

WPŁYW JEMIOŁY POSPOLITEJ JODŁOWEJ (*VISCUM ALBUM* SSP. *ABIETIS*) NA PRZYROSTY ROCZNE JODŁY POSPOLITEJ (*ABIES ALBA*)

Grzegorz Bukowiec✉, Bartłomiej Bednarz

Instytut Ochrony Ekosystemów Leśnych, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

ABSTRAKT

Badania przeprowadzono w drzewostanach jodłowych leśnictwa Kostrza, Nadleśnictwa Limanowa, w celu określenia wpływu jemioli pospolitej (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch.) na przyrosty radialne jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.). Do badań wybrano drzewa opianowane w różnym stopniu przez półpa-sożyta. Stwierdzono, iż małe nasilenie obecności jemioli w koronie jodeł (klasa 1) nie wpływało istotnie na szerokość rocznych pierścieni drewna, ale silniejsze zasiedlenie (klasa 2 i 3) powodowało istotne zwężenie przyrostów. Jemiola w czasie niedoborów wody, ze względu na silną transpirację, może się przyczyniać do zamierania opianowanych drzew.

Słowa kluczowe: *Viscum abietis*, jodła pospolita, chronologia słoju rocznych, dendrochronologia

WSTĘP

W ostatnim dziesięcioleciu w Europie obserwuje się zwiększenie dynamiki opianowywania jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) przez jemiolę jodłową (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch.) (Noetzli i in., 2003). Temu zjawisku często towarzyszą ataki szkodników owadzi, co może prowadzić do zmniejszenia żywotności jodeł i ich zamierania (Barbu, 2009a; Durand-Gillmann i in., 2012; Nanu, 1969). Rozprzestrzenianiu się jemioli występującej coraz powszechniej, zwłaszcza w rejonach śródziemnomorskich, sprzyjają też czynniki abiotyczne, np. lata suszy (Barbu, 2009a; Durand-Gillmann i in., 2012). Jemiola – jako półpa-sożyt czerpiący od gospodarza wodę z solami mineralnymi i związki azotowe – zwiększając transpirację, zwłaszcza w latach deficytu wody, powoduje silne osłabienie drzew (Durand-Gillmann i in., 2012).

W Polsce udział jemioli pospolitej jodłowej, na tle innych podgatunków *Viscum album* L. stanowi zaledwie 6%. Jemiola pospolita rozprzeczła *Viscum album*

subsp. *austriacum* – atakująca drzewa iglaste, a z nich głównie sosnę (*Pinus sylvestris* L.) – zajmuje 15,6% wszystkich stanowisk jemioli. Najliczniej i najczęściej jest jednak reprezentowana jemiola pospolita typowa *Viscum album* subsp. *album* (78,4%), zasiedlająca drzewa liściaste, np. topole, brzozy, lipy, klony czy jarzębiny (Stypiński, 1978; 1997).

Zasięg *Viscum album* subsp. *abietis* jest ściśle związany z rozmieszczeniem żywiciela – jodły pospolitej (Bojarczuk, 1970; Boratyńska i Boratyński, 1976; Stuchlikowa i Stuchlik, 1962).

Przeważnie uważa się, że jemiola rosnąca w koronie drzew nie przynosi szkody gospodarzowi. Jednak niekiedy, zwłaszcza w okresach suszy, może powodować częściowe lub nawet całkowite zamieranie opianowanych przez nią drzew (Barbu, 2009a; Nanu, 1969). Ograniczającym wpływem na szerokość słoju rocznych sosny (*Pinus sylvestris* L.) oraz wzrostem śmiertelności drzew przy porażeniu ciężkim przez

✉bukowiecgrzesiek@gmail.com

jemiolę zajmowali się: Meinzer i in. (2004), Dobbertin i Rigling (2006), Sangüesa-Barreda i in. (2012) oraz Cai-Feng Yan i in. (2016). Dodatkowo stwierdzono, że jemiola wpływała negatywnie nie tylko na wzrost i przyrosty roczne drzew, lecz także pobieranie wody, związków azotowych i produkcję węglowodanów.

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie czy zasiedlenie jodeł przez jemiolę pospolitą jodłową odgrywa istotną rolę w kształtowaniu się szerokości odkładanych przez drzewo przyrostów rocznych oraz czy stopień zainfekowania *Abies alba* półpasożytem znajdzie odzwierciedlenie w jej chronologii słoju rocznych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w drzewostanach leśnictwa Kostrza (N 49°46'58", E 20°9'46") w Nadleśnictwie Limanowa, położonym w Karpackiej Krainie przyrodniczo-leśnej (mezoregiony: Beskid Wyspowy, Makowski i Gorce) (Zielony i Kliczkowska, 2012). Na żyznych glebach brunatnych właściwych, stanowiących 7% terenu nadleśnictwa, wykształciły się siedliska lasu górskiego oraz lasu górskiego wilgotnego, na których najlepiej rosną jodły i buki. Część jodeł z tych siedlisk, na terenie leśnictwa Kostrza została zasiedlona przez krzewy jemioli pospolitej jodłowej *Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.

Badania przeprowadzono na przełomie września i października 2013 roku. Jodły pospolite, będące przedmiotem badań, zostały wytypowane losowo z drzewostanu głównego. Drzewa były opanowane w różnym stopniu przez jemiolę pospolitą jodłową. W ocenie stanu zasiedlenia pasożytem posłużono się skalą czterostopniową (Barbu, 2009a):

- klasa 0 – drzewa wolne od jemioli
- klasa 1 – małe porażenie; krzewy jemioli występują na bocznych gałęziach górnej części korony
- klasa 2 – umiarkowane porażenie; krzewy jemioli bardzo częste w koronie, obecność wysuszonych gałęzi oraz umiarkowane obrzęki wzdłuż gałęzi
- klasa 3 – ciężkie porażenie; krzewy jemioli występują na całej koronie i pniu drzew; jodły mają asymetryczne korony z zamierającym wierzchołkiem oraz ciężkie obrzęki wzdłuż gałęzi i na pniu.

Z każdej klasy zasiedlenia przez jemiolę wytypowano do badań po 11 drzew, łącznie 44 osobniki.

Drzewa charakteryzowały się prawidłową budową morfologiczną pnia i korony, nie wykazywały zewnętrznych oznak chorobowych (oprócz różnego stopnia zasiedlenia przez jemiolę) oraz były wolne od uszkodzeń mechanicznych. Pomierzono pierśnicę i obwód badanych drzew. Z wytypowanych drzew, za pomocą świdra Presslera, na wysokości pierśnicy, od strony północnej i wschodniej pobrano po dwa dorodniowe wywierty, łącznie 88 prób.

Zebrane próbki drewna wysuszono w laboratorium w temperaturze pokojowej, a następnie, po wykonaniu przekroju poprzecznego, zeskanowano i pomierzono szerokości słoju rocznych z dokładnością do 0,05 mm za pomocą przyrostomierza „PRZYROST WP SGM” firmy BIOtronic. Otrzymane wartości przekonwertowano do formatu TUSCON i przeanalizowano z zastosowaniem programu COFECHA, weryfikującego homogeniczność i poprawność wykonania pomiaru. Dla każdej grupy drzew w wyróżnionych klasach opanowania przez jemiolę uzyskano średnie szerokości słoju rocznych i wykreślono odpowiednie krzywe. Dane pomiarowe poddano analizie statystycznej na istotność różnic między szerokościami słoju rocznych w poszczególnych klasach porażenia. W tym celu bezwzględnie datowane rzeczywiste średnie szerokości rocznych pierścieni drewna podzielono na dwa okresy. Pierwszy obejmował lata 1896–2005, natomiast drugi – lata 2006–2013. Podział przyjęto ze względu na wyjątkowo silną i długotrwałą suszę, panującą w Polsce w czerwcu i lipcu 2006 roku (Lorenc i in., 2006). Analizy statystyczne do oceny normalności rozkładu przeprowadzono testem Shapiro-Wilka w programie Statsoft Statistica 10.

Dla wnioskowania statystycznego istotności różnic w średnich szerokościach słoju rocznych badanej grupy drzew lub dla ich braku przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Postawiono hipotezę zerową (H_0): średnie wartości szerokości słoju rocznych w poszczególnych klasach porażenia są takie same. Założono też hipotezę alternatywną (H_A): istnieją przynajmniej dwie klasy porażenia, których średnie szerokości rocznych pierścieni drewna różnią się istotnie. Obliczono wartość H , która ma rozkład χ^2 o liczbie stopni swobody równej liczbie porównywanych grup minus 1 (Rutkowska i Socha, 2005). Po stwierdzeniu braku zgodności rozkładu zmiennej z rozkładem normalnym, dalsze wnioskowanie statystyczne oparto na nieparametrycznych

testach Kruskala-Wallisa na istotność różnic pomiędzy średnimi z prób niezależnych. Następnie za pomocą testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa (Statsoft Statistica 10) przeprowadzono porównania wielokrotne średnich rang wszystkich prób w celu sprawdzenia różnic w szerokościach słoików rocznych badanych jodeł w wyróżnionych klasach porażenia jemiolą.

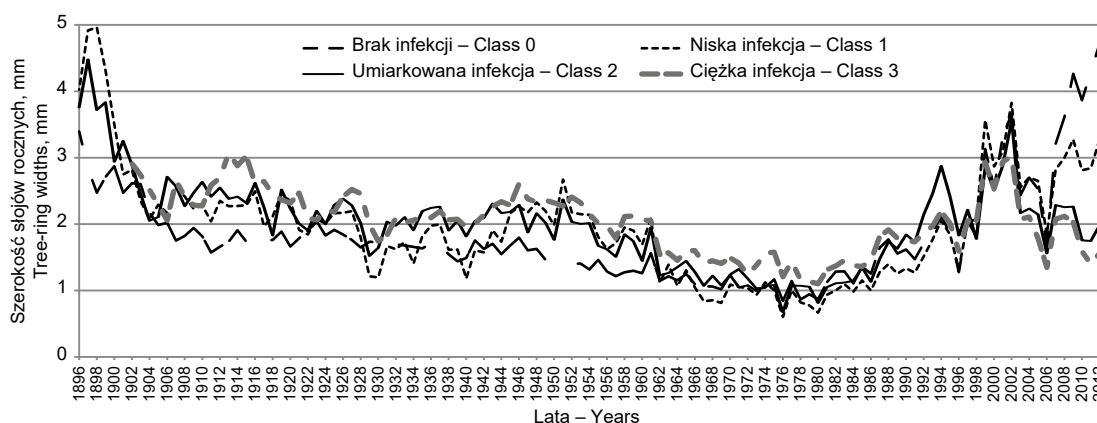
WYNIKI

Badane jodły pospolite były drzewami liczącymi ponad 100 lat, a ich chronologie sięgały 1896 roku. Średni obwód wszystkich badanych drzew wyniósł 140 cm, przy średniej pierśnicy 46 cm.

Porównanie chronologii słoików rocznych jodeł, w zależności od stopnia ich opanowania przez jemiolę jodłową, przeprowadzono w odniesieniu do wyróżnionych dwóch okresów: pierwszego obejmującego lata 1896 do 2005 i drugiego trwającego od 2006 do 2013 roku. W pierwszym przedziale czasowym analizowane chronologie porażonych jodeł charakteryzowały się bardzo zbliżonym przebiegiem w odróżnieniu od drzew nieporażonych. W drugim okresie wystąpiły wyraźne różnice między wyróżnionymi klasami opanowania drzew przez jemiolę.

W przebiegu wszystkich wykreślonych krzywych w latach 1896–1904 obserwowano zmniejszenie szerokości słoików rocznych. W kolejnym okresie

szerokość rocznych pierścieni drewna ulegała nadal powolnemu zmniejszaniu, do minimum przyrostowego zanotowanego w drugiej połowie lat siedemdziesiątych XX wieku. Szerokość słoików rocznych ulegała łagodnemu zwiększaniu się od początku lat osiemdziesiątych do 1994 roku. Dalsze lata to okres gwałtownych zmniejszeń i zwiększeń aktywności przyrostowej drzew. W 2006 roku, który był posuszny (Lorenc i in., 2006), wystąpiło największe zmniejszenie przyrostu w historii życia wszystkich drzew. Od tego roku, w drugim wyróżnionym okresie, nastąpiło wyraźne zróżnicowanie przebiegu chronologii, w zależności od stopnia zainfekowania przez jemiolę. U drzew wolnych od jemioli (klasa 0) zaznaczył się duży wzrost szerokości słoików rocznych, sięgający 4,719 mm w 2012 roku. Osobniki lekko porażone (klasa 1) przyrastały nieco słabiej, natomiast znacznie słabszym przyrostem radialnym cechowały się jodły z klasy 2 porażenia, a jodły z klasy 3 przyrastały na grubość najslabiej, odkładając w 2012 roku słoik o szerokości zaledwie 1,4 mm. Drzewa wszystkich klas porażenia *Viscum album* ssp. *abietis* charakteryzowały się zdecydowanym zmniejszeniem szerokości słoików rocznych w 2013 roku, przy czym najsilniej porażone drzewa (klasa 3) uzyskiwały najmniejszą szerokość słoików, na poziomie 1 mm. W tym samym czasie jodły wolne od jemioli (klasa 0) odkładały słoje szersze ponad trzykrotnie (3,5 mm; rys. 1).



Rys. 1. Przebieg chronologii szerokości słoików rocznych, wykreślonych dla jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) z Nadleśnictwa Limanowa, opanowanej w różnym stopniu przez jemiolę pospolitą jodłową (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch.)

Fig. 1. Tree-ring widths chronology of silver fir (*Abies alba* Mill.) from Limanowa Forest District, inhabited in varying degrees with common fir mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch.)

Tabela 1. Wyniki testu wielokrotnych porównań z wartościami prawdopodobieństwa $p \leq 0,05$, wykonanego dla średnich szerokości słoików rocznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) z Nadleśnictwa Limanowa w wyodrębnionych czterech klasach porażenia jemiolą pospolitą jodłową (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.)

Table 1. The results of multiple comparisons test with the values of probability $p \leq 0.05$ performed for average tree ring widths of silver fir (*Abies alba* Mill.) from Limanowa Forest District separated in four classes of white mistletoe inhabiting

Zmienna zależna: szerokość słoików rocznych Dependent variable: tree ring widths mm	Wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych) zmienna niezależna (grupująca): klasa porażenia jemiolą Test Kruskala-Wallisa: $H(3, N = 466) = 16,66076, p = 0,0008$ P -value for multiple comparisons (bilateral) Independent variable (grouping): class of white mistletoe inhabiting Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 466) = 16.66076, p = 0.0008$			
	0	1	2	3
0	–	0,174465	0,012519*	0,000716*
1	0,174465	–	1,000000	0,541989
2	0,012519*	1,000000	–	1,000000
3	0,000716*	0,541989	1,000000	–

*Istotne różnice na poziomie $\alpha \leq 0,05$.

*Significant differences at $\alpha \leq 0.05$.

Określając normalność rozkładu, stwierdzono (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$), że nie zostały spełnione założenia dla testów parametrycznych. W dalszym etapie analiz statystycznych użyto testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa do oceny istotności różnic w rzeczywistych szerokościach słoików rocznych badanych jodeł dla całego okresu oraz z podziałem na dwa przedziały czasowe. Dla całego okresu otrzymano wartość $p < 0,05$, odrzucono więc hipotezę H_0 o równości średnich szerokości słoików rocznych we wszystkich klasach porażenia jemiolą pospolitą jodłową. Przeprowadzone analizy potwierdziły istnienie okresów o różnej średniej szerokości słoików rocznych (hipoteza H_A). Wykazano, że istnieją przynajmniej dwie klasy porażenia jemiolą, dla których średnie szerokości słoików rocznych są istotnie różne. Stwierdzono również, że istotnie różnią się średnie szerokości rocznych pierścieni drewna drzew zdrowych (klasa 0) oraz porażonych w stopniu umiarkowanym i ciężkim (klasy 2 i 3). Różnice istotne nie wystąpiły w przypadku drzew zaatakowanych w stopniu niskim (klasa 1) i drzew zdrowych (klasa 0), a co za tym idzie, przyjęto hipotezę o ich równości (tab. 1).

Podobne wyniki uzyskano podczas testu porównań wielokrotnych z podziałem na dwa okresy. Stwierdzono, że istnieją przynajmniej dwie klasy porażenia

w wyróżnionych okresach, w których średnie szerokości słoików rocznych różnią się istotnie. W latach 1896–2005 (1 okres) wykazano istotne różnice między niezasiadlonymi osobnikami a porażonymi w stopniu 2 i 3. Tak samo istotne statystycznie różnice wystąpiły między jodłami w klasie 1 porażenia i jodłami w klasie 3. Analogiczne wyniki otrzymano również dla okresu drugiego, w latach 2006–2013 (tab. 2).

DYSKUSJA

Zagadnieniem wpływu ataku jemioli pospolitej jodłowej na przyrost radialny *Abies alba* Mill. zajmowali się przede wszystkim Barbu i Barbu (2005) oraz Barbu (2007; 2009a; 2009b), a także Lange (1986) i Watson (2001). Badania przeprowadzone przez Barbu i Barbu (2005) oraz Barbu (2007; 2009a; 2009b) na terenie wschodnich Karpat wykazały znaczne zróżnicowanie w tempie wzrostu drzew o różnym stopniu (klasie) zainfekowania jemiolą. Przyrosty jodeł 2 i 3 klasy porażenia były mniejsze niż przyrosty drzew w klasie 1. Barbu (2009a; 2009b) stwierdziła, że ważną przyczyną zróżnicowania są zabiegi hodowlane (trzebieże) oraz okresowe stropy termiczne, a przede wszystkim susza. Po nagłej zmianie warunków świetlnych i wilgotnościowych przyrosty zaatakowanych

Tabela 2. Wyniki testu wielokrotnych porównań z wartościami prawdopodobieństwa $p \leq 0,05$, wykonanego dla średnich wartości rzeczywistych szerokości słoju rocznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) z Nadleśnictwa Limanowa w wyodrębnionych czterech klasach porażenia jemiolą pospolitą (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.), podzielonych na dwa okresy: lata 1896–2005 i 2006–2013

Table 2. The results of multiple comparisons test with the values of probability $p \leq 0.05$ performed for average tree ring widths of silver fir (*Abies alba* Mill.) from Limanowa Forest District separated in four classes of white mistletoe inhabiting divided into two periods: 1896–2005 and 2006–2013

Zmienna zależna: szerokość słoju rocznych Dependent variable: tree ring widths mm	Wyniki zagregowane wartość p dla porównań wielokrotnych (dwustronnych) zmienna niezależna (grupująca): klasa porażenia jemiolą Aggregated results P -value for multiple comparisons (bilateral) Independent variable (grouping): class of white mistletoe inhabiting				
	kod okresu period code	0	1	2	3
	0	1	–	0,105215	0,000463*
1	1	0,105215	–	0,687940	0,038352*
2	1	0,000463*	0,687940	–	1,000000
3	1	0,000002*	0,038352*	1,000000	–
0	2	–	1,000000	0,013071*	0,000480*
1	2	1,000000	–	0,372663	0,036311*
2	2	0,013071*	0,372663	–	1,000000
3	2	0,000480*	0,036311*	1,000000	–

*Istotne różnice na poziomie $\alpha \leq 0,05$.

*Significant differences at $\alpha \leq 0.05$.

jodeł pospolitych wykazywały tendencję spadkową, zwłaszcza u porażonych najbardziej. Przyczyną negatywnego oddziaływania jemioli na przyrost radialny drzew jest jej intensywniejsze tempo transpiracji niż drzewa gospodarza, gdyż jest to niezbędne do prawidłowego funkcjonowania pasożyta i poboru właściwej ilości azotu od opanowanej rośliny dla wytwarzania biomasy krzewu (Escher i in., 2004; Popp i Richter, 1998). W konsekwencji ksylem gospodarza traci pierwotną przewodność i gałęzie usytuowane nad miejscem porażenia jemiolą są słabo zasilane wodą (Ehleringer i in., 1985). Powoduje to przedwczesną utratę igieł i zamieranie całych obszarów drzewa opanowanego przez półpasożyta (Mathiasen i in., 2008).

Według Barbu (2007; 2010) zasiedlenie jodeł przez *Viscum album* ssp. *abietis* wpływa także na znaczne zmniejszenie długości igieł i powoduje przedwczesną

ich utratę. Defoliacja korony bardzo redukuje powierzchnię asymilacyjną jodły, co odbija się na przyrostach radialnych drzewa-żywiciele jemioli. Zmniejszenie rozmiaru i osłabienie żywotności igieł wzrasta wprost proporcjonalnie wraz ze stopniem porażenia jemiolą.

Podobne zależności uzyskano w badaniach prezentowanych w niniejszej pracy. U drzew zasiedlonych jemiolą jodłową stwierdzono zmniejszenie szerokości rocznych pierścieni drewna, zwłaszcza drzew zaatakowanych w stopniach umiarkowanym i ciężkim (klasa 2 i 3). Analizując przebieg rzeczywistych chronologii słoju rocznych jodeł pospolitych w różnym stopniu opanowanych przez jemiolę pospolitą jodłową, wykazano, że drzewa najsilniej porażone przez *Viscum album* ssp. *abietis* (klasa 3) odkładały najwęższe słoje rocznego przyrostu, kilkakrotnie węższe niż osobniki

bez jemioli (klasa 0). W przebiegu bezwzględnie datowanych chronologii słoju rocznych badanej grupy jodeł można stwierdzić także, że przyczyną wyraźnego zróżnicowania szerokości rocznych pierścieni drewna u wszystkich drzew po 2006 roku było negatywne oddziaływanie elementów klimatycznych, w tym suszy. Rok 2006 w Polsce był jednym z bardziej suchych w ostatnich dekadach (Lorenc i in., 2006). Przy deficycie wody duża transpiracja krzewów jemioli musiała wpływać na zwiększenie niedoboru wody dla drzew i zaznaczyć się wyraźnym zwężeniem słoju rocznych, proporcjonalnym do stopnia zasiedlenia drzew przez jemiolę *Viscum album* ssp. *abietis*.

Na uwagę zasługuje również spostrzeżenie zarówno Barbu i Barbu (2005) oraz Barbu (2007; 2009a; 2009b) i Duranda-Gillmanna (2012), jak i własne, że w drzewostanie z silnie zwartymi drzewami *Viscum album* ssp. *abietis*, jako gatunek wybitnie światłoządny, atakuje przede wszystkim osobniki górzące i panujące (I i II klasy Krafta). Dlatego przy znacznym zwarcu półpaśżyt nie powoduje znaczących szkód w przyroście całego drzewostanu. Natomiast rozluźnienie zwarcia i poprawa warunków świetlnych sprzyja rozmnażaniu i rozwojowi jemioli jodłowej (Uscuplic, 1992). Usuwanie zaatakowanych drzew z drzewostanu wydaje się niewłaściwym sposobem redukcji rozmiaru infekcji. Występowanie jemioli pospolitej jodłowej w koronach jodeł nie musi być czynnikiem mocno osłabiającym witalność drzew, dopóki nie wystąpią silne bodźce natury nieożywionej, zwłaszcza susza.

WNIOSKI

- Jemiola pospolita jodłowa (*Viscum album* ssp. *abietis*) wywiera negatywny wpływ na drzewa i ogólną zdrowotność lasów, zwłaszcza w sytuacji niedoborów wody.
- Wpływ pasożytnictwa jemioli na szerokość słoju rocznych jest skorelowany ze stopniem porażenia drzew.
- Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w przyroście radialnym między drzewami wolnymi od jemioli (klasa 0) a porażonymi w stopniu niskim (klasa 1).
- Statystycznie istotne różnice wystąpiły między drzewami z klas 0 i 1 a drzewami porażonymi w stopniu umiarkowanym i ciężkim (klasy 2 i 3).

PIŚMIENNICTWO

- Barbu, I. (1995). Cercetări privind reconstrucția ecologică a ecosistemelor forestiere din zonele cu uscare intensă din raza filialei teritoriale Suceava prin revenirea la fostele arbotere naturale. [Referat końcowy].
- Barbu, C. (2007). Aspects regarding mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection symptoms in Silver fir stands. Lucrările sesiunii științifice „Pădurea și dezvoltarea durabilă” (p. 183–189). Brașov: Universității Transilvania.
- Barbu, C. (2009a). Impact of mistletoe attack (*Viscum album* ssp. *abietis*) on radial growth of Silver fir. A case study in the North of Eastern Carpathians. Ann. Forest Res., 52(1), 89–96.
- Barbu, C. (2009b). Ecophysiological researches in silver fir stands of Obcinele Bucovinei, infected by mistletoe. Facultatea de Silvicultură și Exploatarea Forestiere, Universitatea “Transilvania” din Brașov.
- Barbu, C. (2010). The incidence and distribution of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on Silver fir (*Abies alba* Mill.) stands from Eastern Carpathians. Ann. For. Res., 53(1), 27–36.
- Barbu, I., Barbu, C. (2005). Silver fir in Romania. București: Tehnică Silvică.
- Bojarczuk, T. (1970). Wyniki dalszych obserwacji nad występowaniem jemioli pospolitej (*Viscum album* L.) w Arboretum Kórnickim. Poznań: Arb. Kórnic.
- Boratyńska, K., Boratyński, A. (1976). *Viscum album* L. – jemiola pospolita, *Viscum laxum* Boiss – jemiola rozpierzchna. W: K. Browicz (red.), Atlas rozmieszczenia drzew i krzewów w Polsce, 19. Warszawa – Poznań: PWN.
- Cai-Feng, Yan, Gessler, A., Rigling, A., Dobbertin, M., Xing-Guo, Han, Mai-He, Li (2016). Effects of mistletoe removal on growth, N and C reserves, and carbon and oxygen isotope composition in Scots pine hosts. Tree Physiol., 36(5), 562–575.
- Dobbertin, M., Rigling, A. (2006). Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland. Forest Pathol., 36, 309–322.
- Durand-Gillmann, M., Cailleret, M., Boivin, T., Nageleisen, L. M., Davi, H. (2012). Individual vulnerability factors of Silver fir (*Abies alba* Mill.) to parasitism by two contrasting biotic agents: mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *abietis*) and bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) during a decline process. Ann. Forest Sci., 71, 6, 659–673. <http://dx.doi.org/10.1007/s13595-012-0251-y>
- Ehleringer, J. R., Schulze, E. D., Ziegler, H., Lange, O. L., Farquhar, G. D., Cowar, I. R. (1985). Xylem – tapping

- mistletoes: water or nutrient parasites. Science, 227, 1479–1481.
- Escher, P., Eiblmeier, M., Hetzger, I., Rennenberg, H. (2004). Spatial and seasonal variation in amino compounds in the xylem sap of a mistletoe (*Viscum album*) and its hosts (*Populus* spp. and *Abies alba*). Tree Physiol., 24, 639–650.
- Lange, K. (1986). Jahrringanalytische Untersuchungen an Weisstannen (*Abies alba* Mill.) im Churer Rheintal mit besonderer Berücksichtigung der Mistel (*Viscum album* L.) [materiały niepublikowane, praca dyplomowa]. Zürich: Inst. System. Bot. Univ. Zürich.
- Lorenc, H., Laskowska, A., Ceran, M., Mirkiewicz, M., Sasił, M., Wita, A. (2006). Susza w Polsce – 2006 rok (przyczyny, natężenie, zasięg, wnioski na przyszłość). Raport Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa: IMiGW.
- Mathiasen, R. L., Nickrent, D. L., Shaw, D. C., Watson, D. M. (2008). Mistletoes: pathology, systematics, ecology and management. Plant Dis., 92, 988–1006.
- Mainzer, F. C., Woodruff, D. R., Shaw, D. C. (2004). Integrated responses of hydraulic architecture, water and carbon relations of western hemlock to dwarf mistletoe infection. Plant Cell Environ., 27, 937–946.
- Nanu, N. (1969). *Viscum album* L., a parasite in *Abies alba* stands on the calcareous Anina-ravita plateau. Rev. Padur., 84, 177–178.
- Noetzli, K. P., Müller, B., Sieber, T. N. (2003). Impact of population dynamics of white mistletoe (*Viscum album* subsp. *abietis*) on European silver fir (*Abies alba*). Ann. Sci., 60, 773–779.
- Popp, M., Richter, A. (1998). Ecophysiology of xylem-tapping mistletoes. Prog. Bot., 59.
- Rutkowska, L., Socha, J. (2005). Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu Statistica [materiały dydaktyczne]. Kraków: Kat. Dendrom. AR.
- Sangüesa-Barreda, G., Linares, J. C., Camarero, J. J. (2012). Mistletoe effects on Scots pine decline following drought events: insights from within-tree spatial patterns, growth and carbohydrates. Tree Physiol., 32(5), 585–598.
- Stuchlikowi, B., Stuchlik, L. (1962). Geobotaniczna charakterystyka pasma Policy w Karpatach Zachodnich. Fragm. Flor. Geobot., 8(3), 229–396.
- Stypiński, P. T. (1978). Wstępowanie jemioli pospolitej na Pojezierzu Mazurskim. Olsztyn: Wyższa Szkoła Pedagogiczna.
- Stypiński, P. T. (1997). Biologia i ekologia jemioli pospolitej (*Viscum album*, *Viscaceae*) w Polsce. Kraków: Inst. Bot. W. Szafera PAN.
- Uscuplic, M. (1992). Influence of forest management on the occurrence of silver fir mistletoe (*Viscum album* L.). Glasn. Sumarsk. Fakult. Univ. Beograd., 74, 7–18.
- Watson, D. M. (2001). Mistletoe – a keystone resource in forests and woodlands worldwide. Ann. Rev. Ecol. Syst., 32, 219–249.
- Zielony, R., Kliczkowska, A. (2012). Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. Warszawa: CILP.

EFFECT OF COMMON FIR-TREE MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* SSP. *ABIETIS*) ON TREE-RING WIDTHS OF SILVER FIR (*ABIES ALBA*)

ABSTRACT

Investigations were carried out in silver fir forests in Kostrza Forest Division, Limanowa Forest District, in order to determine how common mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Janch.) affects the radial growth of the silver fir (*Abies alba* Mill.). The trees in different degree of inhabiting by half-parasite were selected for the study. *Abies alba* infected at low degree (class 1) showed no decrease of tree-ring widths while the mistletoe parasitism consequences were not significant. However at the higher levels of fir crowns colonization (classes 2 and 3) the presence of white mistletoe significantly reduced annual tree-ring widths. During water deficiency period the common fir mistletoe, due to its high water transpiration, could be an important factor contributing to the silver fir decay.

Keywords: *Viscum abietis*, silver fir, tree-ring chronology, dendrochronology