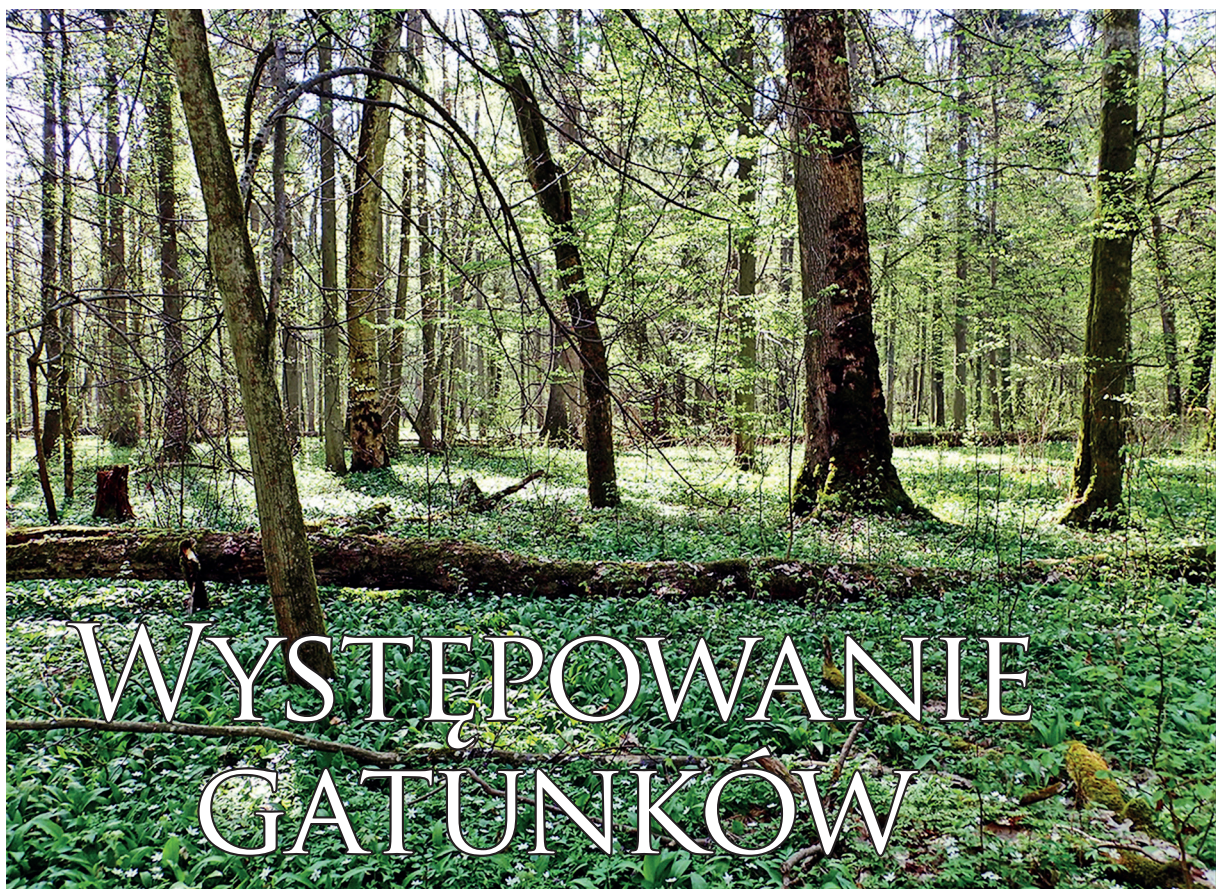




**dr hab.
Marcin K. Dyderski**

Jest profesorem Instytutu Dendrologii PAN. Prowadzi badania dotyczące reakcji roślin na działalność człowieka, obejmujące wpływ górnictwa, gospodarki leśnej, zmian klimatycznych i inwazji biologicznych, w szczególności inwazyjnych gatunków drzew.
mdyderski@man.poznan.pl



MARCIN K. DYDERSKI

Jak opisać przestrzeń życia danego gatunku? Czy wystarczy do tego przestrzeń geograficzna? Jak wiele wymiarów może mieć nisza ekologiczna? Do czego może posłużyć jej analiza?

Marcin K. Dyderski

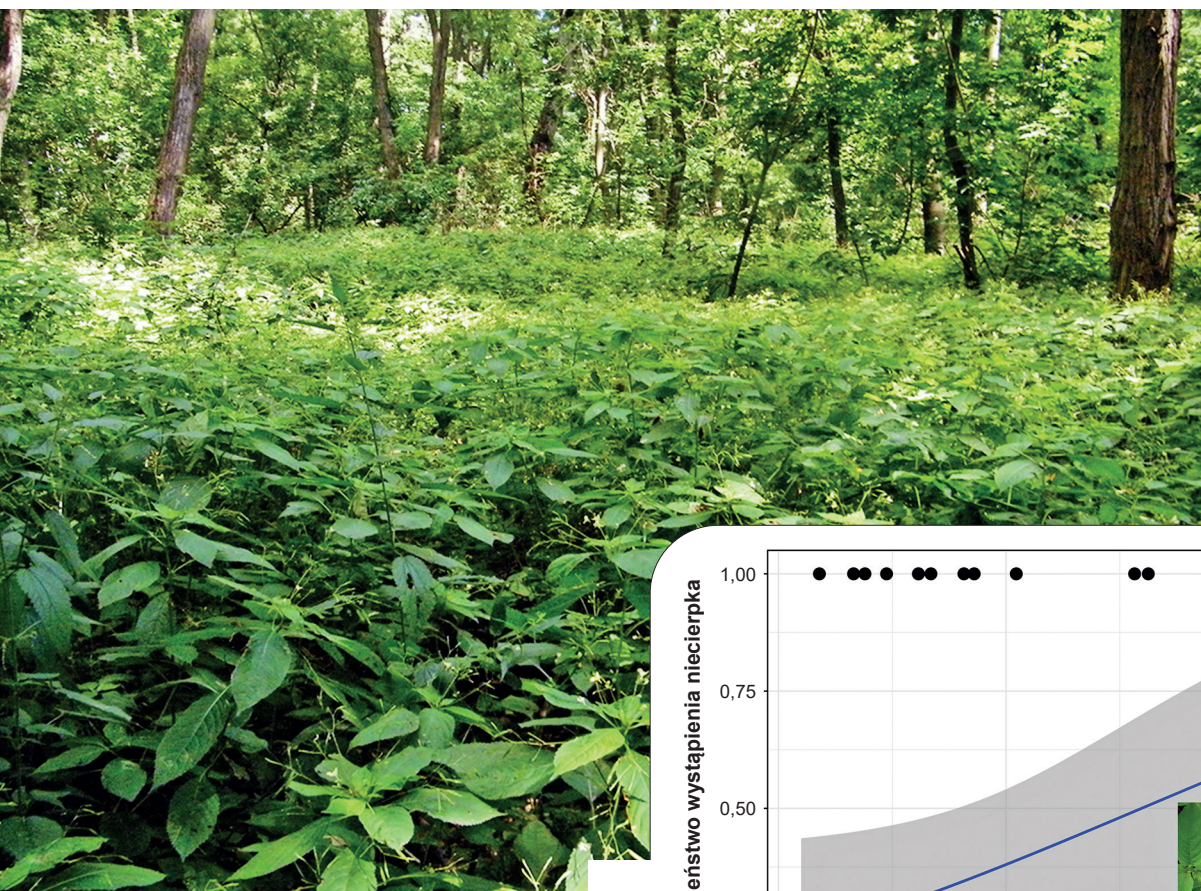
Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

Ludzie, od początku intuicyjnie rozpoznawali miejsca, w których mogą natknąć się na przedstawicieli interesujących ich gatunków. Niezależnie od tego, czy poszukiwali jadalnych owoców, czy chcieli uchronić się przed drapieżnikami, wiedza na temat warunków sprzyjających ich występowaniu była niezbędnym elementem sztuki przetrwania. W miarę przechodzenia z koczowniczego trybu życia na osiadły umiejętności te pozwalały nie tylko znajdować źródła pożywienia, lecz także efektywnie uprawiać rośliny. Przekazywana z pokolenia na pokolenie wiedza po-

zwalała rolnikom, myśliwym i zbieraczom wnioskować o warunkach występowania żywych organizmów. Takie intuicyjne rozumienie przyrody do teraz pozwala nam wybrać miejsce odpowiednie do zbierania jagód w lesie czy temperaturę, w której powinno rosnąć ciasto drożdżowe.

Minimum

Przeniesienie wiedzy o rozmieszczeniu organizmów do ekologii odbywało się powoli. Badania nad nawożeniem upraw rolnych prowadzone przez Carla Spencera pozwoliły mu odkryć, że związek chemiczny, którego jest w glebie najmniej, ogranicza wzrost roślin nawet mimo dostatku wszystkich pozostałych składników odżywczych. Opublikowane w 1841 roku przez Justusa von Liebiga prawo stało się znane jako prawo minimum Liebiga, a czynnik, którego brak ogranicza

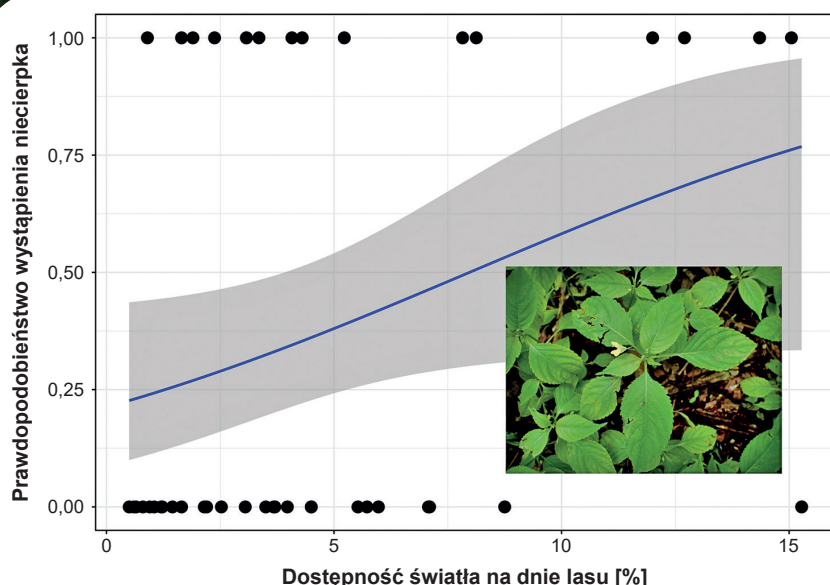


MARCIN K. DYDERSKI (2)

Wiosenny i letni aspekt runa w grądzie – przykład separacji nisz ekologicznych zwiększającej różnorodność biologiczną lasu

rozwój organizmów, został nazwany czynnikiem ograniczającym. Może to być np. niedobór ciepła, światła czy azotu w glebie. Takim czynnikiem mogą być też powtarzające się zaburzenia – np. orka, zalewy rzeczne czy pożary. W miejscach często zaburzanych nie będą pojawiać się więc gatunki typowe dla późniejszych stadiów sukcesji.

Rozwój badań nad ekologią poszczególnych organizmów wykazał, że zarówno niedobór, jak i nadmiar danego czynnika mogą nie sprzyjać występowaniu gatunków. W 1911 roku Victor Ernest Shelford stwierdził, że dla każdego gatunku można określić minimum, maksimum i optimum, czyli zakres warunków, w których może on występować. Na przykład zarówno zbyt wysoka i zbyt niska temperatura powodują obniżenie wydajności fotosyntezy u roślin, warunkując zakres ich występowania. Podobnie za niskie stężenie soli w wodzie morskiej ogranicza możliwość życia ryb słonowodnych w jeziorach. Zakres między minimum a maksimum nazywamy więc niszą ekologiczną odnośnie do danego czynnika. Możemy więc powiedzieć, że poniżej i powyżej określonych wartości dany gatunek nie będzie występował. Oczywiście skala tolerancji wobec różnych czynników będzie różna dla poszczególnych gatunków. I tak sosna zwyczajna może występować w dużych zakresach wilgotności

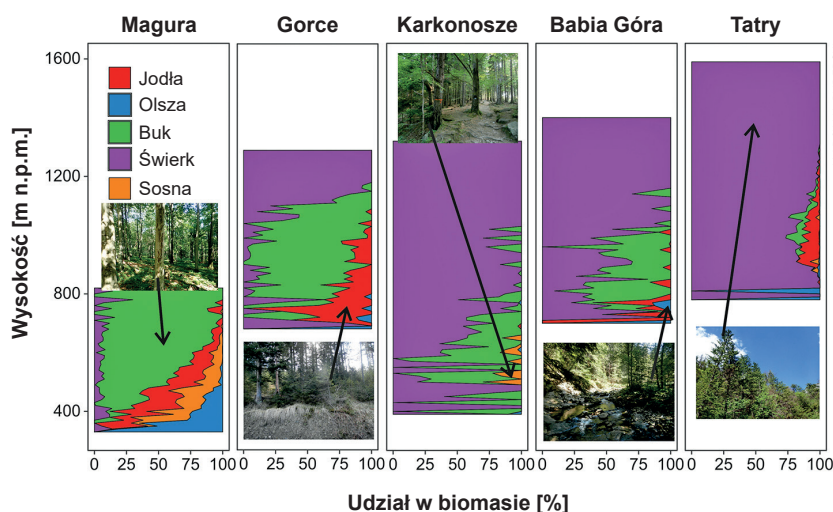


gleby, a świerk – większej wilgotności. W tym samym czasie sosna wymaga większej dostępności światła, podczas gdy świerk może rosnąć w półcieniu.

Różne oblicza

Rozpoznanie wymagań ekologicznych wielu gatunków pozwala na opisanie warunków życia za pomocą większej liczby zmiennych. Dla wzrostu rośliny ważna jest dostępność wody, azotu, światła, a także temperatura powietrza, regulująca tempo fotosyntezy, czy odczyn gleby, regulujący przyswajalność substancji odżywczych. Oprócz tego liczą się interakcje z innymi organizmami – konkurencja o zasoby, wsparcie przez związki symbiotyczne, patogeny i drapieżniki. Ich obecność również kształtuje prawdopodobieństwo znalezienia w danym miejscu interesującego nas gatunku. Różna szerokość nisz ekologicznych sprawia, że możemy wyróżniać jednostki roślinności charakteryzowane

Przykład analizy niszy ekologicznej niecierpka drobnokwiatowego – prawdopodobieństwo występowania gatunku rośnie wraz z dostępnością światła na dnie lasu



Pionowe rozmieszczenie drzew w pięciu górskich parkach narodowych w Polsce obrazuje przestrzenną separację nisz ekologicznych

przez gatunki o wąskim zakresie wymagań. Roślinność jest zwykle budowana przez grupę gatunków o dużej tolerancji na czynniki środowiskowe, które mogą występować w szerokim spektrum typów ekosystemów, i jest wzbogacona o gatunki typowe dla danego układu. Możemy dzięki temu obserwować, jak roślinność grupuje się wzdłuż głównych gradientów zmiany kompozycji gatunkowej. Na przykład nietendancyjna analiza zgodności wykonana dla różnych typów lasów pokazuje płynne przejście od borów, przez kwaśne dąbrowy, do grądów. W lewej części wykresu grupują się pozycje gatunków typowych dla siedlisk ubogich, w środku – gatunki leśne o szerokiej skali ekologicznej, a po prawej – gatunki typowe dla żyznych lasów liściastych.

Obecnie w badaniach ekologicznych analizujemy wiele czynników determinujących występowanie interesujących nas gatunków. Takie wielowymiarowe podejście tłumaczy, dlaczego mamy piętra roślinności w górach. W dolnych partiach konkurencja o światło jest duża, lecz wyżej gatunki o większej tolerancji na mróz i niedobór składników odżywczych w glebie mogą uciec przed wrażliwymi konkurentami. W ten

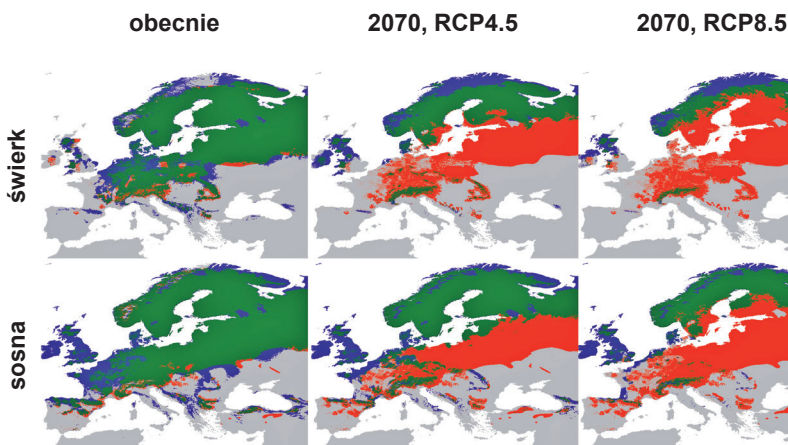
sposób ich nisze ekologiczne się rozdzielają. Również w jednym płacie roślinności mogą występować równocześnie gatunki zasiedlające różne nisze ekologiczne: cienioznośny i płytko korzeniący się szczawik zajęczy może rosnąć pod silnie zacieniającym okapem lasu bukowego. Innym przykładem może być ols (bagienny las olszowy), w którym część roślin występuje na suchych kępkach, a część w podmokłych dolinkach. Gatunki o różnych wymaganiach wilgotnościowych nie konkurują z sobą, tworząc układy o dużej różnorodności funkcjonalnej. Z kolei na łąkach trzęślicowych (częściowo użytkowanych, koszonych nieregularnie raz w roku lub rzadziej) ich główny składnik częściej występuje w miejscach o dużym zróżnicowaniu nisz ekologicznych współwystępujących gatunków, podczas gdy bukwica zwyczajna preferuje miejsca o mniejszym zróżnicowaniu.

Zróżnicowanie nisz może być również związane z dynamiką sezonową roślinności – kwitnące na wiosnę łąny zawilców, kokoryczy i przyłaszczek mogą się pojawić, zanim drzewa rozwiną liście i znacząco ograniczą ilość światła docierającego do dna lasu.

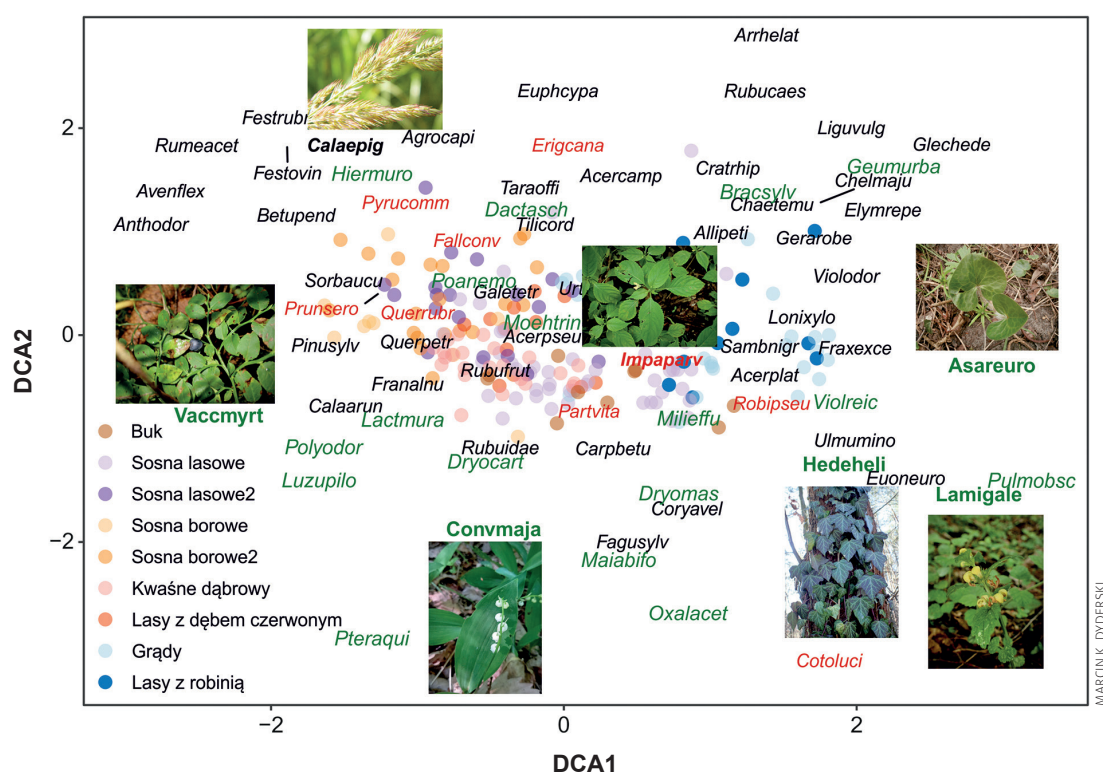
Potencjał

Najprostszy sposób określenia nisz ekologicznych są modele występowania gatunków. Pozwalają one oszacować zakres minimum, optimum i maksimum czynników klimatycznych wpływających na występowanie gatunku. Najprostszy sposób jest tzw. otoczka klimatyczna, czyli przyjęcie 95 proc. zakresu zmiennych (np. temperatur i opadów), w których dany gatunek występuje. Inne podejścia uwzględniają uogólnione modele liniowe czy metody uczenia maszynowego. Model pozwala określić warunki, w których dany gatunek mógłby występować, a także prawdopodobieństwo znalezienia w danym punkcie na mapie gatunku żyjącego w optimum swojej niszy.

Obserwując zasięgi geograficzne gatunków i zakres ich nisz klimatycznych, możemy stwierdzić, że gatunki nie zajmują całości dogodnego dla nich obszaru.



Przykład wykorzystania modelowania niszy klimatycznej do przewidywania zagrożeń związanych ze zmianami klimatycznymi. Na mapach zaznaczono obszar w optimum klimatycznym na zielono, spodziewaną ekspansję zasięgu na niebiesko, a spodziewaną utratę optimum klimatycznego na czerwono. Rozważane scenariusze: RCP4.5 – umiarkowany (wzrost temperatury o 1,0–2,6 st. C), a RCP8.5 – pesymistyczny (wzrost o 2,6–4,8 st. C)



Przykład wielowymiarowej analizy nisz ekologicznych gatunków runa leśnego w Wielkopolskim Parku Narodowym. W zredukowanej przestrzeni głównych współrzędnych DCA punkty reprezentują pozycje powierzchni badawczych, a etykiety nazw gatunków – ich relacje względem powierzchni i innych gatunków. Kolory etykiety: zielony – gatunki leśne, czerwony – gatunki obce, czarny – pozostałe, pogrubiono etykiety gatunków zwizualizowanych zdjęciami

MARCINK. DYDERSKI

Badania Svenninga i Skova z 2004 roku wykazały, że europejskie gatunki drzew przeciętnie zajmują 38 proc. obszaru, na którym panują odpowiednie dla nich warunki klimatyczne. Oznacza to, że ich nisza realizowana (ta, którą obecnie zajmują) jest mniejsza niż nisza potencjalna. Dla wielu gatunków roślin tempo migracji z ostoji polodowcowych nie pozwoliło im w pełni zasiedlić ich niszy ekologicznej. Dla wędrujących powoli drzew kluczowa jest więc możliwość ich rozprzestrzeniania przez inne organizmy, np. ptaki czy gryzonie. Na przykład dla dębów ważnym partnerem jest sójka, która zbierając żołędzie, chowa je w schowkach oddalonych nawet o kilkaset metrów od źródła nasion. Innym problemem może być brak grzybów mikoryzowych lub owadów zapylających kwiaty. Z tego względu analiza prognoz zmian występowania gatunków wymaga uwzględnienia tych ograniczeń.

Przyszłość

Dzięki określeniu niszy ekologicznej poszczególnych gatunków możemy próbować przewidzieć, jak zmiana warunków może na nie wpłynąć. Większość warunków glebowych determinują warunki klimatyczne. Z tego względu w szerszej skali przestrzennej (np. kontynentalnej) możemy założyć, że warunki klimatyczne są głównym czynnikiem wpływającym na rozmieszczenie gatunków. Dzięki badaniom klimatologicznym możemy wykorzystać modele rozmieszczenia gatunków i mapy przyszłych warunków klimatycznych do przewidywania zmian potencjalnej niszy

klimatycznej danego gatunku. Takie podejście pozwoli przede wszystkim ocenić, czy dany gatunek ma szansę przetrwać w miejscu, w którym obecnie występuje, w danym scenariuszu zmian klimatycznych. Dzięki temu możemy oszacować stopień zagrożenia lasów w Europie i dostosować gospodarkę leśną do zmieniających się warunków. Inną możliwością jest przewidywanie, jak daleko będą mogły przemieszczać się inwazyjne gatunki, zwłaszcza te, które powodują szkody ekologiczne i ekonomiczne. W ten sposób analizy ryzyka mogą uwzględnić zmieniający się klimat i pozwolić lepiej dostosować zarządzanie ochroną przyrody. Przy prognozach należy jednak brać pod uwagę fakt, że utrata optimum dla inwazyjnego gatunku (np. barszczu Mantegazziego) w Europie Środkowej oznacza, że warunki klimatyczne nie będą sprzyjać nie tylko jemu, lecz także wielu innym gatunkom.

Prowadzone w ostatnich latach prace z użyciem modeli rozmieszczenia gatunków pokazują, że zmiany klimatyczne znacząco zmieniają zakres optimum klimatycznego dla wielu gatunków. W przypadku drzew leśnych przewidywane zmiany spowodują, że główne lasotwórcze gatunki iglaste w Europie Środkowej znajdą się poza optimum ekologicznym. Ich wycofanie się znacząco zmieni funkcjonowanie ekosystemów leśnych, a także możliwości ich wykorzystania przez gospodarkę leśną. Co więcej, wiele gatunków zależnych od drzew również będzie musiało wycofać się na północ, by znaleźć dogodne dla siebie siedliska. Lasy, które znamy, zmienią się więc znacznie w zależności od tego, jak bardzo zmieni się klimat. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Czortek P., Orczewska A., Dyderski M.K., *Niche differentiation, competition or habitat filtering? Mechanisms explaining co-occurrence of plant species on wet meadows of high conservation value*, „Journal of Vegetation Science” 32/2021.

Dyderski M.K., Pawlik Ł., *Spatial distribution of tree species in mountain national parks depends on geomorphology and climate*, „Forest Ecology and Management” 474, 2020.

Dyderski M.K., Paź S., Frelich L.E., Jagodziński A.M., *How much does climate change threaten European forest tree species distributions?*, „Global Change Biology” 24/2018.