



Stowarzyszenie
Inżynierów
i Techników
Leśnictwa
i Drzewnictwa

Biblioteczka leśniczego

zeszyt 416

TOMASZ JABŁOŃSKI
HANNA SZMIDLA

JEMIOŁA POSPOLITA (*VISCUM ALBUM* L.)

Tomasz Jabłoński
Hanna Szmidla

Jemioła pospolita (Viscum album L.)

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych rekomenduje publikację do celów szkoleniowych kadry leśnej.

SPIS TREŚCI

Wstęp	3
Pozycja taksonomiczna	3
Ogólny zasięg i uwarunkowania klimatyczne występowania jemioli	4
Żywiciele jemioli	4
Rozmnażanie jemioli	5
Rola ptaków w procesie rozprzestrzeniania jemioli	5
Elementy fizjologii jemioli	6
Wykorzystanie jemioli	7
Jemiola vs las i klimat	7
Monitoring występowania jemioli	12
Ograniczanie występowania jemioli	13
Podsumowanie	14

ISSN 1232-8111



Wydawnictwo „Świat”

Zdjęcie na okładce: Brzoza zasiedlona przez jemiolę *Viscum album* ssp. *album* (fot. T. Jabłoński)

Nakład 6800 egz., ark. wyd. 1,25,
ark. druk. 1,00 + 0,25 (wkł. barwna) = 1,25.

Wstęp

Mało jest w przyrodzie roślin niewykorzystywanych gospodarczo przez człowieka, które wzbudzałyby tak duże zainteresowanie jak jemiola. Z pewnością ma w tym swój udział jej znaczenie kulturowe czy przypisywane właściwości. Od dawna jest również obiektem zainteresowania w różnych dziedzinach nauki, m.in. medycynie i naukach przyrodniczych. Pomimo tego, że jemiola należy do jednej z lepiej poznanych grup roślin, ciągle wzbudza wiele emocji w świecie nauki, a wiele pytań i problemów czeka wciąż na odpowiedzi.

Pozycja taksonomiczna

Nazwa jemiola w języku polskim odnosi się do przedstawicieli rodzaju *Viscum* L. W zależności od ujęcia systematycznego rodzaj ten jest klasyfikowany w rodzinie sandałowcowatych *Santalaceae* lub jemiolowatych *Viscaceae*. Zarówno *Viscaceae*, jak również *Santalaceae* należą do rzędu sandałowce *Santales*. Rodzaj *Viscum* obejmuje zależnie od pozycji literatury od 70 do 120 gatunków. Największą liczbę przedstawicieli rodzaju *Viscum* można spotkać w Afryce i na Madagaskarze, a następnie w południowej Azji. Z terenu Australii, Azji centralnej i północnej oraz Europy znanych jest zaledwie kilka gatunków.

Rośliny rodzaju *Viscum* są kluczowymi gatunkami w wielu ekosystemach w całej Europie, Afryce, Azji i Australii. Badacze z Niemiec, na podstawie analiz genetycznych i filogenetycznych, odtworzyli historię tego rodzaju. Na podstawie wyników swoich analiz stwierdzili, że rodzaj *Viscum* powstał we wczesnym eocenie w Afryce i uległ zróżnicowaniu głównie poprzez izolację geograficzną, w kilku przypad-

Jemiola pospolita jest rośliną półpasożytniczą, posiadającą czynny aparat fotosyntetyczny. Dzięki rozwojowi specyficznego organu absorpcyjnego, umożliwiającego pobieranie wody i soli mineralnych od żywiciela, jemiola opanowała wiele gatunków, zarówno liściastych, jak i iglastych. Interakcja pomiędzy półpasożytem i gospodarzem niesie za sobą wiele negatywnych skutków dla rośliny-gospodarza i w ostatnich latach jest coraz częściej zgłaszana jako potencjalne zagrożenie dla kondycji lasów w Polsce.

kach najwyraźniej pokrywając się ze zmianami preferencji co do rośliny-gospodarza.

Z terenu Polski znany jest tylko jeden przedstawiciel z rodzaju *Viscum* – *Viscum album* L. (jemiola pospolita). W obrębie tego gatunku w Polsce wyróżniono trzy podgatunki:

- *V. album* ssp. *album* – jemiola pospolita typowa,
- *V. album* ssp. *abietis* – jemiola pospolita jodłowa,
- *V. album* ssp. *austriacum* – jemiola pospolita rozpięchła.

Pozycja taksonomiczna jemioli pospolitej w literaturze botanicznej nie była ujmowana jednoznacznie. Przez wiele lat trwała dyskusja, czy wymienionym podgatunkom należy się status oddzielnych gatunków. Zwolennikiem tego spojrzenia na systematykę jemioli był m.in. profesor Władysław Szafer (1924). Obecna klasyfikacja, a więc *V. album* oznaczająca jeden gatunek obejmujący trzy podgatunki, powstała na podstawie zróżnicowania roślin-gospodarzy, cech biochemicznych i genetycznych.

Ogólny zasięg i uwarunkowania klimatyczne występowania jemioli

Jemioli z rodzaju *Viscum* są kluczowymi gatunkami w wielu ekosystemach w Europie, Afryce, Azji i Australii. Rodzaj ten powstał we wczesnym eocenie w Afryce i wydawał się zróżnicowany głównie poprzez izolację geograficzną, w kilku przypadkach najwyraźniej pokrywając się ze zmianami preferencji gospodarza.

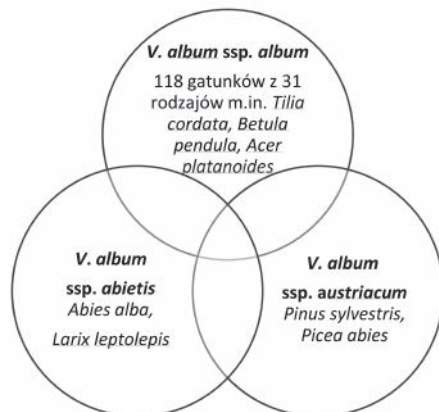
Gatunek *V. album* to jeden z najczęściej spotykanych półpasożytów drzew w Europie, a jego rozmieszczenie w skali naszego kontynentu jest raczej nierównomierne. Naturalny zasięg jemioli pospolitej sięga od Wielkiej Brytanii (bez Irlandii) na zachodzie, po zachodnią część Ukrainy oraz Półwysep Krymski na wschodzie. Na południu, naturalne ograniczenie zasięgu stanowi Morze Śródziemne, a na północy Morze Bałtyckie. Półpasożyt ten nie był dotychczas stwierdzany w Holandii i nie jest szczególnie rozpowszechniony

w północno-zachodniej części Niemiec. Ponadto występuje sporadycznie w Danii i na południu Szwecji.

Występowanie jemioli pospolitej jest determinowane przez warunki termiczne, jakie panują w danym rejonie Europy. Zarówno letnie jak i zimowe temperatury ograniczają geograficzny rozkład występowania tego groźnego półpasożyta. Średnia miesięczna temperatur najzimniejszego (styczeń) i najcieplejszego (lipiec) miesiąca w roku, silnie koreluje z granicami występowania *V. album*. Jemiola pospolita jest jednym z tych gatunków patogenów roślin, który może w szczególnie sposób zyskać na ociepleniu klimatu i poszerzyć swój zasięg i skalę występowania. Za przykład może posłużyć podniesienie się o 200 m górnej granicy występowania jemioli rozpięzchłej (*V. album* subspp. *austriacum*) w Alpach.

Żywiciele jemioli

Dane literaturowe wskazują, że jemiola pospolita może zasiedlać ponad 450 gatunków i odmian roślin drzewiastych. W Polsce opanowała większość gatunków drzewiastych i niektóre krzewiaste zarówno liściaste, jak i iglaste (Ryc. 1). Poszczególne podgatunki *V. album* wykazują preferencję do określonych żywicieli. *Viscum album* ssp. *abietis* wykazuje zdecydowane powinowactwo do jodły pospolitej, wyjątkowo do modrzewia japońskiego i kłona srebrzystego. Najwięcej stanowisk *V. album* ssp. *austriacum* pochodzi z sosny zwyczajnej. Spotykano ją również, choć rzadziej, na świerku pospolitym. Spośród trzech podgatunków jemioli pospolitej, najszersze spektrum drzew żywicieli posiada podgatunek ssp. *album*. Rośnie na drzewach i krzewach należących do 31 rodzajów i 118 gatunków. Najczęściej rozwija się na lipie drobnolistnej, następnie brzozie brodawkowatej, klonie zwyczajnym, jarzębie pospolitym, wierzbie białej i trzech różnych gatunkach topól. Wymienieni



Rycina. 1. Żywiciele *Viscum album* w Polsce

żywiciele obejmują 53% wszystkich stanowisk, na których zaobserwowano występowanie jemioli, natomiast pozostałe 110 gatunków drzew liściastych obejmuje 47% przypadków.

Rozmnażanie jemioli

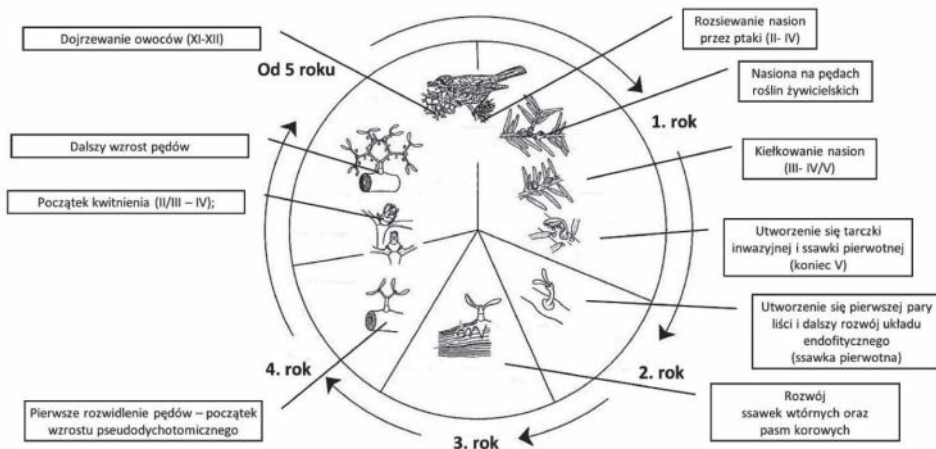
Jemiola pospolita to roślina wiatropylna i dwupienna. Na jednej roślinie-gospodarzu występują zazwyczaj osobniki męskie i żeńskie. Kwitnienie odbywa się w zależności od podgatunku: w lutym-marcu u *V. album* subsp. *album* oraz *V. album* subsp. *abietis* lub marcu-kwietniu u *V. album* subsp. *austriacum*. Na osobnikach żeńskich, po zapyleniu późną wiosną, ukazują się kuliste, najpierw zielone a potem białe jagody, dojrzewające dopiero zimą. Nasiona znajdują się wewnątrz jagód, otoczone gęstą i lepłą wiscyną, która ułatwia ich przytwierdzenie do gałęzi. Nasiona kiełkują w maju. Jemiola początkowo przytwierdza się do drzewa za pomocą ssawek, a następnie wytwarza korzenie biegnące między korą a drewnem (tzw. pasma korowe). Z tych korzeni wyrastają ssawki wtórne.

U jemioli pospolitej występuje również zjawisko wtórnej reprodukcji wegetatywnej.

Polega ono na rozwoju pędów i kwiatostanów z organów otoczonych tkanką żywiciela. Jest to przykład reprodukcji asexualnej, która utrwała dany genotyp lokalnej populacji, a jej zwiększenie w stosunku do reprodukcji seksualnej może nastąpić przy znaczniejszej surowości środowiska. Jej konsekwencją może być dominacja w populacji osobników jednej płci.

Rozwój jemioli trwa do 40 lat (Ryc. 2), przy czym wzrost korzonków ma charakter pasywny, uzależniony od przyrostu drzewa. Czas jaki zajmuje jemioli osiągnięcie maksimum porażenia drzewa po rozpoczęciu kolonizacji to około 10–15 lat.

Jemiola najlepiej rozwija się na dominujących drzewach, gdzie ma lepsze warunki świetlne oraz zaopatrzenie w wodę i związki mineralne. Większe drzewa są też chętniej odwiedzane przez ptaki – wektory nasion.



Rycina 2. Cykl rozwojowy *Viscum album* (za Nierhaus-Wunderwald 1997; Zuber 2004)

Rola ptaków w procesie rozprzestrzeniania jemioli

Na terenach leśnych ptaki znajdują doskonałe warunki gniazdowania i różnorodny pokarm. Dzięki temu awifauna tych obiektów jest

bogata. Ptaki są roznosicielami nasion jemioli, a jej ekspansja na coraz to inne gatunki drzew i krzewów jest ściśle związana z ilością ptaków

lęgowych i wędrownych. Jemioła opanowuje nie tylko gatunki drzew, na których ptaki żerują, ale również te, na których przypadkowo siadają i odpoczywają. Zjadanie owoców jemioły obserwuje się w okresie ich dojrzewania w grudniu i styczniu. Wydaliny ptaków, zawierające nasiona jemioły, padają na gałęzie drzewa i zatrzymują się dzięki otoczce lepkiej wiszczyzny znajdującej się wokół nasiona.

Do ptaków związanych z rozsiewaniem *V. album* zaliczane są następujące gatunki:

- *Bombycilla garrulus* (L.) – jemiołuszka
- *Turdus merula* L. – kos
- *Turdus pilaris* L. – kwiczoł
- *Turdus viscivorus* L. – paszkont
- *Erithacus rubecula* (L.) – rudzik
- *Sylvia atricapilla* (L.) – pokrzewka czarnołbista

- *Parus major* L. – bogatka
- *Parus coeruleus* L. – sikora modra
- *Parus palustris* L. – sikora uboga
- *Sturnus vulgaris* L. – szpak
- *Corvus frugilegus* L. – gawron
- *Caleus monedula* L. – kawka
- *Pica pica* (L.) – sroka
- *Garrulus glandarius* (L.) – sójka pospolita

- *Coccothraustes coccothraustes* L. – grubodziób

- *Fringilla coelebs* L. – zięba
- *Passer montanus* (L.) – mazurek
- *Emberiza citrinella* L. – trznadel

Najczęściej roznosicielami nasion jemioły są jemiołuszki oraz ptaki z rodziny drozdowatych np. kosy, kwiczoły, paszkoty i drozdy.

Elementy fizjologii jemioły

Jemioła pospolita to półpasożytniczy krzew o zimozielonych liściach. Charakter nie w pełni pasożytniczy wynika z jej zdolności do fotosyntezy. Jemioła ma czynny aparat chlorofilowy – asymilacyjny miękisz palisadowy po górnej i dolnej stronie liści oraz chloroplasty w komórkach łądki i nasion. Jej fizjologia jest porównywana z fizjologią roślin zimozielonych. Aktywność fizjologiczna tej rośliny jest ściśle powiązana z jej budową morfologiczną i anatomiczną, głównie występowaniem specyficznego systemu endofitycznego, za pomocą którego zaopatruje ona swoje położone na zewnątrz tkanek żywiciela organy w wodę i sole mineralne.

Pobieranie wody wraz z solami mineralnymi przez jemiołę jest uzależnione od licznych czynników, m.in. od podaży wody w roślinie-żywicieli, szczególnie w okresie jesienno-zimowym, kiedy u jemioły może wystąpić stres wodny. Pobieranie wody jest ułatwione, ponieważ nie ma fizycznej bariery na połączeniu naczyń obu organizmów (ciągłość ksylemu między *V. viscum*, a żywicielem). Zawartość wody w jemiole zależy od stadium rozwoju organu i waha się od 42% (starsze pędy wieloletnie) do 62% (2-letnie pędy szczytowe wraz z owocami).

Organy jemioły położone na zewnątrz tkanek rośliny-żywiciela są ważnymi akumulatorami czynnych fizjologicznych pierwiastków. W największej ilości pobierany jest wapń, a następnie potas i siarka. W dalszej kolejności plasują się magnez i fosfor. Pierwiastki te są pobierane w sposób selektywny i w odmiennych proporcjach aniżeli wynosi ich zawartość w tkankach żywiciela.

Zagadnieniem bardzo istotnym w fizjologii jemioły pospolitej jest transpiracja. Optymalne warunki dla tego procesu u niej przypadają na okres od maja do września. Szybsze tempo transpiracji i przewodzenia szparkowego u jemioły niż u jej żywiciela zostało stwierdzone już na początku XX w. Całkowita dzienna transpiracja tego półpasożyta potrafi być trzykrotnie wyższa niż u rośliny-żywiciela. Szybsze tempo transpiracji jest prawdopodobnie konieczne dla jemioły w celu pobrania odpowiedniej ilości azotu z ksylemu gospodarza do wytworzenia określonej biomasy organów. Dla jemioły rozprzecznej potrzebna jest aż pięciodobowa transpiracja, żeby mogła pobrać ilość azotu niezbędną do wytworzenia przez nią 1 g młodych liści lub owoców.

Metabolizm jemioli jest bardzo złożony. Wytwarza ona ok. 100 specyficznych związków organicznych. Niektóre z wytwarzanych przez jemiolę pospolitą substancji umożliwiają jej samoobronę przed niekorzystnymi czynnikami abiotycznymi. Przykładowo właściwości kriochoenne ma wytwarzany przez nią 1D-10-metylo-muko-inozytol, substancja z grupy cytolitolu. Poza tym związek ten jest czynnikiem wzmagającym potencjał osmo-

tyczny jemioli w ciągu roku. Jego stężenie waha się w przedziale od 0,9% w czerwcu do 6,6% biomasy w marcu. Zbliżone stężenie tego związku mają rośliny nagozalążkowe.

Cytoklitole, poza rolą kriochronną oraz osmotyczną, kumulują węgiel w jemioli. Jemiola od żywiciela pobiera od 22,6% do 45% węgla, a reszta pobierana jest z cytolitolów lub innych źródeł.

Wykorzystanie jemioli

Praktyczne wykorzystanie jemioli ma długą historię. W ciągu wieków można wyróżnić kilka sposobów jej wykorzystania. Już w IV w. p.n.e. roślina ta była wykorzystywana jako pasza dla zwierząt domowych – koni i bydła. Stanowiła także smaczny i wartościowy (bogaty w witaminy i wapń) pokarm dla zwierząt domowych i leśnych. Do pierwszej połowy XX w. w Afryce i Europie, z owoców jemioli produkowano lep na ptaki. Lep ten służył też do redukcji populacji gąsienic atakujących młode plantacje winorośli.

W medycynie ludowej jemiola stosowana była już przez Celtów do leczenia różnych chorób. Współczesna medycyna poszerzyła jeszcze jej zastosowanie – preparatami z jemioli leczy się m.in. nowotwory. Popularnym w Eu-

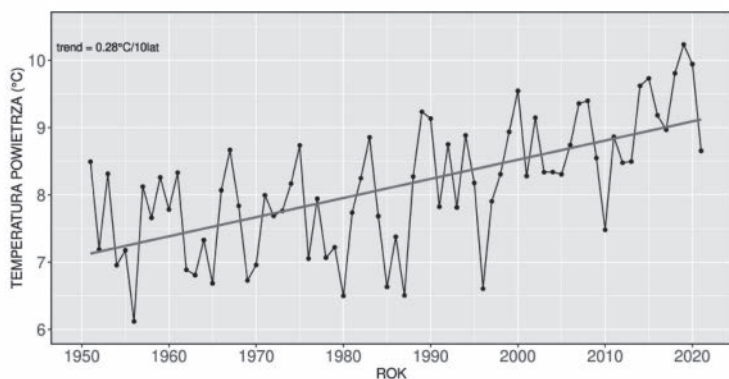
ropie preparatem ziołowym o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym jest wyciąg z jemioli – Iscador. W badaniach *in vitro* oraz *in vivo* w modelach zwierzęcych wykazano, że Iscador stymuluje układ odpornościowy oraz wywiera bezpośrednie działanie cytotoksyczne na komórki nowotworowe. Uważa się, że działanie tego preparatu jest uwarunkowane występującymi w nim alkaloidami, viscotoksynami oraz lektynami. W świetle dostępnej literatury medycznej, terapię preparatami z jemioli są bezpieczne i nie kolidują z konwencjonalnym leczeniem onkologicznym. Choć nie mogą zastąpić konwencjonalnego leczenia onkologicznego, mogą stanowić jego istotne uzupełnienie.

Jemiola vs las i klimat

Jemiola była, jest i będzie stałym elementem ekosystemów leśnych. Jednakże, w ostatnich latach obserwujemy stałe zwiększanie się presji tego półpasożyta na lasy. Należy więc zadać pytanie, co spowodowało tak istotną zmianę jej znaczenia w leśnictwie w ostatnich latach? Odpowiadając na to pytanie należy zacząć analizę od klimatu.

Niewątpliwie jedną z głównych przyczyn wzrostu znaczenia jemioli jako istotnego czynnika szkodliwego w lasach są zmiany klimatyczne. Według World Meteorological Organization (WMO) średnia globalna temperatura w 2021 r. była o około 1,1°C (±

0,13°C) wyższa od średniej z okresu przed-industrialnego z lat 1850–1900 oraz o 0,3°C od średniej z lat 1991–2020. Ubiegły rok był siódmym z rzędu (2015–2021), w którym globalna temperatura przekraczała o ponad 1°C poziomy sprzed epoki przemysłowej. Copernicus Climate Change Service (C3S), służba ds. zmiany klimatu realizowana przez Europejskie Centrum Prognoz Średnioterminowych (ECMWF), poinformowała, że rok 2021 był kolejnym anomalnie ciepłym okresem w historii, a szczególnie ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi została dotknięta Europa.



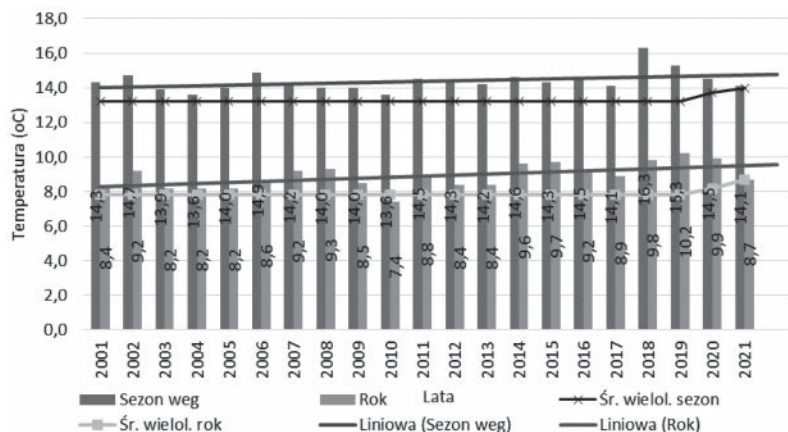
Rycina 3. Wzrost średniej temperatury powietrza w Polsce w latach 1951–2021
(źródło: <http://www.imgw.pl/badania-nauka/klimat>)

Również na terenie Polski notuje się systematyczny wzrost temperatur. Najcieplejsze lata od 1950 r. to rok 2019 i nieznacznie mu ustępujące pod tym względem lata 2020 i 2018. Do grupy najcieplejszych lat w historii pomiarów należą również lata 2015 i 2014. Lata 2016, 2017 i 2021 zajęły odpowiednio 8, 10 i 13 miejsce w tym zestawieniu (Ryc. 3).

Bardziej szczegółowa analiza najcieplejszych lat wskazuje, że 2019 r. został oceniony jako anomalnie ciepły (według klasyfikacji termicznej H. Lorenc). Ekstremum ciepła koncentrowało się w centralnej Polsce, obejmując

m.in. Wielkopolskę i Mazowsze. Należy podkreślić, że średnia temperatura roku w Polsce po raz pierwszy przekroczyła 10°C. Pod względem warunków wilgotnościowych został on oceniony jako normalny, opady osiągnęły poziom 91% normy wieloletniej (Ryc. 4–5). Średnia roczna suma opadów w 2019 r. (533,3 mm) była jednym z niższych wskazań w ostatnich latach. Dotyczy to również średniej sumy opadów w sezonie wegetacyjnym (351,9 mm).

Klimatyczny Bilans Wodny (KBW) w sezonie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień) 2019 r., obliczony dla terenów leśnych, był



Rycina 4. Średnie temperatury roczne i sezonu wegetacyjnego w Polsce w latach 2001–2021 (źródło: *Krótkoterminowa prognoza ... 2022*)

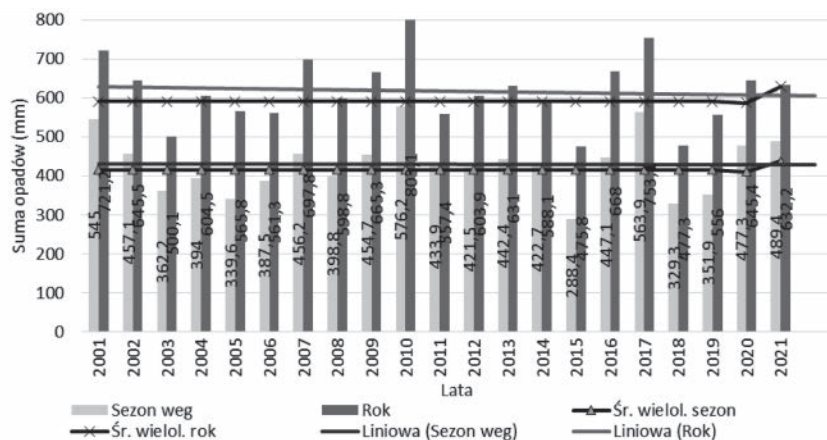
zróznicowany. Najwyższy deficyt/ubytok wody po raz kolejny odnotowano na Podlasiu i Suwalszczyźnie oraz w Wielkopolsce i Zielonogórskiem (do -300 mm). W pozostałej części kraju KBW mieścił się w zakresie 0-100 mm. Jedynie na północy i południu stwierdzono dodatnie wartości KBW (przeciętnie 100-300 mm). Wartość średniego rocznego współczynnika hydrotermicznego K w 2019 r. wyniosła 1,14 (Ryc. 6), co zgodnie z przyjętą klasyfikacją Puły i Skowery (2004) charakteryzuje go jako dość suchy (wartości K z przedziału 1,0-1,3).

Rok 2020 również został oceniony jako anomalnie ciepły. Średnia temperatura powietrza wyniosła 9,9°C i była o 1,6°C wyższa od średniej rocznej wieloletniej 1981-2010 (ryc. 4). Pod względem opadowym 2020 r. został oceniony jako normalny (według klasyfikacji Z. Kaczorowskiej), roczne opady w skali kraju stanowiły 104,4% wartości normy wieloletniej z lat 1981-2010. Średnia suma opadów w 2020 r. w Polsce wyniosła 645,4 mm (ryc. 5).

Średnia wartość KBW w okresie od marzec-wrzesień była ujemna i wyniosła -51,3 mm, co świadczy o tym, że pomimo stosunkowo wysokich opadów wystąpiła przewaga zjawiska parowania prowadząca do deficytu wody i wystąpienia suszy w przeważającej części kraju. Na znacznym obszarze kraju notowano

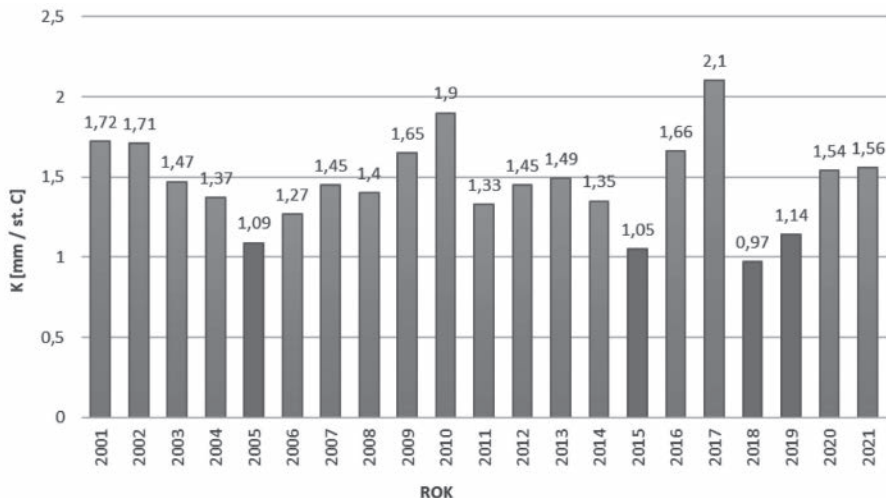
deficyt wody wynoszący od -50 do -119 mm. Na terenach podgórskich wartości KBW były wysokie, miejscami nawet przekraczające 100 mm. Średni współczynnik hydrotermiczny osiągnął wartość $K=1,54$ (ryc. 6), co odpowiada normalnym warunkom hydrotermicznym ($K>1,3$). Należy podkreślić, że w północno-zachodniej i północno-wschodniej części kraju oraz w Wielkopolsce wartości współczynnika K nie osiągnęły wartości średnich z lat 1981-2010 co potwierdza tezę o występowaniu zjawiska suszy na tych terenach w 2020 r.

Po dwóch relatywnie „chłodniejszych” latach (2016-2017), 2018 r. został ponownie oceniony jako anomalnie ciepły (Ryc. 4). We Wrocławiu, Poznaniu i Warszawie wręcz ekstremalnie ciepły, a na północy i północnym wschodzie kraju bardzo ciepły. Lata 2016-2017 były również wilgotniejsze natomiast 2018 r. został oceniony jako suchy - roczne opady w skali kraju stanowiły 80,7% wartości wieloletniej (ryc. 5). Normalny poziom opadów cechował jedynie wschodnią część Polski oraz Pojezierze Mazurskie, natomiast pozostałą część kraju sklasyfikowano jako suchą (Pomorze, południe, centrum) i bardzo suchą (zachód i częściowo centrum). Średnia roczna suma opadów w 2018 r. (477,3 mm) była drugim (po 2015 r. - 475,8 mm) najniższym wskazaniem w XXI wieku - minus 113 mm.



Ryc. 5. Sumy opadów – roczne i sezonowy wegetacyjny w Polsce w latach 2001-2021

(źródło: Krótkoterminowa prognoza ... 2022)



Ryc. 6. Współczynnik hydrotermiczny w Polsce w latach 2001–2021 (źródło: Krótkoterminowa prognoza ... 2022)

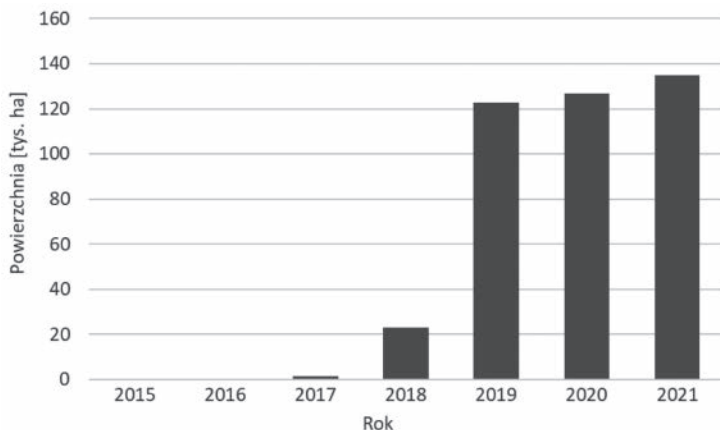
Drastycznie niski był również średni poziom opadów w sezonie wegetacyjnym (329,3 mm), kształtujący się znacząco poniżej (o 86 mm) średniej wieloletniej. W ostatnim trzydziestolecu tak niekorzystne warunki wystąpiły tylko w 2015 r. (288,4 mm). Ponowny brak opadów (po 2015 r.) odbił się bardzo negatywnie na dostępności wody w drzewostanach praktycznie na terenie całego kraju. Najniższe wartości KBW w sezonie wegetacyjnym odnotowano po raz kolejny w Wielkopolsce (przeciętnie –300 mm) oraz na Mazowszu, Podkarpaciu i Lubelszczyźnie (przeciętnie od –100 mm do –200 mm). Jedynie na Pomorzu oraz w północno-wschodniej i częściowo centralnej Polsce odnotowano dodatni KBW – 0–200 mm. Złe warunki hydrotermiczne panujące w całym 2018 r. potwierdza najniższa w analizowanym pięcioleciu wartość średniego rocznego współczynnika hydrotermicznego $K = 0,97$ (ryc. 6), co klasyfikuje ten rok jako suchy (wartości K z przedziału 0,7–1,0).

Przytoczone powyżej charakterystyki najcieplejszych lat jasno wskazują na wiodącą rolę suszy jako głównego czynnika sprawczego powodującego wzrost szkodliwości jemioli zasiedlającej korony drzew.

Dostępne dane o występowaniu jemioli na terenie Polski pochodzą z trzech źródeł: monitoringu prowadzonego przez służbę leśną zgodnie z obowiązującą Instrukcją Ochrony Lasu (IOL) oraz programów badawczych pt. Monitoring Lasów i Wielkopowierzchniowa Inwentaryzacja Stanu Lasów. Pozwalają one zarówno na identyfikację obszarów zagrożonych jak i śledzenie dynamiki osłabienia lasów przez jemiolę.

Z danych gromadzonych przez służbę leśną wynika, że jemiola jest istotnym czynnikiem szkodliwym w drzewostanach sosnowych i jodłowych. W latach 2015–2016 notowano niewielkie powierzchnie drzewostanów iglastych (głównie jodłowych) zasiedlonych przez jemiolę na terenach RDLP Kraków i Krosno. Natomiast w 2017 r. stwierdzono już 1,4 tys. ha drzewostanów iglastych (jodłowych oraz sosnowych) masowo zasiedlonych przez tego półpaszyta (Ryc. 7).

W 2018 r. odnotowano aż 23 tys. ha, przede wszystkim zamierających drzewostanów sosnowych silnie opanowanych przez ten organizm. Jego masowe występowanie koncentrowało się w południowej i centralnej części kraju. Największe powierzchnie uszko-



Rycina 7. Powierzchnia drzewostanów iglastych w wieku powyżej 20 lat istotnie uszkodzonych/osłabionych przez jemiolę (źródło: Krótkoterminowa prognoza ... 2022)

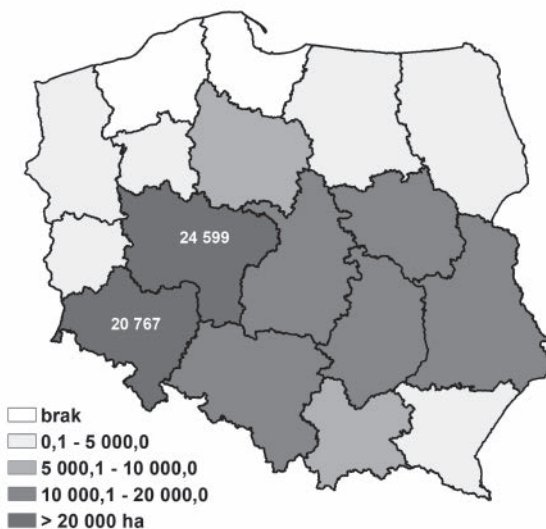
dzonych przez jemiolę drzewostanów odnotowano na terenie RDLP Wrocław (7,8 tys. ha), Katowice (7,6 tys. ha), Łódź (4,5 tys. ha) i Radom (1,3 tys. ha).

W 2019 r. odnotowano kolejny wzrost powierzchni drzewostanów uszkodzonych przez tego półpasoszyta. Na gatunkach iglastych, głównie sośnie, jemiola była istotnym czynnikiem szkodotwórczym na powierzchni 122,8 tys. ha. Największe powierzchnie drzewostanów osłabionych przez jemiolę na gatunkach iglastych wykazano na terenach rdLP we Wrocławiu (23,7 tys. ha), Poznaniu (17,3 tys. ha), Lublinie (16,4 tys. ha), Radomiu (14,2 tys. ha) oraz Katowicach (12,6 tys. ha).

W 2020 roku całkowita powierzchnia drzewostanów iglastych uszkodzonych przez jemiolę wyniosła 126,7 tys. ha. Podobnie jak w latach ubiegłych szkody wykazywano głównie w drzewostanach sosnowych. Problem drzewostanów uszkadzanych przez jemiolę

był szczególnie istotny na terenach rdLP we Wrocławiu (22,4 tys. ha), Poznaniu (20,4 tys. ha.), Lublinie (16,3 tys. ha), Warszawie (11,2 tys. ha) i Katowicach (10,3 tys. ha).

W 2021 roku całkowita powierzchnia drzewostanów iglastych uszkodzonych przez jemiolę wzrosła do 134,7 tys. ha. Problem drzewostanów iglastych (głównie sosnowych)



Rycina 8. Powierzchnia drzewostanów iglastych uszkodzonych przez jemiolę w roku 2021 (źródło: Krótkoterminowa prognoza ... 2022)

uszkodzonych przez jemiolę był szczególnie istotny na terenie RDLP w Poznaniu, gdzie odnotowano wzrost powierzchni uszkodzeń do 24,6 tys. ha i we Wrocławiu (drzewostany sosnowe i jodłowe), gdzie stwierdzono 20,7 tys. ha drzewostanów uszkodzonych przez tego półpasożyta. Wzrost powierzchni uszkodzeń powodowanych przez jemiolę odnotowano również na terenach rdLP Lublin, Łódź, Radom i Warszawa (Ryc. 8).

Opisany powyżej wzrostowy trend zagrożenia ze strony jemioli, zwłaszcza w drzewostanach sosnowych i jodłowych potwierdzają również obserwacje prowadzone w ramach

Monitoringu Lasów. Wskazują one, że dynamika tego procesu jest wysoka (największa spośród wskazanych w metodyce monitoringu lasów czynników sprawczych uszkodzeń drzew) oraz jednokierunkowa, tzn. rejestrowany jest od 2008 roku ciągły wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę, porażonych drzew i stałych powierzchni obserwacyjnych, na których jemiola występuje.

Należy podkreślić, że obszar wzmożonego występowania uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę w znacznym stopniu pokrywa się z obszarem, na którym notowane są problemy spowodowane suszą.

Monitoring występowania jemioli

W literaturze można znaleźć wiele metod, dzięki którym możliwe jest oszacowanie stopnia porażenia drzew przez różne gatunki jemioli, w tym nie tylko te z rodzaju *Viscum*.

Pierwsza z metod – sześciostopniowa skala oceny jemioli (6-class dwarf mistletoe rating system, DMR), została opracowana w Stanach Zjednoczonych w latach 70 XX w. Pierwotnie była używana do oceny występowania *Arceuthobium vaginatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Presl na sosnie żółtej i *Arceuthobium douglasii* (Engelm.) na jodle pospolitej. W metodzie tej wizualnie dzielimy koronę ocenianego drzewa na trzy części i w każdej z nich oddzielnie oceniamy stopień zasiedlenia przez jemiolę. Każda część może otrzymać ocenę:

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

W następnym kroku ocenę każdej z wydzielonej partii korony sumujemy, aby otrzymać końcową liczbę punktów. Podstawowym zastosowaniem tej metody jest obliczenie intensywności infekcji w drzewostanach, poprzez wyliczenie średniej arytmetycznej DMR dla badanych drzew.

Druga z metod bazuje na czteroklasowym systemie klasyfikacji drzew zasiedlonych przez jemiolę. Drzewa z jemiolą przyporządkowuje z się do którejś z poniższych klas:

- 0 – brak infekcji,

- 1 – słaba infekcja (jemiola występująca na bocznych gałęziach w górnej części korony),

- 2 – umiarkowana infekcja (jemiola bardzo częsta w koronie, obecne wysuszone gałęzie i umiarkowane obrzęki zlokalizowane wzdłuż gałęzi),

- 3 – silna infekcja (jemiola częsta w całej koronie i na pniu, korony nierównomiernie rozwinięte z zamierającym wierzchołkiem, ciężkie obrzęki zlokalizowane wzdłuż gałęzi oraz na pniu).

Trzecia z metod to tzw. objętościowa metoda oceny infekcji korony (Broom volume rating, BVR). Jest to metoda zbliżona do DMR, ale jej stosowanie jest prostsze i szybsze. Korona drzewa jest dzielona na 3 części: górną, środkową oraz dolną. W kolejnym kroku, w każdej z wydzielonych części liczone są gałęzie z jemiolą oraz bez niej. Na końcu oceny następuje przyporządkowanie do klas:

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

Wyniki z trzech części są sumowane i dają liczbę z zakresu 0–6. Przy tej metodzie oceny bierze się pod uwagę osobniki jemioli, które przy obserwacji gołym okiem mają długość co najmniej 20 cm w trzech wymiarach: wysokość, szerokość i głębokość.

Czwarta z metod – objętościowa metoda oceny infekcji drzewa (Total broom volume rating, TBV), jest zbliżona do metody BVR, jednak podczas jej stosowania bierze się pod uwagę nie tylko koronę drzewa, ale całą jego wysokość. Drzewo dzielimy na trzy części, dla których oceniamy 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. Jeśli pojedyncza infekcja zajmowała więcej niż 1/3 część drzewa, jej udział w każdej trzeciej szacowany jest oddzielnie. W przeciwieństwie do wcześniejszych metod oceny, w tej ocenia się zarówno gałęzie żywe, jak i martwe.

Piąta z metod, tzw. Live crown volume percentage (PCB), bazuje na szacunkowej ocenie zasiedlenia żywych gałęzi przez jemiółę. W metodzie tej, klasy określają procentowy udział jemióły w koronie drzewa z dokładnością do 10%. Drzewa nie zasiedlone przez jemiółę ocenia się jako 0. Jeśli korona jest zajęta przez jemiółę w zakresie od 1 do 14%, określa się ją jako 10 PCB. Jeśli w zakresie od 15 do 24% – przynajmniej się ocenę 20 PCB itd., aż do 100 PCB.

Ograniczanie występowania jemióły

Podstawową metodą ograniczania występowania jemióły pospolitej jest wycinanie i usuwanie porażonych gałęzi i drzew. Ponieważ nasiona jemióły są przenoszone przez ptaki, trudno jednak w 100% zapobiec reintrodukcji tego półpaszożyta. Dlatego zabiegi wycinania i przycinania muszą być praktykowane w sposób ciągły. Przy prowadzeniu prac należy nie dopuszczać do zbyt dużego przerzedzenia drzewostanów na obszarach występowania jemióły, ponieważ zaniżony dopływ światła sprzyja jej rozwojowi.

Obecnie nie prowadzi się chemicznego zwalczania jemióły pospolitej ze względu na wysokie koszty, brak selektywnych środków ochrony roślin, negatywny wpływ na rośliny-

W Polsce wzrokowa ocena stanu zdrowotnego drzew zasiedlonych przez jemiółę jest wykonywana w okresie lata (lipiec-sierpień), czyli w czasie najsilniejszego rozwoju aparatu asymilacyjnego drzew i krzewów. Sprawia to, że korony ocenianych drzew (sosen lub jodeł) często nie są w pełni widoczne, zasłonięte w drzewostanach mieszanych koronami sąsiednich drzew i krzewów. Sprawia to, że wizualna ocena występowania jemióły w koronach najwyższych drzew (te są najwcześniej i najsilniej zasiedlane) może być niedokładna i prowadzić do zaniżania występowania tego półpaszożyta.

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania drzewostanowe, w ramach prac nad nowelizacją IOL zaproponowano zmiany metodyki monitoringu jemióły polegające na:

- zmianie terminu wykonywania oceny – ocenę uszkodzeń należy wykonać poza sezonem wegetacyjnym, w warunkach zapewniających dobrą widoczność koron,
- uwzględnieniu w ocenie dwóch elementów – występowania jemióły i stopnia uszkodzenia korony przez jemiółę.

Wprowadzenie powyższych zmian pozwoli na poprawę jakości gromadzonych danych i ujednolici zasady prowadzenia monitoringu jemióły na terenie całego kraju.

-gospodarzy, trudność w aplikacji preparatów oraz brak akceptacji społecznej dla takich działań. W Europie od lat 50 do początku lat 90 XX wieku prowadzono badania nad chemicznymi metodami ograniczania jemióły. Wykorzystywano głównie herbicydy na bazie 2,4-D, 2,4-MCPB i di-chloro etanu, aplikowane w postaci iniekcji do pni lub bezpośrednio oprysku na jemiółę, jednak nie przyniosły one obiecujących rezultatów.

Kontrola biologiczna występowania *V. al-bum* za pomocą patogenów roślinnych ma zdecydowanie większą akceptację społeczną niż chemiczne metody zwalczania. Jemiółę infekuje kilka gatunków grzybów, które mogą być wykorzystane jako składniki potencjal-

nych biologicznych środków ochrony roślin. Do grzybów tych należą: *Plectophomella visci*, *Septoria visci* i *Sphaeropsis visci*, *Colletotrichum gloeosporoides*, *Botryosphaerostroma visci*, *Botryosphaeria dothidea*, *Gibberidea visci*, *Sphaeropsis visci* i *Phaeobotryosphaeria visci*. Jednak żaden z powyższych patogenów nie jest wystarczająco przebadany, aby mógł być wdrożony do produkcji jako biologiczny środek ochrony roślin. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę potencjalną liczbę patogenów, rozwój kontroli biologicznej jako opcji ograniczania liczebności jemioli wydaje się obiecujący.

Wypracowane w ostatnich latach przez leśników metody zwalczania jemioli zakładają dwa główne kierunki działań w zależności od stopnia uszkodzenia drzewostanu przez jemiolę i skali występowania tego zjawiska w danym nadleśnictwie:

1) w drzewostanach słabo i umiarkowanie zasiedlonych przez jemiolę (w sytuacji małej

skali występowania jemioli na terenie nadleśnictwa) należy, w miarę możliwości, usuwać pojedyncze drzewa opanowane przez tego półpasożyta; czynności ochronne należy prowadzić w ramach cięć przygodnych lub w ramach planowych zabiegów pielęgnacyjnych; należy unikać nadmiernego rozluźnienia zwarcia predysponującego do szybkiego rozprzestrzeniania się w drzewostanie zarówno jemioli, jak również kambio- i ksylofagów,

2) w drzewostanach umiarkowanie i silnie uszkodzonych przez jemiolę (w sytuacji dużej skali występowania jemioli na terenie nadleśnictwa), oprócz działań opisanych w ppkt. 1, należy rozważyć możliwość wykonania zrębów sanitarnych; w przypadku planowego użytkowania rębного należy w pierwszej kolejności wykonywać zręby w drzewostanach najsilniej uszkodzonych przez tego półpasożyta.

Powyższe zasady zostały wprowadzone do projektu nowelizowanej IOL.

Podsumowanie

Obserwowane w ostatnich latach zmiany klimatu mają niezaprzeczalny wpływ na wiele sektorów gospodarki. Leśnictwo, obok rolnictwa, jest jednym z sektorów szczególnie narażonych na zagrożenia wynikające ze zmian warunków klimatycznych, co przejawia się pogarszającą kondycją zdrowotną drzewostanów na skutek synergicznego oddziaływania wielu czynników abiotycznych i biotycznych. Niestety w ostatnich latach problem ten dotknął większość lasów w Polsce, w tym drzewostany sosnowe. Zamieranie wielu głównych gatunków lasotwórczych (w tym sosny i jodły) jest klasycznym przykładem wieloczynnikowego procesu chorobowego, w którym można wyróżnić czynniki predysponujące (klimat), czynniki inicjujące (susza) oraz grupę czynników współuczestniczących (jemiola, gradacje szkodników pierwotnych, choroby grzybowe, pasożyty) w tym tzw. dobijające (gradacje kambio- i ksylofagów).

Szczególnego znaczenia w kontekście obserwowanych zmian zdrowotności drzewostanów sosnowych nabiera masowe wystę-

powanie jemioli, nie mającej w przeszłości większego znaczenia gospodarczego. Jest to jeden z najczęściej spotykanych półpasożytów drzew. Półpasożytnictwo jemioli polega na odbieraniu roślinie-gospodarzowi wody i soli mineralnych. W warunkach suszy jemiola zwiększa deficyt wodny drzewa, co wpływa na jego silne osłabienie i może doprowadzić do śmierci zasiedlonych drzew. Silne zasiedlenie drzewostanów może skutkować znacznymi stratami z powodu spadku tempa wzrostu porażonych drzew, obniżenia zdrowotności oraz osłabienia produkcji nasion. Szkody w drzewostanach opanowanych przez jemiolę sukcesywnie się nasilają. W 2021 r. odnotowano aż 135 tys. ha drzewostanów sosnowych uszkodzonych/osłabionych w różnym stopniu przez ten organizm. Obszar występowania jemioli w znacznym stopniu pokrywa się z obszarem dotkniętym skrajną suszą.

Skala osłabienia lasów, wynikająca przede wszystkim z niedoboru wody, permanentnego występowania tzw. kompleksu posuchy i masowego występowania jemioli jest duża,

a prawdopodobieństwo dalszego pogłębiania i nasilania się procesu ich zamierania jest bardzo wysokie. Dlatego niezmiernie istotne są wszelkie działania zmierzające do opracowania i wdrożenia do praktyki możliwie najsukursniejszych metod monitoringu i ograniczania występowania jemioli.

Prezentowane informacje i dane powstały w trakcie realizacji projektów: „Oznaczanie

sprawców chorób i szkodników drzew leśnych” realizowanego na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w latach 2022-2025 (umowa nr EZ.271.3.3.2022 z dn. 13.01.2022 r.) i „Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w latach 2022-2026” realizowanego na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych (umowa nr EZ.271.3.2.2022 z dnia 13.01.2022 r.)



Susza – brak wody dostępnej dla roślin jest jedną z głównych przyczyn wzrostu szkodliwości jemioły zasiedlającej sosnę, jodłę i drzewa liściaste (fot. Tomasz Jabłoński)



Sosny zasiedlone przez jemiołę *Viscum album* ssp. *austriacum* (fot. Hanna Szmidla)



Kwiatostany jemioly *Viscum album* ssp. *austriacum* (fot. Hanna Szmidla)



Owoce jemioly *Viscum album* ssp. *austriacum* (fot. Hanna Szmidla)



Wielopokoleniowość – stary i młody osobnik jemioli *Viscum album* ssp. *austriacum* na sośnie
(fot. Katarzyna Sikora)



Współwystępowanie – jeden osobnik *Viscum album* ssp. *austriacum*, czy kilka obok siebie?
(fot. Katarzyna Sikora)



Młody osobnik jemioli *Viscum album* ssp. *austriacum* z oznakami infekcji grzybowej (czarne plamki na liściu) (fot. Katarzyna Sikora)



Drzewostan sosnowy pod wpływem suszy, zasiedlony przez jemiolę *Viscum album* ssp. *austriacum* i uszkodzony przez borecznikowate Diprionidae (fot. Tomasz Jabłoński)