

WOJCIECH KĘDZIORA, ALEKSANDRA BOBIŃSKA, ROMAN WÓJCIK

Propozycja wielkoobszarowej metody inwentaryzacji jemioli

Proposition of a large-scale mistletoe inventory method

ABSTRACT

Kędziora W., Bobińska A., Wójcik R. 2020. Propozycja wielkoobszarowej metody inwentaryzacji jemioli. Sylwan 164 (7): 568-575. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2020034>.

Mistletoe (*Viscum album* L.) is a semi-parasitic plant and, as long as it is not present in large quantities, it does not pose a lethal threat to trees. Due to its ability to carry out photosynthesis, its effect on the host is negligible. However, recent droughts have made heavy impact on forests and mistletoe in recent years began to appear on a larger scale in regions and in places where it has never been a threat before. For this reason, there is an urgent need to broaden our knowledge about this species. This work includes a review of the literature on the biology and ecology of mistletoe. The main purpose of this research is to analyze the methods for assessing the number of mistletoe on individual trees and in the stands as well as to prepare new method adapted to Polish conditions. New method that was proposed is based on random sample plots, each consisting of 15 trees on which impact of mistletoe is assessed. On every sample plot the mistletoe occurrence, location in the crown, estimate of the percentage within the crown and the number of mistletoe on a tree is assessed. In addition, for further analysis, information on stand (forest habitat type, site index) as well as measured trees (age, diameter, Kraft class, crown length, loss of assimilation apparatus, crown type) levels is recorded.

KEY WORDS

Viscum, assessment methods, mistletoe rating system, broom volume score

ADDRESSES

Wojciech Kędziora – e-mail: wojciech.kedziora@wl.sggw.pl
Aleksandra Bobińska, Roman Wójcik

Katedra Urządzania Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW w Warszawie;
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Pod wpływem różnych czynników – zarówno antropogenicznych, jak i niezależnych od nas – klimat naszej planety wciąż się zmienia. Globalne ocieplenie zwiększa zagrożenie dla ludzi oraz ekosystemów, a jego skutki są odczuwalne na całym świecie. Według raportu IPCC [Global... 2018] średnia temperatura powierzchni Ziemi od czasów rewolucji przemysłowej wzrosła już o około 1,0°C i jeżeli obecne ocieplenie będzie się utrzymywać, to w latach 2030-2052 wzrośnie ona o kolejne 0,5°C [Sun i in. 2019]. Aby przeciwdziałać jeszcze większej zmianie, w grudniu 2015 roku przyjęto porozumienie paryskie, którego celem jest ograniczenie wzrostu średniej tempe-

ratury do 1,5°C i utrzymanie tego wzrostu na poziomie niższym niż 2°C powyżej wartości sprzed epoki przemysłowej [Porozumienie... 2015]. Tempo oraz skala prognozowanych w XXI wieku zmian klimatu będą przekładały się negatywnie na strukturę oraz funkcjonowanie ekosystemów [Huang i in. 2017].

W ostatnich latach doszło do poważnych susz w różnych regionach świata, co miało znaczący wpływ na zarządzanie zasobami wodnymi oraz produktywność ekosystemów [Seddon i in. 2016]. Prognozuje się, że wraz ze wzrostem średniej globalnej temperatury susze będą występować częściej, a utrzymujący się brak opadów w połączeniu z wysoką temperaturą doprowadzi do obniżenia poziomu wód gruntowych [Whitman i in. 2019].

W 2018 roku w polskich lasach mieliśmy do czynienia z poważnymi suszami oraz wynikającym z tego faktu obniżeniem poziomu wód gruntowych. Przyczyniło się to do osłabienia wielu gatunków drzew oraz narażenia ich na atak szkodników wtórnych – nie tylko grzybów i owadów, ale też roślin pasożytniczych oraz półpasożytniczych, do których zaliczana jest jemiola. Do tej pory nie była ona brana pod uwagę jako istotne zagrożenie i rzadko była notowana w opisach taksacyjnych. Dlatego też w dzisiejszych uwarunkowaniach należy zastanowić się nad sposobem ustalania ilości jemioli w drzewostanach [Szczerbicki 2017].

Celem niniejszej pracy jest poznanie ekologii jemioli pospolitej *Viscum album* L. oraz metod inwentaryzacji, które zostały wdrożone na różnych kontynentach. Na podstawie doświadczeń międzynarodowych i krajowych zaproponowana została wielkoobszarowa metoda inwentaryzacji występowania jemioli na poziomie nadleśnictwa.

Charakterystyka jemioli

Jemiola pospolita należy do królestwa roślin, klasy roślin okrytonasiennych, rzędu sandałowców i rodziny sandałowcowatych [Barlow 1983; Barlow, Martin 1984]. Jest rośliną półpasożytniczą, czyli taką, która syntetyzuje odżywcze substancje sama, natomiast wodę wraz z solami mineralnymi pobiera od swojego żywiciela [Reid i in. 1995]. Dopóki nie występuje w dużej ilości, nie stanowi dla drzew śmiertelnego zagrożenia i wówczas, ze względu na zdolność przeprowadzania procesu fotosyntezy, jej wpływ na gospodarza jest znikomy [Glatzel, Geils 2009]. Jemiola pospolita typowa (*Viscum album* L. subsp. *album*) rośnie na drzewach i krzewach liściastych, m.in. topolach, lipach, klonach, wierzbach, a także drzewach owocowych. Jemiola jodłowa (*Viscum album* subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.) występuje rzadziej, na południu kraju oraz jedynie w zasięgu występowania jodły i pasożytuje tylko na drzewach tego gatunku. Żywicielem jemioli rozpierzchłej (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) jest sosna, rzadziej modrzew i świerk [Stypiński 1997]. Poza tymi trzema głównymi podgatunkami znana jest też na naszym kontynencie *Viscum album* subsp. *creticum* Böhring et al. – rosnąca tylko na Krecie, opisana stosunkowo niedawno [Böhring i in. 2002; Zuber, Widmer 2009]. Podgatunki te różnią się między sobą kształtem i wielkością liści oraz owoców, a także gatunkami drzew-gospodarzy. Jemiola pospolita przyjmuje kształt kuli, jest rozgałęziona pseudodychotomicznie (czyli nibywidlasto), a jej liście są grube, skórzaste i nakrzyżlegle ułożone. Jest rośliną dwupienną i rozmnaża się płciowo. Kwiaty jemioli mają żółtozielony kolor i osiągają średnicę 2-3 mm. Owocem jemioli jest nibyjagoda, zwykle biała i okrągła, o średnicy 6-10 mm, ale w przypadku niektórych gatunków może mieć jajowaty kształt i lekko żółtą barwę. Jemiola kwitnie w marcu-kwietniu, około 5 roku życia [Tubeuif 1923; Wangerin 1937]. Maksymalny wiek jemioli wynosi około 27-30 lat [Wangerin 1937; Nierhaus-Wunderwald, Lawrenz 1997]. Za rozprzestrzenianie jemioli odpowiadają przede wszystkim ptaki z rodziny drozdowych, kapturka oraz jemioluszka.

Zagrożenie drzewostanów ze strony jemioli

Jemiola na przestrzeni ostatnich lat zaczęła pojawiać się tam, gdzie wcześniej jej nie odnotowywano lub występowała jedynie w zadrzewieniach gatunków liściastych. Zaczęła stanowić poważny problem ze względu na zwiększoną temperaturę i zmniejszoną ilość opadów w ostatnich latach – czynniki osłabiające kondycję drzew. Jemiola pojawiła się na większą skalę w drzewostanach sosnowych, w których tej pory nie powodowała istotnego zagrożenia. Dla Polski najbardziej niebezpieczna jest jemiola rozpięzchła, która atakuje ważne w skali kraju gatunki drzew, czyli modrzewie i świerki, ale przede wszystkim sosny – główny lasotwórczy gatunek Polski. Uważa się, że jej ekspansja wynika ze znacznych zmian klimatycznych, a przede wszystkim anomalii pogodowych. Kiedy wody jest wystarczająco dużo, obecność jemioli nie ma dla drzewa istotnego znaczenia. Problem pojawia się, kiedy mamy do czynienia ze wzrostem temperatury oraz suszą, czyli zjawiskiem, którego występowanie nasiliło się na przestrzeni ostatnich lat. Z tego powodu obecność jemioli jest coraz bardziej dotkliwa, gdyż sosna w reakcji na suszę zamyka aparaty szparkowe, czego nie robi jemiola – efektem tego jest deficyt wody w drzewie.

Obecnie w Polsce najbardziej opanowane przez jemiolę są starsze klasy wieku drzewostanów sosnowych. W Nadleśnictwie Jabłonna drzewostany te zostały zasiedlone przez jemiolę na łącznej powierzchni ponad 300 ha. Największe natężenie jej występowania miało miejsce na terenie, gdzie znaczący obszar z jemiolą stanowiło pędraczysko. Dużą powierzchnię zajęła ona także w rezerwacie przyrody (leśnictwo Jabłonna), skąd rozprzestrzeniła się na sąsiadujące drzewostany pełniące funkcję lasów gospodarczych [Dębiec 2019].

Opolski Zespół Ochrony Lasu uważa, że uszkodzenia znacznie zwiększyły swój zasięg i nasilenie po suszy trwającej od lata do jesieni w 2015 roku. To właśnie wtedy na znacznej powierzchni Opolszczyzny rozwinął się proces chorobowy u sosen, który poskutkował zamieraniem drzew. Nigdy przedtem zjawisko to nie było odnotowane na tak ogromną skalę. Przykładem może być Nadleśnictwo Opole, gdzie przed 2015 rokiem rocznie wyrabiano około 3,5 tys. m³ sosnowego posuszu, a tylko rok później ilość ta wzrosła ponad 17-krotnie. Powodem było nałożenie się na siebie kilku czynników. Istotne było występowanie dębu jako towarzystwa dla sosny, który jako gatunek silniejszy był istotnym rywalem w walce o niedobory wody w podłożu, jednak najbardziej kluczowa była obecność w koronach jemioli – takie osobniki zamierały jako pierwsze [Szczerbicki 2017].

Jemiolę rozpięzchłą zaobserwowano na 77,5 tys. ha sosnowych drzewostanów w środkowej i południowej części naszego kraju. Uważa się ją za czynnik sprzyjający osłabieniu drzew i czyniącymi je bardziej podatnymi na rozprzestrzenianie się patogenów [Dębiec 2019].

Metody inwentaryzacji jemioli

W literaturze można znaleźć różne metody, dzięki którym możliwe jest kontrolowanie ilości jemioli na drzewach. Hawksworth [1961] stwierdził, że zalecane jest usunięcie wszystkich widocznie zainfekowanych nią drzew oraz zabiegi kontrolne w celu usunięcia pominiętych i ukrytych infekcji. Należy jednak dysponować wiedzą na temat występowania jemioli, jej rozmieszczenia, stopnia porażenia drzew oraz wpływu na osłabianie i zamieranie drzew. W kilku krajach przyjęto i zastosowano różniące się między sobą metody inwentaryzacji jemioli. Analiza tych metod pozwoli na przyjęcie założeń metodycznych dostosowanych do naszych warunków, a szczególnie na potrzeby oceny porażenia sosny pospolitej.

SZEŚCIOSTOPNIOWA SKALA OCENY JEMIOŁY. Sześciostopniowa skala oceny jemioli (6-class dwarf mistletoe rating system, DMR) została zaproponowana przez Hawkswortha [1977]. Pierwotnie

była używana do oceny *Arceuthobium vaginatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J.Presl na sośnie żółtej *Pinus ponderosa* Douglas ex C.Lawson i *Arceuthobium douglasii* (Engelm.) na jodle pospolitej *Abies alba* Mill. Metoda ta polega na wizualnym podziale korony drzewa na 3 części i oddzielnej ocenie każdej z nich ze względu na stopień zaatakowania przez jemiółę. Każda część może otrzymać ocenę:

- 1 lub 2 – lekka infekcja,
- 3 lub 4 – umiarkowana infekcja,
- 5 lub 6 – silna infekcja.

Następnie oceny każdego z trzech fragmentów są sumowane, aby otrzymać końcową liczbę punktów. Podstawowym zastosowaniem tej metody jest obliczenie intensywności infekcji w drzewostanach poprzez wyliczenie średniej arytmetycznej DMR dla badanych drzew. Klasy mogą być wówczas łączone. Jeśli jemiółę występuje na pniu, lecz nie w koronie, drzewo otrzymuje ocenę 1 [Parker, Mathiasen 2004].

CZTEROKLASOWY SYSTEM KLASYFIKACJI. W tej metodzie drzewa porażone jemiółą przyporządkowuje się do jednej z 4 klas [Barbu 2009]:

- 0 – brak infekcji,
- 1 – słaba infekcja (jemiółę występująca na bocznych gałęziach w górnej części korony),
- 2 – umiarkowana infekcja (jemiółę bardzo częsta w koronie, obecne wysuszone gałęzie i umiarkowane obrzęki zlokalizowane wzdłuż gałęzi),
- 3 – silna infekcja (jemiółę częsta w całej koronie i na pniu, korony asymetryczne z zamierającym wierzchołkiem, ciężkie obrzęki zlokalizowane wzdłuż gałęzi oraz na pniu).

W każdej z części mierzona jest pierśnica i wysokość drzew oraz ich przyrosty roczne. Poszczególne lata należy podzielić na okresy, uwzględniając czynniki, które mogły mieć wpływ na szerokość stojów rocznych, takie jak np. susza [Barbu 2009].

OBJĘTOŚCIOWA METODA OCENY INFЕКCJI KORONY. Objętościowa metoda oceny infekcji korony (Broom volume rating, BVR) jest alternatywą do 6-stopniowej skali Hawkswortha. Uzyskany wynik jest podobny, ale metoda jest prostsza i szybsza w użyciu [Tinnin 1998]. Korona drzewa jest dzielona na 3 części: górną, środkową oraz dolną. Następnie w każdej z nich liczone są gałęzie bez infekcji oraz gałęzie zainfekowane. Pod uwagę bierze się jemiółę oraz współwystępującą czarcia miotłę. Na końcu następuje przyporządkowanie do klas:

- 0 – brak zainfekowanych gałęzi,
- 1 – jedna lub więcej infekcji, a jemiółę zajmuje połowę lub mniej objętości korony,
- 2 – jemiółę zajmuje więcej niż połowę objętości korony.

Wynik z trzech części jest sumowany, dając liczbę z zakresu 0-6. Przy tej ocenie bierze się pod uwagę osobniki, które przy obserwacji gołym okiem mają długość co najmniej 20 cm w trzech wymiarach: wysokość, szerokość i głębokość [Tinnin 1998]. Dodatkowo przy obserwacji od spodu bez lornetki igły, pędy oraz gałęzie czarnej miotły powinny zajmować 70% rzutu poziomego, aby być uznane za taką infekcję.

OBJĘTOŚCIOWA METODA OCENY INFЕКCJI DRZEWA. Objętościowa metoda oceny infekcji drzewa (Total broom volume rating, TBV) została zaproponowana przez Parkera [2001]. W ocenie stopnia zainfekowania bierze pod uwagę nie tylko koronę drzewa, ale całą jego wysokość [Parker 2001; Parker, Mathiasen 2004]. Drzewo jest wizualnie dzielone na 3 części, a dla każdej z nich ocenia się stopień infekcji:

- 0 – brak infekcji,
- 1 – zainfekowane w 1-33%,
- 2 – zainfekowane w 34-66%,
- 3 – zainfekowane w 67% i więcej.

Zsumowany wynik dla drzewa może wynosić maksymalnie 9 – ma to na celu dokładną ocenę stopnia zasiedlenia. Jeśli pojedyncza infekcja zajmowała więcej niż $\frac{1}{3}$ część drzewa, jej udział w każdej tercji szacowany był oddzielnie. W przeciwieństwie do wcześniejszych systemów oceny pod uwagę były brane zarówno gałęzie żywe, jak i martwe [Parker, Mathiasen 2004].

PROCENT ZAINFEKOWANEJ KORONY. Procent zainfekowanej korony (Live crown volume percentage, PCB) to szacunkowa metoda oceny opanowania żywych gałęzi przez jemiolę, w której klasy określają procentowy udział jemioli w koronie drzewa z dokładnością do 10% [Parker, Mathiasen 2004]. Drzewa pozbawione jemioli (bez infekcji) ocenia się jako 0. Jeśli korona jest zajęta przez jemiolę w zakresie od 1 do 14%, określa się ją jako 10 PCB. Jeśli w zakresie od 15 do 24% – przyznaje się ocenę 20 PCB itd., aż do 100 PCB.

METODA WAŻENIA IGIEŁ. Celem metody, która została wykorzystana w Turcji, jest określenie biomasy jemioli oraz igieł z gałęzi zainfekowanych jemiolą w celu porównania z biomasą gałęzi niezainfekowanych [Bilgili i in. 2014]. Mierzeniu podlega średnica trzonu jemioli u podstawy [mm], długość osobnika [cm], wysokość [cm] i wiek morfologiczny [lata]. Przed zmierzeniem i po zmierzeniu jemioli należy zmierzyć też średnicę gałęzi [mm]. Aby określić całkowitą biomasę, konieczne jest wyizolowanie igieł i jemioli, które należy wysuszyć i zważyć, a wyniki przeanalizować przy pomocy regresji liniowej. Pomiary allometryczne są przeprowadzone w terenie, a suchą masę odciętych okazów określa się w laboratorium. Model pokazuje różnicę całkowitej masy igieł na gałęziach zainfekowanych i niezainfekowanych, a wyniki można wykorzystać do modelowania wpływu jemioli na żywiciela, co może mieć wkład w jej zwalczanie.

Propozycja metody inwentaryzacji jemioli

Dotychczas jemiola nie była szczególnym elementem zainteresowania w trakcie oceny stanu zdrowotnego lasu. Najczęściej zły stan lasu wynikał z zanieczyszczeń przemysłowych, czynników biotycznych (grzyby, owady) lub abiotycznych (susza, wiatr). Przyjęte metody inwentaryzacji stanu zdrowotnego wykorzystywały ubytek aparatu asymilacyjnego, który był i jest cechą odzwierciedlającą stopień wpływu czynników destrukcyjnych na fizjologię drzewa – jeśli zostanie ona zachwiana, to objawia się to zamieraniem aparatu asymilacyjnego. W ramach prac taksacyjnych ocenia się szacunkowo średnią defoliację dla całego drzewostanu i kwalifikuje do stopnia uszkodzenia oraz w przypadku wystąpienia uszkodzenia określa się sprawcę. Metoda stosowana dotychczas do oceny stanu zdrowotnego drzewostanów oparta jest na klasyfikacji europejskiej [Borecki, Keczyński 1992]. Ewentualne wykazane uszkodzenia od jemioli trafiały do grupy „inne”, ponieważ zestaw sprawców jest dość wąski i nie zawiera jemioli. Wykonane w 2019 roku inwentaryzacje jemioli we wszystkich nadleśnictwach oparte były o szacunek przeprowadzony przez leśniczych, którzy oceniali stopień porażenia koron drzew w drzewostanie. Występowanie jemioli w ilości do 20% nie było ewidencjonowane, a powyżej tej ilości oceniano, czy porażenie mieści się w przedziale 21-50% (uszkodzenia średnie), czy powyżej 50% (uszkodzenia silne). Dwie przedstawione metody oceny stopnia uszkodzenia są szczególnie w przypadku jemioli subiektywne i z reguły zaniżają rzeczywisty stopień porażenia.

Ocena stanu zdrowotnego drzewostanów musi być przeprowadzona metodami statystycznymi, a więc dotyczyć większej próby i zostać pobrana w sposób losowy. Metodę wielkoobszarową

dla poziomu nadleśnictwa opracował Borecki [1993], natomiast zmodyfikowali ją Wójcik [1998] oraz Wójcik i Czarnecka [2001]. Na potrzeby inwentaryzacji jemioli poszerzono tę metodę o wybrane cechy zastosowane w innych krajach, dostosowując je do specyfiki naszych drzewostanów oraz uwzględniając dodatkowe cechy drzew i drzewostanów. Proponuje się, aby podobnie jak w przypadku oceny stopnia defoliacji, w ramach inwentaryzacji jemioli na obszarze nadleśnictwa objąć pomiarami 1500 drzew. W tym celu należy założyć losowo powierzchnie próbné, na każdej dokonując pomiaru stopnia porażenia jemiolią na 15 drzewach próbných. Na każdym z badanych drzew należy dodatkowo ocenić: fakt występowania jemioli (tak/nie), umiejscowienie w koronie drzewa (góra, środek, dół), udział procentowy w obrębie korony (z dokładnością do 10%) oraz liczbę egzemplarzy. Dodatkowo, w celu dalszej analizy, należy pobrać informacje dla drzewostanu (typ siedliskowy lasu, współczynnik bonitacji), a także dla drzew próbných: wiek, pierśnica, klasa Krafta, długość korony (procentowy udział w stosunku do całej długości drzewa) i typ korony [Wójcik, Czarnecka 2001] oraz tak jak dotychczas ubytek aparatu asymilacyjnego [Borecki, Keczyński 1992].

Po przyjęciu powyższych założeń metodycznych przetestowano metodę wielkoobszarową w inwentaryzacji jemioli w Nadleśnictwie Kozienice [Wikaliński 2020]. Stwierdzono, że drzewostany sosnowe obrębu Kozienice są zainfekowane przez jemiolię w 31%. Udział jemioli w obrębie korony na drzewach porażonych wyniósł 16%. Oznacza to, że prawie $\frac{1}{5}$ korony zajmuje jemiolią, która przejęła miejsce aparatu asymilacyjnego. Drzew silnie porażonych (6 osobników i więcej) było aż 35%. Stwierdzono, że jemiolią występuje w większości przypadków grupowo. Poraża głównie drzewa górujące w przerzedzonych starszych drzewostanach. Średni ubytek aparatu asymilacyjnego wyniósł 26%, czyli drzewostany charakteryzują się średnim stopniem uszkodzenia. Możliwe było również określenie zasięgu występowania jemioli i natężenia porażenia drzewostanów sosnowych. Uzyskane wyniki potwierdzają słuszność przyjętych założeń metodycznych. Metoda ta pozwala na dostarczenie niezbędnych informacji o stopniu zainfekowania drzewostanów przez jemiolię i stopniu uszkodzenia drzew z odpowiednią dokładnością. Ze względu na dużą obszerność materiału szczegółowe wyniki zostaną zamieszczone w odrębnym artykule.

Podsumowanie

Jemiolią w znaczącym stopniu wpływa na zamieranie sosen dotkniętych suszą i niedoborem wody. Według badań przeprowadzonych w Instytucie Badawczym Leśnictwa jemiolią stanowi poważny problem, który będzie narastał i w konsekwencji doprowadzi do zmian w strukturze polskich lasów [Szmidla i in. 2019].

Analiza dostępnej literatury wykazała, że w wielu krajach wykonuje się inwentaryzację występowania jemioli w oparciu o różne podejście metodologiczne. Przedstawione wcześniej metody mają zarówno zalety, jak i wady. Ocenę wykonano na potrzeby doskonalenia tych metod oraz wypracowania najlepszej metody dla naszych warunków klimatycznych. Sześciostopniowa skala oceny jemioli (DMR) jest stosunkowo prosta, ale wykazuje tendencję do lekkiego zawyżenia infekcji drzewa. Jest przydatna przy ocenie wpływu jemioli na wzrost już zakażonych drzew, ale nie zapewnia zmierzenia ich infekcyjnego potencjału. Czteroklasowy system Barbu jest nieskomplikowany, a klasy są rozpisane dokładnie. Poza tym skala ma węższy zakres, przez co ryzyko niepoprawnej oceny drzew jest mniejsze. Metoda BVR jest prostszą i łatwiejszą w użyciu wersją metody DMR. Metody TVB i PCB mogą być trudne do wdrożenia i wykorzystania ze względu na to, że polegają na procentowym oszacowaniu porażenia drzew przez jemiolię i istnieje ryzyko znacznego zawyżenia lub zaniżenia stopnia infekcji. Ponadto w literaturze nie występuje zbyt wiele przykładów wykorzystania tych metod. Metoda ważenia jemioli i igieł jest dość

praco- i czasochłonna, ale daje wynik, który może być przydatny w dalszej kontroli jemioli. Wymaga jednak wcześniejszego ścięcia badanego drzewa.

Przedstawiona w niniejszej pracy i zweryfikowana w Nadleśnictwie Kozienice metoda inwentaryzacji jemioli sprawdzila się i jest obecnie testowana w innych obiektach badawczych. W porównaniu do metod szacunkowych stosowanych w trakcie taksacji lasu lub w inwentaryzacjach wykonywanych przez leśniczych daje ona wynik dokładny oraz możliwy do zweryfikowania i kontroli, wraz z informacją o uzyskanej dokładności. Metoda wielkoobszarowa oceny stanu zdrowotnego na podstawie defoliacji została przetestowana we wszystkich parkach narodowych i w wielu nadleśnictwach [Borecki i in. 1995a; Wójcik 1997]. Może być ona wykorzystywana zarówno do celów naukowych, jak i pragmatycznie – do rozpoznania skali i zasięgu występowania jemioli na poziomie nadleśnictwa. Na poziomie kraju wystarczająca jest informacja zbierana w ramach Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu, należy jednak zweryfikować zakres oceny jemioli i przyjąć podobne jak w zaproponowanej nowej metodzie inwentaryzacji jemioli założenia metodyczne.

Poza doskonaleniem metod inwentaryzacji jemioli w celu obserwacji tempa i zasięgu rozprzestrzeniania się występuje pilna potrzeba szybkiego działania, aby zapobiec ekspansji tego gatunku. Konieczne są szersze badania na temat rozprzestrzeniania się jemioli oraz metod hamowania wyrządzanych przez nią szkód, a także obserwowanie zdrowotności i kondycji drzew. Przewiduje się, że jedyną skuteczną metodą walki z tym półpasozystem jest usuwanie zasiedlonych drzew. Ze względu na rozprzestrzenianie jej nasion przez ptaki i duże trudności w zapobieganiu temu zjawisku jemiola z łatwością przenosi się na nowe drzewa. Jako walkę proponuje się usuwanie zasiedlonych przez tego półpasozycia drzew w ramach trzebieży, jednak efekty, które można uzyskać, podlegają dyskusji. Duże nadzieje wiąże się z metodami biologicznymi, a jeśli one się nie sprawdzą, konieczne może być zastosowanie metod chemicznych.

Literatura

- Barbu C. O. 2009. Impact of mistletoe attack (*Viscum album* ssp. *abietis*) on the radial growth of silver fir. A case study in the North of Eastern Carpathians. *Annals of Forest Research* 52 (1): 89-96.
- Barlow B. A. 1983. Biogeography of Loranthaceae and Viscaceae. W: Calder M., Bernhard P. [red.]. *The biology of mistletoes*. Acad. Pr., Sydney. 19-46.
- Barlow B. A., Martin N. J. 1984. Chromosome evolution and adaptation in mistletoes. W: Grant W. F. [red.]. *Plant biosystematics*. Acad. Pr., Toronto. 117-140.
- Bilgili E., Eroglu M., Coskuner K. A., Baysal I. 2014. Determination of biomass of European pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *Austriacum* (Wiesb.) Vollman) on infected Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) branches. *Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*. 7-9.04.2014.
- Borecki T. 1993. Metodyczne podstawy wielkoobszarowej inwentaryzacji zdrowotnego stanu lasu dla nadleśnictwa. *Prace IBL B* 18: 7-11.
- Borecki T., Keczyński A. 1992. Atlas ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych. Agencja Atut, Warszawa.
- Borecki T., Lubezyński L., Wójcik R., Miścicki S., Nowakowska J. 1995a. Stan drzewostanów parków narodowych. PIOŚ, Wyd. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Borecki T., Wójcik R., Miścicki S., Nowakowska J. 1995b. Inwentaryzacja stanu uszkodzeń drzewostanów w parkach narodowych. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 14 (4): 322.
- Böhling N., Greuter W., Raus T., Snogerup B., Snogerup S., Zuber D. 2002. Notes on the Cretan mistletoe, *Viscum album* subsp. *creticum* subsp. *nova* (Loranthaceae/Viscaceae). *Israel Journal of Plant Sciences* 50: 77-84.
- Dębiec T. 2019. Półpasozyt roślinie w siłę. *Głos Lasu* 577 (2): 14-16.
- Glatzel G., Geils B. W. 2009. Mistletoe ecophysiology: host-parasite interactions. *Botany* 87: 10-15.
- Global Warming of 1.5°C. 2018. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.
- Hawksworth F. G. 1961. Dwarfmistletoe of ponderosa pine in the Southwest. No. 1246. US Department of Agriculture.
- Hawksworth F. G. 1977. The 6-class dwarf mistletoe rating system. Vol. 48. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

- Huang S., Leng G., Huang Q., Xie Y., Liu S., Meng E., Li P. 2017. The asymmetric impact of global warming on US drought types and distributions in a large ensemble of hydro-climatic simulations. *Scientific Report* 7: 5891.
- Nierhaus-Wunderwald N., Lawrenz P. 1997. Zur Biologie der Mistel. *Merkblatt Praxis* 28: 1-8.
- Parker T. J. 2001. Bird communities in dwarf mistletoe infested ponderosa pine forests. *Praca magisterska*. Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA.
- Parker T. J., Mathiasen R. L. 2004. A comparison of rating systems for dwarf mistletoe-Induced witches' brooms in Panderosa Pine. *Western Journal of Applied Forestry* 19 (1): 54-59.
- Porozumienie paryskie. 2015. Conference of the Parties. Adoption of the Paris Agreement, Dec. 12, 2015. U.N. Doc. FCCC/CP/2015/L.9/Rev/1.
- Reid N., Stafford Smith M., Yan Z. 1995. Ecology and population biology of mistletoes. *Forest Canopies*, Academic Press, San Diego.
- Seddon A. R., Macias-Fauria M., Long P. R., Benz D., Willis K. J. 2016. Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. *Nature* 531: 229-232.
- Stypiński P. T. 1997. Biologia i ekologia jemioli pospolitej (*Viscum album*, *Viscaceae*) w Polsce. *Fragmenta Floristica et Geobotanika Polonica* 1: 1-117. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10100847>.
- Sun C., Jiang Z., Li W., Hou Q., Li L. 2019. Changes in extreme temperature over China when global warming stabilized at 1.5°C and 2.0°C. *Scientific Reports* 9: 14982.
- Szczerbicki E. 2017. Jemiola zasiedla lasy. *Las Polski* 23: 28-11.
- Szmidla H., Tkaczyk M., Plewa R., Tarwacki G., Sierota Z. 2019. Impact of Common Mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots Pine Forests – A Call for Action. *Forests* 10: 847.
- Tinnin R. O. 1998. An Alternative to the 6-Class Dwarf Mistletoe Rating System. *Western Journal of Applied Forestry* 13 (2): 64-65.
- Tubeuf K. 1923. *Monographie der Mistel*. Oldenburg, München.
- Wangerin B. 1937. *Loranthaceae*. W: Kirchner O. V., Loew E., Schroeter C. [red.]. *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas* 2 (1): 953-1146.
- Whitman E., Parisien M.-E., Tomphson D. K., Flanningan M. D. 2019. Short-interval wildfire and drought overwhelm boreal forest resilience. *Scientific Reports* 9: 18796.
- Wikaliński M. 2020. Ocena występowania jemioli pospolitej (*Viscum album* L.) na sośnie zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwie Kozienice. *Maszynopis*. KULDiEL, SGGW w Warszawie.
- Wójcik R. 1997. Parki narodowe w monitoringu środowiska przyrodniczego. *AURA Ochrona Środowiska* 4: 10-11.
- Wójcik R. 1998. Analiza zmian ilościowych aparatu asymilacyjnego w drzewostanach sosnowych. *Rozprawa doktorska*. Maszynopis. Katedra Urządzania i Geodezji Leśnej SGGW.
- Wójcik R., Czarniecka R. 2001. Cechy morfologiczne korony jako wskaźnik uszkodzenia drzewostanów sosnowych. *Sylvan* 145 (4): 79-88.
- Zuber D., Widmer A. 2009. Phylogeography and host race differentiation in the European mistletoe (*Viscum album* L.). *Molecular Ecology* 18: 1946-1962.