przystosowane. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Kijowska-Oberc J., Staszak A.M., Wawrzyniak M.K., Ratajczak E., *Changes in proline levels during seed development of orthodox and recalcitrant seeds of genus Acer in a climate change – scenario*, 2020.

Bogdziewicz M., Kelly D., Thomas P. A., Lageard J.G., Hackett-Pain A., *Climate warming disrupts mast seeding and its fitness benefits in European beech*, 2020.

Pukacka S., Ratajczak E., *Age-related biochemical changes during storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds*, 2007.