

**prof. dr hab. Piotr Karolewski**

Z wykształcenia chemik, z zawodu biolog. Pracuje w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Zajmuje się ekologią roślin, wpływem czynników stresowych, takich jak zanieczyszczenie powietrza, susza, zasolenie itp., a także owadów roślinożernych, na rośliny drzewiaste.

pkarolew@man.poznan.pl



RELACJE MIĘDZY ROŚLINAMI PODSZYTOWYMI I OWADAMI

Podszyt jest kluczowy dla utrzymania wilgotności, żyzności gleby i stabilności drzewostanu w ekosystemie leśnym. Na czym polegają interakcje między podszytem a owadami roślinożernymi i jak one się zmieniają wraz ze zmianami klimatu?



dr inż. Adrian Łukowski

Z wykształcenia leśnik. Entomologia leśna jest jego pasją. Pracuje w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Zajmuje się interakcjami między roślinami drzewiastymi i owadami roślinożernymi.

alukowski@man.poznan.pl

MCAJAN/SHUTTERSTOCK

Piotr Karolewski Adrian Łukowski

Instytut Dendrologii
Polskiej Akademii Nauk w Kórniku

Podszyt albo inaczej podszycie lasu jest to warstwa roślinności w ekosystemie leśnym zbudowana z krzewów i niskich drzew o wysokości do 4 m. W Polsce, a także w innych krajach Europy znaczną część drzewostanów stanowią monokultury sosnowe lub lasy mieszane, gdzie przeważa sosna z domieszką dębu, buka lub grabu. Jest to negatywne zjawisko z punktu widzenia stabilności ekologicznej drzewostanów. Przeciwdziałać mu można m.in. poprzez wprowadzanie podszytu. Jest to warstwa zbudowana głównie z krzewów, takich jak: bez, czeremcha, leszczyna, trzmielina, kruszyna, dereń, szakłak itp. Podszyt ma duży wpływ na funkcjonowanie całego ekosystemu leśnego, gdyż m.in. chroni glebę przed erozją, obniża parowanie wody z powierzchni gleby i poprawia stosunki klimatyczne wnętrza drzewostanu, hamując wnikanie wiatru do wnętrza lasu. Ponadto krzewy i drzewa podszytowe, zrzucając urozmaiconą pod względem budowy i składu chemicznego ściółkę,

przyczyniają się do szybszego rozkładu martwej materii organicznej, a wprowadzając do obiegu związki mineralne, zapobiegają degradacji gleby, przez co poprawiają jej strukturę i skład chemiczny.

Krzewy stanowiące podszycie pełnią istotną funkcję w leśnictwie. We współczesnej gospodarce leśnej bardzo dużo uwagi poświęca się strefie granicy lasu z terenami otwartymi. Szczególnie ważne jest właściwe, zgodne z potencjalną roślinnością naturalną, kształtowanie stref przejściowych (ekotonów) jako stref chroniących wnętrze lasu przed niekorzystnymi oddziaływaniami terenów otwartych, a także będących ostoją (refugium) dla fauny, flory i bioty grzybów. Istotną funkcję w ekotonie odgrywa strefa zarosli (oszyjek). Fitocenozy leśne występujące przy tzw. otwartej granicy lasu, tj. strefie pozbawionej krzewów, podlegają bowiem często degeneracji. Od 1999 r. zarządzeniem Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w urzędzeniu lasu niezbędne jest m.in. wzbogacanie granicy las – pole i las – woda o pas ochronny o szerokości 20–30 m, złożony z krzewów i niskich drzew oraz luźnego piętra górnego jako strefy ekotonowej.

Fitomelioracja

Wprowadzanie krzewów podszytowych do drzewostanów jest także jednym z podstawowych elementów

ACADEMIA badania w toku entomologia

dwóch ważnych zabiegów stosowanych w gospodarce leśnej, a mianowicie w fitomelioracji oraz w ochronie drzew przed szkodliwymi owadami. Do fitomelioracji zalicza się m.in. wprowadzanie podszytów do monogatunkowych drzewostanów w celu usprawnienia krążenia składników pokarmowych. W doborze gatunków podszytowych kieruje się m.in. ich wymaganiami siedliskowymi i możliwością występowania w składzie potencjalnej roślinności naturalnej. W Polsce, w latach ubiegłych, niewłaściwie prowadzona fitomelioracja, bo z użyciem gatunków geograficznie obcych, doprowadziła na przykład do rozprzestrzenienia się w lasach czeremchy amerykańskiej. Chociaż obecnie

ekosystemu, warunkując istnienie innych gatunków drzew leśnych.

Krzewy podszytowe stanowią w pewnym stopniu ostoję dla owadów liściożernych – istotnych szkodników drzew, ważnych gatunków lasotwórczych w Europie. Dzieje się tak głównie przy niedostatku pokarmu, będącego skutkiem masowego występowania szkodliwych owadów (gradacji) lub małej dostępności pokarmu nadającego się do konsumpcji po opryskach sanitarnych. W tym przypadku cierpią dotkliwie także same rośliny podszytowe. Jest to łatwo zauważalne nawet przez zwykłego spacerowicza idącego przez las. Chyba najłatwiej to zaobserwować w przypadku cze-



PIOTR KAROLEWSKI (2)

Fot. 1.
Czeremcha amerykańska opanowała podszyt w lasach sosnowych

Fot. 2.
Inwazyjność czeremchy amerykańskiej stanowi także duży problem dla upraw leśnych

gatunek ten nie jest już wprowadzany do podszytu, to ze względu na jego samoistne szybkie rozprzestrzenienie się na dużą skalę został uznany za gatunek inwazyjny. Jego negatywny wpływ jest bardzo uciążliwy i dobrze widoczny szczególnie w przypadku upraw leśnych.

Ochrona przed szkodliwymi owadami

Wprowadzanie do lasu krzewów podszytowych jest też związane z ochroną drzew przed szkodliwymi owadami roślinożernymi. Jest to jedna z form ochrony lasu przed masowym pojawianiem się owadów w monolitycznych drzewostanach iglastych. Metoda ta w praktyce oznacza zakładanie w ubogich ekosystemach leśnych, zwłaszcza zagrożonych nadmiernym występowaniem owadów liściożernych (foliofagów), niewielkich skupisk krzewów podszytowych. Wprowadzone krzewy podszytka do środowiska leśnego integrują strukturalne i funkcjonalne cechy całego

remchy zwyczajnej, której liście zaczynają się rozwijać wyjątkowo wcześniej i są chętnie konsumowane przez owady liściożerne. Niejednokrotnie wyglądają jak sito, gdyż w pierwszej kolejności i głównie wygryzana jest tkanka między nerwami liścia. Atakowane przez owady roślinożerne są także: czeremcha amerykańska, bez czarna, leszczyna pospolita, dereń świdwa i kruszyna pospolita.

Odporność roślin na owady

Główną przyczyną różnic w stopniu zgryzienia liści jest ich różna jakość pokarmowa. Dotyczy to zarówno zawartości składników korzystnych dla wzrostu i rozwoju roślinożercy (białek, węglowodanów, tłuszczów), jak i związków obronnych, którymi dysponuje roślina w celu odstraszenia i zniechęcania do jej konsumowania. W przypadku udziału w obronie roślin przed roślinożercami drugiej z wymienionych grup związków wyróżnia się obronę chemiczną, polegającą na stałym utrzymywaniu wysokiego poziomu w liściach

metabolitów obronnych oraz zdolności do wzmożonej i szybkiej syntezy tych związków w odpowiedzi na zgrzyzanie przez roślinożercę. Również niska wartość odżywcza liści, przejawiająca się małą zawartością związków azotowych i substancji dostarczających energii – węglowodanów, może być przyczyną zniechęcania foliofagów do żerowania. Z drugiej strony, przy braku innego pokarmu, niska wartość odżywcza liści „wymusza” konieczność konsumowania przez roślinożerców większej ilości mniej kalorycznego pokarmu i w efekcie stopień zgrzyzienia liści może być większy. Część badaczy uważa, że o wyborze liści decyduje kombinacja zawartości substancji odżywczych

także na czeremsze amerykańskiej. Larwy tego owada niszczą nie tylko liście, ale także kwiatostany i owoce. Mimo dużych trudności niekiedy udaje mu się przejść na niej cały cykl rozwojowy, od jaj, poprzez larwy, aż do owada dorosłego.

Odporność krzewów podszytowych na owady roślinożerne nie zależy tylko od zawartości w nich związków obronnych i substancji korzystnych dla owadów roślinożernych. Na przykład o większej odporności na żerowanie owadów na czeremsze amerykańskiej niż zwyczajnej decydują głównie różnice w budowie liści. Liście czeremchy amerykańskiej są grubsze, sztywniejsze i bardziej twarde niż czeremchy



i niekorzystnych dla foliofagów. Łatwo to sobie wyobrazić, ponieważ szkodliwe w nadmiarze przyprawy (sól, pieprz, papryka itp.), w niewielkich ilościach są przez nas nie tylko tolerowane, ale także pożądane i pożyteczne.

Badania odporności różnych gatunków krzewów podszytowych na owady roślinożerne, przeprowadzone w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku, wykazały największe zgrzyzienia liści rodzimej czeremchy zwyczajnej, a także obcej czeremchy amerykańskiej. Są one znacznie większe niż krzewów tak odpornych na żerowanie owadów, jak bez czarny czy dereń świdwa, ale również od leszczyny i kruszyny. Stwierdziliśmy, że największym szkodnikiem liści wszystkich badanych przez nas gatunków krzewów jest chrząszcz szubarga pięcioplamka. Największe szkody czynią wiosną larwy tego owada. Dla czeremchy zwyczajnej drugim, najgroźniejszym szkodnikiem jest motyl – namiotnik czeremszaczek. Mimo że żeruje prawie wyłącznie na jednym gatunku rośliny (jest monofagiem), zaobserwowaliśmy, że z roku na rok coraz liczniej występuje

zwyczajnej, co utrudnia korzystanie z nich owadom roślinożernym.

Rola światła w relacji roślina – owad roślinożerny

Niejednokrotnie różnice w jakości pokarmu pomiędzy krzewami tego samego gatunku rosnącymi w warunkach pełnego nasłonecznienia (liście typu słonecznego) i w cieniu pod okapem koron drzew (liście typu cienistego) są większe niż między różnymi gatunkami krzewów.

Krzewy podszytu pełnią istotną funkcję zarówno w głębi lasu, gdzie panuje duże zacienienie, jak i w miejscach nasłonecznionych, wzdłuż dróg i na skrajach polan leśnych oraz w strefie ekotonowej, tj. na granicy lasu z terenami otwartymi. Zależnie od warunków świetlnych wzrostu krzewów ich liście są mniej lub bardziej uszkodzane przez owady. Główną przyczyną tego jest wpływ światła na skład chemiczny oraz budowę liści, i przez to na ich atrakcyjność jako

Fot. 3.
Liście czeremchy zwyczajnej są silnie zgrzyzane przez foliofagi

Fot. 4.
Szubarga pięcioplamka – chrząszcz z rodziny stonkowatych na liście czeremchy amerykańskiej

ACADEMIA badania w toku entomologia

pokarmu. Liście typu cienistego zawierają więcej azotu i mniej węglowodanów, ale za to mają mniej substancji ochraniających je przed żerowaniem owadów, w porównaniu z liśćmi typu słonecznego. Jednak nie zawsze podwyższona zawartość związków obronnych w liściach jest wystarczająca do odstraszenia owadów przed żerowaniem na nich. Monofagi przystosowały się do żerowania na liściach o dużej zawartości związków obronnych. Takim przykładem jest susówka leszczynowa, która występuje głównie na krzewach dobrze nasłonecznionych. Prawdopodobnie ten owad w toku koewolucji z leszczyną pospolitą rozwinął skuteczne mechanizmy pokonywania obrony chemicznej swojego żywiciela. Ważniejsza niż jakość pokarmu jest dla tego gatunku owada możliwość obrony przed atakiem drapieżników. Przeprowadzone w terenie oraz w warunkach laboratoryjnych pomiary długości skoków chrząszczy tego gatunku wskazują, że warunki świetlne związane są z ich reakcją obronną przez odskok.

cję z takimi organizmami, jak bakterie, grzyby pasożytnicze i mykoryzowe, a także owady roślinożerne.

Wpływ temperatury na rośliny podszytowe

Zasięgi występowania roślin poszczególnych gatunków, wzrost oraz szeroko rozumiana kondycja roślin zależą w dużym stopniu od ich wymagań cieplnych i wilgotnościowych. Nasza rodzima czeremcha zwyczajna wymaga stosunkowo żyznych, a przede wszystkim wilgotnych siedlisk. W przeciwieństwie do niej czeremcha amerykańska radzi sobie bardzo dobrze na ubogich, suchych terenach, gdzie szybko się rozprzestrzenia, nie mając konkurencji ze strony innych gatunków roślin podszytowych. Rośnie dobrze zarówno w cieniu, jak i przy pełnej insolacji. Długotrwałe susze i upały letnie, jakie już od wielu lat mają u nas miejsce, powodują obniżanie poziomu



PIOTR KAROLEWSKI



ADRIAN ŁUKOWSKI

Fot. 5.
Motyl namiotnika
czeremszcza na liściu
czeremchy zwyczajnej

Fot. 6.
Gąsienice namiotnika
czeremszcza w oprzędach
na czeremse amerykańskiej
zjadają liście oraz niszczą
kwiatostany

Stąd też pochodzenie nazwy tego owada – „susówka leszczynowa”. Długość skoków tego chrząszcza jest znacznie większa w miejscach nasłonecznionych, gdzie panuje wyższa temperatura niż w cieniu. Jest to potwierdzenie tego, że warunki świetlne wzrostu roślin decydują o wielkości zgryzień liści nie tylko pośrednio, poprzez wpływ na jakość liści jako pokarmu, ale także bezpośrednio oddziałując na owady.

Zmiany klimatu a podszyt

Warunki klimatyczne wpływają na wzrost i rozwój roślin podszytowych dwojako, bezpośrednio na nie same oraz pośrednio, poprzez konkurencję z innymi gatunkami roślin. Wpływać mogą także przez interak-

wód gruntowych, przyczyniając się do słabej kondycji i zamierania krzewów czeremchy zwyczajnej. W jej miejsce natychmiast wkracza inwazyjna czeremcha amerykańska. Dzieje się to bardzo szybko, ponieważ owocuje znacznie obficiej niż czeremcha zwyczajna, a jej nasiona są intensywnie rozprzestrzeniane przez ptaki wielu gatunków, które wyjątkowo chętnie zjadają owoce czeremch. Dlatego na wielu siedliskach, gdzie kiedyś panowała czeremcha zwyczajna, aktualnie dominuje czeremcha amerykańska. Wśród tej czeremchy pozostają pojedyncze, starsze krzewy czeremchy zwyczajnej lub osobniki, które wykształciły formę drzewiastą, z głębszym systemem korzeniowym. Natomiast wymagania cieplne czeremchy amerykańskiej są większe niż takich gatunków krzewów podszyto-

wych jak bez czarny czy dereń świdwa. Dlatego też postępujące ocieplenie klimatu sprzyja rozprzestrzenianiu się czeremchy amerykańskiej i zwiększaniu jej zasięgu w kierunku północnym, a jest to niekorzystne dla wielu innych gatunków roślin podszytowych. Wysoka temperatura i susza powodują szybsze starzenie i przedwczesne opadanie liści, a więc skrócenie okresu wegetacji roślin. Dodatkowo takie warunki zaburzają procesy fizjologiczne i metabolizm, co powoduje redukcję produkcji obronnych metabolitów wtórnych. Tym samym obniżane są możliwości obronne roślin przed żerowaniem owadów i szkodliwym wpływem bakterii oraz grzybów chorobotwórczych.

Wpływ temperatury na owady roślinożerne

Temperatura wpływa nie tylko bezpośrednio na rośliny, ale także pośrednio, oddziałując na owady roślino-

przykład wspomniany już szkodnik czeremchy zwyczajnej – namiotnik czeremszaczek, także cierpi na skutek wysokich temperatur. Ma to miejsce w upalne letnie dni, gdy jest on w stadium poczwarki. Zasychają one i wylęg motyli jest ograniczony lub go nie ma. Odwrotnie jest z susówką leszczynową, której wysoka temperatura sprzyja, przynajmniej w obronie przed drapieżnikami. Faworyzuje ona krzewy silnie nasłonecznione, gdzie panują wysokie temperatury. Oczywiście wszystko ma swoje granice i zbyt wysoka temperatura wpływa także na nią niekorzystnie. Sprawdziliśmy to, przeprowadzając doświadczenia z wpływem wysokich temperatur w kontrolowanych warunkach. W przypadku tego owada należy się spodziewać, że w warunkach naturalnych zacznie on masowo zasiedlać także krzewy rosnące w cieniu, gdzie temperatura jest niższa.

Sądzymy, że podwyższona temperatura i okresowe susze, związane z ociepleniem klimatu, będą istotnie,



7

ADRIAN LUKOWSKI



8

PIOTR KAROLEWSKI

żerne, a te z kolei na rośliny. Także w przypadku owadów wpływ temperatury może być pośredni, poprzez zmianę składu chemicznego liści, stanowiącego ich pokarm, jak i bezpośredni, a więc wprost na owady.

Wzrost temperatury wpływa na liczne układy ekologiczne, w tym na strukturę i funkcjonowanie ekosystemów leśnych. Niewątpliwie zmiany klimatu będą oddziaływały w lasach na zależności w układach roślina – owad roślinożerny. Powszechnie przyjmuje się za słuszną zależność: wyższa temperatura = większe zgryzienia. Nie jest tak zawsze i problem jest złożony. Badania przeprowadzone w Instytucie Dendrologii PAN wskazują, że wysoka temperatura i towarzysząca jej susza niekorzystnie wpływają na wzrost roślin podszytowych, ale także na owady żerujące na nich. Na

bezpośrednio i pośrednio, wpływać na wzrost i reprodukcję roślin podszytowych. Bardzo wiele czynników o tym decyduje, od wymagań cieplnych i wilgotnościowych roślin danego gatunku i ich konkurencji z innymi gatunkami, poprzez pośrednie i bezpośrednie oddziaływanie wysokiej temperatury na owady roślinożerne. W konsekwencji ich mniejsze lub większe żerowanie na liściach będzie miało wpływ na funkcjonowanie ich gospodarzy – roślin. W tak skomplikowanych i dynamicznie zmieniających się układach trudno jest przewidywać scenariusz wydarzeń. Wiadomo, że każde zaburzenie układu, tym bardziej w przyrodzie, jest niekorzystne i potrzebny jest czas na jego ustabilizowanie. Trzeba sobie jednak zdawać sprawę z tego, że pewne zmiany mogą być nieodwracalne.

Fot. 7.
Namiotnik czeremszaczek niszczy także owoce czeremchy

Fot. 8.
Chrzęszcz susówki leszczynowej żeruje głównie na nasłonecznionych liściach leszczyny pospolitej