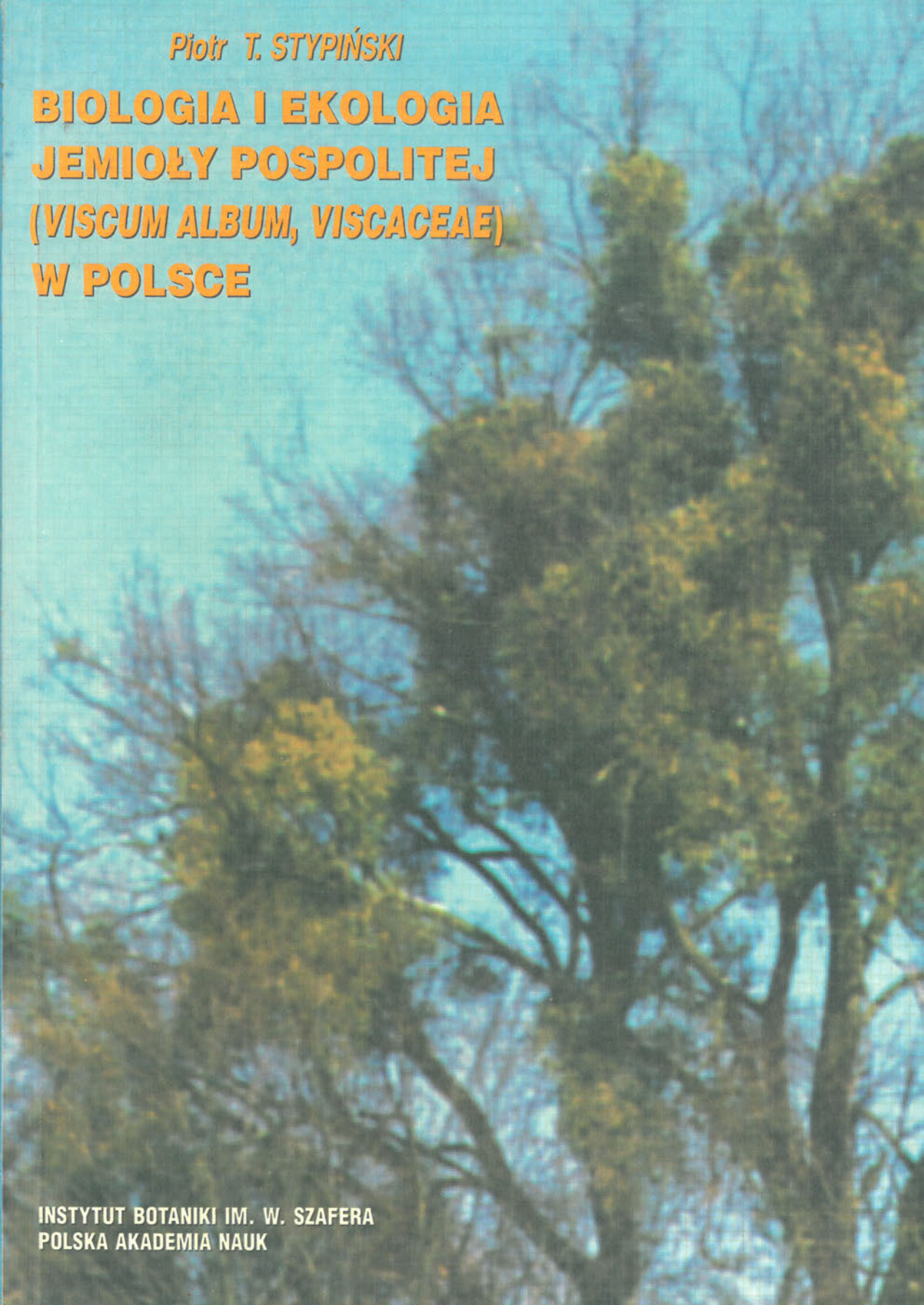
Piotr T. STYPIŃSKI

BIOLOGIA I EKOLOGIA JEMIOŁY POSPOLITEJ (*VISCUM ALBUM, VISCACEAE*) W POLSCE



INSTYTUT BOTANIKI IM. W. SZAFERA
POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Botaniki im. W. Szafera
Polska Akademia Nauk

FRAGMENTA FLORISTICA ET GEOBOTANICA

SERIES POLONICA

ANN. IV

Kraków
1997

RADA REDAKCYJNA

JERZY WOŁEK (Kraków) – Przewodniczący

ADAM BORATYŃSKI (Kórnik)
STANISŁAW CIEŚLIŃSKI (Kielce)
ARTHUR COPPING (Diss)
ZBIGNIEW DZWONKO (Kraków)
JERZY FABISZEWSKI (Wrocław)
KRZYSZTOF JĘDRZEJKO (Katowice)
MARTA MIZIANTY (Kraków)
KRZYSZTOF ROSTAŃSKI (Katowice)
JERZY SZWEYKOWSKI (Poznań)
KATARZYNA TURNAU (Kraków)
KONRAD WOŁOWSKI (Kraków)
ADAM ZAJĄC (Kraków)
WALDEMAR ŻUKOWSKI (Poznań)

REDAKTOR
LUDWIK FREY

SEKRETARZ REDAKCJI
MAGDALENA SZCZEPANIAK

Adres Redakcji: Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk
ul. Lubicz 46, PL–31–512 Kraków, Polska

PROJEKT OKŁADKI
J. W. WIESER

FOTOGRAFIA NA OKŁADCE
PIOTR T. STYPIŃSKI

ŁAMANIE KOMPUTEROWE
MARIAN WYSOCKI

Wydano z pomocą finansową Komitetu Badań Naukowych

Copyright © W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences 1997

All Rights Reserved
No part of this book may be reproduced for collective use in any form by photostat, microfilm, or in any other means, without written permission from the publisher

Published, sold and distributed by W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences
Lubicz 46, PL–31–512 Kraków, Poland

Printed in Poland

ISSN: 1233–0132 ISBN: 83–85444–50–5

DRUKARNIA KOLEJOWA, KRAKÓW, UL. BOSACKA 6

Fragm. Flor. Geobot. Ser. Polonica, Suppl. 1: 3–115, 1997

Biologia i ekologia jemioły pospolitej (Viscum album, Viscaceae) w Polsce

PIOTR T. STYPIŃSKI

STYPIŃSKI, P. T. 1997. Biology and ecology of the European mistletoe (*Viscum album,* Viscaceae) in Poland. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Series Polonica*, *Supplementum* 1: 3–115. Kraków. PL ISSN 1233–0132.

ABSTRACT: The findings of the investigations concern *Viscum album* L., *Viscaceae*. The knowledge status related to its taxonomic position, phylogenesis and origin on the European continent, as well as its endophytic system have been analysed. Physiological issues included the mechanism of uptake and accumulation of chemical elements – both those necessary for living and toxic ones. It has been found out that common mistletoe produces over 100 organic compounds. A wide range of *Viscum album* hosts in Poland (194 taxa) has been analysed. In Poland there are 3 *Viscum album* subspecies (subsp. *abietis*, subsp. *album* and subsp. *austriacum*). It has been found that the number of sites of the mentioned subspecies amounts to 4784. The most frequent in occurrence is *V. a.* subsp. *album* (78,41% of sites). During the author's investigation conducted in Olsztyn Lake District (Poland) in 1989, 900 specimens of *V. album* were collected, their 6 traits and population structure were analysed. The intensity of fructification and biomass production, depending on biotic and abiotic factors, were studied. In addition, the age and sex structures were investigated. Within the age structure, 6 age classes were distinguished (I-VI). The age class II specimens (10–14 years) and class III specimens (15–19 years) constituted 87% of the whole population (900 specimens). Within the sex structure, a dominations of females specimens over male specimens (M:F = 1:7.55, sex ratio) was found. Besides, the utilization, control and protection of *Viscum album* were analysed. Its traits against other parasitic species were compared and its role in biological sciences was analysed.

KEY WORDS: *Viscum*, taxonomy, ecology, biology, origin, Europe, Poland, morphology, population, structure, variability

P. T. Stypiński, Zakład Botaniki, Instytut Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Olsztynie, ul. Żołnierska 14, PL–10–561 Olsztyn, Polska

SPIS TREŚCI

CZĘŚĆ 1: WSPÓŁCZESNY STAN BADAŃ – PRZEGLĄD WYBRANYCH ZAGADNIEŃ

WSTĘP 5
STANOWISKO TAKSONOMICZNE JEMIOŁY 5
POCHODZENIE JEMIOŁY NA KONTYNENCIE EUROPEJSKIM W ŚWIETLE BADAŃ PALEOBOTANICZNYCH 8
OGÓLNY ZASIĘG I UWARUNKOWANIA KLIMATYCZNE *VISCUM ALBUM* L. 10
STAN BADAŃ NAD ROZMIESZCZENIEM JEMIOŁY POSPOLITEJ W POLSCE 12
ŻYWICIELE JEMIOŁY 17

MORFOLOGIA I BIOLOGIA JEMIOŁY ... 25
Morfologia jemioły ... 25
Rozmnażanie i rozsiewanie ... 27
Rozwój, budowa i funkcjonowanie systemu endofitycznego ... 33
Wybrane zagadnienia z fizjologii ... 39
Pobieranie wody i soli mineralnych oraz transpiracja ... 39
Proces fotosyntezy ... 42
Synteza związków organicznych ... 42
WYKORZYSTANIE DO CELÓW PRAKTYCZNYCH, ZAGROŻENIE I OCHRONA JEMIOŁY ... 48
Wykorzystanie jemioły ... 48
Choroby i szkodniki ... 49
Zwalczanie jemioły ... 50
Ochrona jemioły ... 51
FORMY PASOŻYTNICTWA U JEMIOŁ ... 51
PODSUMOWANIE ... 53

CZĘŚĆ 2: ZMIENNOŚĆ CECH I STRUKTURA POPULACJI JEMIOŁY POSPOLITEJ

WSTĘP ... 56
MATERIAŁ I METODY ... 56
ZMIENNOŚĆ CECH OSOBNIKÓW JEMIOŁY ... 59
Subpopulacje z Białowieży, Golubia Wężewskiego, Ciechocinka, Kwidzyna, Szczecina i Wrocławia ... 59
Roczne przyrosty pędów jemioły w Białowieży i Golubiu Wężewskim ... 60
Roczne przyrosty pędów jemioły w Ciechocinku, Kwidzynie, Szczecinie i Wrocławiu ... 64
Subpopulacje z Pojezierza Mazurskiego ... 68
Zależność owocowania osobników i liczby owocujących *Stipites Visci* jemioły od wieku i gatunku żywiciela ... 68
Liczba owocujących osobników ... 68
Liczba owocujących *Stipites Visci* ... 68
Liczba i sucha masa owoców ... 68
Średnia sucha masa owocującego osobnika jemioły ... 70
Udział owoców w biomasie osobnika jemioły ... 70
Zależność owocowania od ekspozycji osobników jemioły w koronie żywiciela w stosunku do stron świata ... 72
Rozmieszczenie osobników jemioły w zależności od ekspozycji ... 72
Produkcja owoców w zależności od ekspozycji ... 73
Zależność owocowania od położenia osobników jemioły na różnych poziomach korony żywiciela ... 75
Rozmieszczenie osobników jemioły na różnych poziomach korony żywiciela ... 75
Kształtowanie się liczby i suchej masy owoców jemioły w zależności od położenia na różnych poziomach korony ... 77
Zmienność biomasy osobników jemioły w zależności od ich wieku ... 80
Zmienność liczebności i suchej masy osobników jemioły w zależności od wyróżnionych klas wieku i płci jemioły oraz gatunku żywiciela ... 81
Zmienność liczebności i suchej masy żeńskich, kwiatowych *Stipites Visci* w zależności od wyróżnionych klas wieku i płci jemioły oraz gatunku żywiciela ... 89
STRUKTURA POPULACJI JEMIOŁY ... 90
Struktura płci ... 90
Wpływ wieku żywiciela na zmienność liczebności i suchej masy osobników jemioły w kategoriach płci ... 91
Struktura wieku ... 91
DYSKUSJA ... 96
WNIOSKI ... 100
LITERATURA ... 102
SUMMARY ... 114
INDEKS ŁACIŃSKICH NAZW ROŚLIN ... 115

CZĘŚĆ 1: WSPÓŁCZESNY STAN BADAŃ – PRZEGLĄD WYBRANYCH ZAGADNIEŃ

Wstęp

Mało jest w przyrodzie roślin nie wykorzystywanych gospodarczo przez człowieka, które wzbudzałyby tak powszechne zainteresowanie jak jemioła. Na pewno mają w tym swój udział związane z nią legendarne opowieści, obyczaje, czy też przypisywane jej właściwości.

To zainteresowanie sprawiło, że jemioła od wieków wykorzystywana była w celach praktycznych i kulturowych. Od dawna jest też przedmiotem zainteresowania w różnych dziedzinach nauki, na przykład stanowi główny obiekt w badaniach nad pasożytnictwem roślin naczyniowych (Moeves 1918; Tubeuf 1923; Szczerbiński 1926; Kołodziejczyk 1946; Barlow 1987 i in.).

W medycynie wykorzystywana jest jako lek wspomagający w terapii przeciwnowotworowej oraz jako lek obniżający ciśnienie krwi (Borkowski 1970; Bock & Salazer 1980; Bocci 1993; Kołodziejak-Nieckuła 1994; Niedworok 1994).

W ochronie przyrody spełnia rolę fitoindykatora skażeń środowiska przyrodniczego metalami ciężkimi (Stypiński 1981; Nováček & Teterová 1987; Stypiński i in. 1990). Nawet w dietetyce znajduje swoje miejsce, ponieważ jak się przekonano, pewne gatunki jemioły są wykorzystywane przez niektóre społeczności ludzkie dla celów spożywczych (Tubeuf 1923; Barlow 1987).

Chociaż jemioła należy do jednej z lepiej poznanych grup roślin, ciągle wzbudza wiele emocji w świecie nauki, a wiele problemów wciąż czeka na rozwiązanie.

W trakcie licznych badań zajmowano się różnymi aspektami jej budowy, funkcjonowania, rozmieszczenia oraz wymaganiami siedliskowymi.

Najwięcej uwagi poświęcono zagadnieniom fizjologicznym, szczególnie rozpoznawaniu związków przyczynowo-skutkowych w reakcji środowisko abiotyczne (gleba, atmosfera) – gatunek żywiciela – jemioła jako pasożyt.

W tej części niniejszego opracowania przedstawiony zostanie obecny stan badań nad gatunkami jemioły w formie przeglądu następujących wybranych zagadnień dotyczących: taksonomii i filogenezy rodzaju *Viscum*, historii jemioły w Europie, zasięgu i wymagań klimatycznych jemioły, rozmieszczenia jemioły na terenie Polski, morfologii i biologii jemioły, praktycznego wykorzystania, zagrożenia i ochrony jemioły oraz form pasożytnictwa różnych gatunków jemioły i żywicieli.

Stanowisko taksonomiczne Jemioły

Nazwa ***jemioła*** w języku polskim odnosi się do przedstawicieli rodzaju *Viscum* L. Jest to roślina krzewiasta, półpasożyt drzew i krzewów. Już w roku 1740 Michele (cyt. za Spau-

stem 1895) w dziele „*Le Orobanche*" nazywa pewne rośliny „*Plantae parasiticae*". Do tej grupy zalicza on również jemiołę jako roślinę pobierającą pożywienie z żywych roślin. Kluk (1846) roślinę tę nazywa jemiołą zwyczajną albo podszewicą. Od pierwszej połowy XVIII w. aż do czasów współczesnych stanowisko systematyczne i filogeneza jemioły były różnie przedstawiane.

Większość roślin pasożytniczych, w tym również *Viscum,* botanicy tradycyjnie włączają do rodziny *Loranthaceae* Juss. (Kuijt 1969; Visser 1981). Pogląd ten znajduje swój wyraz m.in. w dotychczasowych ujęciach systematycznych (Tubeuf 1923; Fischer 1926; Cowan 1928; Stopp 1961; Heywood 1964; Heywood & Edmondson 1993).

Jednak pozycja taksonomiczna jemioły jako wynik całej wiedzy o pochodzeniu, ewolucji, rozmieszczeniu i biologii, od początku wywoływała sprzeczne opinie. Wyodrębnienie nowej rodziny *Viscaceae* z dotychczasowej rodziny *Loranthaceae* s. lato w rzędzie *Santalales* nie powinno wzbudzać wątpliwości ze względu na różne ewolucyjne rodowody oraz sposoby pasożytowania na gałęziach i innych organach drzew żywicieli.

Propozycję podziału rodziny *Loranthaceae* s. lato na dwie rodziny – *Loranthaceae* D. Don. s. stricto i *Viscaceae* Miq. proponowali Miers 1851, Miquel 1856 i Agardh 1858 (cyt. za Barlowem 1964). Barlow (1964) twierdzi, że zgromadzono wystarczającą ilość dowodów, szczególnie z zakresu morfologii i embriologii, żeby dwie szeroko uznawane podrodziny *Loranthoideae* Engl. i *Viscoideae* Engl., które są niezależnymi grupami roślin podnieść do rangi rodzin *Loranthaceae* i *Viscaceae*. Podkreśla również, że chociaż obie rodziny mają niezależne pochodzenie, to jednak ich przodków należy szukać w rodzinie *Santalaceae* R. Br.

Według wspomnianego autora, sandałowcowate są roślinami pasożytującymi na korzeniach drzew i posiadają kwiaty obupłciowe. Pasożytnictwo korzeniowe według Barlowa (1964) jest cechą pierwotną w rodzinie *Loranthaceae* s. lato i występuje u tropikalnego gatunku *Gaiadendron punctatum* G. Don., który w związku z tym można uznać za ogniwo pośrednie między *Santalaceae* a *Viscaceae.* Zmiany ewolucyjne w rodzinie *Santalaceae* związane były ze zmianą funkcji ich hypokotylu, co doprowadziło do powstania pędów rosnących na powierzchni łodygi żywiciela (Kuijt 1969). Pędy te powstały w sposób przybyszowy, ze ssawki do pobierania pokarmu, albo (jak w przypadku *Viscum album*) z samego systemu endofitycznego.

Koncepcję Barlowa podziela Richardson (1978) pisząc, że rodzina *Loranthaceae* daje się łatwo podzielić na dwie podrodziny, które często uznawane są za odrębne rodziny *Loranthaceae* i *Viscaceae*.

Podobnego zdania jest Tachtadżjan (1981, 1987), który wyróżnia rodzinę *Loranthaceae* i *Viscaceae*. Poza tym, powołując się na Kuijta (1969) pisze, że *Viscaceae* pochodzą od *Santalaceae*. Do rodziny *Viscaceae* zalicza 11 rodzajów i około 510 gatunków, a rodzajami najbogatszymi w gatunki są *Phoradendron* Nutt. – około 190 gatunków i *Viscum* – około 100 gatunków.

Hegi (1957), Barlow (1964) oraz Hofstetter (1988) podają, że rodzaj *Viscum* obejmuje tylko 65 gatunków, zaś Browicz (1993) pisze, że do tego rodzaju należy ok. 70 gatunków pochodzących z umiarkowanych i ciepłych stref obydwu półkul. Powyższe różnice wynikają z różnych poglądów na rangę przyjętych taksonów.

Barlow (1964) do rodziny *Viscaceae* zalicza 350 gatunków i 7 rodzajów, zaś Kuijt (1969) 11 rodzajów, takich jak: *Antidaphne* Poepp. & Endl., *Arceuthobium* (DC.) Bieb., *Dendrophthora* Eichl., *Eremolepis* Tiegh., *Eubrachion* Hook., *Ginalloa* Korth., *Korthalsella* Tiegh., *Lepidoceras* Hook., *Notothixos* Oliv., *Phoradendron* i *Viscum.*

Viscum album zalicza się do plemienia *Visceae* Tiegh., rodziny *Viscaceae,* rzędu *Santalales.* W obrębie gatunku wyróżnia się subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom. (jemioła pospolita jodłowa), subsp. *album* (jemioła pospolita typowa) i subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollm. (jemioła pospolita rozpierzchła) – Barlow (1964), Ball (1964, 1993), Kuijt (1969), Richardson (1978), Tachtadżjan (1987).

W polskiej literaturze botanicznej stanowisko taksonomiczne jemioły (*Viscum*) również nie było ujmowane jednoznacznie. Wilczyński (cyt. za Szaferem i in. 1921) wyróżnia w rodzaju *Viscum* dwa gatunki występujące w Polsce: *Viscum album* – jemioła pospolita i *V. austriacum* Wiesb. – j. rozpierzchła z dwiema odmianami: var. *latifolium* Wiesb. (=*abietis* Beck.) i var. *angustifolium* Wiesb. (=*laxum* Boiss.)

W późniejszej pracy Szafera i in. (1924) obie odmiany występujące w obrębie *Viscum austriacum* podniesione zostały do rangi samodzielnych gatunków: *V. abietis* Beck – jemioła jodłowa i *V. laxum* Boiss. – jemioła rozpierzchła.

Szafer i in. (1976) podają z Polski trzy gatunki *Viscum album* L. – jemioła pospolita , *V. abietis Beck* – j. jodłowa i *V. laxum* Boiss. – j. rozpierzchła.

Gostyńska-Jakuszewska (1992) wyróżniła z terenu Polski jeden gatunek *Viscum album* – jemioła pospolita z trzema podgatunkami [subsp. *album* – jemioła pospolita; subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom. – jemioła jodłowa; subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollm. – jemioła rozpierzchła].

Boratyńska i Boratyński (1976) podają rozmieszczenie tych taksonów, zaś Jasiewicz (1986) oraz Mirek i in. (1995) – wprowadzili polskie trójczłonowe nazwy dla podgatunków – piszą o nomenklaturze jemioły.

Krzaczek (1977b) na podstawie procentowej zawartości głównych składników frakcji tłuszczowej w biomasie jemioły wyróżnił dwie rasy chemiczne: „jemiołę oleinową" = *Viscum album* subsp. *austriacum* (zawiera ponad 40% kwasu oleinowego) i „jemiołę palmitynową" = *V. a.* subsp. *album* i *V. a.* subsp. *abietis* (zawiera od 29 do 40% kwasu palmitynowego i wyraźnie mniej innych kwasów tłuszczowych).

Ostatnio prowadzone badania nad pozycją taksonomiczną *Viscaceae* i powiązaniami filogenetycznymi z innymi rodzinami mają charakter interdyscyplinarny. Oparte są one na wspólnym rozważaniu sekwencji metabolicznych, biosyntetycznych i ewolucyjnych w obrębie badanych grup roślinnych (Gottlieb i in. 1993).

W niniejszej pracy przyjęto klasyfikację Balla (1964, 1993), a więc *Viscum album* oznacza jeden gatunek obejmujący trzy podgatunki: subsp. *album*, subsp. *abietis* i subsp. *austriacum*.

Nomenklaturę pozaeuropejskich taksonów należących do rodziny *Loranthaceae* s. stricto i *Viscaceae* podano za Barlowem (1964), Kuijtem (1964, 1969) Visserem (1981) i Willisem (1985).

Pochodzenie Jemioły na kontynencie europejskim w świetle badań paleobotanicznych

Źródeł rodowodu przedstawicieli *Viscaceae* występujących na kontynencie europejskim należy szukać na półkuli południowej. Pojawili się oni tam w późnym okresie kredowym, kiedy południowe kontynenty stanowiły całość lądu Gondwana. Przedstawiciele *Viscaceae* znajdowali się w różnych regionach tego lądu.

Rozpad Gondwany zapoczątkowany u schyłku triasu (Czeppe i in. 1969; Kornaś & Medwecka-Kornaś 1986), a także zmiany klimatu przyczyniły się do powstania nowych form przedstawicieli rodziny *Viscaceae*. Reliktowe taksony z tego okresu nadal występują w Australii, Nowej Zelandii, na południu Ameryki Południowej oraz w Bangladeszu (Kuijt 1969; Alam 1984; Barlow 1988).

Przedstawiciele rodziny *Viscaceae* obecny swój zasięg zawdzięczają stopniowej wędrówce gatunków drzew – będących ich żywicielami – wzdłuż stałego lądu z Azji do Europy (Barlow 1987).

W Europie środkowej obecność *Viscum* stwierdzono w młodszych piętrach neogenu. Towarzyszą jej m.in. takie rodzaje drzew jak *Acer* L., *Betula* L., *Tilia* L., *Ulmus* L. Rośliny te wraz z innymi tworzyły mezofilne lasy liściaste i mieszane (Stuchlik i in. 1990). Zastawniak (1992), w osadach młodszego trzeciorzędu z Gozdnicy na Dolnym Śląsku, stwierdziła występowanie liści, pędów i owoców *Viscum miquellii* (Geyler & Kinkelin) Engelhardt. Gatunek ten wcześniej został stwierdzony w materiałach z pliocenu w Niederrad (Krusel & Weyland 1954, cyt. za Zastawniak 1992).

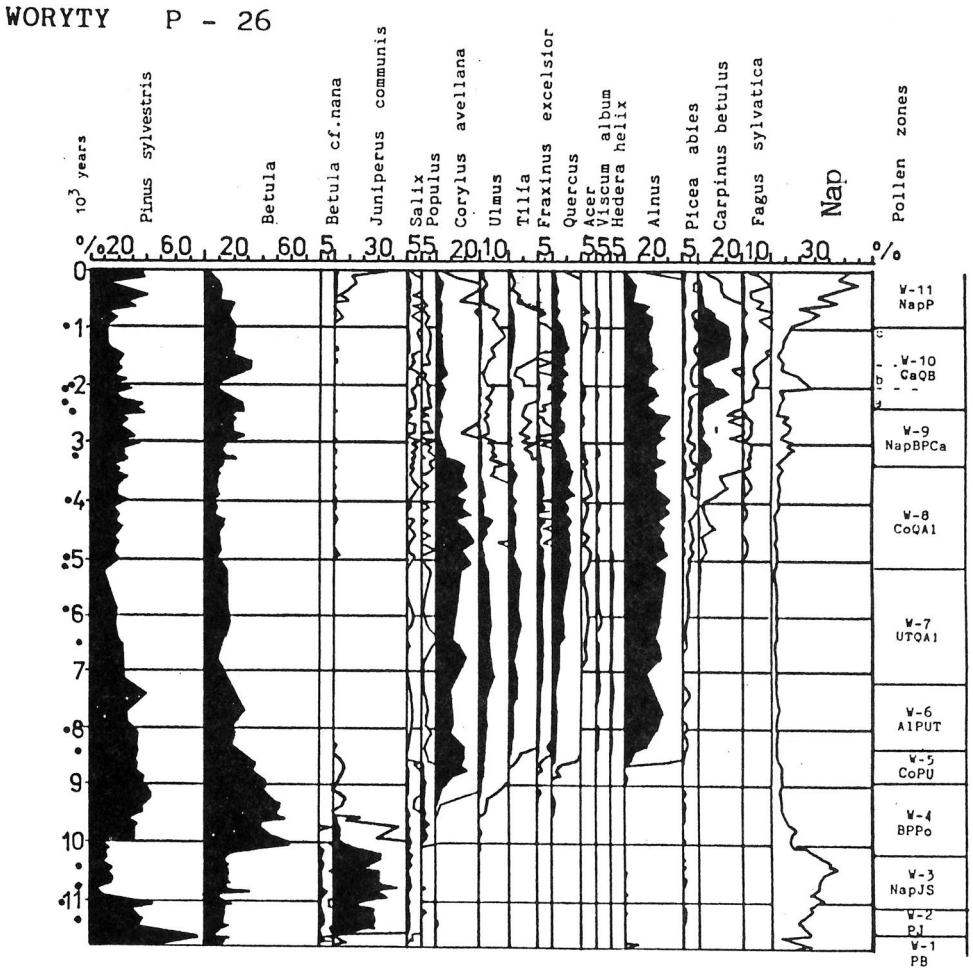
W neogenie z terenu Polski znaleziono szczątki makroskopowe drugiego rodzaju z rodziny *Viscaceae*, *Arceuthobium* (Oszast 1980, ze Starej Wsi k. Wilanowic; Oszast i Stuchlik 1977, z okolic Nowego Targu; Sadowska 1977, w profilach z górnego miocenu na Śląsku; Stuchlik 1964, w Rypinie na północny zachód od Warszawy – cyt. za Łańcucką-Środoniową 1980).

Bogaty materiał szczątków makroskopowych (okazów męskich i żeńskich) karłowatej jemioły *Arceuthobium* z Gozdnicy zebrała Łańcucka-Środoniowa (1980). Autorka podkreśla, że odkryte szczątki mają wiele cech morfologicznych podobnych do współczesnego gatunku europejskiego – *Arceuthobium oxycedri* (DC.) M. B., który pasożytuje na *Juniperus oxycedrus* L.

Trzeciorzędowe stanowisko pędów *Arceuthobium* odkryto również w pokładach węgla brunatnego w Bełchatowie. Jest to drugie, po Gozdnicy, stanowisko w Polsce (Stuchlik i in. 1990). Natomiast Zastawniak (1992) w materiałach z późnego miocenu z Gozdnicy stwierdziła występowanie dwóch gatunków *Arceuthobium* – *A. oxycedroides* Łańcucka-Środoniowa i *A. tertiaerum* Łańcucka-Środoniowa.

W epoce lodowcowej jemioła zachowała się na kontynencie europejskim w basenie Morza Śródziemnego, a po ustąpieniu lodowca wędrowała wraz z żywicielami na północ (Tubeuf 1923). We florach plejstoceńskich (interglacjalnych) pyłek *Viscum* jest notowany dosyć często (Janczyk-Kopikowa 1977).

Natomiast w osadach holocenu pyłek *Viscum* i *Hedera* L. stwierdzono w południowo-zachodniej Jutlandii i w Holandii (rejon izostatycznej transgresji morza) (Iversen 1960,



Ryc. 1. Uproszczony diagram pyłkowy z Woryt na Pojezierzu Olsztyńskim (P–26), z wybranymi taksonami pyłków, wykreślony na skali czasu (za Ralską-Jasiewiczową; W: Ralska-Jasiewiczowa & Latałowa 1996 – za zgodą wydawcy: J. Wiley & Sons Ltd, Chicherter). W–1–11 – kolejny numer warstwy pyłkowej; Nap – pyłek roślin zielnych; W–1 do W–3 – plejstocen-późny glacjał; W–4 do W–11 – holocen.

Fig. 1. Simplified pollen diagram from Woryty in Lake District of Olsztyn (P–26), with selected pollen taxa, plotted on a time scale (after Ralska-Jasiewiczowa; In: Ralska-Jasiewiczowa & Latałowa 1996 – by permission of publisher: J. Wiley & Sons Ltd., Chichester). W–1–11 – successive numbers of pollen zones; Nap – pollen of herbaceous plants; W–1 to W–3 – Pleistocene – late glacial; W–4 to W–11 – Holocene.

Al – *Alnus*; B – *Betula*; Ca – *Carpinus*; Co – *Corylus*; J – *Juniperus*; P – *Pinus*; Po – *Populus*; Q – *Quercus*; S – *Salix*; T – *Tilia*; U – *Ulmus*.

1973). W Danii odkryto pyłek *Viscum* w osadach borealnych, atlantyckich i subore-alnych, natomiast nie stwierdzono go w Irlandii (Godwin 1975). Zdaniem Iversena (1960), rozmieszczenie *Viscum album* (w porównaniu z rozmieszczeniem *Hedera*) ma charakter bardziej kontynentalny, bowiem w osadach z ciepłego okresu postglacjalnego w Irlandii stwierdzono tylko pyłek *Hedera*, a na południe od Sztokholmu tylko pyłek *Viscum*. We-

dług Walldena (1961), w okresie optimum klimatycznego występowanie jemioły w Szwecji było liczniejsze niż dziś. Potwierdzają to liczne dane paleobotaniczne. W tym okresie jemioła występowała w większości prowincji północnej Szwecji. W roku 1896 znaleziono duże ilości nasion jemioły w marglu z przewagą węglanu wapnia w pobliżu Kilonii (północno zachodnie Niemcy), zaś Barford w 1901 r. podaje (cyt. za Tubeufem 1923), że jemioła występowała w prowincjach nadmorskich, gdyż w porcie kilońskim znaleziono jej liście i części gałązek razem z resztkami dębu i leszczyny. Prawdopodobnie znalezione resztki jemioły z okresu polodowcowego mogły pochodzić z innego drzewa, które uległo rozłożeniu (Tubeuf 1923).

Viscum album powszechnie notowana jest również w diagramach pyłkowych w Polsce. Pojawia się w tychże diagramach między 9000 a 8000 lat temu. Okres jej najczęstszego występowania to okres borealny i atlantycki. Częstość notowania wyraźnie spada wraz ze zmianami klimatycznymi i odlesieniem antropogenicznym między 5000 a 3000 lat temu (Balwierz & Żurek 1989; Bałaga 1989; Bińka & Szeroczyńska 1989; Latałowa 1989a, b, c; Latałowa & Tobolski 1989; Miotk-Szpiganowicz 1989; Noryśkiewicz & Ralska-Jasiewiczowa 1989; Ralska-Jasiewiczowa 1989a, b). W młodszych okresach pyłek *Viscum* spotykany jest sporadycznie (Ralska-Jasiewiczowa & Latałowa 1996 – Ryc. 1).

Ogólny zasięg i uwarunkowania klimatyczne *Viscum album* L.

Geograficznym rozmieszczeniem jemioły pospolitej interesowało się wielu badaczy, m.in.: Steffen (1940), Hegi (1957), Meusel i in. (1965), Krzaczek (1976), Boratyńska i Boratyński (1976), Jalas i Suominen (1976), Stypiński (1978a), Ball (1993). Punktowe mapy rozmieszczenia w Europie trzech podgatunków *Viscum album* opublikowali Jalas i Suominen (1976). Wynika z nich, że gatunek ten jest szeroko rozpowszechniony w Europie. Steffen (1940) pisze, że jest ona rośliną euroazjatycką, natomiast Hegi (1957) uważa ją za gatunek boreomeridialno-euroazjatycko-oceaniczny. Według Boratyńskiej i Boratyńskiego (1976) sięga ona na wschód aż po wyspy japońskie, a na południe po północną Afrykę.

Z rozmieszczenia geograficznego jemioły pospolitej wynika, że w czasie swojego rozwoju filogenetycznego adaptowała się do szerokiego zakresu temperatur. Pełny cykl rozwoju ontogenetycznego przechodzi zarówno na terenach o niskiej amplitudzie temperatur (Łotwa, Szwecja, Norwegia – Wallden 1961), jak i o bardzo wysokiej, w klimacie zwrotnikowym (Birma, Wietnam – Boratyńska & Boratyński 1976).

Na północy Europy występuje do 59°45’ szer. geogr. płn. (południowa Skandynawia). Z północnej części zasięgu dobrze opisano jej stanowiska znajdujące się na terenie Szwecji w okolicach majątku Berga w Kirchspiel Hgsby (25 km od wybrzeża Morza Bałtyckiego na 57°10’ szer. geogr. płn.) i na wyspach oraz brzegach Jeziora Mälar. Te populacjej emioły uważa się za relikt polodowcowego ocieplenia. Wykazują one silną witalność i ekspansję szczególnie tam, gdzie jej żywicielem jest *Tilia cordata* Mill. Warunki termiczne w jakich występują wahają się średnio od –3,4°C

w styczniu do 17°C w lipcu. W latach 1940–1942 najniższa temperatura wynosiła –28°C, zaś przymrozki w okresie kwitnienia jemioły osiągały –8°C i nie wpływały ujemnie na jej rozmnażanie generatywne.

Podobnie reagowały populacje jemioły na terenie Łotwy. Przy niskich temperaturach, tylko u nieznacznej liczby osobników *Viscum* obumierały skrajne pędy, które zostały zastąpione nowymi powstałymi z podkorowego systemu endofitycznego. Zdaniem Riekstinša (1980) i Walldena (1961) dopiero temperatura od –30 do –38°C może spowodować wymieranie tamtejszego ekotypu jemioły. Mimo tych czynników ograniczających, jemioła pospolita na terenie Łotwy wytwarza nasiona o wielkiej sile kiełkowania (nawet do 100%). Poza tym występują u niej znaczne przyrosty roczne pędów na długość, które stwierdzono u jemioły rosnącej na *Salix fragilis* L. (średnio 5,79 cm) i na *S. caprea* L. (średnio 5,28 cm – Riekstinš 1980).

W południowo-zachodniej Europie, w Pirenejach *Viscum* osiąga wysokość 1300 m n.p.m. Latem przeciętna temperatura kształtuje się na poziomie ok. 15°C, z okresowymi wzrostami do 30°C (Kramer i in. 1988), a zimą –1°C (Budyko 1980, cyt. za Kornasiem i Medwecką-Kornaś 1986). Na tych terenach żywiciel jemioły – jodła pospolita, najbardziej rozpowszechniona jest na wysokościach od 1200 do 2000 m (Kramer i in. 1988). Czynnikiem ograniczającym występowanie jemioły pospolitej jodłowej powyżej 1300 m nie jest brak żywiciela, a raczej czynniki klimatyczne (silne mrozy w okresie zimy oraz mrozy wiosenne), nie sprzyjające temu podgatunkowi jemioły.

W Alpach jemioła sięga do 2000 m (Spausta 1895), chociaż na terenie Szwajcarii obszary bez jemioły stwierdzono już na wysokości 1000 m. Występują tu wszystkie trzy podgatunki *Viscum album*. *V. album* subsp. *abietis* wymieniana jest z południowych stoków Jury, między 745 a 1723 m (Barbaga 1971), a także z kantonów Churer Rheintal, Mittelland oraz Schaffhausen. *V. album* subsp. *austriacum* znajduje się tu w ekspansji, szczególnie w rejonie Wallis i Bundner Rheintal, zaś *V. album* subsp. *album* spotykany jest na całym obszarze Szwajcarii, ale głównie na terenie Walemsee i w rejonie Neunburg oraz wokół Jeziora Genewskiego (581 km^2). Panują tu łagodne temperatury i wieje ciepły i suchy przeważnie gwałtowny wiatr alpejski, tzw. fen. Wiatr ten wiosną przyspiesza topnienie śniegu i rozwój roślinności, a jesienią dojrzewanie owoców (Pietkiewicz & Żmuda 1973; Hofstetter 1988).

Dużą ekspansję wykazuje *Viscum album* na kontynencie północnoamerykańskim, gdzie około 1900 r. została wprowadzona przez ogrodnika L. Burbanka koło Sebastopolu w Kalifornii (Scharpf & Mc Cartney 1975; Scharpf & Hawksworth 1976; Hawksworth i in. 1991). Jemioła pospolita charakteryzuje się tu dużą zdolnością w opanowywaniu zarówno drzew rodzimych, jak i obcego pochodzenia (Mc Cartney i in. 1973; Hawksworth i in. 1991). Stwierdzono jej obecność na 23 gatunkach żywicieli i około 1000 drzew, zaś areał jej występowania obejmuje ponad 114 km^2.

W 1988 r. stwierdzono także jej występowanie na *Malus* Mill. w Kanadzie, na 48°30' szer. geogr. płn. i 123°20' dł. geogr. zach. (Dorworth 1989), gdzie średnia temperatura stycznia wynosi –1°C, zaś lipca 20°C (Budyko 1980, cyt. za Kornasiem i Medwecką-Kornaś 1986).

Stan badań nad rozmieszczeniem Jemioły pospolitej w Polsce

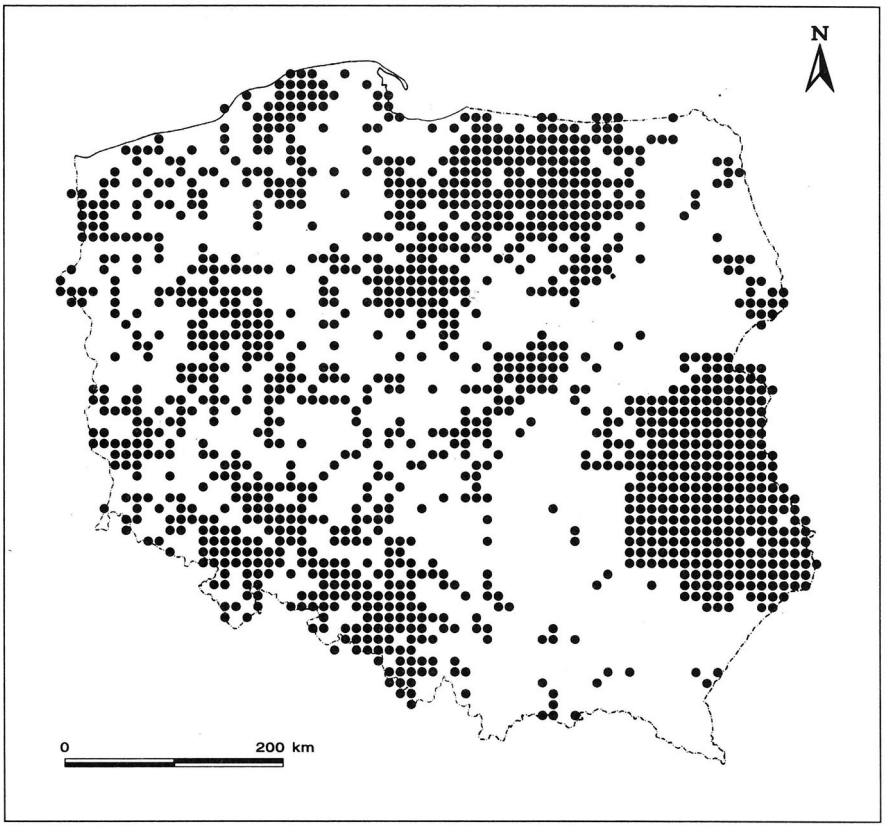
Pierwsze dane o występowaniu jemioły w Polsce pochodzą z końca XVI w. (Cygański 1584). W roku 1730 wymienia ją Erndtel w spisie roślin z okolic Warszawy (Hryniewiecki 1954). Mapy rozmieszczenia trzech podgatunków *Viscum album* w Polsce opublikowali Boratyńska i Boratyński (1976).

W niniejszym opracowaniu, w analizie rozmieszczenia stanowisk trzech podgatunków *Viscum album* wykorzystano badania własne, prace oryginalne i doniesienia ponad 40 autorów oraz dane z poszczególnych obszarów Polski zgromadzone w komputerowej bazie danych florystycznych w Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagielońskiego (łącznie 2650 stanowisk). Odnotowano również stanowiska okazów zielnikowych ze Śląska zgromadzone w Herbarium Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. W sumie lista stanowisk wynosiła 4784. *V. a.* subsp. *abietis* odnotowano na 287 stanowiskach, *V. a.* subsp. *album* na 3751 oraz *V. a.* subsp. *austriacum* na 746 stanowiskach. Niektóre stanowiska pokrywały się lub były położone blisko siebie, dlatego na trzech mapach (Ryc. 2, 5 i 6) naniesiono 1998 punktów. Przy nanoszeniu stanowisk na mapy dodatkowo wykorzystano następujące pozycje literatury: Michelis (1866), Seydler (1866a, b), Rosenbohm (1877), Klebs (1878), Bethke (1879), Preuss (1883), Lemcke (1884), Woycicki (1907), Gross (1931), Mądalski (1938), Eder (1951), Szulczewski (1951), Mowszowicz (1960), Sokołowski i Faliński (1961), Olaczek (1968), Szymanowski (1968, 1973), Bojarczuk (1971), Wolff (1975), Boratyńska i Boratyński (1976), Tylkowski (1982), Fiertek (1985), Kitewska (1986), Rutkowski (1988), Urbańska (1988), Szałkowska (1991) i Wudarczyk (1992).

Kartoteka stanowisk *Viscum album* znajduje się w Zakładzie Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Olsztynie. Przy lokalizacji stanowisk jemioły wykorzystano mapę administracyjną Polski wraz ze skorowidzem (Gadomska & Ostrowska 1992; Skorowidz miejscowości 1993) oraz mapę Polski z siecią ATPOL i zaznaczonymi terenami opracowań regionalnych (Zając & Zając 1992).

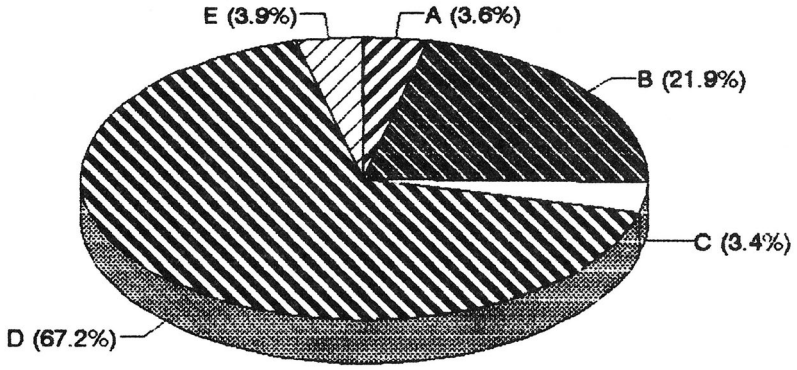
Sporządzone mapy występowania poszczególnych podgatunków jemioły wskazują wyraźnie na nierównomierność rozmieszczenia ich stanowisk w Polsce. Analizując przyczyny tego stanu rzeczy, należy pamiętać, że mapy rozmieszczenia jemioły w kraju powstały w znacznej mierze na podstawie materiałów opublikowanych i zbieranych do ATPOL-u. Dlatego zagęszczenie stanowisk jemioły w niektórych regionach Polski lub ich brak może wynikać nie z przyczyn geograficzno-ekologicznych, a z lepszego stanu badań.

Viscum album* subsp. *album – jemioła pospolita typowa (Ryc. 2). Stanowiska tego podgatunku poddano szczegółowej analizie z uwagi na ich przewagę liczbową (stanowią 78,41 %) w stosunku do stanowisk pozostałych podgatunków oraz ich znaczne zróżnicowanie siedliskowe. W zależności od zajmowanych siedlisk podzielono je na 5 kategorii: wiejskie, miejskie, arboreta, trasy komunikacyjne oraz leśne (Ryc. 3). Dominowały wśród nich wiejskie (67,2%) i miejskie (21,9%). Na takie rozmieszczenie stanowisk ma wpływ wiele czynników biotycznych i abiotycznych, a także stan zaawansowania badań. Z czynników biotycznych należy wymienić większe skupianie się ptaków w pobliżu terenów zurbanizowanych. Biorą one aktywny, bądź bierny udział w rozsiewaniu dojrzałych owoców i nasion jemioły w okresie jesienno-zimowym (Szczerbiński 1926; Bartkowiak 1970; Sokołowski 1972; Stypiński 1978a). Natomiast z czynników abiotycznych na podkreślenie zasługuje wyższa temperatura i większa koncentracja CO_2 w atmosferze; czynniki te sprzyjają wydajniejszej asymilacji i szybszemu kiełkowaniu nasion jemioły



Ryc. 2. Stanowiska *Viscum album* L. subsp. *album* w Polsce.

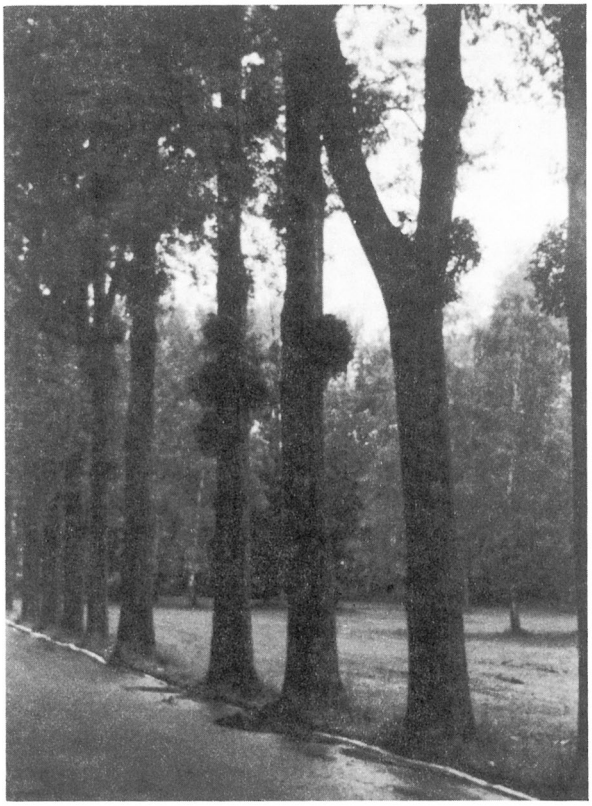
Fig. 2. Stations of *Viscum album* L. subsp. *album* in Poland.



Ryc. 3. Kategorie siedlisk żywicieli *Viscum album* L. subsp. *album* w Polsce. A – arboreta; B – miejskie; C – trasy komunikacyjne; D – wiejskie; E – leśne.

Fig. 3. Habitat categories of hosts of *Viscum album* L. subsp. *album* in Poland. A – arboreta; B – urban; C – transportation routes; D – rural; E – forest.

(Michalczyk & Stypiński 1981). Przykładem takiego rozmieszczenia stanowisk *V. a.* subsp. *album* jest obszar Pojezierza Mazurskiego i przyległych regionów, gdzie ponad 37% jej żywicieli rośnie na terenie 266 miejscowości. Tylko 20 stanowisk znajduje się na terenach niezurbanizowanych (Stypiński 1978a). Na rozmieszczenie jemioły pospolitej typowej na Pojezierzu Mazurskim ma także wpływ odległość stanowisk jej żywicieli od



Ryc. 4. *Viscum album* L. subsp. *album* na *Populus* × *canadensis* Moench *'Marilandica*' [=*Populus* '*Marilandica*'] w Błażejewku, woj. poznańskie (fot. P. Pawlaczyk).

Fig. 4. The *Viscum album* L. subsp. *album* on *Populus* × *canadensis* Moench *'Marilandica*' [=*Populus* '*Marilandica*'] in Błażejewko, Poznań province (photo by P. Pawlaczyk).

zbiorników wodnych (rzek, jezior, stawów, bagien); większość stanowisk żywicieli znajdowało się w niedużej odległości (0–300 m). Stanowisk takich było od 62% w miastach do 87% w osiedlach wiejskich. Stanowiska położone w odległości od 300 do 800 m stanowiły 28% ogólnej liczby stanowisk, zaś znajdujące się w odległości powyżej 800 m już tylko 9,6% (Stypiński 1978a). Podobna lokalizacja stanowisk jemioły pospolitej typowej zaznacza się i w innych regionach Polski.

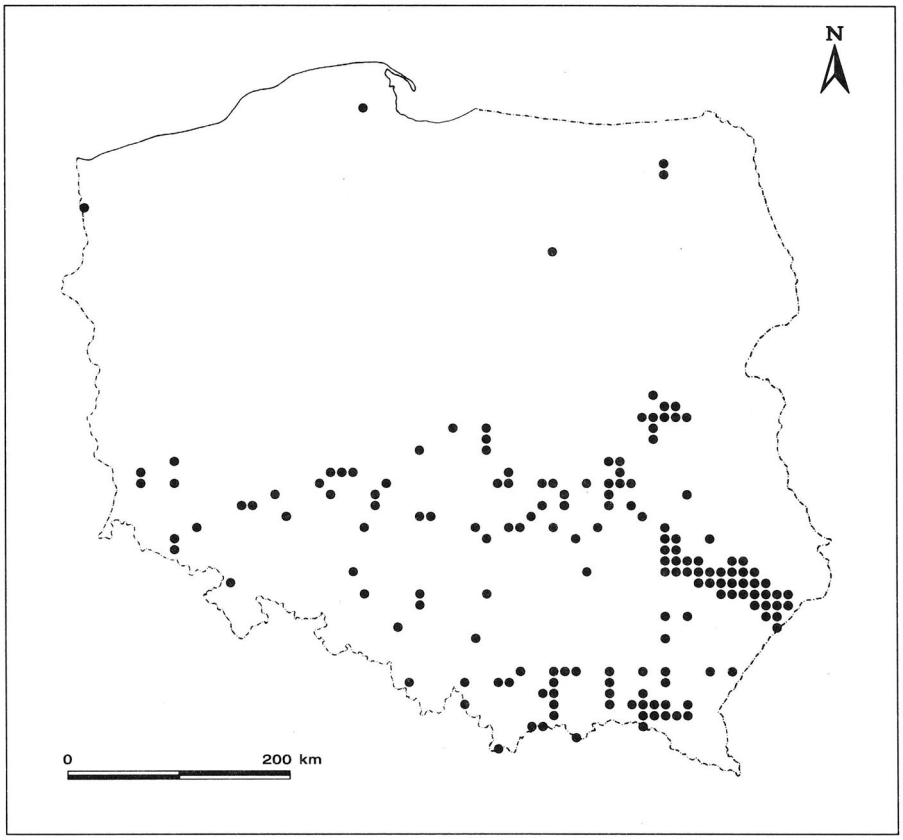
Brak danych z niektórych regionów kraju może wynikać z niewystarczającego zbadania tych terenów oraz z przyczyn klimatycznych. Otóż, Boratyńska i Boratyński (1976)

piszą, że *Viscum album* jest gatunkiem niżowym, a na południu Polski osiąga wysokość od 500 do 600 m n.p.m. i w niektórych rejonach nie przekracza pasma pogórzy.

Jednakże rozmieszczenie stanowisk *Viscum album* subsp. *album* na załączonej mapie nie daje podstaw do jednoznacznego wiązania występowania tego podgatunku jemioły z określonymi regionami kraju. Istotną rolę odgrywa człowiek, który poprzez swoją działalność tworzy siedliska sprzyjające lepszemu rozwojowi jemioły. Z tego powodu *V. a.* subsp. *album* intensywniej opanowuje żywicieli w siedliskach pochodzenia antropogenicznego. A zatem, można by ją uznać w pewnym sensie za gatunek synantropijny.

Stanowiska jemioły pospolitej typowej zostały także odnotowane w większości dużych miast Polski (Hryniewiecki 1954; Olaczek 1960; Kownas 1961; Szymanowski 1964; Markowski & Szmajda 1971; Stypiński 1980; Danielewicz & Urbański 1984; Czekalski 1985; Sudnik-Wójcikowska 1987; Stypiński i in. 1990; Andrzejewski 1992; Witosławski 1995).

Człowiek przyczynia się do rozpowszechnienia jemioły poprzez preferowanie określonych gatunków drzew. Przykładem są drzewa obcego pochodzenia w Arboretum

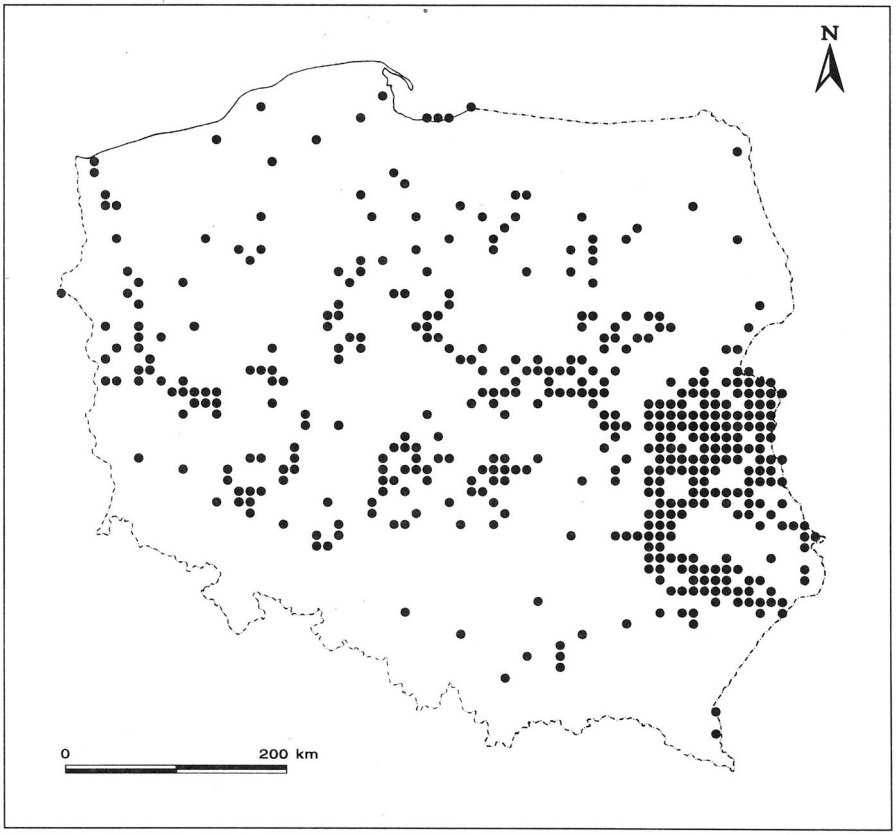


Ryc. 5. Stanowiska *Viscum album* L. subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom. w Polsce.

Fig. 5. Stations of *Viscum album* L. subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom. in Poland.

w Kórniku i Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu oraz rzędy topoli holenderskiej *Populus* × *canadensis* Moench *'Marilandica'* [=*Populus 'Marilandica'*] przy wewnętrznej jezdni w Błażejewku w woj. poznańskim. Na pniach i w koronach okazów tego taksonu rosną liczne krzewy jemioły (Ryc. 4).

Viscum album* subsp. *abietis – jemioła pospolita jodłowa (Ryc. 5). Występuje głównie na Nizinie Środkowopolskiej, Wyżynie Małopolskiej oraz na Roztoczu Środkowym i Południowym, poza tym w okolicach Łukowa na Małym Mazowszu (Fijałkowski 1994), co związane jest z rozmieszczeniem żywiciela – jodły. W Tatrach osiąga wysokość od 850 do 900 m n.p.m. – Bojarczuk (1970); w Beskidzie Sądeckim do 800 m – Pawłowski 1925 (cyt. za Boratyńską i Boratyńskim 1976); w Pasmie Policy do 630 m – Stuchlik i Stuchlikowa (1962). Stanowiska tego podgatunku (łącznie 287) podano na podstawie badań własnych, informacji nadesłanych do ATPOL-u oraz zawartych w następujących pracach: Krzaczek (1962, 1976), Stuchlik i Stuchlikowa (1962), Boratyńska i Boratyński (1976), Dubiel i in. (1979), Zemanek (1981, 1989), Fijałkowski i Sawa (1985) oraz Fijałkowski (1994, 1995).



Ryc. 6. Stanowiska *Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollm. w Polsce.

Fig. 6. Stations of *Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollm. in Poland.

Viscum album* subsp. *austriacum – jemioła pospolita rozpierzchła (Ryc. 6). Występuje w Polsce dosyć licznie i osiąga tu północną granicę swego zasięgu. Na południu Polski jest spotykana rzadko i nie przekracza piętra pogórzy – od 500 do 550 m n.p.m. (Boratyńska & Boratyński 1976). Zlokalizowano 746 jej stanowisk. Wymieniają je w swoich pracach: Abromeit i in. (1934), Tubeuf (1923), Karmazyńska (1928), Sokołowski (1963), Czekalski (1975), Krzaczek (1976), Mowszowicz (1978), Dubiel i in. (1979), Fijałkowski i Sawa (1985), Chmiel (1993b), Fijałkowski (1994, 1995) i inni.

Stanowiska *Viscum album* subsp. *abietis* i *V. a.* subsp. *austriacum* mają przeważnie charakter leśny. Na przykład na Lubelszczyźnie jemioła pospolita jodłowa najczęściej spotykana jest w zbiorowiskach z klasy *Querco-Fagetea* Br. – Bl. & Vlieger, zaś jemioła rozpierzchła w zbiorowiskach z klasy *Viccinio-Piceetea* (Fijałkowski 1972).

Chmiel (1993a) zalicza *Viscum album* subsp. *album* i *V. a.* subsp. *austriacum* do taksonów, które rosną zarówno w zachodniej części Polski o dominującym wpływie klimatu atlantyckiego, jak i w części wschodniej o przewadze wpływów klimatu kontynentalnego.

Żywiciele Jemioły

Dane z literatury oraz ponad 20-letnie badania autora (Stypiński 1978a) wskazują, że jemioła opanowała większość gatunków drzewiastych i niektóre krzewiaste zarówno liściaste, jak i szpilkowe rosnące w Polsce. Poszczególne podgatunki *Viscum album,* tj.: subsp. *abietis*, subsp. *austriacum* i subsp. *album*, wykazują preferencje do określonych żywicieli. Nomenklaturę taksonów żywicieli (Tab. 1) podano za Krüssmannem (1977) i Jasiewiczem (1986). Jedynie nazewnictwo 5 taksonów (2 gatunki i 3 odmiany) notowanych tylko w Arboretum Kórnickim przyjęto za Bojarczukiem (1968, 1970).

Jemioła pospolita jodłowa *Viscum album* subsp. *abietis* wykazuje zdecydowane przywiązanie do *Abies alba.* Wyjątkowo spotykano ją na *Larix leptolepis* Gord. oraz na *Acer saccharinum* L. Najwięcej stanowisk jemioły pospolitej rozpierzchłej *Viscum album* subsp. *austriacum* pochodzi z *Pinus sylvestris* L. Spotykano ją również, choć znacznie rzadziej na *Picea abies* (L.) Karsten, sporadycznie na drzewach liściastych: *Salix caprea, Sorbus aucuparia* L.*, Genista cinerea* DC. (Ryc. 7). Występowanie subsp. *austriacum* i subsp. *album* na *Genista cinerea* odkryli Reinitzer i Scheibler w 1979 we Francji – w dąbrowie *Buxo-Quercetum* (Grazi & Ziemp 1986).

Spośród wymienionych trzech podgatunków *Viscum album,* najszersze spektrum drzew żywicieli posiada podgatunek typowy subsp. *album*. Rośnie na drzewach i krzewach należących do 31 rodzajów i 118 gatunków (Tab. 1). Najczęściej umiejscawia się na *Tilia cordata* (14,7% stanowisk), następnie na *Betula pendula* Roth. (10,1%), *Acer platanoides* L. (8,3%), *Sorbus aucuparia* (4,9%), *Populus* × *canadensis* Moench (4,6%), *Populus nigra* L. (4,0%), *Salix alba* L. (3,3%) i *Populus* × *serotina* Hart. (3,1%) (Ryc. 8). Wymienieni żywiciele (8 gatunków drzew liściastych) obejmują 53% wszystkich stanowisk, na których stwierdzono występowanie jemioły, natomiast pozostałe 110 gatunków drzew liściastych obejmuje 47% przypadków stwierdzonego pasożytnictwa jemioły pospolitej.

Tabela 1. Taksony żywicieli *Viscum album* L. subsp. *album* w Polsce.
Table 1. Taxa of hosts of the European mistletoe *Viscum album* L. subsp. *album* in Poland.

Rodzaj – Genus	Taksony – Taxa	Kultywary – Cultivars	Mieszańce – Hybrids
Acer L.	*A. campestre* L.		
	A. ginnala Maxim.		
	A. negundo L.		
	A. platanoides L.	*A. platanoides* L. *'Rubrum'* (Herder)	
	A. pseudoplatanus L.		
	A. rubrum L.		
	A. saccharinum L.	*A. saccharinum* L. *'Pyramidale'* (Späth)	
		A. saccharinum L. *'Wieri'* (Ellwanger & Barry)	
	A. tataricum L.		
Aesculus L.			*A.* × *carnea* Hayne [*A. hippocastanum* × *A. pavia*]
	A. hippocastanum L.		
			A. × *hybrida* DC. [*A. flava* × *A. pavia*]
	A. octandra Marsh.		
	A. pavia L.		
	A. silvatica Bartr. var. *lanceolata* (Sarg.) Sarg.		
Ailanthus Desf.	*A. altissima* (Mill.) Swingle		
Alnus B. Ehrh.	*A. glutinosa* (L.) Gaertner		
	A. incana (L.) Moench	*A. incana* Moench *'Pendula'*	
Amelanchier Med.	*A. canadensis* (L.) Medi.		
Betula L.	*B. albo-sinensis* Burkill. var. *septentrionalis* Schneid.		
	B. alleghaniensis Britt.		
		B. × *coerulea* Blanchard *'Grandidentata'*	
	B. ermanii Cham.		
	B. maximowicziana Regel.		
	B. nigra L.		
	B. obscura A. Kotula		
	B. papyrifera Marsh.		
	B. pendula Roth.	*B. pendula* Roth *'Darlecarlica'*	
		B. pendula Roth. *'Fastigiata'*	

Betula L.	*B. platyphylla* Sukatchew var. *japonica* (Miq.) Hara		
	B. pubescens Ehrh.	*B. pubescens* Ehrh. *'Urticifolia'*	
Caragana Lam.	*C. arborescens* Lam.		
Carpinus L.	*C. betulus* L.		
	C. caroliniana Walt.		
Carya Nutt.	*C. cordiformis* (Wangh.) K. Koch		
	C. laciniosa (Michx. f.) Loud.		
	C. ovata (Mill.) K. Koch		
Celtis L.	*C. grandidentata* Tou. *		
	C. occidentalis L.		
	C. tournefortii Lam.		
Corylus L.	*C. avellana* L.		
Crataegus L.	*C. crus-galli* L.	*C. crus-galli* L. *'Pyracanthifolia'*	
	C. laevigata (Poir.) DC.		
	C. mollis (Torr. & Gray) Scheele		
	C. monogyna Jacq.		
			C. × *prunifolia* (Poir.) Pers.
	C. sanguinea Pall.		
× *Crataemespilus* G. Camus	*Crataemespilus* sp.		
Fraxinus L.	*F. americana* L.		
	F. excelsior L.		
	F. excelsior L. var. *lutea* Loud. *		
	F. pensylvanica Marsh	*F. pensylvanica* Marsh *'Nana'*	
	F. rhynchophylla Hance		
Hippophaë L.	*H. rhamnoides* L.		
Juglans L.	*J. ailantifolia* Carr.		
	J. cinerea L.		
	J. nigra L.		
	J. Pittuersii Moor. *		
	J. regia L.		
	J. rupestris Engelm.		

(cd.)

Tabela 1. Ciąg dalszy – **Table 1.** Continued.

Rodzaj – Genus	Taksony – Taxa	Kultywary – Cultivars	Mieszańce – Hybrids
Malus Mill.	*M. angustifolia* (Ait.) Mich.		
	M. baccata (L.) Borkh.	*M. baccata* Borkh. *'Siewka Kórnicka I'* *	
	M. baccata Borkh. var. *jackii* Rehd.	*M. baccata* Borkh. *'Siewka Kórnicka II'* *	
	M. coronaria (L.) Mill.		
	M. domestica Borkh.		
	M. fusca (Raf.) Schneid.		
			M. × *hartwigii* Koehne [*M. baccata x M. haliana*]
	M. hupehensis (Pam.) Rehd.		
	M. prunifolia (Willd.) Borkh.	*M. prunifolia* Borkh. *'Ołtarzew'* *	
		M. prunifolia Borkh. *'Sikora A'* *	
	M. pumila Mill.		
		M. purpurea Rehd. *'Aldenhamensis'* (Gibbs)	*M.* × *purpurea* (Barbier) Rehd.
		M. purpurea Rehd. *'Hoser'* (Wróblewski)	
		M. purpurea Rehd. *'Lemoinei'* (Lemoine)	
		M. purpurea Rehd. *'Makowiecki'*	
		M. purpurea Rehd. *'Szafer'* (Wróblewski)	
		M. purpurea Rehd. *'Wierdak'* (Wróblewski)	
		M. × *scheideckeri* Späth & Zabel *'Pendula'*	
	M. sylvestris (L.) Mill.		
	M. spectabilis (Ait.) Borkh.		
			M. × *sublobata* (Dipp.) Rehd.
	M. toringoides (Rehd.) Hughes		[*M. prunifolia* × *M. sieboldii*]
	M. × *zumi* (Matsum.) Rehd. var. *calocarpa* Rehd.		
Populus L.	*P. alba* L.	*P. alba* L. *'Pyramidalis'*	
	P. alba L. var. *angustifolia* Wróbl. *		
	P. angulata Ait.	*P. angulata* Ait. *'Cordata'* (Simon-Louis)	
	P. balsamifera L.		
	P. balsamifera L. var. *subcordata* Hylander		*P.* × *berolinensis* Dipp. [*P. laurifolia* × *P. nigra 'Italica'*]
		P. × *canadensis* Moench *'Gelrica'*	*P.* × *canadensis* Moench [*P. deltoides* × *P. nigra*]

Populus L.		P. × *canadensis* Moench *'Marilandica'*	
		P. × *canadensis* Moench *'Regenerata'*	
		P. × *canadensis* Moench *'Robusta'* (Simon-Louis)	
		P. × *canadensis* Moench *'Serotina Aurea'*	
		P. × *canadensis* Moench *'Serotina'*	*P.* × *canescens* (Ait.) Smith [= *P. alba* × *P. tremula*]
		P. × *canescens* Sm. *'Grandis'*	
	P. cathayana Rehd.		
	P. deltoides Marsh.		
		P. 'Hybrida I' *	*P.* × *hybrida 275* *
	P. koreana Rehd.		
	P. lasiocarpa Oliv.		
	P. laurifolia Ledeb.		
	P. maximowiczii Henry		*P. PK-14* [*P. maximowiczii* × *trichocarpa*] *
			P. PK-53 [*P. tremula* × *P. alba*] *
	P. nigra L.	*P. nigra* L. *'Italiana'*	
			P. × *rogalinensis* Wróblewski [*P. alba* × *P. tremula*]
		P. 'Sacré rouge' *	
	P. simonii Carr.		
			P. × *serotina* Hart
			P. × *serotina* Hart *'Aurea'*
	P. tremula L.		
	P. tremuloides Michx.		
	P. trichocarpa Torr. & Gray		
	P. wilsonii Schneid.		
			P. × *woobstii* (Regel) Dode [*P. laurifolia* × *P. tristis ?*]
Prunus L.	*P. avium* L.		
	P. cerasifera Ehrh.		
	P. cerasus L.		
	P. domestica L.		
	P. maackii Rupr.		
	P. mahaleb L.		
	P. padus L.		

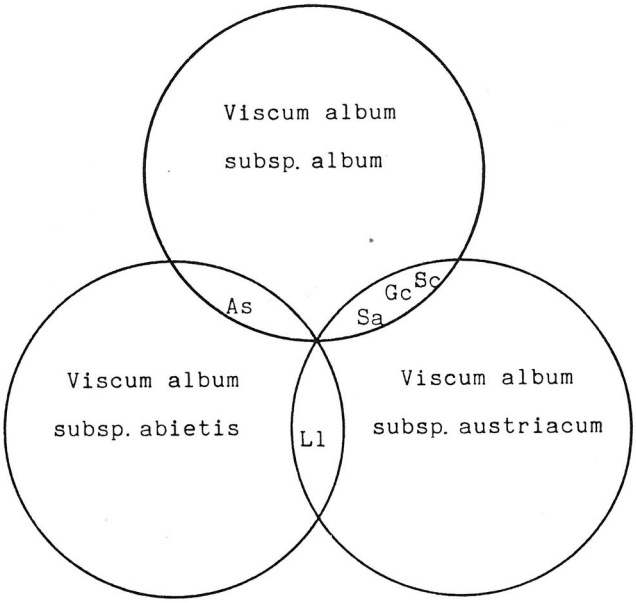
(cd.)

Tabela 1. Ciąg dalszy – **Table 1.** Continued.

Rodzaj – Genus	Taksony – Taxa	Kultywary – Cultivars	Mieszańce – Hybrids
Prunus L.	*P. serotina* Ehrh.		
	P. spinosa L.		
Pyrus L.	*P. calleryana* Decne		
	P. communis L.		
	P. pyrifolia (Burm.) Nakai		
Quercus L.	*Q. coccinea* Muenchh.		
	Q. palustris Muenchh.		
	Q. rubra L.		
	Q. velutina Lam.		
Rhamnus L.	*R. catharticus* L.		
Robinia L.		*R.* × *ambigua* Poir *'Decaisneana'*	
	R. pseudoacacia L.		
	R. pseudoacacia L. var. *pentaphylla* *		
Rosa L.	*R. canina* L.		
Salix L.	*S. alba* L.	*S. alba* L. *'Casteriana'* *	
		S. alba L. *'Pyramidalis'* *	
		S. alba L. *'Tristis'*	
		S. alba L. *'Vitellina'*	
	S. aurita L.		
		S. babylonica L. *'Pendula'* *	
	S. caprea L.		
	S. cinerea L.		
	S. daphnoides Vill.		
	S. fragilis L.		
	S. fragilis L. var. *serotina*		*S. fragilis* L. × *S.purpurea* L.
	S. lucida Muehleb.		
	S. pentandra L.		
			S. pentandra L. × *S. cinerea* L.
			S. × *pontederana* Schleich. [*S. cinerea* × *S. purpurea*]
			S. × *rubens* Schrank. [*S. alba* × *S. fragilis*]
	S. viminalis L.		

Sorbus L.	*S. americana* Marsh. *S. aria* (L.) Crantz *S. aucuparia* L. *S. intermedia* (Ehrh.) Pers. *S. sambucifolia* (Cham. & Schlechtd.)	*S. aria* Crantz *'Lutescens'*	
Spiraea L.			*S.* × *vanhouttei* (Briot) Zab.[*S. cantoniensis* × *S. trilobata*]
Syringa L.	*S. reticulata* (Blume) Hara var. *mandschurica* (Maxim.) Hara		
Tilia L.	*T. cordata* Mill. *T. heterophylla* Vent. *T. mandshurica* Rupr. & Maxim. *T. platyphylla* Scop. *T. tomentosa* Moench.	*T. americana* L. *'Columnaris'* *T. cordata* Mill. *'Pyramidalis'*	*T.* × *euchlora* K. Koch
Ulmus L.	*U. americana* L. *U. carpinifolia* Gleditsch. *U. laevis* Pall.		
Viscum L.	*V. album* L. *subsp. album*		

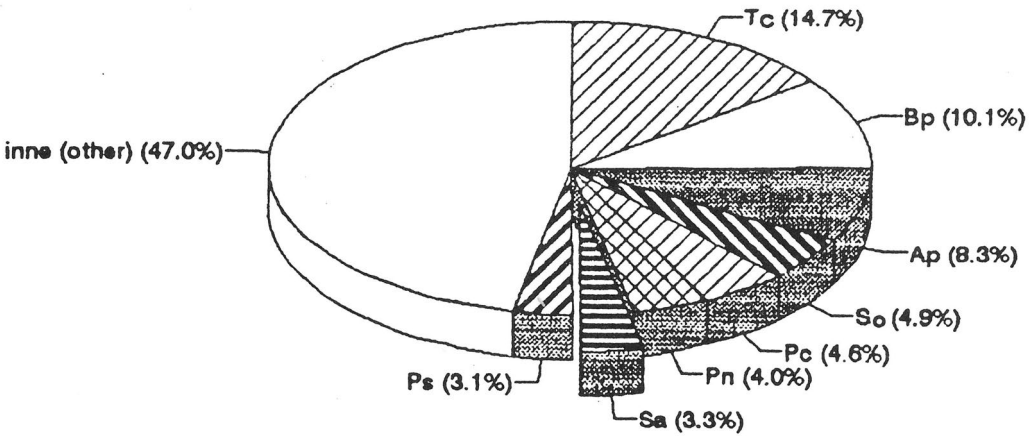
* – nomenklatura za Bojarczukiem (1970)



Ryc. 7. Wspólni żywiciele podgatunków *Viscum album* L. według E. Gäumanna 1951 (za M. Hofstetterem 1988, uzupełnione z Graziego i Zempa 1986 oraz Mądalskiego 1938).

Fig. 7. Joint hosts of *Viscum album* L. subspecies according to E. Gäumann 1951 (after M. Hofstetter 1988, supplemented from Grazi & Zemp 1986 and Mądalski 1938).

As – *Acer saccharinum* L.; Gc – *Genista cinerea* L.; Ll – *Larix leptolepis* Gord.; Sc – *Salix caprea* L.; Sa – *Sorbus aucuparia* L.



Ryc. 8. Gatunki drzew, na których najczęściej pasożytuje *Viscum album* L. subsp. *album* w Polsce.

Fig. 8. The tree species which *Viscum album* L. subsp. *album* most often infects in Poland.

Tc – *Tilia cordata* L.; Bp – *Betula pendula* Roth; Ap – *Acer platanoides* L.; So – *Sorbus aucuparia* L.; Pc – *Populus* × *canadensis* Moench; Pn – *Populus nigra* L.; Sa – *Salix alba* L.; Ps – *Populus* × *serotina* Hart.

Uwzględniając w obrębie żywicieli taksony wewnątrzgatunkowe (odmiany, kultywary i mieszańce) *Viscum album* subsp. *album* najczęściej osiedla się na przedstawicielach rodzaju *Populus* L., a następnie *Malus* Mill., rzadziej na *Salix* L. i *Acer* (Tab. 1).

Na terenie Wadowic (woj. bielskie, obserwacje własne) stwierdzono pasożytnictwo *Viscum album* subsp. *album* na własnym gatunku (hiperpasożytnictwo). O podobnym fakcie donosili również Gajewski (1962), Petermann i Tschirner (1987) oraz Riekstinš (1980).

Morfologia i biologia Jemioły

Morfologia jemioły

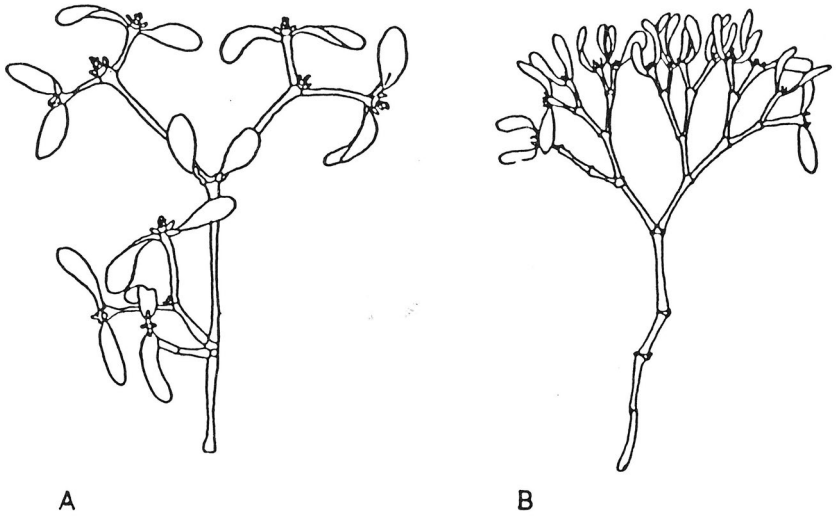
Jemioła pospolita jest krzewem zimozielonym. U jemioły pospolitej rozpierzchłej (*Viscum album* subsp. *austriacum*) wyróżnia się dwie formy: szerokolistną i wąskolistną (fo. *latifolium* i fo. *angustifolium* – Błoński 1904). Krzaczek (1976) również podkreśla, że każdy żywiciel wywiera dość wyraźny wpływ na morfologię jemioły, nie ma jednak wpływu ewolucyjnego.

Osobniki jemioły pospolitej rozrastają się półkolisto, do średnicy jednego metra, tworząc zwarte lub luźne krzewy (Ryc. 9). Pędy jemioły są rozwidlone. Odnośnie do sposobu ich rozgałęzienia zdania są podzielone. Według Strasburgera i in. (1960) u *Viscum* występuje wierzchotka dwuramienna, która może sprawiać pozornie wrażenie rozgałęzienia dychotomicznego. W rzeczywistości kolejne pary pędów bocznych nie rosną do siebie równolegle, lecz wyrastają we wszystkich kierunkach prawie pod kątem ostrym lub prostym, a nawet lekko rozwartym. Według Wangerina (1937) kąt rozwarcia pędów jemioły może wynosić od 40 do 120^{o} (cyt. za Stoppem 1961). Szweykowska i Szweykowski (1993) podają, że u jemioły występuje rozgałęzienie pozornie widlaste, czyli pseudodychotomiczne, ponieważ odgałęzienia boczne tworzą się z dwóch naprzeciwległych pąków kątowych (Ryc. 9). Wcześniej, o rzekomej dychotomii u *Viscum* pisali Tubeuf (1923) i Stopp (1961).

Pędy jemioły są zróżnicowane na węzły i międzywęźla. Są one nagie, w węzłach kruche, łamliwe, koloru oliwkowo-zielonego. Pokryte są grubościenną, silnie skutynizowaną epidermą, która nie zawiera chloroplastów (Ryc. 10). Pędy te nie tworzą korka, więc nawet ponad 30-letnie są zielone. Ich zielony kolor warunkuje tkanka asymilacyjna, która znajduje się pod epidermą pędu. Tkanka ta złożona jest z kilku warstw komórek przeważnie owalnych. W walcu osiowym łodygi znajduje się pierścień wiązek kolateralnych oddzielonych od siebie promieniami rdzeniowymi. Po zewnętrznej i wewnętrznej stronie wiązek występują pasma włókien sklerenchymatycznych.

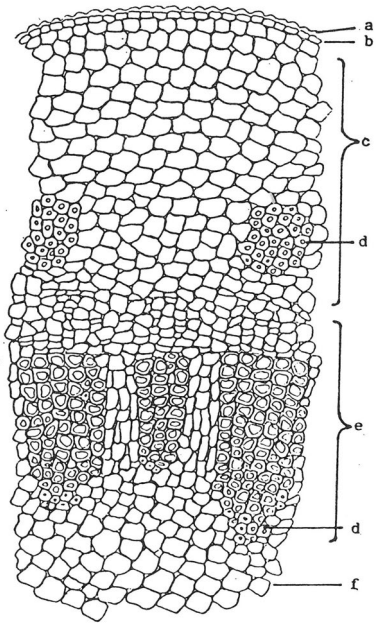
W ciągu roku na końcach tegorocznych pędów rozwija się tylko jedna para liści ułożonych naprzeciwlegle, z kątów których w następnym sezonie wegetacyjnym wyrastają nowe pędy.

Liście jemioły wykazują zróżnicowanie na stronę górną (doosiową) i dolną (odosiową). Wnętrze młodego liścia nie wykazuje zróżnicowania na miękisz palisadowy



Ryc. 9. Pędy *Viscum album* L. A – subsp. *album*; B – subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm. (według Rothmalera 1970 – zmienione).

Fig. 9. Shoots of *Viscum album* L.: A – subsp. *album*; B – subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm. (according to Rothmaler 1970 – modified).



Ryc. 10. Przekrój poprzeczny łodygi *Viscum album* L. a – kutikula; b – epiderma; c – kora pierwotna; d – pasma włókien sklerenchymatycznych; e – kolateralne wiązki przewodzące; f – miękisz rdzeniowy.

Fig. 10. Cross section of the stem of the *Viscum album* L. a – cuticle; b – epidermis; c – primary cortex; d – strands of sclerenchyma; e – colateral vascular bundles; f – pith parenchyna.

i gąbczasty. Dopiero wiosną następnego roku wykształca się obustronnie miękisz palisadowy. Liść jemioły posiada silnie skutynizowaną epidermę. Według Krzaczka (1976) średnia liczba aparatów szparkowych na 1 mm^2 dla *Viscum album* waha się od 38,95 ± 0,17 do 103,4 ± 0,68 dla górnej skórki i od 36,4 ± 0,35 do 95,6 ± 0,78 dla skórki dolnej. Natomiast nie stwierdzono wyraźnej zależności tej cechy od podgatunku jemioły.

Liście posiadają od 3 do 6 niewyraźnych nerwów. Odnośnie do ich wieku podawane są różne dane. I tak, Zalewski (1893) pisze, że liście jemioły są trwałe i zdolne przetrwać 17 miesięcy. Brunarska (1957) i Stopp (1961) podają zakres ich wieku od 15 do 24 miesięcy, natomiast Kownas (1961) stwierdził, że liście jemioły utrzymują się na krzewie nie dłużej niż 4 lata. Z obserwacji autora niniejszej pracy wynika, że przedział wieku liści jemioły pospolitej wynosi od 2 do 4 lat i zależy od wpływu klimatu. Na terenach o wpływie klimatu atlantyckiego wiek liści jemioły jest dłuższy.

Rozmnażanie i rozsiewanie

Jemioła pospolita jest rośliną rozdzielnopłciową i dwupienną. Jej kwiatostany są trójkwiatowe. Kwiaty męskie wykazują różnice w wielkości, strukturze i barwie w stosunku do kwiatów żeńskich.

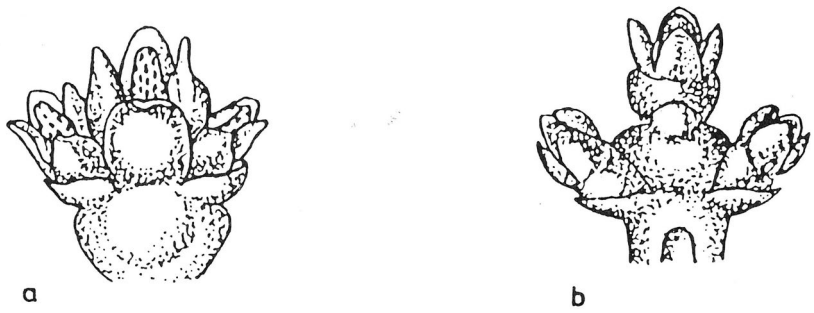
Kwiaty męskie mają okwiat pojedynczy, żółtozielony, najczęściej czterokrotny, u nasady zrośnięty w krótką rurkę (Ryc. 11a). Szczególnie nietypowe jest jego pręcikowie (*androeceum*), w którym trudno rozróżnić nawet pylniki. W poduszeczkowatym wyrostku płatka rozwija się różna liczba grup archeosporialnych. Zdaniem Rodkiewicza (1973) woreczki pyłkowe są tu rozdzielone na szereg mniejszych gniazd warstwami komórek somatycznych. One zaś uwalniają pyłek na powierzchnię płatka. Według Gajewskiego (1962) w kwiatach męskich nie widać wyraźnie pręcików, lecz jedynie u podstawy okwiatu występuje do 50 pękających pylników.

Pyłek u jemioły jest kulisty – o powierzchni pokrytej kolcami – przystosowany do zapylania przez owady. Pręcikowe kwiaty posiadają dysk centralny, zaś międzywęźle pędu tuż pod kwiatostanem jest silnie zabarwione na żółto. Zwabia ono owady, głównie *Hymenoptera* – pszczoły i trzmiele (szczególnie *Bombus terrestris* L. i *B. lapidarius* L.). Poza tym kwiat męski ma o wiele silniejszy zapach i niedużo nektaru (Wallden 1961).

O wydzielaniu olejków eterycznych przez kwiaty męskie jemioły pisał Tubeuf (1926). Wallden (1961) podkreśla, że w Szwecji w zapylaniu jemioły biorą udział również różnego rodzaju muchy (*Diptera*), które zapylają kwiaty często pomimo złej pogody przenosząc pyłek na odległość setek metrów. Poza tym pisze, że trudno sobie wyobrazić zapylanie jemioły na większą skalę przez wiatr, ponieważ wytwarza ona małe ilości pyłku. Podobnego zdania jest Kuijt (1969). Według Heinrichera (cyt. za Hegim 1957) jemioła jest rośliną równocześnie wiatro- i owadopylną. Kownas (1961) stwierdza, że dyskusja nad tym, czy jemioła jest owado- czy wiatropylna trwa od 200 lat.

Okres kwitnienia jemioły w Polsce przypada według Szafera i in. (1976), na okres od lutego do marca, a zdaniem Mowszowicza (1983) na koniec marca i kwiecień. W Szwecji natomiast kwitnienie *Viscum* odbywa się w maju, a w ostatnich latach na skutek ocieplenia klimatu nawet już w kwietniu (Wallden 1961). Według Strasburgera (cyt. za

Tubeufem 1923) czas kwitnienia jemioły jest taki sam, niezależnie od gatunku żywiciela i jego rozwoju wiosennego. Engler (1889, cyt. za Hegim 1957), przyjmował, że zapylenie następuje w okresie jesiennym, zaś tacy badacze jak Loew (1890, cyt. za Hegim 1957) i Tubeuf (1923) twierdzą, że moment ten następuje wczesną wiosną (marzec, kwiecień).



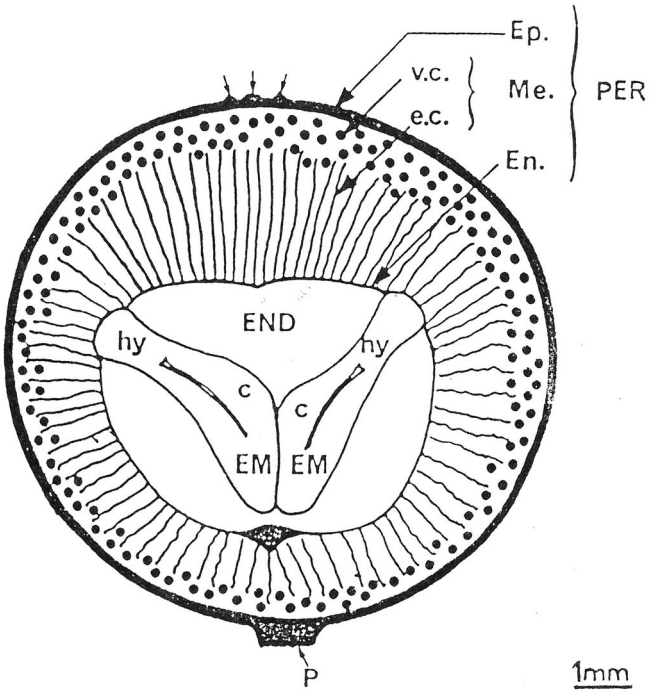
Ryc. 11. Kwiatostany *Viscum album* L. a – męski; b – żeński (według Berga i Schmidta, za Brunarską 1957).

Fig. 11. Inflorescences of *Viscum album* L. a – male; b – female (according to Berg and Schmidt, after Brunarska 1957).

Poglądy na morfologię kwiatu żeńskiego nie są jednoznaczne. Według Brunarskiej (1957) okwiat jest czterodzielny, słupek półdolny, jednokomorowy. Szyjka słupka krótka lub jej brak (Ryc. 11b). Woreczek zalążkowy rozwija się z dwujądrowej megaspory chalazalnej, zgodnie z typem *Allium* i jest 8-jądrowy (Davis 1987). Według tej autorki, u jemioły nie tworzy się wzgórek (*mamelon*), a komórki archeosporialne są odmiennego pochodzenia; powstają z subepidermalnych komórek dna zalążni. W endospermie jemioły występuje wiele chloroplastów. Zarodek posiada dwa liścienie, które w porównaniu z innymi przedstawicielami rodziny *Viscaceae* są dobrze wykształcone (Bhandari & Vohra 1983) (Ryc. 12–13). Korzeń zarodkowy (*radicula*) przekształcony jest w haustorium. Kuijt (1969) powołując się na Maheshwariego i in. (1957) pisze, że słupkowie (*gynaeceum*) jemioł jest silnie zredukowane. Niepozorne, zagłębione dno kwiatowe nie zawiera zalążków, lecz bazalne wyrostki różnej wielkości. Organ ten jest jakby szczątkowym łożyskiem (*placenta*).

Kwiaty żeńskie jemioły pospolitej wydzielają obfitą ilość nektaru, lecz są prawie bez zapachu i mają tylko nieznaczne zabarwienie (Wallden 1961).

Prostota kwiatów *Viscaceae* jest myląca (jeśli chodzi o morfologię i embriologię), zwłaszcza w odniesieniu do *Loranthaceae. Calyculus* – szczątkowy okółek przylistków charakterystyczny dla *Loranthaceae* (Venkata Rao 1964) większość botaników uznaje za kielich w różnych stadiach zaniku. Schaeppi i Steindl (1945) twierdzą natomiast, że *calyculus* u *Viscum* jest zwykłym skróceniem podstawy płatków, jako że występuje on tylko u *Loranthaceae.* Jako pozostałość kielicha okwiatu utrzymuje się długo na jasnoczerwonych, pokrytych włoskami jagodach u *Tapinanthus natalitius* (Blume) Reichb. (Visser 1981). Interesujące jest również to, że średniej wielkości osobnik może wytworzyć do 100 cm^3 nektaru, a pojedynczy kwiat 1/10 cm^3 (Visser 1981).

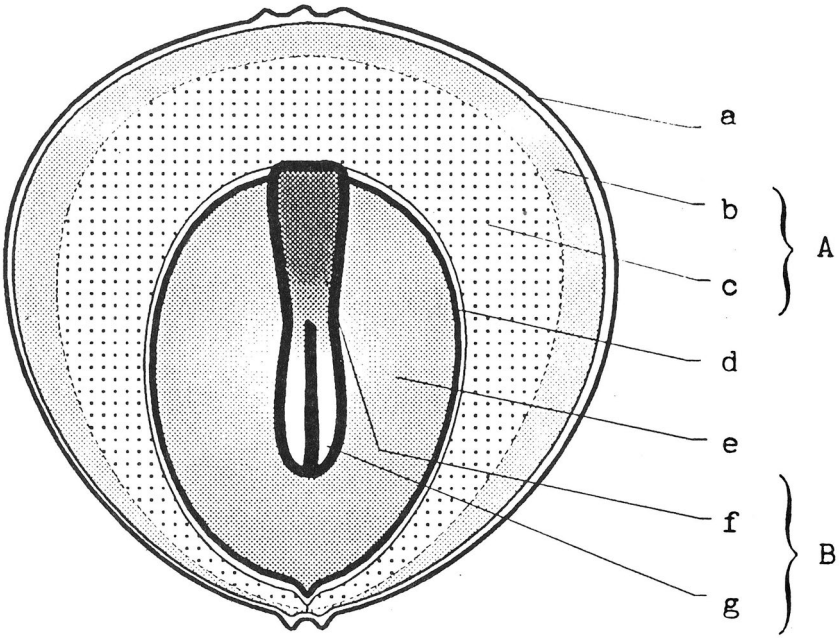


Ryc. 12. Podłużny przekrój dojrzałego owocu *Viscum album* L. EM – zarodki; END – endosperma; PER – owocnia: Ep – egzokarp, Me – mezokarp, (ec – komórki wewnętrzne, vc – komórki zewnętrzne), En – endokarp; strzałki – ślady struktur kwiatowych; c – liścień; hy – hypokotyl; p – szypułka (za zgodą G. Sallé, za Sallé 1983).

Fig. 12. Longitudinal section of mature *Viscum album* L. berry. EM – embryos; END – endosperm; PER – pericarp: Ep – egzocarp, Me – mesocarp (ec – inner cells, vc – outer cells), En – endocarp; arrows – traces of flowering structures; c – cotyledon; hy – hypocotyl; p – peduncle (courtesy G. Sallé, after Sallé 1983).

Przedstawiciele *Viscaceae* to rośliny jedno- lub dwupienne. Żeńskie kwiaty mają na ogół niewielkie zróżnicowanie, podczas gdy kwiatostany wykazują znaczne zróżnicowanie morfologiczne, np. czasami szczytowy kwiat *Viscum* jest męski – jak u *V. capitelatum* Sm. i *V. trilobatum* Talbot, zaś boczne kwiaty żeńskie.

U większości indyjskich gatunków sytuacja jest odwrotna (Danser 1941; Rao 1957 – cyt. za Kuijtem 1969). Czasami powstaje więcej niż dwa boczne kwiaty jak u *V. capitellatum i V. orientale* Willd., a zwłaszcza u *V. monoicum* Roxb. i *V. heyneanum* DC., u których tworzą się kwiatostany 7-kwiatowe. Liczne rodzaje, zwłaszcza najbardziej prymitywne posiadają standardowy dla okrytozalążkowych pręcik z 2 lub 4 workami pyłkowymi, wystający ponad słupek na wyraźnej nitce (Visser 1981). U niektórych przedstawicieli *Viscaceae* pręciki mają bardzo długie nitki i typowe pylniki, np. afrykański *Erianthemum ngamicum* Tiegh. (Visser 1981). Wskazuje to na ewolucyjną redukcję pręcików u *Viscum.* U *Erianthemum ngamicum* istnieje ciekawy sposób zapylania. Płatki korony przy najlżejszym dotknięciu naprężają się w kierunku zewnętrznym i otwierają błyskawicznie, zaś nitki pręcikowe rozwijają się i ziarna pyłku zostają rozrzucone we wszystkich kierunkach na odległość do 20 cm (Visser 1981).



Ryc. 13. Schemat budowy jagody *Viscum album* L. (za zgodą G. Graziego i K. Urecha, za Grazim i Urechem 1981, częściowo zmienione). a – egzokarp; b – warstwa śluzowa zewnętrzna; c – warstwa śluzowa wewnętrzna; d – endokarp; e – endosperma; f – hypokotyl; g – liścienie; A – mezokarp; B – zarodek.

Fig. 13. Diagram of the structure of the *Viscum album* L. berry (courtesy of G. Grazi & C. Urech; after Grazi & Urech 1981, partly modified). a – exocarp; b – mesocarpus layer; c – inner mucous layer; d – endocarp; e – endosperm; f – hypocotyle; g – cotyledons; A – mesocarp; B – embryo.

Istnieje możliwość, że wszystkie *Viscaceae* o dużych kolorowych kwiatach zapylane są przez ptaki. Odnosi się to szczególnie do gatunków południowo-amerykańskich, u których najczęstszymi zapylaczami są kolibry (Docters van Leeuwen 1954).

Richardson (1978) podaje, że w rodzinie *Loranthaceae* s. lato owocami są jagody lub pestkowce. Według Tubeufa (1923) owoc jemioły nie jest owocem właściwym, ponieważ w jego tworzeniu bierze udział oś pędu. Stopp (1961) twierdzi, że jagody jemioły są jagodami pozornymi. Zdaniem autora niniejszej pracy owocem jemioły jest jagoda.

Owocnia jemioły zbudowana jest z trzech części: egzokarpu, mezokarpu i endokarpu (Ryc. 12–13).

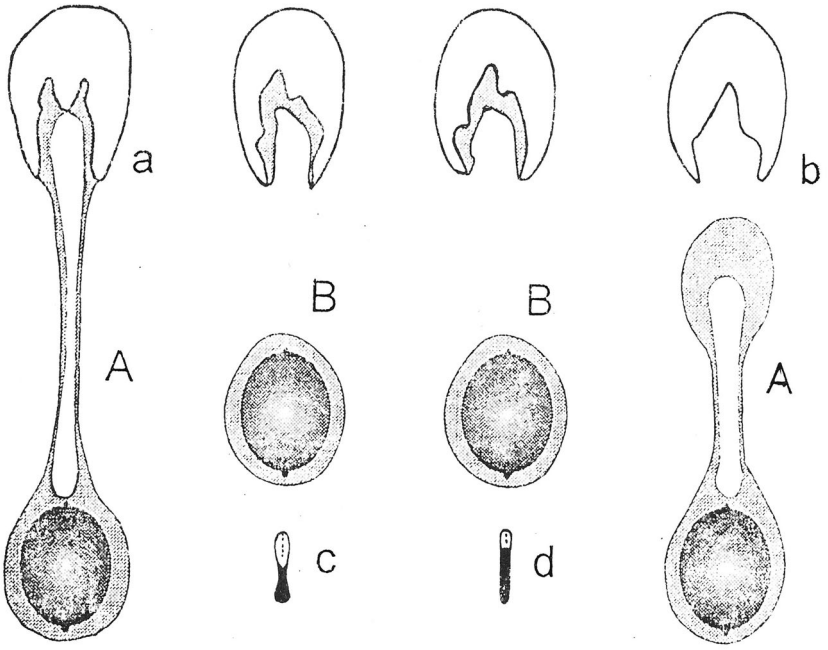
Egzokarp stanowi pokryta kutyną i silnie skutynizowana epiderma.

Środkową część owocni stanowi mezokarp zbudowany z dwóch warstw. Zewnętrzna warstwa, przylegająca do egzokarpu, składa się z komórek kulistych, silnie zwakuolizowanych o cienkiej ścianie celulozowej. Warstwa ta stanowi pokarm dla ptaków (Kuijt 1969). Wewnętrzna warstwa jest zbudowana z wydłużonych komórek o ścianach celulozowych, których strona dośrodkowa ma spiralne zgrubienia. Komórki warstwy wewnętrznej pokryte są pektyną (Sallé 1983). Z tej warstwy mezokarpu u *Viscum album* subsp. *album* tworzą się śluzowe nitki umożliwiające osadzenie się nasienia na powierzchni

żywiciela. Nitki te ściśle połączone są z egzokarpem i endokarpem (Ryc. 14Aa). Nie są one trawione w przewodzie pokarmowym ptaków (Kuijt 1969). Grazi i Urech (1981), którzy przebadali 300000 owoców jemioły pochodzących z różnych żywicieli rosnących w kilku rejonach Europy i Azji nie stwierdzili wspomnianych nitek u *Viscum album* subsp. *abietis* (Ryc. 14Bc) i *Viscum album* subsp. *austriacum* (Ryc. 14Bd). Zdaniem tych autorów – brak nitek śluzowych jest wyraźną i stałą cechą u wszystkich bez wyjątku jagód jemioł pasożytujących na drzewach iglastych.

Oba podgatunki różnią się natomiast budową hypokotylu. U *Viscum album* subsp. *abietis* hypokotyl ma uwydatniony koniec w postaci główki (Ryc. 14c), zaś u *Viscum album* subsp. *austriacum* koniec hypokotylu zarodka jest cienki i spiczasty, bez przewężania (Ryc. 14d). Na tej podstawie Grazi i Urech (1981) zaproponowali wyróżnienie czterech podgatunków w obrębie *Viscum album*. Wyżej wymienione trzy podgatunki występują w Eurazji i w północnej Afryce, zaś czwarty (*Viscum album* subsp. *coloratum* Moriya) we wschodniej Azji i Japonii. U tego podgatunku zewnętrzna warstwa mezokarpu łatwo oddziela się od egzokarpu, a z wewnętrznej także tworzą się śluzowate nitki (Ryc. 14 Ab).

Najbardziej wewnętrzną część owocni stanowi endokarp. Jest on cienki, zbudowany



Ryc. 14. Morfologiczne cechy jagód i nasion 4 podgatunków *Viscum album* L. (za zgodą G. Graziego i K. Urecha, za Grazim i Urechem 1981).

Fig. 14. Morphological features of berries and seeds of 4 *Viscum album* L. subspecies (by consent of G. Grazi and K. Urech, after Grazi & Urech 1981).

Aa – *V. album* subsp. *album;* Bc – *V. a.* subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.; Bd – *V. a.* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollm.; Ab – *V. a.* subsp. *coloratum* Moriya.

z kilku warstw spłaszczonych komórek o zdrewniałych ścianach. Ściany te barwią się floroglucyną z kwasem solnym na kolor malinowo-czerwony (badania własne autora). Endokarp otacza nasienie, w którym znajduje się od jednego do trzech zarodków u *Viscum album* subsp. *album* (Ryc. 12) lub od jednego do dwóch u subsp. *abietis* i subsp. *austriacum* (Grazi i Urech 1981). U *Loranthus* L. występuje wyłącznie warstwa lepka pektynowa, natomiast owoce *Nuytsia floribunda* (Labill.) R. Br. są bardzo suche, pozbawione miąższu (Barlow 1964; Kuijt 1969).

Viscum album i pochodzący z Północnej Ameryki *Phoradendron* mają jagody od perłowo białych do żółtych, pomarańczowych, a nawet jaskrawo-czerwonych na wschodniej granicy jej zasięgu (Danser 1941, cyt. za Kuijtem 1969).

Poglądy dotyczące roli ptaków w rozsiewaniu nasion jemioły są rozbieżne. Według Tubeufa (1923) prawie wszystkie ptaki jagodożerne zjadają także owoce jemioły. Innego zdania jest Sokołowski (1972), który podkreśla, że nasienie jemioły jest dość duże (4 mm szerokie i 2 mm grube) i przechodzi tylko przez przewód pokarmowy paszkota (drozdowate) i jemiołuszki (jemiołuszkowate). Rozsiewanie jemioły możliwe jest zatem jedynie za pośrednictwem tych dwóch gatunków. Inne drozdowate (poza paszkotem) o węższym przewodzie pokarmowym, mogą rozsiewać tylko te drzewa i krzewy, które mają nasiona mniejsze niż jemioła. Poglądy Sokołowskiego (1972) odnoszą się do endochorycznego rozsiewania nasion jemioły.

Podobnie różne są zdania co do czasu przebywania owoców i nasion jemioły w przewodzie pokarmowym ptaków. Tubeuf (1923) twierdzi, że nasiona *Viscum* pozostają w organizmie drozda około 30 minut. Berndt i Meise (1959) pisali zaś, że owoc jemioły zalega w przewodzie pokarmowym ptaka zaledwie 7 minut (Bartkowiak 1970).

U australijskiego ptaka *Dicaeum hirundinaceum* Shaw & Nodder nasiona przedstawicieli *Viscaceae* przebywają w jego przewodzie pokarmowym od 4 do 12 minut, zaś u *Phainopepla nitens* Swainson występującego w płd.-zach. części Ameryki Północnej od 12 do 45 minut (Barlow 1987).

Zdaniem Hofstettera (1988) ptaki pozostające w Europie na zimę zdane są na spożywanie owoców jemioły ze względu na niedostatek innego pokarmu.

Bartkowiak (1970) na podstawie literatury i badań własnych wymienia 13 gatunków ptaków, które biorą udział w endozoochorycznym i egzozoochorycznym rozsiewaniu owoców i nasion *Viscum album*. Są to: z rodziny jemiołuszkowatych (*Bombycillidae*): *Bombycilla garrulus* L. – Jemiołuszka; z rodziny drozdów (*Turdidae*): *Turdus merula* L. – Kos, *Turdus pilaris* L. – Kwiczoł, *Turdus viscivorus* L. – Paszkot, *Turdus philomelos* Brehm – Drozd śpiewak; z rodziny krukowatych (*Corvidae*): *Corvus frugilegus* L. – Gawron, *Coloeus monedula* L. – Kawka, *Pica pica* L. – Sroka, *Garrulus glandarius* L. – Sójka, *Nucifraga caryocatactes* L. – Orzechówka. Poza tym *Phasianus colchicus* L. – Bażant obrożny (rodzina *Phasianidae* – Bażanty); *Tetrastes bonasia L.* – Jarząbek (rodzina *Tetraonidae* – Głuszce); oraz *Sturnus vulgaris* L. – Szpak (rodzina *Sturnidae* – Szpakowate). Głównym konsumentem i roznosicielem owoców *Viscum album* spośród wymienionych ptaków jest paszkot – *Turdus viscivorus* (Moeves 1918; Hryniewiecki 1952; Ferens 1967, 1971).

W drugiej połowie XVIII w. wykazano, że nasiona jemioły mogą kiełkować bez po-

mocy ptaków, np. karłowate jemioły z rodzaju *Arceuthobium* mają tendencję do występowania w ogniskach. Rozprzestrzeniają się one po całym lesie i pozostawiają po sobie obszary ogołoconych i zdeformowanych drzew (Hinds & Hawksworth 1965). Jemioły rozsiewane przez ptaki na ogół nie tworzą takich frontów i występują losowo. *Viscum album* subsp. *album* rozprzestrzenia się tylko na obrzeżach lasu i polanach śródleśnych.

W zoochorycznym rozsiewaniu jemioły pospolitej biorą również udział inne zwierzęta – myszy leśne, kuny leśne oraz borsuki (Tubeuf 1923; Szczerbiński 1926; Hegi 1957).

Mniejsze znaczenie w jej rozprzestrzenianiu odgrywają czynniki abiotyczne, takie jak wiatr i śnieg. U niektórych pozaeuropejskich gatunków *Viscaceae*, np. u karłowatych gatunków z rodzaju *Arceuthobium* występuje autochoria. Dojrzałe owoce pękają, a ich pojedyncze nasiona u jednego z gatunków wystrzeliwane są na odległość 5–15 metrów (Kuijt 1969; Łańcucka-Środoniowa 1980).

Stan spoczynku nasienia u jemioły pospolitej trwa do 6 miesięcy, zaś tropikalne *Viscum* w ogóle nie przechodzą okresu spoczynku. U *Arceuthobium* cykl życiowy wynosi minimum 3 do 5 lat (Barlow 1964).

U bardziej zaawansowanych ewolucyjnie gatunków tej rodziny pojawiła się wtórna reprodukcja wegetatywna poprzez rozwój pędów i kwiatostanów z organów otoczonych tkanką żywiciela, co można obserwować u współczesnej *Arceuthobium, Phoradendron californicum* Nutt i *Viscum minimum* Harvey oraz europejskiej *Viscum album* (Kuijt 1986, 1989). Jest to przykład reprodukcji aseksualnej, która zdaniem Abrahamsona (1980) utrwala udane genotypy w 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, co obserwujemy m.in. w subpopulacji *Viscum album* subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego.

Rozwój, budowa i funkcjonowanie systemu endofitycznego

W ontogenezie pasożytniczych roślin kwiatowych najbardziej istotną cechą jest rozwój organu absorpcyjnego, nazywanego układem endofitycznym, który umożliwia pobieranie składników pokarmowych od żywiciela (Sallé 1983).

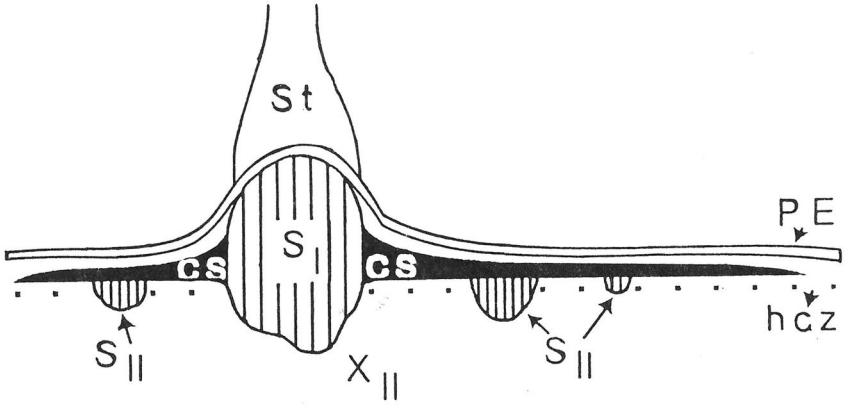
W rozwoju ontogenetycznym jemioły pospolitej wyróżnia się dwie fazy:

(1) niezależną fazę nasienną, trwającą od dojrzałej owocni aż do momentu osiedlenia się młodej rośliny na żywicielu i wytworzenia przez nią tarczki inwazyjnej;

(2) fazę pasożytniczą, która charakteryzuje się rozwojem układu endofitycznego i wytworzeniem połączeń z komórkami przewodzącymi żywiciela; faza ta trwa aż do śmierci osobnika (Sallé 1978a, 1983).

Początek drugiej fazy można nazwać etapem wzajemnej adaptacji między jemiołą a żywicielem (Barlow 1987). Organ służący do pobierania wody i soli mineralnych u osobników z rodziny *Loranthaceae* s. lato Thoday i Johnson w 1930 r. nazwali systemem endofitycznym (Sallé 1978a, b).

System endofityczny *Viscum album* pod względem morfologicznym, anatomicznym i fizjologicznym składa się z dwóch części: pasm korowych oraz ssawki pierwotnej i ssawek wtórnych.

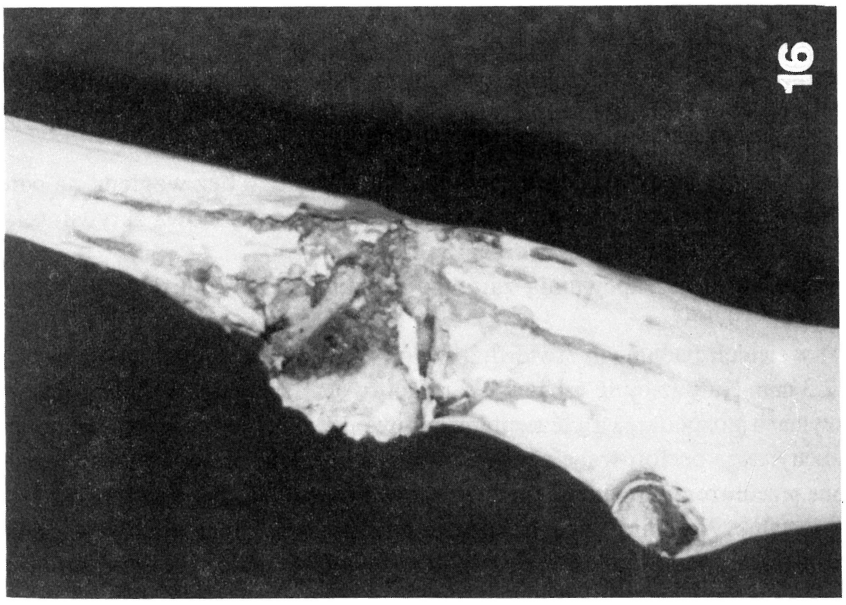


Ryc. 15. Ogólna organizacja systemu endofitycznego *Viscum album* L. Ssawka pierwotna (S_I) i ssawki wtórne (S_{II}) penetrują tkanki ksylemowe żywiciela (X_{II}). cs – pasmo korowe; hcz – strefa kambialna żywiciela; PE – peryderma żywiciela; St – łodyga jemioły (za zgodą G. Sallé, za Sallé 1978).

Fig. 15. General organization of the endophytic system of *Viscum album* L. The primary haustorium (S_I) and the sinkers (S_{II}) penetrate the xylary host tissues (X_{II}). cs – cortical strand; hcz – host cambial zone; PE – host periderm; St – stem of the mistletoe (courtesy G. Sallé, after Sallé 1978).

Pasma korowe są cylindrycznymi i wydłużonymi elementami rosnącymi podłużnie w parenchymie korowej i tkance łyka gałęzi żywiciela (Ryc. 15, cs). Są one koloru zielonego (zawierają chloroplasty), ich długość dochodzi do kilku centymetrów. Według Stoppa (1961) u 14-letniej jemioły pospolitej jodłowej (*V. a.* subsp. *abietis*) długość pasm korowych może dochodzić do 13,2 cm. U jemioły żyjącej na osobnikach własnego gatunku lub na gązewniku (*Loranthus*) nie następuje wytwarzanie pasm korowych. Pasma korowe rosną w obie strony gałęzi żywiciela (Ryc. 16). Inne cechy tych pasm będą podane w dalszej części rozdziału.

Ssawka pierwotna (Ryc. 15, 17) rozpoczyna swój rozwój, niezależnie od podłoża podczas kiełkowania nasienia. Natomiast proces kiełkowania nasion jemioły w dużym stopniu zależy od temperatury. Optymalna temperatura kiełkowania nasion waha się między 15–20°C (Sallé 1983). Także badania Laiyuna i Zhenghea (1989) wskazują na duże wymagania cieplne podczas kiełkowania nasion roślin z rodziny *Loranthaceae* s. lato. Piszą oni, że przy temperaturze 4–5°C proces kiełkowania nasion trwa 10–31 dni i wówczas kiełkuje 78%, zaś przy temperaturze 18–32°C nasiona kiełkują już po 2–8 dniach, a ich zdolność kiełkowania wynosi 93,6%. *Viscaceae* potrzebują także światła, a zwłaszcza jego pasma niebieskiego jako bodźca do wywołania kiełkowania (Zenkteler 1996). Roślina nie zrywa kontaktu z nasieniem dopóki haustorium nie zapewni jej dobrego połączenia z żywicielem. Nie dzieje się tak u większości roślin z Nowego Świata, bowiem posiadają one tarczkę inwazyjną bardziej przylepną. *Viscum album* może kiełkować również w ciemności, jeśli kiełkowanie wcześniej się rozpoczęło w warunkach świetlnych (Tubeuf 1923). W ciągu pierwszych trzech dni następuje wydłużanie się hypokotylu, którego zakończenie jest pałeczkowate i nieco rozdęte (Ryc. 18). Powiększa się jego część bazalna, z niej różnicuje się krótki wyrostek, składający się z 4–6 warstw komórek



Ryc. 16. System endofityczny *Viscum album* L. (fot. P. T. Stypiński).
Fig. 16. Endophytic system of *Viscum album* L. (photo by P. T. Stypiński).

Ryc. 17. Przekrój poprzeczny przez system endofityczny *Viscum album* L. (fot. P. T. Stypiński).
Fig. 17. Cross section through the endophytic system of the *Viscum album* L. (photo by P. T. Stypiński).

tkanki twórczej, pokrytych epidermą zbudowaną z komórek brodawkowych. Całość nosi nazwę tarczki inwazyjnej – *adhesive disc* (Ryc. 19). Zasadniczą funkcją tarczki inwazyjnej jest silne przymocowanie pasożyta do żywiciela. Komórki skórki tarczki wydzielają dużo śluzu. Retikulum endoplazmatyczne komórek skórki produkuje lipidy nienasycone i lipoproteiny, które gromadzą się w sferosomach. Następnie są wydalane na zewnątrz komórki. Substancje te stanowią element uszczelniający i stabilizują tarczkę. Pośrodku tarczki inwazyjnej tworzy się grupa komórek, która tworzy „klin penetracji" *(coin de penetration)*, z którego następnie zaczyna tworzyć się ssawka pierwotna jemioły. Jest ona wyrostkiem tarczki inwazyjnej (Sallé 1983).

Początkowo następuje rozerwanie najbardziej zewnętrznej warstwy perydermy żywiciela i stopniowy rozwój ssawki pierwotnej. Podczas penetracji ssawki pierwotnej następuje zakłócenie organizacji tkanki żywiciela, szczególnie w strefie łyka wtórnego, które mechanicznie odsuwane jest na boki przez wrastające tkanki pasożyta. Sallé (1979a) sugeruje, że rozsuwanie łyka może odbywać się także przy udziale enzymów niszczących komórki żywiciela. Według Zenkteler (1996) są to celulazy, pektynazy lub proteazy. Na tym etapie kończy się życie niepasożytnicze jemioły.

Różnicująca się ssawka pierwotna wrasta w tkanki żywiciela za pomocą szczytowego merystemu pierwotnego. Po osiągnięciu miazgi żywiciela, dalszy jej wzrost odbywa się dzięki merystemowi interkalarnemu, co pozwala na skorelowanie wzrostu kambium żywiciela i jemioły (Sallé 1979a). Po bokach ssawki pierwotnej wyrastają pasma korowe, które rozwijają się podłużnie w obrębie łyka wtórnego żywiciela (Ryc. 16). Na zakończeniach swoich posiadają one strefę merystematyczną pokrytą wydłużonymi komórkami, które wydzielają śluz (Sallé 1978b). Chronią one strefę merystematyczną i ułatwiają rozrastanie się pasm korowych w tkance powierzchniowej żywiciela. Na przekrojach poprzecznych pasma mają kształt zbliżony do kolistego z centralnie ułożonymi naczyniami przewodzącymi, które otoczone są komórkami z ziarnami skrobi (Sallé 1983). Wzrost pasm korowych jest niezależny od sezonowej aktywności żywiciela (badania takie przeprowadzono na przykładzie *Malus* sp. – Sallé 1979a). Pasma korowe wywołują wzrost ssawek wtórnych (Ryc. 15).

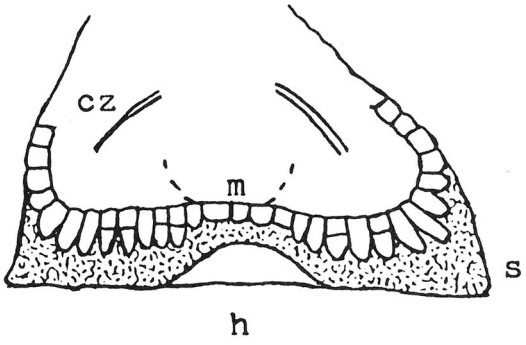
Ssawki wtórne stanowią grupę komórek ustawionych w szeregu bez względu na porę roku (Sallé 1979a). Ich merystem interkalarny charakteryzuje się sezonową aktywnością, skorelowaną z aktywnością kambium żywiciela (Sallé 1983).

Ssawki pierwotne i wtórne zapewniają zarówno przytwierdzenie jak i zaopatrzenie jemioły w wodę (Sallé 1979b).

Sallé (1979b) w swoich badaniach stwierdził, że 45% ssawek wtórnych miało wysokość od 0,9 do 2,3 mm. Na poziomie ssawek wtórnych tworzą się bezpośrednie połączenia między naczyniami gospodarza i elementami przewodzącymi jemioły. Naczynia jemioły są izodiametryczne i perforowane na całej powierzchni. Ich średnia długość wynosi 100 μm. Są one przedłużeniem wiązek przewodzących żywiciela. Zaopatrują pasożyta w wodę i sole mineralne. Natomiast pasma korowe gromadzą substancje pobrane przez ssawki i dostarczają je do pędu jemioły na zewnątrz żywiciela (epikotylu) oraz umożliwiają powiększenie systemu endofitycznego w tkankach żywiciela (Sallé 1979b). Poza tym biorą udział w wytwarzaniu pędów przybyszowych (Kuijt 1990).

Ryc. 18. Wydłużanie się hypokotylu u osobnika *Viscum album* L. w pierwszym roku życia – maj (za zgodą G. Sallé, za Sallé, Frochot & Andary 1993).

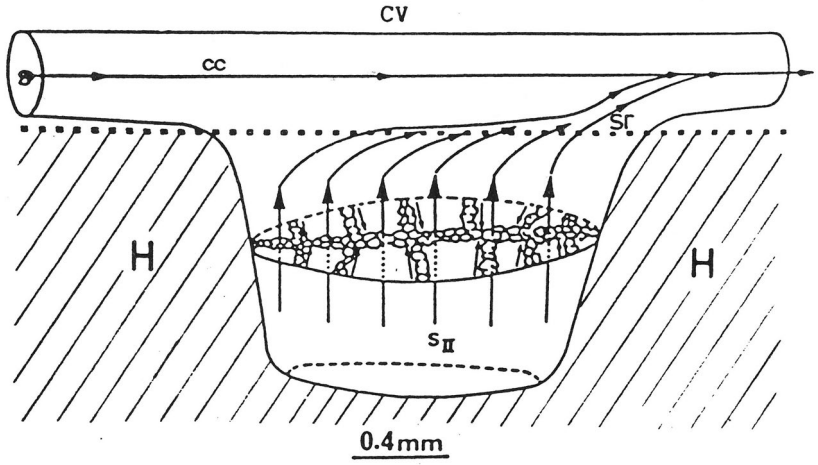
Fig. 18. Elongation of the hypocotyle in a specimen of *Viscum album* L. in the first year of life, May (courtesy of G. Sallé, after Sallé, Frochot & Andary 1993).



Ryc. 19. Dojrzała tarczka inwazyjna *Viscum album* L. przed wyłonieniem się organu wnikającego. cz – strefa wklęsła; h – żywiciel; m – środkowa tkanka twórcza; s – zespół kutykularno-wydzielniczy (za zgodą H. S. Heide-Jørgesena, za Heide-Jørgesenem 1989).

Fig. 19. Mature adhesive disc of *Viscum album* L. before emergence of intrusive organ. cz – collapsed zone; h – host; m – central meristem; s – cuticle secretion complex (courtesy H. S. Heide-Jørgesen, after Heide-Jørgesen 1989).

Rozwój strefy merystematycznej pasm korowych jest zsynchronizowany z działalnością kambium żywiciela, co umożliwia wtórnym ssawkom *Viscum* przystosowanie się do rozwoju kambium gospodarza. Sallé (1983) podkreśla, że wyrośnięte pierwotne i wtórne ssawki jemioły nie penetrują faktycznie ksylemu żywiciela, a są osadzone pasywnie między jego komórkami. Natomiast młoda ssawka pierwotna (zanim dotrze do miazgi żywiciela) i pasma korowe przebijają się aktywnie przez tkanki żywiciela.



Ryc. 20. Schemat pasma tkanki przewodzącej u *Viscum album* L. oraz przewodzenia wody i soli mineralnych (cienkie strzałki – transport doosiowy; grube strzałki – transport wznoszący odbywający się w osi ssawki; cc – pasmo korowe; H – żywiciel; sr – system radialny ssawki wtórnej prowadzący do pasma korowego; S_{II} – ssawka wtórna; CV – części jemioły położone na zewnątrz łodygi żywiciela (za zgodą G. Sallé, za Sallé 1979 – częściowo zmienione).

Fig. 20. Diagram of a conducting tissue strand in *Viscum album* L. and of water and mineral salts conduction (thin arrows – adaxial transport; thick arrows – ascending transport along the axis of the sinker; cc – cortical strands; H – host; sr – radial system of a sinker leading to the cortical strand; S_{II} – sinker; CV – parts of mistletoe plant outside the stem of the host (courtesy G. Sallé, after Sallé 1979 – partly modified).

Sposób przewodzenia wody i soli mineralnych przez system endofityczny jemioły ilustruje załączony schemat (Ryc. 20). Kierunek przewodzenia od żywiciela – H, aż do pasma korowego – cc, za pośrednictwem ssawek wtórnych – S_{II} odbywa się najpierw doosiowo (cienkie strzałki). Następnie, za pośrednictwem układu promieniowego – sr (grube strzałki), substancje docierają do pasma korowego. Sallé (1979b) podkreśla, że nie wszystkie ssawki wtórne biorą udział w przewodzeniu. Funkcji przewodzącej nie pełnią m.in. młode, jeszcze nie dojrzałe ssawki.

Przewodzenie asymilatów wytworzonych w blaszkach liściowych jemioły zapewnia tkanka łykowa włókien korowych. Sallé (1976) stwierdza, że pasma korowe *Viscum album* posiadają tkankę łykową z wyraźnymi rurkami sitowymi i ściśle ułożonymi komórkami towarzyszącymi zawierającymi jądra komórkowe. Nie stwierdzono natomiast ciągłości między rurkami sitowymi żywiciela i pasożyta oraz występowania tkanki łykowej w ssawkach wtórnych. Ssawki wtórne – S_{II} rozwijają się z pasm korowych w okresie od kwietnia do sierpnia.

Stwierdzono istnienie zależności między rytmem cyklicznym rozwoju ssawek a akty-

wnością sezonową dwu wtórnych stref merystematycznych – żywiciela i jemioły. Nowe ssawki wyrastają z najbardziej zewnętrznych warstw komórek znajdujących się na brzusznej części pasm korowych, czyli pochodzenie ssawek wtórnych jest egzogenne. Ustalono, że odległość między kambium żywiciela a wierzchołkiem pasm korowych musi być zredukowana do minimum, aby mogła wyrosnąć ssawka. Egzogeniczność pochodzenia ssawek potwierdza tezę, że organu tego nie można uważać za korzeń (Sallé 1978a). Pasma korowe umożliwiają rozszerzenie się pasożyta w komórkach gospodarza.

Wybrane zagadnienia z fizjologii

Jemioła pospolita jest rośliną półpasożytniczą, która na obecnym etapie swego półpasożytnictwa częściowo jeszcze odżywia się autotroficznie. Ma ona czynny aparat chlorofilowy – asymilacyjny miękisz palisadowy po górnej i dolnej stronie liścia oraz chloroplasty w komórkach łodygi i nasion (Gumiński 1983). Jej fizjologię porównuje się z fizjologią drzew i krzewów zimozielonych. Aktywność fizjologiczna jemioły jest ściśle powiązana z jej budową morfologiczną i anatomiczną, głównie z występowaniem specyficznego systemu endofitycznego, poprzez który zaopatruje swoje organy położone na zewnątrz łodygi żywiciela w wodę i sole mineralne.

Pobieranie wody i soli mineralnych oraz transpiracja

Pobierania wody i soli mineralnych przez jemiołę uzależnione jest od wielu czynników, między innymi od podaży wody od żywiciela, szczególnie w okresie jesienno-zimowym, kiedy u jemioły może wystąpić stres wodny o czym pisał już w 1937 r. Hartel (cyt. za Ihl i in. 1987). Pobieranie wody zawsze jest ułatwione, gdyż istnieje ciągłość między ksylemem własnym *Viscum* i jej żywiciela. Brak jest przy tym barier na granicy połączeń naczyń obu organizmów (Becker & Jurzitz 1972, cyt. za Richterem & Poppem 1992; Sallé 1979). Zawartość wody w jemiole zależy od stadium rozwoju jej organu. Starsze pędy wieloletnie zebrane w kwietniu zawierały od 42,2% (żywiciel *Betula pendula*), 53,3% (żywiciel *Acer platanoides*) do 55,3% wody (żywiciel *Tilia cordata*). Natomiast szczytowe pędy dwuletnie wraz z owocami zawierały odpowiednio 53,4% (na *Betula*), 61,5% (na *Acer*) i 62% wody (na *Tilia*). Zawartość wody w biomasie jemioły nie jest zależna od gatunku żywiciela (Stypiński, npbl.).

Łodyda, liście i jagody, położone na zewnątrz pędu żywiciela, stają się ważnymi akumulatorami czynnych fizjologicznie pierwiastków (Tab. 2). Wymienione organy jemioły rosnącej na *Populus nigra, Salix alba, Sorbus aucuparia* i *Tilia cordata* pobierają te pierwiastki w sposób selektywny i w odmiennych proporcjach aniżeli wynosi ich zawartość w drewnie żywicieli (Nováček & Teterová 1987). Ilościowy zakres poboru tych pierwiastków z jednego żywiciela w przeliczeniu na 100 kg przyrostu suchej masy jemioły wynosi od 7,940 g (z *Sorbus aucuparia*) do 9,076 g (z *Populus nigra*).

W największej ilości pobierany jest wapń (Ca), np. z *Populus nigra* – 3946 g/100 kg suchej masy. Drugą pozycję w poborze zajmuje potas (K), a trzecią siarka (S). W dalszej kolejności plasują się magnez (Mg) i fosfor (P). Podobnie wysokie zawartości wapnia i potasu stwierdzono w szczytowych pędach jemioły pochodzącej z *Acer platanoides*

Tabela 2. Zestawienie pobranych pierwiastków mineralnych przez *Viscum album* L. z czterech żywicieli (na podstawie danych Nováčka i Teterovej 1987).
Table 2. Selected mineral elements taken up by *Viscum album* L. from four hosts (based on data of Nováček & Teterová 1987).

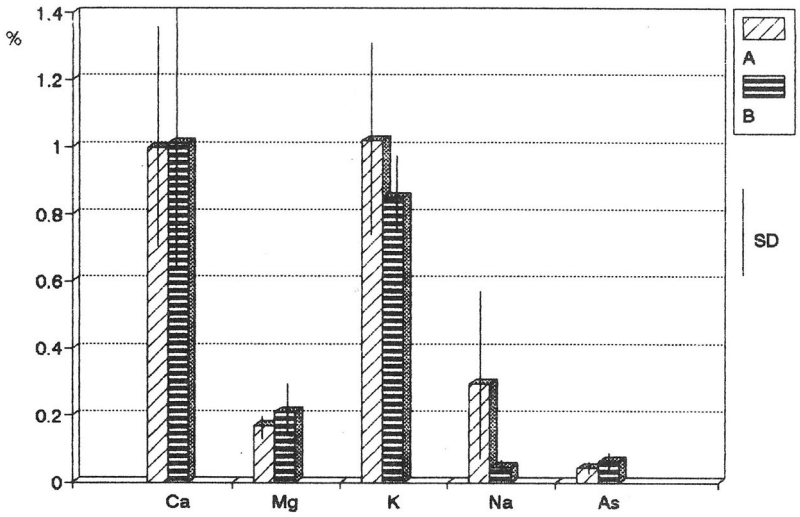
Lp. No.	Żywiciel Host	Pierwiastki pobrane w gramach (g) na 100 kg suchej masy jemioły Uptake of elements in grams (g) per 100 kg dry mass of mistletoe												
		Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Suma w kg Total (kg)
1.	*Populus nigra* L.	48	431	5	13	303	1626,7	2679	3946	5	8	1	10	9,076
2.	*Salix alba* L.	383	395	9	12	111	1523,2	1621	3845	30	12	1	32	7,974
3.	*Sorbus aucuparia* L.	8	174	25	8	346	1616,6	2521	3221	3	11	1	5	7,940
4.	*Tilia cordata* Mill.	61	160	5	7	389	1562,6	2016	3710	19	10	0,7	3	7,943
	Razem – Total	500	1160	44	40	1149	6329,1	8837	14722	57	41	3,7	50	32,933

i *Tilia cordata* (Ryc. 21) na Pojezierzu Olsztyńskim oraz na Żuławach Wiślanych (Stypiński 1981). Podobnie jak w dawnej Czechosłowacji (Nováček & Teterová 1987), wysoką akumulację siarki przez *Viscum album* stwierdzono również na Pojezierzu Mazurskim (Ryc. 22). Jej średnia zawartość procentowa była tu wyższa od jej zawartości podanej dla roślin (0,2–0,4%) przez Thompsona w 1957 r. (Nowosielski 1968). Zróżnicowanie zawartości siarki w jemiole odpowiada zróżnicowaniu czynników środowiskowych, np. gleby lub zanieczyszczenia spalinami samochodowymi. Najzasobniejsze w siarkę były szczytowe pędy osobników jemioły rosnących na *Tilia cordata* (Stypiński 1981). Źródłem siarki dla jemioły może być żywiciel i SO_2 znajdujący się w atmosferze.

Przedmiotem badań była również zawartość arsenu (As) w jemiole z Pojezierza Mazurskiego (Stypiński 1981). Arsen zakumulowany przez młode pędy jemioły rosnącej na *Tilia cordata* osiągał średnio 0,049 ± 0,016% całkowitej biomasy tych pędów. Nieco mniejsze ilości arsenu akumulowało się w jemiole rosnącej na *Betula pendula* – średnio 0,046 ± 0,014%, zaś najmniej na *Acer platanoides* – średnio 0,039 ± 0,010%. Różnice te są nieznaczne, w odniesieniu do jemioły z *Tilia cordata* wynoszą od 18 do 26%. Kabata-Pendias i Pendias (1993) podają, że nadmierna (toksyczna) zawartość arsenu w liściach różnych roślin może mieć zakres od 0,005 do 0,020% ich biomasy. W świetle tych danych należałoby uznać nagromadzoną ilość arsenu w szczytowych pędach jemioły z Pojezierza Mazurskiego za dawkę toksyczną. Wspomniani autorzy podkreślają, że mechanizm pobierania przez rośliny nadmiernych ilości (tzn. zbędnych dla ich rozwoju) różnych pierwiastków wynika przypuszczalnie z braku bariery biologicznej, co powoduje bierną absorpcję (nieselektywną). Brak takiej bariery między ksylemem jemioły i żywiciela sprzyja większej akumulacji metali ciężkich w jemiole, aniżeli w żywicielu i glebie.

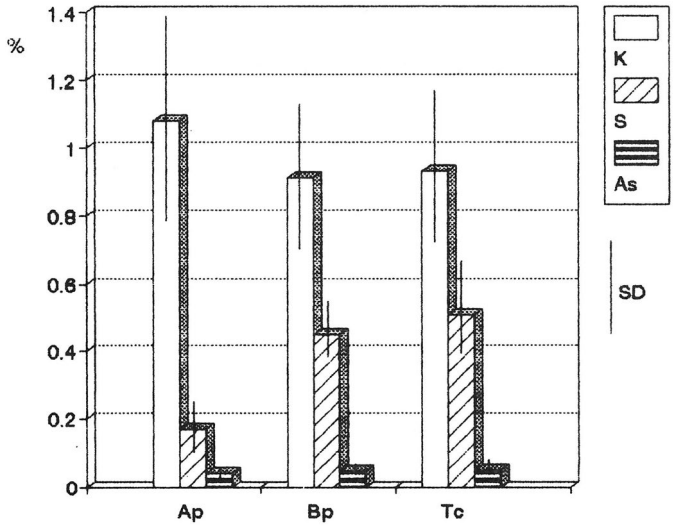
Niższą akumulację metali ciężkich – żelaza (Fe), miedzi (Cu) i cynku (Zn) u *Viscum album* wykazują owoce (Nováček & Teterová 1987).

Bardzo istotna dla *Viscum album* jest transpiracja. Optymalne warunki do intensywnej transpiracji przypadają u niej na okres od maja do września. Szybsze tempo transpiracji i przewodzenia szparkowego u jemioły niż u jej żywiciela zostało stwierdzone już w 1910 r. przez Kamerilinga (cyt. za Schulzem i in. 1984). Poza tym autorzy ci stwierdzają,



Ryc. 21. Średnie zawartości niektórych pierwiastków (%) w szczytowych pędach *Viscum album* L. subsp. *album* w Dorotowie na Pojezierzu Olsztyńskim na *Acer platanoides* (A) oraz w Surowie na Żuławach Wiślanych na *Tilia cordata* (B) (według Stypińskiego 1981, zmienione). SD – odchylenie standardowe.

Fig. 21. Average contents of some elements (%) in top shoots of *Viscum album* L. subsp. *album* in Dorotowo (Olsztyn Lakeland) on *Acer platanoides* (A) and in Surowo (Żuławy Wiślane Marshland) on *Tilia cordata* (B) (according to Stypiński 1981, modified). SD – standard deviation.



Ryc. 22. Średnia zawartość potasu (K), siarki (S) i arsenu (As) w szczytowych pędach *Viscum album* L. subsp. *album* na 3 żywicielach na Pojezierzu Mazurskim (według Stypińskiego 1981, zmienione). SD – odchylenie standardowe.

Fig. 22. Average potassium (K), sulphur (S) and arsenic (As) in top shoots of *Viscum album* L. subsp. *album* on 3 hosts in the Masurian Lakeland (according to Stypiński 1981, modified). SD – standard deviation.

Ap – *Acer platanoides*, Bp – *Betula pendula*, Tc – *Tilia cordata.*

że całkowita dzienna transpiracja pasożyta (w pogodne dni lipca) była trzykrotnie wyższa niż u gospodarza (*Viscum album* subsp. *austriacum* – 53,6 mol/m^2/dzień; żywiciel *Pinus sylvestris* – 16,5 mol/m^2/dzień). Według Schulzego i in. (1984) szybsze tempo transpiracji jest przypuszczalnie konieczne dla pasożytów (procesy te badano również u *Loranthus europaeus* Jacq. i *Quercus robur* L.) w celu pobrania odpowiedniej ilości azotu z ksylemu gospodarza do wytworzenia określonej biomasy organów (łodygi, liści, owoców). Dla jemioły sosnowej potrzebna jest aż pięciodobowa transpiracja, żeby mogła uzyskać niezbędną ilość azotu do wytworzenia przez nią 1 grama młodych liści lub owoców (Schulze i in. 1984).

Proces fotosyntezy

Rozpoczęcie procesu fotosyntezy u jemioły uzależnione jest między innymi od lokalizacji jej stanowiska w terenie. Wyniki badań mikroskopowych liści jemioły zebranych 1. marca i 3. kwietnia 1980 r. w rejonie olsztyńskim przy temperaturze od 0 do –3°C wykazały, że liście okazów zebranych z terenu Olsztyna zawierały skrobię, zaś liście jemioły z terenów pozamiejskich były jej pozbawione. Zatem jemioła rosnąca na obszarze miejskim wcześniej rozpoczyna proces fotosyntezy (już pod koniec zimy), wykorzystując lepsze warunki termiczne i większą zasobność CO_2 w warunkach miejskich (Michalczyk & Stypiński 1981).

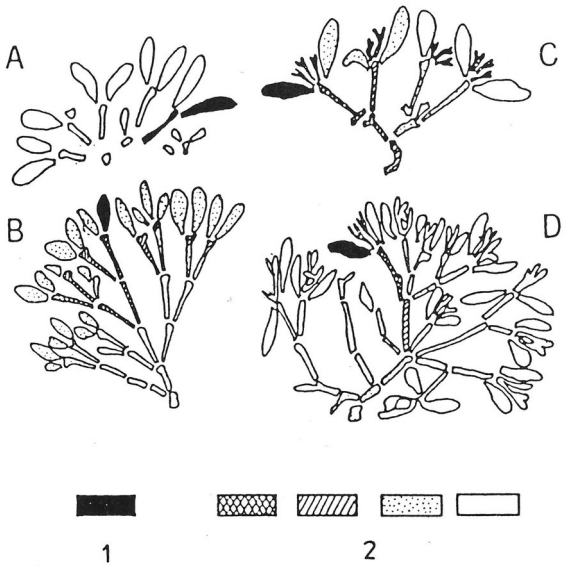
Po potraktowaniu liści radioaktywnym C^{14}, obserwowano jego przemieszczanie się w organach jemioły. Wyróżniono dwa okresy aktywności jej systemu endofitycznego. Pierwszy trwa od października do kwietnia. W okresie tym wykryto tylko ślady radioaktywności ssawek, jak również nie odbywał się transport sacharozy przez łyko. W drugim okresie, od maja do października, system endofityczny był wyraźnie radioaktywny, zaś przewodzenie sacharozy przez łyko w kierunku włókien korowych obejmowało prawie całą część jemioły, która była położona na zewnątrz łodygi żywiciela (Ryc. 23).

W fazie wzrostu młodych pędów *Viscum*, wzrasta jej aktywność metaboliczna, mitotyczna oraz zapotrzebowanie na węglowodany (Baillon 1988). Wytworzona podczas tych procesów energia zużywana jest przez młode pędy (Lecher 1980, cyt. za Baillon 1988). Od lipca do sierpnia powoli spada aktywność oddechowa jednorocznych liści i przewodzenie sacharozy.

Synteza związków organicznych

Badania biochemików i fizjologów wykazały, że metabolizm jemioły jest bardzo złożony. Wytwarza ona około 100 specyficznych związków organicznych (Tab. 3). W 1902 r. Giordan (cyt. za Stoppem 1961) odkrył w jemiole substancję podobną do kauczuku, zaś w 1905 r. wyprodukowano 100 ton suchego „kauczuku". Według Knoopa (cyt. za Stoppem 1961) 4 kg suchych owoców jemioły daje 0,85 kg „kauczuku" (21%).

Niektóre z wytwarzanych przez jemiołę pospolitą substancji umożliwiają jej samoobronę przed niesprzyjającymi czynnikami abiotycznymi. Na przykład właściwości kriochronne ma wytwarzany przez nią 1D-1-0-metylo-muko-inozytol. Poza tym jest on czynnikiem wzmagającym potencjał osmotyczny jemioły w ciągu całego roku. Jego stężenie w *Viscum album* z różnych żywicieli miało zakres od 0,9% w czerwcu (żywiciel *Salix*



Ryc. 23. Transport (^{14}C) sacharozy przez łyko *Viscum album* L. rosnącej na jabłoni. Sezonowe wahania radioaktywności w poszczególnych częściach pasożyta. A – od jesieni do wczesnej wiosny; B – kwiecień–maj; C – czerwiec–lipiec; D – lato; 1 – traktowany liść; 2 – radioaktywność. Rysunki autoradiograficzne. Czas ekspozycji – tydzień [za zgodą wydawcy Jean-Claude Kader (Paryż), za Baillon 1987].

Fig. 23. (^{14}C) Saccharose phloem transport in *Viscum album* L. growing on apple tree. Seasonal radioactivity variations in particular parts of the parasite. A – from autumn to early spring; B – April–May; C – June–July; D – summer; 1 – treated leaf; 2 – radioactivity. Drawings of autoradiographs. Exposure time: 1 week [by permission of publisher Jean-Claude Kader (Paris), after Baillon 1987].

alba) do 6,6% biomasy w marcu (żywiciel *Crataegus monogyna* Jacq.). Zbliżone stężenia tego związku mają rośliny nagozalążkowe (Richter i in. 1990). Podobne znaczenie mają inne cyklitole (Richter & Popp 1992).

Poza tym *Viscum album* dobrze znosi zanieczyszczenie środowiska spalinami samochodowymi (Stypiński 1981; Michalczyk & Stypiński 1981). Autorzy ci stwierdzili, że zawartość podstawowych związków organicznych, takich jak białko ogólne, wolne aminokwasy i cukry proste, jest znacznie wyższa w liściach *V. a.* subsp. *album* pochodzących z miasta niż w liściach z terenów pozamiejskich (Tab. 4–6). Natomiast poziom zawartości kwasu abscysynowego – terpenoidu nazywanego także abscysyną II lub dorminą (Gumiński 1983) u jemioły zależy od pory roku. Jest on wysoki w okresie zimy (luty), natomiast niski w lecie (lipiec) – Ihl i in. (1987). Jest to naturalny fitohormon – inhibitor wzrostu. Hamuje on wydłużanie i podział komórek, powoduje opadanie liści, dlatego zwany jest również kwasem opadowym (Czerwiński 1976; Gumiński 1983; Ihl i in. 1987).

Dotychczas stwierdzono, że najliczniej w biomasie jemioły występują aminokwasy (19), kwasy cykliczne (16) oraz kwasy tłuszczowe (12). Mniej licznie występują cyklitole, sterole i inne związki. Do nielicznych należą alkaloidy, białka, glikoproteidy, glikozydy i polisacharydy (Tab. 3).

Tabela 3. Związki organiczne wykryte w *Viscum album* L..
Table 3. Organic compounds found in *Viscum album* L..

alkaloidy alkaloids	alkohole alcohols	aminokwasy amino acids	aminy amines	białka proteins	cyklitole cyclitoles	glikoproteidy glycoproteins	glikozydy glycosides
Alkaloid	D-mannitol D-Mannitol	Alanina – L-Alanine	Acetylocholina Acetylcholine	Lektyny Lectins	Bornezytol (1D-O-metyl-mio-inozytol) Bornesitol (1D-methyl-myo-inositol)	Glikoproteid Glycoprotein	Wiskoflawina Viscoflawine
($C_8H_{11}N$-N,N--Dimethylaniline)	Inozytol Inositol	Arginina – Arginine	Cholina – Choline		Chiro-inozytol – Chiro-inosytol		
	Wiskol β- viscol=Lupeol	Cysteina – Cysteine	ß-fenyloetyloamina ß-Phenylethylamine		L-kwebrachitol – L-quebrachitol		
		Fenyloalanina Phenylalanine	Tyramina – Tyramine		D-kwercytol – D-quercitol		
		Glicyna – Glycine	Histamina – Histamine		1D-1-O-metylo-muko-inozytol 1D-1-O-methyl-muco-inositol		
		Histydyna – Histidine	Propiocholina Propiocholine		Ononitol (4-O-metyl-mio-inozytol) Ononitol (4-O-methyl-myo-inositol)		
		Hydroksylizyna Hydroxylisyne			D-pinitol – D-pinitol		
		Izoleucyna – Isoleucine			Wiburnitol-(1, 2, 4/3, 5,-cykloheksanopentol) Viburnitol (1, 2, 4/3, 5,-cyclohexanopentol)		
		Kw. asparaginowy Asparaginic Acid					
		Kw. cysteinowy Cysteic Acid					
		Kw. glutaminowy Glutamic Acid					
		Leucyna – Leucine					
		Lizyna – Lysine					
		Metionina – Methionine					
		Prolina – Proline					
		Treonina – Threonine					
		Tyrozyna – Tyrosine					
		Seryna – Serine					
		Walina – Valine					

kwasy acids	kwasy cykliczne cyclic acids	kwasy tłuszczowe fatty acids	kwasy żywiczne resin acids	polisacharydy polysaccharides	sterole sterols	inne other
Kw. askorbinowy Ascorbic acid	Anyżowy – Anisic acid	Enantowy Enanthic acid=Heptanoic acid	Aż,Bż,Cż-niezidentyfikowany Aż,Bż,Cż-unidentified	1,4-galakturonian 1,4-Galacturonate	Dwuhydro-ß-sitosterol Dihydro-ß-sitosterol	Flawonoidy – Flawonoids:
Kw. octowy Acetic acid	Chininowy – Quinic acid	Izowalerianowy Isovaleric acid=Isovalerianic acid	Abietynowy Abietic acid=Sylvic acid		ß-Sitostero	Ksantofil – Xanthophyl
	2,6-dwuhydroksy-benzoesowy 2,6-dihydroxybenzoic-acid	Kapronowy Caproic acid	Betulinowy Betulin acid		Stigmasterol	Kwercetyna – Quercetin
	Ferulowy – Ferulic acid	Kaprylowy Caprylic acid	Oleanolowy Oleanolic acid		Ergosterol	Kw. abscysynowy Abscisic acid
	Gencjanizowy – Gentisic acid	Kaprynowy Capric acid	Ursolowy Ursolic acid		ß-amyryna ß-amarine	Neolignany – Neolignans
	Gorczycowy – Sinapic acid	Linolowy Linoleic acid				Prokatechiny Pirocatechins
	Homoprotokatechowy Homoprotocatechinic acid	n-Masłowy n-Butytric acid				Saponiny – Saponins
	Kawowy – Caffeic acid	n-Walerianowy n-Valeric acid=Valerianic acid				Terpeny – Terpens
	p-Hydroksybenzoesowy p-Hydroxybenzoic acid	Oleinowy – Oleic acid				Wiskotoksyna Viscotoxin
	p-Hydroksyfenylooctowy p-Hydroxyphenyloacetic acid	Pelargonowy Pelergonic acid				
	p-Kumarowy – p-Cumaric acid	Palmitynowy Palmitic acid				
	Protokatechowy Protokatechic acid	Propionowy Propionic acid				
	Salicylowy – Salicylic acid					
	Synapinowy – Sinapinic acid					
	Szikimowy – Shikimic acid					
	Waniliowy – Vanillic acid					

Zestawienie sporządzono według (The list was compiled accordin to): Brunarska (1957); Fieser & Fieser (1958); Stopp (1961); Verter & Nienhaus (1965); Bagiński & Mowszowicz (1966); Ankatrinej (1967); Borkowski (1970); Broda & Mowszowicz (1971); Bańkowski i in. (1972); Sokołowski & Kupryszewski (1972); Chodkowski i in. (1975); Krzaczek (1977a, 1977b); Krzaczek & Markowski (1978); Becker & Exner (1980); Michalczyk & Stypiński (1981); Gumiński (1983); Ihl i in. (1987); Urech (1987); Wagner & Jordan (1988); Richter i in. (1990); Richter & Popp (1992); Gottlieb i in. (1993); Buchwald (1993); Niedworok (1994).

Tabela 4. Zawartość podstawowych związków organicznych w liściach *Viscum album* L. pochodzących z miasta i terenów pozamiejskich (według Michalczyka i Stypińskiego 1981).
Table 4. Content of basic organic compounds in leaves of *Viscum album* L. from town and countryside (according to Michalczyk & Stypiński 1981).

Żywiciel Host	Występowanie *Viscum album* Occurrence of *V. album*	Białko ogólne (g/100g suchej masy) Total protein (g/100g dry mass)	Wolne aminokwasy (g/100g suchej masy) Free aminoacids (g/100g dry mass)	Cukry proste (g/100g suchej masy) Monosaccharides (g/100g dry mass)
Acer platanoides L.	miasto – town	7,25	2,41	6,40
	teren pozamiejski – countryside	6,82	1,99	5,60
Betula pendula Roth.	miasto – town	8,05	1,86	6,52
	teren pozamiejski – countryside	7,50	1,48	6,40
Crataegus monogyna Jacq.	miasto – town	9,62	2,12	5,60
	teren pozamiejski – countryside	8,77	1,56	5,60

Tabela 5. Zawartość skrobi i cukrów prostych w liściach *Viscum album* L. zebranych w mieście i na terenach pozamiejskich (według Michalczyka i Stypińskiego 1981).
Table 5. Content of starch and monosaccharides in leaves of *Viscum album* L. collected from town and countryside (according to Michalczyk & Stypiński 1981).

Żywiciel Host	Termin zbioru Date of collecting	Występowanie *Viscum album* Occurrence *of V. album*	Zawartość skrobi (g/100g suchej masy) Contents of starch (g/100g dry mass)	Cukry proste (g/100g suchej masy) Monosaccharides (g/100g dry mass)
Betula pendula Roth.	3 IV 1980	miasto – town	4,7	6,9
		teren pozamiejski – countryside	2,3	4,0

W masie wolnych aminokwasów jemioły największy udział ma arginina, ponad 40% (Vester i Mai 1960, cyt. za Krzaczkiem 1977a; Niedworok 1994). Według Urecha (1987) ilość wolnej argininy w liściach *Viscum album* subsp. *album* ma zakres od 0,35 mg do 30,5 mg/g świeżej masy. Poza tym autor podkreśla, że zawartość argininy w liściach jemioły zależy od gatunku żywiciela i wieku liści oraz ma charakter sezonowy. Młode liście zawierały w sierpniu bardzo mało argininy (18%), zaś w grudniu arginina osiągała poziom maksymalny (50% ogółu aminokwasów). Podgatunki *V. a.* subsp. *austriacum* i *V. a.* subsp. *abietis* miały porównywalnie małe ilości, mieszczące się w zakresie najniższych wartości *V. a.* subsp. *album*. Urech (1987) pisze, że arginina może działać jako zapas azotu w *V. album*, a ilość argininy może odzwierciedlać stan odżywiania związanego z dostarczaniem i zapotrzebowaniem na azot w jemiole.

Drugą grupą związków organicznych licznie występującą w biomasie jemioły stanowią kwasy cykliczne. Krzaczek (1977b) wymienia wśród nich 14 (Tab. 3). Podkreśla, że występują one niezależnie od żywicieli i podgatunków jemioły. Wyjątkiem jest kwas

Tabela 6. Zawartość wolnych aminokwasów i aminokwasów wydzielonychz hydrolizatów białkowych występujących w liściach *Viscum album* L. pochodzących z miasta i terenów pozamiejskich (według Michalczyka i Stypińskiego 1981).
Table 6. Contents of free amino acids and amino acids separated from proteinhydrolysates occurring in leaves of *Viscum album* L. from town and countryside (according to Michalczyk & Stypiński 1981).

Aminokwas Amino acids	Wolne aminokwasy Free amino acids		Aminokwasy pochodzące z hydrolizatów białkowych Amino acids from protein hydrolyzates	
	miasto town	teren pozamiejski countryside	miasto town	teren pozamiejski countryside
Alanina Alanine	0,13	0,13	1,15	0,83
Arginina Arginine	1,01	0,81	1,09	1,55
Fenyloalanina Phynyloalanine	0,30	0,01	0,87	0,65
Glicyna Glycine	0,01	0,01	1,23	0,91
Histydyna Histidine	0,17	0,17	0,52	0,38
Izoleucyna Isoleucine	0,12	0,09	0,89	0,63
Kwas asparginowy Asparaginic acid	0,23	0,22	2,02	1,52
Kwas glutaminowy Glutaminic acid	0,24	0,21	2,67	2,24
Leucyna Leucine	0,06	0,05	1,61	1,17
Lizyna Lisine	0,22	0,11	1,59	1,21
Metionina Methionine	0,01	0,01	0,05	0,06
Prolina Proline	0,01	0,01	1,87	0,89
Seryna Serine	0,00	0,00	0,28	0,09
Treonina Threonine	0,00	0,00	0,57	0,32
Tyrozyna Tyrosine	0,08	0,06	0,46	0,31
Walina Valine	0,08	0,08	1,19	0,88
Razem (Total):	2,40	1,97	18,03	13,63

2,6-dwuhydroksy-benzoesowy wykazujący zależność od żywicieli jemioły oraz kwas salicylowy występujący w jemiole z drzew iglastych.

Z pozostałych kwasów tłuszczowych tylko dwa (izowalerianowy i kaprynowy) nie

występują u jemioły jodłowej i rozpierzchłej (Krzaczek & Markowski 1978). Autorzy ci sugerują, że do jemioły nie przedostają się gotowe kwasy tłuszczowe, a jedynie żywiciel wywiera wpływ na syntezę lotnych kwasów tłuszczowych tej rośliny. Odnośnie do kwasów żywicznych Krzaczek (1977b) uważa, że mogą one mieć znaczenie chemotaksonomiczne.

W metabolizmie jemioły pospolitej dużą rolę przypisuje się cyklitolom. Richter i Popp (1992) podkreślają ich wielorakie znaczenie. O ich roli kriochronnej i osmotycznej dla *Viscum* już wspominano. Warto podkreślić, że stanowią one 8,2% suchej masy jemioły. Są to związki, które kumulują węgiel w jemiole. Według Richtera i Poppa (1992) od żywiciela do pasożyta przedostaje się od 22,6% do 45% węgla, reszta pobierana jest z cyklitolów i innych źródeł.

Wykorzystanie do celów praktycznych, zagrożenie i ochrona Jemioły

Wykorzystanie jemioły

Praktyczne wykorzystanie jemioły ma długą historię. Można wyróżnić kilka sposobów jej wykorzystania.

Już w IV w. p.n.e. była stosowana jako pasza dla zwierząt domowych – bydła i koni (Rostafiński 1888). Stanowi również smaczny i wartościowy (bogaty w witaminy i wapń) pokarm dla zwierząt leśnych (jeleni, sarn, zajęcy, żubrów) i domowych – szczególnie w Afryce podczas suszy (Spausta 1895; Szczerbiński 1926; Karmazyńska 1928; Konarzewski 1954; Hegi 1957; Stopp 1961; Pomarnicki 1965);

Do pierwszej dekady XX w., w Europie i Afryce, z mezokarpu owoców *Viscum* produkowano lep na ptaki (Tubeuf 1923; Dalziel 1937; Breyer-Brandwijk 1962, cyt. za Kuijtem 1969). Kuijt (1969) pisze, że już starożytni ludzie dostrzegali ironię w fakcie chwytania ptaków przy pomocy owoców, które same rozsiewały. Lep ten służył także do łowienia szkodliwych gąsienic atakujących młode plantacje winorośli (Kluk 1846; Karmazyńska 1928; Wehmer 1929).

W medycynie ludowej i farmakognozji jemioła była stosowana do leczenia różnych chorób już przez Celtów, którzy nazywali ją „wszystko lecząca" (Trzebiński 1903). Zastosowanie jemioły w medycynie od czasów druidów do początku XX w. podsumował w swojej monografii Tubeuf (1923).

Medycyna współczesna nie tylko nie odrzuciła magicznej rośliny Celtów, lecz poszerzyła jeszcze jej zastosowanie; preparatami jemioły leczy się obecnie także nowotwory (Kołodziejak-Nieckuła 1994). W terapii przeciwnowotworowej i przeciw HIV stosuje się m.in. preparat otrzymany z *Viscum album* o nazwie „Iscador", który wzmacnia system immunologiczny i może hamować rozwój komórek nowotworowych (Smith 1989). „Iscador Q" ekstrahowany jest z jemioły dębowej, zaś „Iscador M" z jemioły jabłoniowej (Niedworok 1994). W Europie „Iscador" stosuje się łącznie z dietą wegetariańską.

W cytologii ekstrakt z jemioły stosowano do zmiany mechanizmu podziału komórek w nasionach kukurydzy (*Zea mays* L.). Pod wpływem tego ekstraktu (o stężenach 0,1;

0,01; 0,001%) powstawały poliploidalne komórki o olbrzymich rozmiarach (Ankatrinej 1967).

Wykorzystanie jemioły pospolitej w religii, kulturze i legendzie podkreślało wielu autorów. Kuijt (1969) o jej znaczeniu w wymiarze czasowym i terytorialnym pisał następująco: „europejska jemioła *Viscum album* jest legendarnym, w prawdziwym tego słowa znaczeniu pasożytem – jedną z niewielu roślin, która jest prawdziwą i najbardziej spektakularną legendą pośród nich. Jej sława sięga czasów prehistorycznych i została przeniesiona na jemioły występujące na innych terenach, szczególnie na *Phoradendron* z Ameryki Północnej".

Choroby i szkodniki

Problem zagrożenia biologicznego jemioły dotychczas nie doczekał się opracowania. Skąpe są doniesienia w literaturze na temat jej szkodników i chorób w Polsce. Szczerbiński (1926) powołując się na Schuhmachera, donosił, że z 21 gatunków owadów znalezionych na jemiole, sześć żyje wyłącznie na niej. Są to: *Apion varregatum* Wencker*, Liparthrum bartschti* Mhl.*, Lygus viscicola* Hahr*, Hypseloecus visci, Athocoris visci* i *Psylla visci* Curtis.

Zdaniem Moevesa (1918) i Szczerbińskiego (1926) najgroźniejszym szkodnikiem jemioły jest *Diaspis visci* Schrank. Powoduje on lekkie zwijanie liści wskutek pokrywania tej rośliny lepkimi ekskrementami.

Jemioła pospolita atakowana jest również przez niektóre grzyby z klasy *Fungi imperfecti,* jak *Phoma visci* Sacc.*, Depazea loculata* Fr. oraz *Verticillium roseum* Nees. (Szczerbiński 1926; Ainsworth & Bisby 1961). *Verticillium roseum* zasiedlając naczynia, może spowodować przerwanie przepływu wody i soli mineralnych (Müller & Loeffler 1972).

W okolicach Belgradu, w latach 1977–1988, obserwowano masową defoliację *Viscum album* subsp. *album* rosnącej na *Acer saccharinum, A. platanoides* i *Populus nigra* (Stojanović 1989). Stwierdzono wówczas, że defoliację tę powodują dwa gatunki grzybów z klasy *Fungi imperfecti*: *Sphaeropsis visci* (Sallem) Sacc. i *Colleotrichum gloesporioides* (Sacc.) Penz. *Sphaeropsis visci* wykazuje wysoką patogenność na wszystkich częściach jemioły, łącznie z owocami. Zaatakowane owoce stają się pomarszczone i twarde. Konidia tego grzyba kiełkują w temperaturze od 5^{o}C do 35^{o}C, optymalna temperatura to 30^{o}C, a maksymalna 35–40^{o}C. Natomiast *Colleotrichum gloeosporioides* obserwowany w ciągu letnich miesięcy, wykształca *acervule* (skupienia konidioforów, tworzące się pod kutikulą gospodarza i powodujące jej pęknięcie – Podbielkowski i in. 1982), tylko na liściach jemioły, a konidia jego kiełkują w temperaturze od 5^{o}C do przeszło 40^{o}C. Optymalna temperatura do ich rozwoju wynosi 30^{o}C. W dawnej Jugosławii wykorzystuje się te dwa gatunki grzybów niedoskonałych do biologicznego zwalczania jemioły poprzez sztuczną ich propagację (Stojanović 1989).

O niszczeniu pędów i liści jemioły w Indiach przez kilka gatunków motyli donosili Mathur i Singh w 1959 i 1960 r. oraz Gall i Hawksworth w 1961 (cyt. za Alamem 1984).

W lasach Susnamana w Pakistanie stwierdzono, że na jemiole *Arceuthobium mimutis-*

simum Hk. i *A. oxycedri* pasożytują trzy gatunki motyli z rzędu *Lepidoptera* (*Filatima natalis* Hein*, Dasypyga alternosquamella* Heir, *Mitoure spinatorum* Hewit.), dwa gatunki pierścienic (*Polydrusus obliguatus* Fest.*, Systates* sp.) oraz roztocza.

Zwalczanie jemioły

W kilku krajach pozaeuropejskich, w Indiach i Bangladeszu prowadzi się chemiczne zwalczanie jemioły, ponieważ liczne jej gatunki stanowią zagrożenie dla tamtejszych sadów i lasów (Alam 1984; Kulkarni & Srimathi 1987). Najbardziej efektywnym do jej zwalczania okazał się kwas 4-chloro-2-metylofenyloksymasłowy. Natomiast na kontynencie australijskim stosuje się preparaty z kwasu 2,4-dwuchlorofenoksyoctowego, które niszczą od 70 do 100% jemioł pasożytujących na kilku gatunkach eukaliptusów (Greenham & Brown 1957). W roku 1972 Delabraze i Lanier opublikowali wyniki chemicznej kontroli populacji *Viscum album* subsp. *abietis* na jodle srebrzystej w Europie. Do oprysków liściowych, wstrzykiwania i przykładania u podstawy zainfekowanych gałęzi wykorzystano trzy kwasy: 2,4-dichlorofenoksyoctowy, 2,4,5-trichlorofenoksyoctowy i 4-chloro-2-metylofenoksymasłowy (sól sodowa) oraz $CuSO_4$. Najmniej efektywny okazał się siarczan miedzi (cyt. za Alamem 1984). W Australii, Bangladeszu i Indiach prowadzi się również mechaniczne zwalczanie jemioły (Greenham & Brown 1957; Alam 1984; Kulkarni & Srimathi 1987). W naszym kraju do chemicznego zwalczania jemioły stosowane są preparaty: „Glifos", „Gliauka", „Glifogon" oraz „Azulox" (Zenkteler 1996). Poza tym, w Polsce, populacje *V. album* ogranicza się poprzez usuwanie opanowanych przez nią gałęzi drzew owocowych (głównie jabłoni i grusz), bądź przez obcinanie całych koron starych drzew jabłoni podczas przekształcania sadów wysokopiennych w sady niskopienne.

Największe zagrożenie dla jemioły pospolitej stanowi jednak wycinka starych drzewostanów przydrożnych podczas przebudowy dróg i modernizacji ulic oraz usychanie drzew miejskich na skutek zasolenia gleby lub obniżenia poziomu wód gruntowych podczas głębokich wykopów pod inwestycje (Stypiński 1978a, b).

Ponadto duże zapotrzebowanie na ziele jemioły (*Herba Visci*) dla celów leczniczych też znacznie wpływa na uszczuplenie zasobów jemioły w niektórych regionach kraju (Kwaśniewska 1958). Na przykład na Pojezierzu Mazurskim, w latach 1974–1975, zakupiono 8121 kg suchego ziela jemioły (Stypiński 1978a). Natomiast w latach 1976–1994, Gdańskie Zakłady Zielarskie „Herbapol" w Gdańsku, skupiły z terenu trzech województw (elbląskiego, gdańskiego, słupskiego) 329,1 tony surowca zielarskiego jemioły. „Herbapol" w Białymstoku w latach 1992–1994 skupił zaś tylko 11 ton ziela jemioły (informacja telefoniczna pracownika „Herbapolu" w Białymstoku z dnia 22.12.1994 r.). Według Kwaśniewskiej (1958), aby uzyskać 1 kg suszu, trzeba zebrać 3 kg świeżego ziela. Obecnie w niektórych placówkach „Herbapolu", jak również w prywatnych punktach skupu ziół nie prowadzi się oddzielnego rejestru skupu surowca zielarskiego jemioły. Zatem coraz trudniej jest ocenić stan ilościowy pozyskiwanego surowca *Herba Visci.* Wymienione ilości skupionego surowca zielarskiego jemioły wskazują na znaczne uszczuplenie jej zasobów w terenie.

Ochrona jemioły

Zagadnienie ochrony jemioły pospolitej ma już wymiar historyczny. Bardzo często stwierdzano brak konsekwencji w przestrzeganiu wydawanych zarządzeń o ochronie czy tępieniu jemioły. W 1880 r. na obszarze Niemiec wydano zarządzenie, że do lutego 1883 r. jemioła ma być usunięta z sadów, natomiast Tubeuf w 1915 r. odkrył w sadach drzewa owocowe, na których było bardzo dużo krzewów jemioły (Moeves 1918). Z drugiej strony, pod koniec XIX w., Spausta (1895) pisał, że coraz częściej dają się słyszeć głosy nawołujące do zachowania jemioły jako pomnika przyrody. Pierwsza propozycja o ochronie jemioły na terenie Niemiec wyszła od Conventza w 1904 r. (Tubeuf 1923).

W 1913 r. Schube w opracowaniu o jemiole dla Śląskiego Związku Ochrony Przyrody we Wrocławiu pisał, że mimo niszczenia przez nią żywicieli, to jednak ze względu na jej piękną zieleń, trzeba ją chronić, szczególnie w dzielnicach parkowych (Tubeuf 1923). Tubeuf (1923) podkreślał, że szkody wyrządzone przez jemiołę w drzewostanach są minimalne w porównaniu do szkód wyrządzanych przez grzyby pasożytnicze i owady. Na początku XX w. idea ochrony jemioły sprowadzała się przede wszystkim do tworzenie rezerwatów z tą rośliną np. w Niemczech, Szwecji i Polsce (Moeves 1918; Tubeuf 1923; Wallden 1961).

Na Powiślu (w okolicach Kwidzyna i Malborka) jemioła była chroniona przez służbę leśną. W byłym powiecie chełmskim specjalnie pod ochronę wzięto dwie sosny, na których rosła jemioła i zawieszono na nich tabliczkę z ostrzeżeniem (Moeves 1918). Prawie pół wieku później propozycję antyochroniarską zgłosił Pomarnicki (1965), proponując, aby w naszym kraju w okresie Świąt Bożego Narodzenia jemioła spełniała rolę choinek, podobnie jak to jest w niektórych krajach Europy Zachodniej.

Pod koniec XX w. dużym zagrożeniem dla żywicieli jemioły i dla niej samej stały się kwaśne deszcze i inne czynniki antropogenicznego pochodzenia. W Polsce w „Rozporządzeniu Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego" z 30 kwietnia 1983 r. w sprawie wprowadzenia gatunkowej ochrony roślin (Dz.U. PRL Nr 27 z 20.05.1983 r., poz. 134), jak również w najnowszej „Ustawie o ochronie przyrody" z 16 października 1991 r. (Dz.U. RP Nr 114 z 12.12.1991 r., poz. 492) brak wzmianki chociaż o częściowej ochronie tej bardzo pożytecznej rośliny. Obszarami, na których jemioła nie jest zagrożona są parki narodowe i rezerwaty przerody.

Warto podkreślić, że w Szwecji prawną ochronę jemioły wprowadzono już w 1910 r., zaś w Norwegii w 1956 r. (Wallden 1961). Pod ochroną państwową jemioła znajduje się również na Łotwie, gdzie traktowana jest jako relikt polodowcowego okresu atlantyckiego (Riekstiņš 1980).

Formy pasożytnictwa u Jemioł

Jest rzeczą zastanawiającą, że wszystkie stwierdzone przypadki pasożytnictwa występują u roślin dwuliściennych. Brak pasożytów wśród roślin jednoliściennych, zaś u nagozalążkowych pasożytem jest tylko jeden gatunek występujący w Nowej Kaledonii – *Podocarpus ustus* Brog. & Gris. [=*Parasitaxus ustus* (Vieill.) Laubenf.] (Kuijt 1969). Kuijt (1969)

stawia tezę, że pasożytnictwo wystąpiło w ośmiu nie związanych ze sobą grupach roślin dwuliściennych : *(1)* w rzędzie *Santalales*; *(2)* w rodzinach *Scrophulariaceae* Juss. i *Orobanchaceae* Richard.; *(3)* w rodzinach *Rafflesiaceae* Webb. i *Hydnoraceae* C. A. Agardh.; *(4)* w rodzinie *Balanophoraceae* L. C. & A. Rich.; *(5)* w rodzaju *Cuscuta* L.; *(6)* w rodzaju *Cassytha* L.; *(7)* w rodzinie *Lennoaceae* Solmb-Laub.; *(8)* w rodzaju *Krameria* L. *ex* Loefl.

Należące do wymienionych grup rośliny pasożytnicze reprezentują różne linie ewolucyjne i formy morfologiczne. Wiele z nich nie ujawnia charakteru pasożytniczego. Szczególna sytuacja panuje w rodzinie *Scrophulariaceae* i *Orobanchaceae,* gdzie nie kwestionowane pasożyty są blisko związane z formami niepasożytującymi. Pasożytnictwo w obrębie rzędu *Santalales,* do którego należy *Viscum album*, jest różnorakiego pochodzenia, co sygnalizowano już w rozdziale „Pochodzenie jemioły..." .

Jemioła od dawna była modelowym obiektem badań pasożytnictwa u roślin. Jednak nawet samo uznanie pasożytniczego trybu życia roślin wyższych było kwestionowane, co czynili m.in. Caullery w 1952 (*Parasitysm and Symbiosis*) i Yarwood w 1956 (*Obligate Parasitysm*), (cyt. za Kuijtem 1969). Caullery twierdził np., że: „Komensalizm, pasożytnictwo i symbioza są tylko kategoriami stworzonymi przez nas i jeżeli przeanalizujemy je dokładniej, nie będzie możliwe ich rozgraniczenie". Kuijt (1969) zgadzając się z tą tezą, jednocześnie uściśla kryterium pasożytnictwa, którym według niego jest: „istnienie naturalnego fizjologicznego pomostu (*haustorium* – ssawki), składającego się przynajmniej w części z żywej tkanki, poprzez którą składniki odżywcze (nutrienty) i woda są transportowane z jednego organizmu do drugiego". Kryterium temu z całą pewnością odpowiada *Viscum album*, natomiast bezssawkowe zrośnięcie się korzeni dwóch roślin lub mikoryza nie jest pasożytnictwem.

U prymitywnych *Viscaceae* nie tworzy się nigdy haustorium końcowe. U gatunków zaawansowanych ewolucyjnie, część bazalna hypokotylu ze śladem po zredukowanym korzeniu zarodkowym staje się pierwotnym organem haustorialnym. Czapeczka zanika. Szczyty epikortykalnych korzeni posiadają natomiast czapeczki korzeniowe, lecz te tworzą jedynie boczne haustoria.

Pojawienie się haustorium, tj. ssawki u jemioł jest jednym z ważniejszych nabytków ewolucyjnych. Doniosłość jej powstania Kuijt (1969) porównał do równoległego pojawienia się drzew. Z istnieniem haustorium związany jest problem nieobecności korzeni. Wiele tropikalnych jemioł rosnących na gałęziach posiada tzw. epikortykalne korzenie – organy, które rosną wzdłuż gałęzi żywiciela i rozwijają w pewnych odstępach haustoria. Te haustoria są wtórne w tym sensie, że nie wyrastają z nasion. Korzenie takie wychodzą zazwyczaj z podstawy rośliny i rosną w górę lub w dół po gałęziach żywiciela, bez względu na grawitację. Wiele wtórnych połączeń wytworzonych w ten sposób służy zwiększeniu przepływu soli biogennych do pasożyta jak również mocniejszemu przytwierdzeniu jemioły. Poza tym wiele taksonów *Viscaceae* może wytwarzać ulistnione łodygi z korzeni epikortykalnych. Zjawisko to jest rzadkie u amerykańskich przedstawicieli *Viscaceae*. *Ileostylus micranthus* Tiegh. z Nowej Zelandii wędruje korzeniami wzdłuż gałęzi żywiciela wypuszczając ulistnione pędy. Takie „ruchome" pasożytnictwo daje pasożytowi większą plastyczność ekologiczną. Większość jemioł żyje jednak tam,

gdzie wyrosła po raz pierwszy. Ponadto jemioły potrafią jakby wybierać najlepsze stanowiska na żywicielu. Ten typ „zachowania" pozwala np. *Bakerella grisea* Tiegh. z Madagaskaru na osiągnięcie długości do 20 m (Balle 1954). Niekiedy pasożytnictwo jemioły doprowadza do śmierci jej żywiciela. Tak pasożytuje m.in. *Viscum pauciflorum* L., która pobiera prawie całą wodę i składniki pokarmowe od żywiciela. W ten sposób stopniowo pozbawione pożywienia części łodygi żywiciela zamierają powyżej punktu zasiedlania przez pasożyta, zaś żywiciel ostatecznie doprowadzony zostaje do śmierci (Visser 1981).

U *Viscaceae* pierwotny system absorbcyjny przeszedł zaskakujące zmiany (patrz rozdz. „Morfologia i biologia jemioły"). W ramach tej rodziny epikortykalne korzenie posiadają tylko dwa rodzaje – *Antidaphne* i *Eremolepis*. Epikortykalne korzenie *Antidaphne* funkcjonują tylko przez ograniczony czas, po którym zanikają (Kuijt 1964).

Utrata korzeni epikortykalnych doprowadziła do powstania całkowicie stacjonarnych pasożytów takich jak *Psittacanthus* Mart. i podobni do niej przedstawiciele *Viscaceae,* które rozwijają się wyłącznie na pierwotnym haustorium. U *Viscaceae* interesujący jest znaczny rozwój systemu endofitycznego wewnątrz tkanki żywiciela, a najczęstszą formą pasożytnictwa u jemioł, jaką obserwujemy również u jemioły pospolitej (*Viscum album*), jest pasożytnictwo nadziemne, łodygowe. Przynajmniej u trzech rodzajów *Viscaceae* występuje jednak pasożytnictwo korzeniowe. Jednym z nich jest zachodnioaustralijska *Nuytsia floribunda*, zwana drzewkiem bożonarodzeniowym z powodu żółto-pomarańczowych kwiatów kwitnących w okresie Bożego Narodzenia. Dochodzi ona do 10 m wysokości, a jej haustoria powiązane są z korzeniami traw, a nawet z hodowaną marchwią (Herbet 1918–1919, cyt. za Kuijtem 1969). Pozostałe pasożyty korzeniowe to krzew *Atkinsonia ligustriana* F. Muell z Gór Błękitnych w Nowej Południowej Walii (Menzies & Mc Kee 1959) oraz *Gaiadendron* G. Don. Są to zazwyczaj rośliny często wielkością podobne do *Nuytsia floribunda.* W dziewiczych lasach Kostaryki, *Gaiadendron punctatum* jest jednym z najpopularniejszych epifitów rosnących na pniach ogromnych drzew. Ten gatunek jest unikatowy z tego względu, że może występować jako epifit, ale może być również pasożytem (w porównaniu do formy epifitycznej). *Gaiadendron* jest zmienny, gdyż z różnych miejsc korzeni wypuszcza ulistnione łodygi, a więc może rozmnażać się wegetatywnie. Poza tym jest jedynym znanym dotychczas gatunkiem, który jest w stanie pasożytować na drzewach zarówno nad ziemią, jak i pod ziemią (Kuijt 1989).

Ciągle aktualne jest pytanie: jak długo jemioły mogą żyć bez żywiciela? W przypadku *Gaiadendron* okres ten może wynosić co najmniej 6 miesięcy, a młode roślinki *Nuytsia* były hodowane bez żywiciela przez ponad rok (Main 1947). Natomiast siewki *Viscum album* giną po 36 dniach, jeśli nie napotkają żywej tkanki rośliny drzewiastej (Fiertek 1985).

Podsumowanie

Viscum album L. należy do plemienia *Visceae* Tiagh., rodziny *Viscaceae*, rzędu *Santalales*. W obrębie gatunku wyróżniono trzy podgatunki: subsp. *album*, subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom. i subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollm.

Przedstawiciele rodzaju *Viscum* pojawili się w Europie w młodszym neogenie. W Polsce *Viscum album* notowane jest w diagramach pyłkowych w okresie między 9000–8000 lat. Okres jej najczęstszego występowania to okres borealny i atlantycki.

Z rozmieszczenia geograficznego jemioły pospolitej wynika, że zaadaptowała się ona do szerokiego zakresu temperatur (od bardzo niskich do bardzo wysokich). Na wysoką temperaturę i duże usłonecznienie reaguje większym przyrostem rocznym pędów; dopiero temperatura –38^{o}C może spowodować wymieranie osobników *Viscum*.

W Polsce występowanie *Viscum album* subsp. *album* odnotowano na 3751 stanowiskach, *V. a.* subsp. *abietis* na 287, zaś *V. a.* subsp. *austriacum* na 746 stanowiskach. *Viscum album* subsp. *album* intensywniej opanowuje żywicieli w siedliskach pochodzenia antropogenicznego, toteż można ją uznać za gatunek synantropijny. Rozmieszczenie *V. a.* subsp. *abietis* uwarunkowane jest rozmieszczeniem jej żywiciela – jodły. Wspólnie z *V. a.* subsp. *austriacum* zajmuje głównie siedliska leśne; pierwszy podgatunek występuje w zbiorowiskach z klasy *Querco-Fagetea*, zaś drugi w zbiorowiskach z klasy *Vaccinio-Piceetea*.

Viscum album subsp. *album* rośnie na drzewach i krzewach należących do 31 rodzajów i 118 gatunków. Najczęściej umiejscawia się na *Tilia cordata* (14,6 % stanowisk), następnie na *Betula pendula* (10,1%) i *Acer platanoides* (8,3%). Ponadto wszystkie trzy podgatunki *V. album* są ze sobą powiązane poprzez wspólnych żywicieli.

W rozwoju *Viscum album* wyróżnia się: niezależną fazę nasienną, trwającą od dojrzałej owocni do umiejscowienia się jej wraz z nasieniem na żywicielu oraz fazę pasożytniczą, charakteryzującą się rozwojem układu endofitycznego i wytworzeniem połączeń z komórkami żywiciela, czyli implantacji jemioły.

Pędy jemioły są zróżnicowane na węzły i międzywęźla, pokryte grubościenną, silnie skutynizowaną epidermą bez chloroplastów. W walcu osiowym łodygi znajduje się pierścień wiązek kolateralnych oddzielonych od siebie promieniami rdzeniowymi. Po zewnętrznej i wewnętrznej stronie wiązek występują pasma włókien sklerenchymatycznych. Liście jemioły posiadają silnie skutynizowaną epidermę, zaś aparaty szparkowe znajdują się w niejednakowej liczbie na górnej i dolnej stronie liścia. W ciągu roku na końcach pędów rozwija się tylko jedna para liści, z kątów których wyrastają nowe pędy. Sposób ułożenia liści i rozgałęzień pozwala określić wiek jemioły. Kontrowersyjny jest problem występowania korzenia u jemioły. Większość autorów jednoznacznie odrzuca jego istnienie. Ssawki jemioły uważane są za organy pochodzenia pędowego.

Jemioła jest jednocześnie rośliną wiatro- i owadopylną. Słupkowie ma silnie zredukowane, zaś niepozorne, zagłębione dno kwiatowe nie zawiera zalążka (*ovulum*), brak jest również brodawkowatego wyrostka (*mamelon*), a komórki archeosporialne tworzą się z subepidermalnych komórek dna zalążni.

Aktywność fizjologiczna jemioły powiązana jest ściśle z jej budową morfologiczną i anatomiczną, głównie z występowaniem specyficznego systemu absorbcyjnego i dużej powierzchni asymilacyjnej.

W przypadku absorpcji metali ciężkich ich stężenie w jemiole jest większe aniżeli w żywicielu i glebie. Z organów jemioły położonych na zewnątrz łodygi żywiciela najmniej metali ciężkich akumulują owoce.

W czasach starożytnych jemioła uważana była za drzewo święte. Od dawna też używana była jako lekarstwo. Medycyna XX w. uczyniła z jemioły wielce obiecujący lek antyrakowy i obniżający ciśnienie.

W niektórych krajach (np. w Bangladeszu i w USA) zwalcza się ją metodami biologicznymi i chemicznymi. Natomiast w krajach Europy północnej jemioła jest prawnie chroniona.

CZĘŚĆ 2: ZMIENNOŚĆ CECH I STRUKTURA POPULACJI JEMIOŁY POSPOLITEJ

Wstęp

Stosunkowo wcześnie dostrzeżono dużą zmienność cech osobników jemioły. Najczęściej zmienność tę wiązano z wpływem organizmu żywiciela. Zagadnienie to nie doczekało się jednak pełniejszych studiów. Raciborski (1893) podkreślał, że różnice morfologiczne jemioł rosnących na różnych drzewach mogą być wywołane przez różnice podłoża na jakim rosną lub mogą być utrwalonymi „zboczeniami" osobniczymi. Podobną myśl sformułował Błoński (1904), podkreślając wielką zmienność w wyglądzie jemioły pospolitej, a także Zalewski (1893) i Spausta (1895). W badaniach tych najczęściej zwracano uwagę na wybrane, łatwo dostrzegalne cechy jemioły i ich zmienność. Należą tu m.in. badania Krzaczka (1976) nad zmiennością liści i nasion trzech podgatunków *Viscum album*. W zestawieniu wyników autor konkluduje, że w obrębie subsp. *album* zachodzą największe różnice w rozmiarach liści i nasion u osobników pochodzących z różnych żywicieli, a w ich zakresie mieszczą się wymiary pozostałych podgatunków (subsp. *abietis* i subsp. *austriacum*).

Bardzo skąpe są również doniesienia dotyczące struktury populacji jemioły (Marciniak 1988; Urbańska 1988; Stypiński i in. 1990; Wudarczyk 1992). Zaważyły tu na pewno w znacznym stopniu trudności techniczne związane z pozyskaniem odpowiedniej ilości reprezentatywnego materiału do badań, na co zwrócił już uwagę Barlow (1987).

Celem tej części pracy było poznanie, na przykładzie lokalnej populacji jemioły pospolitej (*Viscum album*) z Pojezierza Mazurskiego, struktury płci i wieku tej rośliny oraz zbadanie, w jaki sposób struktura ta, a także niektóre cechy osobnicze jemioły zmieniają się pod wpływem różnych czynników ekologicznych. W szczególności sprawdzono, czy istnieje statystyczna zależność między strukturą populacji i wybranymi cechami jemioły, a gatunkiem i wiekiem żywiciela, lokalizacją w koronie żywiciela, ekspozycją w stosunku do stron świata oraz niektórymi czynnikami klimatycznymi. Podobne badania są do tej pory bardzo nieliczne i wyrywkowe (Marciniak 1988; Urbańska 1988; Stypiński i in. 1990; Wudarczyk 1992). Prezentowana praca stanowi pierwszą w skali kraju i Europy poważną próbę tego rodzaju badań nad jemiołą pospolitą.

Materiał i metody

Za osobnika jemioły uważa się każdy pęd bezpośrednio wyrastający na żywicielu – „ukorzeniony" (Rabotnow 1969), niezależnie od jego pochodzenia generatywnego, czy powstałego z systemu endofitycznego (por. rozdz. „Morfologia i biologia jemioły").

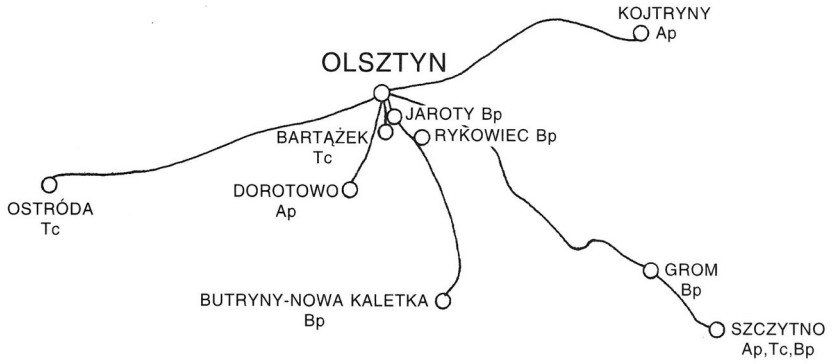
U osobników jemioły, podobnie jak u innych wieloletnich roślin, da się wyróżnić dwa cykle.

Pierwszy – obejmuje rozwój osobnika od momentu wykiełkowania nasienia do obumarcia ostatnich organów pochodzących z rozwoju i wzrostu jednej siewki, niezależnie od tego czy rośliny te były połączone wspólnymi pasmami systemu endofitycznego, czy też podzielone (Harper 1977; Matveev 1972, cyt. za Falińską 1990).

Drugi – nazywany małym cyklem życiowym – obejmuje według Falińskiej (1990) rozwój poszczególnych organów wieloletniego osobnika (u jemioły na żywicielu) od powstania pąków odnawiających poprzez przekształcenie się ich w pędy odnawiające oraz osiąganie przez nie kolejnych faz: wegetatywnej, generatywnej i senilnej. W badaniach osobniczo-populacyjnych wykorzystano osobniki powstałe w pierwszym i drugim cyklu. System endofityczny jemioły nie był badany, ponieważ jego wyizolowanie z tkanki żywiciela jest niezwykle skomplikowane.

Zasadniczy trzon badań przeprowadzono na zbiorze 900 osobników *Viscum album* subsp. *album* zebranych z 18 drzew należących do trzech różnych gatunków żywicieli, na których jemioła najczęściej pasożytuje (patrz cz. 1; rozdz. „Żywiciele jemioły", Ryc. 8). Są to: *Acer platanoides, Betula pendula* i *Tilia cordata*. Każdy gatunek żywiciela reprezentowany był przez 6 drzew, przy czym wybierano drzewa, na których występowało 50 i więcej osobników jemioły (V stopień opanowania). Selekcji tej dokonano po to, by z jednego drzewa uzyskać jak najwięcej materiału do badań. Z każdego drzewa pobrano następnie 50 osobników jemioły. Tak więc, dla każdego żywiciela dysponowano podzbiorem 300 osobników. Wnioski z przeprowadzonych analiz można odnosić tylko do żywicieli z V stopniem opanowania przez jemiołę, ponieważ, ściśle biorąc, badana była tylko ta klasa żywicieli.

Materiał do badań zebrano z żywicieli występujących na 9 stanowiskach (Ryc. 24), scharakteryzowanych we wcześniejszych pracach (Stypiński 1978a, 1981). Zbiór 900 osobników można uznać za próbę pobraną z lokalnej populacji *Viscum album* subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego, a podzbiory liczące po 300 osobników za podpróby tej próby.



Ryc. 24. Stanowiska *Viscum album* L. subsp. *album*, z których pobrano próby do badań cech osobniczych i struktury populacji.

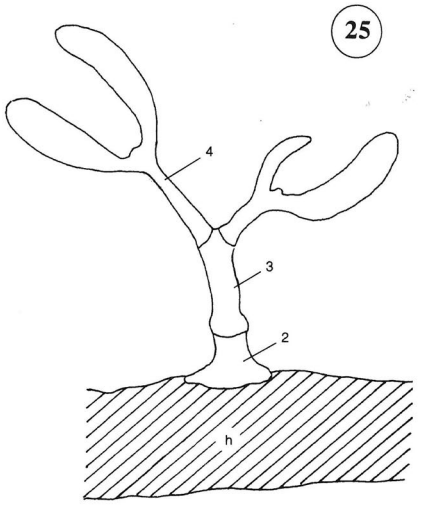
Fig. 24. Localities of *Viscum album* L. subsp. *album* from where samples were taken to study features and structures of subpopulation.

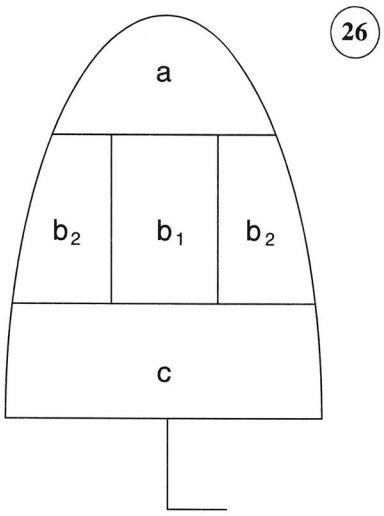
Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*.

W naukach biologicznych istnieje wiele różnych definicji populacji. Janckers (1973, cyt. za Falińską 1990) szacuje, że jest ich około 50. W niniejszej pracy przyjęto definicję Heywooda (1974, cyt. za Falińską 1990), według której populacja to grupa osobników jednego gatunku, zasiedlających pewien obszar przyrodniczy lub region geograficzny, a także konkretną łąkę lub staw. W tym kontekście za populację jemioły pospolitej uznano wszystkie osobniki tego gatunku występujące w granicach Polski. W ten sposób badana populacja lokalna jemioły, ograniczona do obszaru Pojezierza Mazurskiego, stanowi jej subpopulację, zaś osobniki jemioły zebrane z 6 drzew jednego gatunku żywiciela uznano jako lokalną subpopulację.

Zbioru osobników *Viscum album* dokonano w październiku i listopadzie 1989 r. W okresie tym jemioła posiada dobrze wykształcone kwiaty i niezupełnie dojrzałe owoce. Pozwoliło to ocenić intensywność owocowania, bez obawy zmniejszenia się liczby owoców wskutek ich opadnięcia lub zjedzenia przez ptaki.

Wśród badanych osobników wyróżniono 6 klas wieku w przedziale 5 lat: I – 5–9 lat, II – 10–14 lat, III – 15–19 lat, IV – 20–24 lata, V – 25–29 lat, VI – 30–34 lata. W zbiorze nie było osobników między 1 a 4 rokiem życia. W pierwszym roku życia osobnika wydłuża się jego hypokotyl i następuje rozwój ssawki pierwotnej. W drugim roku powstaje pierwsze, słabo jeszcze widoczne międzywęźle, zaś w trzecim i czwartym pojawiają się dopiero liście. Osobniki takie mają niewielkie rozmiary i są słabo widoczne w koronie żywiciela, dlatego nie były one zbierane.





Ryc. 25. Czteroletni osobnik *Viscum album* L. Przyrost pędu w: 2 – drugim, 3 – trzecim, 4 – czwartym roku życia, h – żywiciel.

Fig. 25. A four-year old *Viscum album* L. plant. Growth of shoot in: 2 – the second year, 3 – the third year, 4 – the fourth year, h – host.

Ryc. 26. Poziomy korony żywicieli *Viscum album* L. a – szczyt korony; b_1 – część środkowa korony; b_2 – część brzeżna korony; c – dół korony.

Fig. 26. Levels of the *Viscum album* L. host's crown. a – top of the crown; b_1 – central part of the crown; b_2 – peripheral part of the crown; c – bottom of the crown.

Wiek osobników jemioły określano według ilości międzywęźli obserwowanych na ich pędach, dodając jeden rok na rozwój hypokotylu (Ryc. 25), który znajduje się u podstawy łodygi i jest prawie niewidoczny (Tubeuf 1923; Stopp 1961; Gajewski 1962). Każdy zebrany osobnik jemioły klasyfikowany był według następującego schematu: żywiciel, stadium rozwojowe, wiek, płeć, lokalizacja w koronie drzewa: szczyt korony (poziom a), część centralna korony (poziom b) z wyróżnieniem części środkowej korony (poziom b_1) i części brzeżnej (poziom b_2), dół korony (poziom c) (Ryc. 26) oraz ekspozycja w stosunku do stron świata.

Analizie poddano 6 cech osobników żeńskich: (1) liczbę pędów[1] kwiatowych, (2) suchą masę pędów kwiatowych, (3) liczbę pędów owocujących, (4) suchą masę pędów owocujących, (5) liczbę owoców, (6) suchą masę owoców; dwie cechy osobników męskich: 1. liczbę pędów kwiatowych, 2. suchą masę pędów kwiatowych; oraz dwie cechy osobników o nieokreślonej płci „0": 1. liczbę pędów płonnych, 2. suchą masę pędów płonnych.

[1] Pod pojęciem pęd należy tu rozumieć ostatnie dwuletnie jego przyrosty – określane jako szczyty pędów (*Stipites Visci*) Brunarska (1957).

Do wyznaczenia biomasy pędów pobierano ostatnie, dwuletnie ich przyrosty wraz z liśćmi i owocami, określone jako szczyty pędów – *Stipites Visci* (Brunarska 1957). Pozostałych części osobnika nie uwzględniono, ponieważ pierwsze międzywęźla niejednokrotnie były częściowo lub całkowicie uszkodzone podczas zdejmowania osobnika z żywiciela, a tym samym miały zmniejszoną biomasę. Materiał rozdzielano na pędy płonne (o nieokreślonej płci), generatywne z kwiatami i generatywne owocujące oraz owoce. Następnie pędy i owoce liczono i suszono w temperaturze 105^{o}C przez 48 godzin, po czym ważono z dokładnością do 0,01g.

Strukturę wiekową populacji zdefiniowano tu, za Falińską i Żyromską-Rudzką (1986) jako: zróżnicowanie populacji związane z udziałem w niej osobników w różnym wieku, bądź osobników będących w różnych stadiach rozwoju.

W oparciu o zgromadzone dane przetestowano szereg hipotez badawczych, które będą omawiane szczegółowo w dalszej części pracy. W analizie statystycznej wykorzystano następujące metody i testy statystyczne: jednoczynnikową analizę wariancji (Platt 1974); metodę korelacji liniowej – współczynnik *r* Persona (Krzysztofiak & Urbanek 1978); statystyczne testy nieparametryczne (Domański 1979); analizę wariancji dla danych ortogonalnych w modelu matematycznym opartym na klasyfikacji hierarchiczno-krzyżowej (Oktaba 1980); test wielokrotnego rozstępu średniej Duncana opartego na analizie jednowynikowej (Day & Quinn 1989); analizę wariancji (klasyfikacja podwójna) z jedną obserwacją w podklasie (Żuk 1989); analizę profilową, wielowymiarową analizę wariancji (Morrison 1990).

Obliczenia matematyczne wyników analiz materiału roślinnego wykonano w Katedrze Zastosowań Matematyki Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie i w Zakładzie Ekologii i Ochrony Środowiska Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Olsztynie.

Prowadzono także badania dotyczące rocznych przyrostów pędów u osobników *Viscum album* subsp. *album*. Dane do tych badań pozyskano podczas pobierania prób w latach 1986–1990 do analizy na zawartość metali ciężkich w jemiole pospolitej typowej w Polsce (Stypiński i in. 1990). Osobniki jemioły zebrano na terenie 6 miejscowości: w Białowieży – z *Betula pendula* i *Tilia cordata*, w Golubiu Wężewskim (woj. suwalskie) – z *Crataegus monogyna* i *Malus domestica,* zaś w Ciechocinku, Kwidzynie, Szczecinie i Wrocławiu – z *Acer platanoides* i *Tilia cordata.*

W założeniu badań przyjęto wykorzystanie pędów z 15. krzewów jemioły, zebranych w liczbie 10 z jednego żywiciela w danej miejscowości.

Wiek żywiciela określono na podstawie wywiertów świdrem Presslera na wysokości 130 cm (Gieruszyński 1949; Siewniak & Kusche 1984). W badaniach tych poza żywicielami i ich wiekiem, uwzględniono także czynniki klimatyczne, takie jak temperatura, usłonecznienie i opady. Dane klimatyczne dla tych miejscowości za lata 1972–1986 uzyskano z Zakładu Opinii i Ekspertyz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie oraz z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Białymstoku.

Zmienność cech osobników Jemioły

Subpopulacje z Białowieży, Golubia Wężewskiego, Ciechocinka, Kwidzyna, Szczecina i Wrocławia

Badania dotyczące rocznych przyrostów pędów *Viscum album* subsp. *album* nie były dotychczas prowadzone w wymienionych miejscowościach. Dane zebrane z pięciu różnych żywicieli (rozdz. „Materiał i metody") przedstawiono w tabelach 7 i 8. Do zbadania istotności różnic pomiędzy rocznymi przyrostami jemioły na różnych żywicielach w sześciu miejscowościach zastosowano metodę wielowymiarowej analizy wariancji: a – analizę profilową do danych z Białowieży i Golubia Wężewskiego (woj. suwalskie); b – klasyfikację krzyżową do danych z Ciechocinka, Kwidzyna, Szczecina i Wrocławia. Przyjęto

poziom istotności a = 0,05. Analizę rocznych przyrostów pędów jemioły rozpoczęto od trzeciego przyrostu (Ryc. 25), bowiem pierwszy przyrost obejmuje rozwój hypokotylu, zaś przyrost drugi niejednokrotnie był słabo widoczny na żywicielu lub uszkodzony podczas zdejmowania osobnika. Przyrosty pędów były obserwowane w latach 1972–1979 w Białowieży i Golubiu Wężewskim oraz w latach 1978–1986 w Ciechocinku, Kwidzynie, Szczecinie i Wrocławiu.

Roczne przyrosty pędów jemioły w Białowieży i Golubiu Wężewskim

Białowieża

Poddając analizie statystycznej dane z jemioły rosnącej na *Betula pendula* i *Tilia cordata* w Białowieży, testowano 3 hipotezy:

(1) hipoteza H_{0c} – o równoległości profili, hipoteza ta nie została odrzucona, bowiem statystyka F = 1,07, a wartość krytyczna $F_{0,05;5;14}$ = 2,96. Wobec tego przyjęto, że profile są równoległe (Ryc. 27);

(2) hipoteza H_{0a} – o braku różnic w przyrostych pędów jemioły na żywicielu. Hipoteza ta została odrzucona, ponieważ wartość statystyki F = 12,03 jest większa niż wartość krytyczna $F_{0,05;1;18}$ = 4,41. Uzyskane wyniki wskazują, że średnie roczne przyrosty pędów jemioły na obu żywicielach różniły się, a różnice były statystycznie istotne, miały zakres od $\overline{x}$ = 2,36 cm (przyrost 3) do $\overline{x}$ = 7,12 cm (przyrost 6) – na *Betula pendula*, natomiast na – *Tilia cordata*, były mniejsze, od $\overline{x}$ = 1,49 cm (przyrost 3) do $\overline{x}$ = 5,02 cm (przyrost 7) (Tab. 7; Ryc. 27);

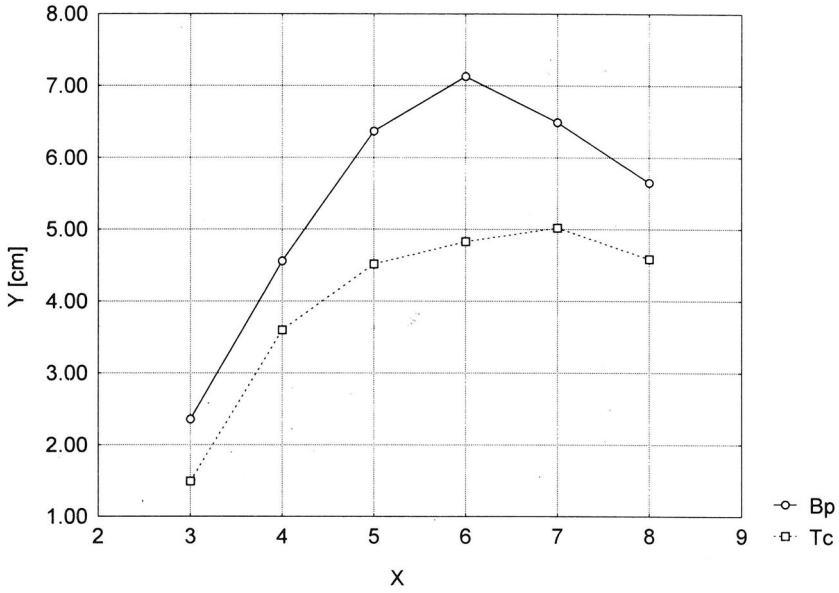
(3) hipoteza H_{0b} – że przyrosty pędów jemioły w kolejnych latach są jednakowe. Ponieważ obliczona wartość statystyki F = 18,04 jest wielokrotnie większa niż wartość krytyczna $F_{0,05;5;14}$ = 2,9, hipoteza ta także została odrzucona. Natomiast wyniki testów Bonferroniego (Morisson 1990) dla różnic pomiędzy średnimi przyrostami wskazują, że przyrost jemioły zmienia się w kolejnych latach, a zaobserwowane różnice są statystycznie istotne pomiędzy przyrostem 3 a 4, 5, 6 i 7 oraz pomiędzy 4 a 5, 6 i 7 (Tab. 7; Ryc. 27).

Uzyskane wyniki sugerują, że poza żywicielem, istotny wpływ na wzrost jemioły mogą mieć inne czynniki. Według autora są to czynniki klimatyczne i edaficzne. Z czynników klimatycznych uwzględniono temperaturę i usłonecznienie, które w latach 1975 –1976 były najwyższe, a średnie przyrosty jemioły na obu żywicielach też były najdłuższe.

Golubie Wężewskie

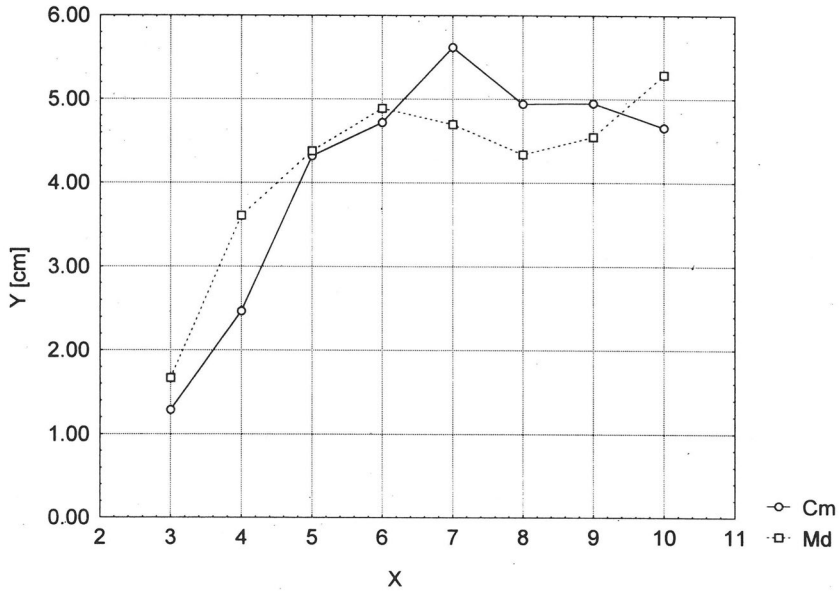
Podobnie jak w Białowieży, zmierzono roczne przyrosty pędów jemioły na 2 wybranych żywicielach: *Crataegus monogyna* i *Malus domestica*. Uzyskane dane zamieszczono w tabeli 7. Testowano tu również 3 hipotezy. Hipoteza H_{0c} – o równoległości profili i hipoteza H_{0a} – o braku różnicy w przyrostach pomiędzy żywicielami nie zostały odrzucone, natomiast hipoteza H_{0b} – o równości rocznych przyrostów została odrzucona (F = 20,39; $F_{0,05;7;12}$ = 2,91).

Już przy pierwszym spojrzeniu na tabelę 7 i rycinę 28, widać, że począwszy od czwartego przyrostu średniego były one znacznie dłuższe niż trzeci na obu żywicielach – istotność różnic stwierdzono pomiędzy przyrostem 3 a 4, 5, 6 i 7, jak również pomiędzy 4 a 6 i 7.



Ryc. 27. Przyrosty pędów *Viscum album* L. subsp. *album* na *Betula pendula* Roth. (Bp), *Tilia cordata* Mill. (Tc) w Białowieży. x – lata; y – średnie przyrosty roczne pędów w cm.

Fig. 27. Growth increments in shoots of *Viscum album* L. subsp. *album* on *Betula pendula* Roth. (Bp), *Tilia cordata* Mill. (Tc) in Białowieża. x – years; y – average annual growth increments of shoots (in cm).



Ryc. 28. Przyrosty pędów *Viscum album* L. subsp. *album* na *Crataegus monogyna* Jacq. (Cm), *Malus domestica* Borkh. (Md) w Golubiu Wężewskim. x – lata; y – średnie przyrosty roczne pędów w cm.

Fig. 28. Growth increments in shoots of *Viscum album* L. subsp. *album* on *Crataegus monogyna* Jacq. (Cm), *Malus domestica* Borkh. (Md) in Golubie Wężewskie. x – years; y – average annual growth increments of shoots (in cm).

Tabela 7. Roczne przyrosty pędów (w cm) *Viscum album* L. subsp. *album* na różnych żywicielach i na tle warunków klimatycznych z terenu Białowieży i Golubia Wężewskiego w latach 1972–1979.

Table 7. Annual shoot growth (in cm) of *Viscum album* L. subsp. *album* on different hosts against the background of climatic conditions from the area of Białowieża and Golubie Wężewskie the years 1972–1979.

Lp No	Żywiciel – Host	Nr osobnika *Viscum* No of *Viscum* individuals	Białowieża										Lp No	Żywiciel – Host	Nr osobnika *Viscum* No of *Viscum* individuals	Golubie Wężewskie											
			Kolejne lata przyrostów pędów jemioły Successive years of mistletoe shoot growths						Dane klimatyczne Climatic data							Kolejne lata przyrostów pędów jemioły Successive years of mistletoe shoot growths								Dane klimatyczne Climatic data			
			1972	1973	1974	1975	1976	1977								1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979				
			Kolejne przyrosty pędów jemioły Successive annual mistletoe shoot growths													Kolejne przyrosty pędów jemioły Successive annual mistletoe shoot growths											
			3	4	5	6	7	8	Rok Year	Tr [°C]	U [h/r]	O [mm]				3	4	5	6	7	8	9	10	Rok Year	Tr [°C]	U [h/r]	O [mm]
1	Bp	1	0,7	4,3	4,9	7,2	6,5	5,2	1972	6,7	1561,2	786	1	Cm	1	1,3	1,7	3,4	2,6	3,0	4,3	4,6	5,8	1972	20,0	1660,1	732
		2	1,1	3,3	3,8	6,7	6,0	5,8	1973	6,3	1604,6	681			2	3,7	3,0	4,4	3,2	4,3	4,3	3,8	3,3	1973	17,6	1746,1	629
		3	4,9	6,2	8,1	8,1	5,7	5,7	1974	7,0	1416,9	932			3	1,7	2,1	5,4	3,2	7,3	4,8	6,1	4,4	1974	14,5	1594,9	1002
		4	1,5	3,7	6,7	8,0	7,0	6,5	1975	8,1	1645,1	721			4	0,7	2,4	4,2	7,4	8,2	7,6	4,8	4,3	1975	18,2	1728,4	551
		5	4,7	4,7	6,6	6,9	6,0	5,5	1976	5,6	1688,1	573			5	0,7	3,2	3,9	5,3	3,8	3,9	4,6	4,0	1976	17,0	1567,4	580
		6	1,3	4,9	7,3	6,4	6,2	6,0	1977	6,7	1457,9	736			6	1,0	1,4	4,0	4,4	4,7	4,2	4,2	4,9	1977	14,8	1367,6	633
		7	4,0	7,0	7,4	6,2	7,1	5,2							7	1,0	1,1	2,5	3,6	6,0	4,5	5,1	5,8	1978	15,3	1475,1	842
		8	1,4	2,4	3,9	5,6	5,7	4,3							8	0,7	2,9	5,2	7,2	8,0	4,1	7,1	5,0	1979	13,4	1665,5	676
		9	2,8	6,5	9,0	6,8	6,9	6,8							9	1,1	3,1	4,2	2,1	4,4	5,8	5,3	5,4				
		10	1,2	2,6	6,0	9,3	7,8	5,5							10	1,0	3,8	6,0	8,2	6,5	5,9	3,9	3,7				
		$\overline{X}$	2,36	4,56	6,37	7,13	6,49	5,65							$\overline{X}$	1,29	2,47	4,32	4,72	5,62	4,94	4,95	4,66				

2	Tc	1	2,1	2,5	4,0	3,0	3,0	3,5		2	Md	1	2,4	4,6	6,3	4,1	4,0	4,4	4,4	4,8
		2	3,0	6,7	5,4	4,6	4,0	5,3				2	2,2	2,6	5,1	7,6	5,4	2,4	3,4	3,9
		3	1,1	2,4	2,0	2,6	3,8	5,4				3	2,2	5,9	6,2	5,2	2,8	3,5	3,6	5,4
		4	0,6	1,5	3,4	5,9	6,7	3,5				4	0,3	0,7	2,6	4,0	5,0	5,5	9,0	9,3
		5	0,7	1,1	3,3	4,0	5,3	4,9				5	1,1	5,3	4,9	5,7	6,2	2,5	4,2	3,1
		6	0,4	4,7	5,8	6,1	6,4	5,4				6	2,4	4,5	4,0	8,3	9,8	7,9	2,6	10,2
		7	1,8	6,4	8,4	6,9	5,0	5,5				7	2,1	6,6	6,0	3,4	3,0	4,6	4,0	6,0
		8	1,7	5,1	5,4	6,6	6,4	4,7				8	1,3	2,1	3,7	5,0	5,3	4,7	3,5	2,9
		9	2,9	2,3	3,3	4,1	4,3	3,6				9	0,3	0,8	1,5	2,0	2,4	4,0	3,8	2,8
		10	0,6	3,3	4,2	4,5	5,3	4,1				10	2,4	3,0	3,5	3,6	3,7	3,9	7,0	4,5
		$\overline{X}$	1,49	3,60	4,52	4,83	5,02	4,59				$\overline{X}$	1,67	3,61	4,38	4,89	4,70	4,34	4,55	5,29

Objaśnienia (Explanations): Bp – *Betula pendula* Roth. Cm – *Crataegus monogyna* Jacq., Md – *Malus domestica* Borkh.,Tc – *Tilia cordata* Mill., Tr – temperatura roczna (annual temperature), U – usłonecznienie w godzinach na rok (insolation, [hrs] per year), O – opady w mm/rok (precipitation [mm] per year).

Roczne przyrosty pędów jemioły w Ciechocinku, Kwidzynie, Szczecinie i Wrocławiu

Na terenie tych czterech miast przeprowadzono badania nad rocznymi przyrostami pędów jemioły na dwóch żywicielach *Acer platanoides* i *Tilia cordata*. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 8. Następnie dane te poddano analizie statystycznej. Testowano hipotezę (H_a: $\alpha_1 = ... = \alpha_r$) – o braku różnic w rocznych przyrostach pędów na obu żywicielach. Hipoteza została odrzucona, ponieważ obliczona wartość statystyki jest większa niż wartość krytyczna ($F_{obl.} = 3,88$; $F_{0,05;9;56} = 2,05$). Uzyskane wyniki sugerują, że w tym przypadku gatunek żywiciela ma istotny wpływ na wzrost pędów jemioły.

Przeprowadzono także weryfikację hipotezy (H_b: $\beta_1 = ... = \beta_s$), mówiącej, że nie ma różnic w przyrostach pędów jemioły pomiędzy miejscowościami, hipoteza ta również została odrzucona ($F_{obl.} = 7,45$; $F_{0,05;3;7;56} = 3,95$). Stwierdzono, że interakcje pomiędzy żywicielami a miejscowościami okazały się istotne.

Przeprowadzono również weryfikację hipotezy (H_{ab}: $\gamma_{11} = ... = \gamma_{rs}$) – o braku interakcji żywicieli z miejscowościami. Hipoteza została odrzucona, ponieważ obliczona wartość przekroczyła wartość krytyczną ($F_{obl.} = 5,97$; $F_{0,05;3;7;56} = 3,95$).

Natomiast wyniki jednoczesnych testów Bonferroniego (Morisson 1990) dla różnic pomiędzy średnimi pozwoliły wykazać, pomiędzy którymi średnimi przyrostami i na jakich żywicielach oraz w których miastach różnice są istotne. Stwierdzono, że istnieją istotne różnice w trzecim przyroście pędów jemioły pomiędzy *Acer platanoides* i *Tilia cordata* w Ciechocinku (na Ap $\bar{x} = 4,26$ cm; na Tc $\bar{x} = 1,65$ cm) (Tab. 8). Poza tym stwierdzono istotne różnice trzeciego przyrostu na *A. platanoides* pomiędzy Ciechocinkiem a Szczecinem oraz na *T. cordata* pomiędzy Szczecinem a Wrocławiem. W Szczecinie średnia trzeciego przyrostu wynosi $\bar{x} = 4,24$ cm, zaś w Wrocławiu $\bar{x} = 0,93$ cm. Na ponad czterokrotnie wyższy przyrost pędów jemioły w Szczecinie mogły mieć wpływ czynniki klimatyczne – nieco wyższa temperatura i usłonecznienie oraz niższe o 83,2 mm opady (Tab. 9).

Także istotne różnice stwierdzono w czwartym przyroście w Ciechocinku pomiędzy *A. platanoides* ($\bar{x} = 5,69$ cm) a *T. cordata* ($\bar{x} = 2,84$ cm), jak również we Wrocławiu (Tab. 8). Dla czwartego przyrostu pędów jemioły na *A. platanoides* istotną różnicę odnotowano również pomiędzy Ciechocinkiem a Kwidzynem. Większy przyrost w Ciechocinku (rok 1979) mógł być także spowodowany wyższymi parametrami temperatury i usłonecznienia oraz mniejszymi o 76,2 mm opadami (Tab. 9).

Istotne różnice szóstego przyrostu na *A. platanoides* stwierdzono pomiędzy Kwidzynem ($\bar{x} = 4,11$ cm) a Szczecinem ($\bar{x} = 7,41$ cm) i siódmego pomiędzy Ciechocinkiem ($\bar{x} = 6,76$ cm) a Kwidzynem ($\bar{x} = 4,57$ cm). Odchylenia standardowe kolejnych średnich przyrostów są w przybliżeniu jednakowe, wahały się od 1,09 cm do 1,7 cm.

Należy podkreślić, że były duże dodatnie i statystycznie istotne korelacje pomiędzy kolejnymi latami przyrostów (następstwo czasowe), szczególnie wysoka korelacja zaznaczyła się pomiędzy czwartym a trzecim przyrostem. Współczynnik korelacji *r* wynosił 0,74188.

Jeśli ten kierunek zmian w przyroście jemioły porównać z kierunkiem zmian zaobserwowanych dla temperatury, usłonecznienia i opadów w latach 1975–1977 oraz w latach

Tabela 8. Roczne przyrosty pędów (w cm) *Viscum album* L. subsp. *album* na dwóch żywicielach z terenu czterech miast Polski w latach 1978–1986.
Table 8. Annual shoot growth (in cm) of *Viscum album* L. subsp. *album* on two hosts from the area of four Polish towns during the years 1978–1986.

Miasto Town	Nr osobnika *Viscum* No of *Viscum* individuals	Żywiciele – Hosts																	
		Acer platanoides L.									*Tilia cordata* Mill.								
		Kolejne lata przyrostu pędów jemioły Successive years of mistletoe shoot growths									Kolejne lata przyrostu pędów jemioły Successive years of mistletoe shoot growths								
		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
		Kolejne przyrosty pędów jemioły Successive annual mistletoe shoot growths									Kolejne przyrosty pędów jemioły Successive annual mistletoe shoot growths								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ciechocinek	1	6,57	6,50	5,60	7,57	7,17	4,87	3,80	3,40	2,47	0,00	1,20	3,15	5,00	6,50	6,65	5,75	5,05	4,35
	2	6,30	7,35	6,30	8,75	7,40	7,75	4,45	4,40	5,05	1,50	3,33	4,80	5,93	6,27	6,73	5,03	4,80	3,35
	3	1,50	3,30	6,00	4,95	6,50	5,58	4,87	2,95	2,73	1,50	2,20	3,50	5,50	7,80	6,60	6,20	5,90	6,25
	4	1,00	3,73	5,93	4,30	7,56	5,90	6,50	3,50	4,00	1,70	3,37	4,20	5,10	5,20	5,63	6,40	3,87	4,87
	5	7,25	7,00	5,70	8,40	4,65	5,10	4,50	4,95	4,40	3,55	4,45	6,43	6,83	6,25	4,88	4,40	4,15	4,80
	6	5,27	7,67	6,47	7,77	7,90	5,67	6,17	3,07	4,77	1,50	2,90	4,03	5,17	3,53	4,80	5,20	6,03	3,73
	7	6,40	6,70	5,57	8,07	2,23	5,10	4,10	3,97	2,17	2,20	2,10	3,40	6,10	4,27	5,43	4,40	3,97	5,05
	8	6,30	6,90	6,40	8,00	6,95	7,53	3,33	3,95	3,58	2,45	3,30	3,88	6,08	4,28	4,63	4,38	3,80	3,85
	9	1,10	4,10	5,23	7,28	6,10	5,08	5,28	6,63	3,50	0,00	1,77	4,37	4,93	3,90	3,07	6,40	5,60	3,73
	10	0,90	3,70	4,35	7,50	6,10	4,65	5,25	6,90	3,75	2,10	3,80	3,77	6,03	6,63	6,40	4,43	4,80	5,10
	$\overline{X}$	4,26	5,70	5,76	7,26	6,76	5,72	4,83	3,72	4,65	1,65	2,84	4,15	5,67	5,46	5,48	5,25	4,80	4,51
Kwidzyn	1	4,2	5,8	4,4	3,8	3,6	5,9	5,4	5,4	4,6	3,7	5,7	5,4	4,7	4,6	6,2	4,0	2,6	2,3
	2	3,3	5,1	5,4	3,9	4,3	3,6	6,4	4,9	4,4	3,7	3,8	4,2	2,7	3,6	4,9	4,0	3,5	2,0
	3	2,8	2,7	4,2	6,9	5,2	4,1	5,1	6,2	6,3	0,5	0,8	1,8	1,6	2,4	2,6	2,7	2,6	2,9
	4	2,7	2,4	5,3	6,8	6,6	5,4	5,6	4,7	2,8	1,5	5,1	2,9	3,9	4,4	6,7	5,8	7,3	7,9
	5	0,5	2,4	2,1	3,9	3,4	3,7	5,5	6,1	5,8	3,3	5,5	4,4	4,3	3,4	3,6	4,8	3,0	5,3
	6	5,7	8,3	7,4	8,3	4,3	6,1	5,9	4,5	3,7	1,2	1,9	2,6	5,1	5,2	4,9	5,3	5,5	7,3
	7	4,1	4,2	5,6	5,3	3,8	5,4	3,3	2,1	2,6	1,0	1,7	5,2	5,2	5,7	6,1	5,3	6,4	6,6
	8	1,7	2,4	2,9	2,8	3,6	4,6	5,2	4,8	5,4	2,6	3,4	3,6	3,5	2,6	2,8	2,7	2,6	2,9
	9	1,1	2,9	3,7	3,5	5,9	5,4	5,6	6,5	3,1	2,9	2,6	7,6	4,9	4,4	4,2	4,5	4,1	2,7
	10	1,7	4,0	4,7	4,7	5,0	4,4	4,3	4,9	4,1	3,9	4,4	4,3	3,9	5,4	6,7	5,4	6,6	4,2
	$\overline{X}$	2,78	4,0	4,57	4,11	4,57	4,86	5,23	5,21	4,28	2,47	3,49	4,20	3,98	4,17	4,87	4,45	4,42	4,41

(cd.)

Tabela 8. Ciąg dalszy – **Table 8.** Continued.

Szczecin	1	1,1	4,00	4,50	8,20	6,60	5,20	5,35	6,70	4,60	5,25	5,60	4,3	5,35	5,55	5,20	5,65	5,15	4,90
	2	1,0	7,20	6,65	6,70	5,50	3,75	4,55	6,45	5,45	6,50	4,63	4,7	5,97	5,57	4,47	3,13	3,50	2,70
	3	4,1	5,24	5,68	7,32	7,26	5,72	5,55	6,31	4,85	4,20	5,15	2,3	1,65	5,05	5,80	7,30	7,05	5,30
	4	1,6	3,20	2,53	5,87	7,90	4,33	4,23	4,90	5,30	1,00	2,10	2,0	5,57	8,30	6,53	4,80	4,43	4,77
	5	1,0	4,20	6,25	8,93	7,70	5,40	6,28	7,03	6,07									
	6	0,9	2,67	5,73	8,33	7,20	6,40	7,33	8,07	7,05									
	7	1,2	5,10	7,70	8,27	6,53	4,33	4,77	4,67	4,75									
	8	0,6	1,40	4,15	5,60	4,95	4,50	5,50	5,35	4,20									
	$\overline{X}$	1,44	4,13	5,40	7,41	6,71	4,95	5,45	6,15	5,28	4,24	4,37	3,33	4,64	6,12	5,50	5,21	5,03	4,44
Wrocław	1	1,75	1,90	2,80	5,10	5,10	5,35	6,95	4,50	4,30	2,13	4,37	4,70	5,83	6,77	4,10	4,63	6,20	3,40
	2	1,80	4,20	5,50	7,10	4,13	4,23	3,90	3,63	3,45	1,70	3,73	4,70	6,67	5,10	4,47	5,1	4,43	4,55
	3	1,40	2,60	3,68	4,10	4,48	3,60	2,95	4,68	3,83	0,00	0,00	1,70	5,43	6,20	2,90	3,53	3,93	6,30
	4	0,50	5,60	3,56	5,56	7,10	4,34	3,62	4,26	3,12	1,20	2,13	4,93	6,10	6,23	3,37	2,53	5,43	2,57
	5	2,70	3,90	7,05	8,20	8,55	5,85	4,40	4,40	3,05	2,30	3,23	4,90	5,40	5,27	2,53	3,37	4,70	4,30
	6	5,60	6,83	5,93	5,43	5,73	2,90	1,47	2,60	3,93	1,30	2,00	2,17	3,20	3,23	3,67	4,35	4,23	5,60
	7	4,50	6,25	6,00	6,95	6,65	4,25	4,10	6,35	3,60	0,00	3,50	5,23	5,43	6,47	3,87	5,23	2,40	5,20
	8	1,00	3,00	5,53	7,90	9,53	4,07	5,37	6,53	4,07	0,80	2,37	3,50	5,83	5,67	1,50	3,33	6,13	3,57
	9	5,17	6,07	6,33	8,23	6,63	5,10	5,23	4,63	7,00	0,50	1,07	2,77	5,17	6,00	4,63	5,3	4,97	4,25
	10	5,88	7,38	6,73	6,85	2,80	2,30	2,28	5,03	2,93	0,00	0,50	1,50	4,60	6,33	4,13	4,65	5,30	4,48
	$\overline{X}$	3,03	4,77	5,31	6,54	6,07	4,25	4,03	4,66	3,92	0,93	2,29	3,61	5,37	5,73	3,52	4,20	4,77	4,42

Tabela 9. Dane klimatyczne dla czterech miast Polski w latach 1978–1986.
Table 9. Climatic data of four Polish towns during the years 1978–1986.

		Miasto Town			
		Ciechocinek	Kwidzyn	Szczecin	Wrocław
1978	Tr [°C]	7,6	6,7	8,1	7,9
	U [h/r]	1318,5	1381,4	1437,2	1325,2
	O [mm/r]	706,8	666,4	567,4	650,6
1979	Tr [°C]	7,7	6,8	7,7	8,1
	U [h/r]	1516,5	1323,7	1505,6	1590,2
	O [mm/r]	539,5	615,7	584,4	592,0
1980	Tr [°C]	6,9	6,1	7,4	7,7
	U [h/r]	1118,4	1433,4	1387,1	1354,6
	O [mm/r]	809,6	884,6	570,5	622,1
1981	Tr [°C]	8,2	7,1	8,6	8,6
	U [h/r]	1148,8	1395,6	1361,5	1280,0
	O [mm/r]	746,9	856,7	632,8	643,0
1982	Tr [°C]	8,7	7,8	9,1	9,0
	U [h/r]	1663,3	1717,2	1786,5	1853,7
	O [mm/r]	348,7	410,0	349,3	380,8
1983	Tr [°C]	9,6	8,4	9,6	9,4
	U [h/r]	1280,4	1358,4	1489,7	1572,9
	O [mm/r]	426,4	537,0	525,5	522,5
1984	Tr [°C]	8,3	7,4	8,4	8,1
	U [h/r]	1422,5	1404,7	1226,8	1407,4
	O [mm/r]	459,0	606,6	497,2	479,9
1985	Tr [°C]	7,0	6,0	7,7	7,4
	U [h/r]	1424,6	1408,4	1367,9	1285,4
	O [mm/r]	580,3	782,8	449,3	598,0
1986	Tr [°C]	7,9	6,7	8,1	7,9
	U [h/r]	1679,0	1598,5	1641,1	1609,7
	O [mm/r]	553,9	612,5	607,6	657,0

Objaśnienia (Explanations): Tr – temperatura roczna (annual temperature), U – usłonecznienie w godzinach na rok (insolation [hrs] per year, O – opady w mm/rok (precipitation [mm] per year).

1978–1979 i 1981–1982 (Tab. 7, 8, 9), to można wysunąć wniosek o istnieniu dodatniej korelacji (współzmienności) między tymi przyrostami a wartościami temperatury i usłonecznienia: im wyższe wartości tych czynników, tym dłuższe przyrosty. Jak się przypuszcza, czynnikiem mającym decydujący wpływ na przyrost jemioły jest temperatura (Tr), w następnej kolejności usłonecznienie (U). Między opadami (O) i przyrostami jemioły zdaje się istnieje relacja odwrotnie proporcjonalna, przy czym podejrzewa się, że zaobserwowana korelacja ma raczej charakter pośredni; jak można sądzić nie tyle wysoki poziom opadów hamuje przyrosty roczne jemioły, co związany z opadami wysoki stopień zachmurzenia, a w konsekwencji niskie usłonecznienie.

Należy mocno podkreślić, że powyższe wnioski mają charakter hipotez badawczych, które należy dopiero zweryfikować eksperymentalnie lub za pomocą obserwacji, a uzyskane dane powinny być opracowane statystycznie o czym pisze Wołek (1992).

Subpopulacje z Pojezierza Mazurskiego

Zależność owocowania osobników i liczby owocujących Stipites Visci jemioły od wieku i gatunku żywiciela

Liczba owocujących osobników

W subpopulacji z Pojezierza Mazurskiego liczba owocujących osobników jemioły pospolitej typowej wynosi 704, co stanowi ponad 78% badanej subpopulacji. Na poszczególnych żywicielach stwierdzono ich zróżnicowanie, którego zakres wynosił od 201 owocujących osobników na *Tilia cordata* do 257 na *Acer platanoides*, zaś średnia ich liczba na poszczególnych okazach żywicieli wynosiła odpowiednio: $\overline{x} = 33 \pm 11$ na *T. cordata* do $\overline{x} = 43 \pm 2$ na *A. platanoides* (Tab. 10). Aby zbadać, czy istnieje korelacja między liczbą owocujących osobników jemioły a wiekiem okazów żywiciela, testowano hipotezę H_0 – że liczba owocujących osobników jemioły jest nieskorelowana z wiekiem okazów żywiciela. Zastosowano test niezależności Spearmana (Domański 1979).

Na wszystkich trzech żywicielach nie stwierdzono istotności współczynnika korelacji rang Spearmana. Nasuwa się więc następujący wniosek – brak jest związku między liczbą owocujących osobników jemioły a wiekiem okazów żywiciela.

Liczba owocujących *Stipites Visci*

Liczba owocujących *Stipites Visci* (dwuletnie pędy szczytowe) jemioły w poszczególnych podzbiorach była także zróżnicowana i miała zakres od 4085 na *Tilia cordata* do 14139 sztuk na *Betula pendula* (Tab. 11 A, B, C). Aby zbadać czy istnieje korelacja między liczbą owocujących *Stipites Visci* a wiekiem okazów żywiciela, testowano hipotezę H_0 – że liczba owocujących *Stipites Visci* jest nie skorelowana z wiekiem okazów żywiciela. Hipoteza nie została odrzucona, ponieważ obliczona wartość współczynnika korelacji Spearmana wynosiła: $r_{obl.} = 0{,}0857$, a wartość krytyczna $r_{0,05} = 0{,}829$ na *Acer platanoides*. Na *Betula pendula* odpowiednio $r_{obl.} = 0{,}3143$, a $r_{0,05} = 0{,}829$ i na *Tilia cordata* $r_{obl.} = 0{,}60$, a $r_{0,05} = 0{,}829$.

Wniosek jest następujący – nie stwierdzono korelacji między liczbą owocujących *Stipites Visci* a wiekiem badanych okazów wyżej wymienionych żywicieli.

Liczba i sucha masa owoców

Stwierdzono wyraźne różnice w liczbie owoców, jak również w suchej masie owoców u osobników jemioły pomiędzy poszczególnymi podzbiorami. Liczba owoców wahała się od 7497 w podzbiorze z *Tilia cordata* do 39570 w podzbiorze z *Betula pendula* (Tab. 12 A, B, C). Różnica wynosiła ponad 81%. Podobnie bardzo duża różnica (84,37%) zaznaczyła się w suchej masie owoców (Tab. 13 A, B, C).

Aby zbadać, czy istnieje korelacja między liczbą owoców u osobników jemioły a

Tabela 10. Liczba owocujących osobników *Viscum album* L. subsp. *album* na tle wieku okazów żywicieli.
Table 10. The number of fructifying *Viscum album* L. subsp. *album* individuals against the age of host specimens.

A

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	54	67	71	90	176	253	Suma Total
Acer platanoides L.	Zaobserwowane liczebności owocujących osobników Observed numbers of fructifying individuals	45	45	42	42	43	40	257

B

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	46	49	53	58	62	79	Suma Total
Betula pendula Roth.	Zaobserwowane liczebności owocujących osobników Observed numbers of fructifying individuals	33	49	32	46	46	40	246

C

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	107	122	133	162	163	165	Suma Total
Tilia cordata Mill.	Zaobserwowane liczebności owocujących osobników Observed numbers of fructifying individuals	25	46	42	15	37	36	201

Tabela 11. Owocujące *Stipites Visci* na tle wieku okazów żywicieli.
Table 11. Fructifying *Stipites Visci* against the age of host specimens.

A

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	54	67	71	90	176	253	Suma Total
Acer platanoides L.	Zaobserwowane liczebności owocujących *Stipites Visci* Observed numbers of fructifying *Stipites Visci*	807	3183	2822	3775	1560	1610	13757

B

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	46	49	53	58	62	79	Suma Total
Betula pendula Roth.	Zaobserwowane liczebności owocujących *Stipites Visci* Observed numbers of fructifying *Stipites Visci*	2510	1943	867	2521	4327	1971	14139

C

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	107	122	133	162	163	165	Suma Total
Tilia cordata Mill.	Zaobserwowane liczebności owocujących *Stipites Visci* Observed numbers of fructifying *Stipites Visci*	710	1290	874	174	382	655	4085

wiekiem okazów żywiciela, testowano hipotezę, że liczba owoców u osobników jemioły jest nie skorelowana z wiekiem okazów żywiciela. Testowano także hipotezę, że sucha masa owoców u osobników jemioły jest nie skorelowana z wiekiem okazów żywiciela. Obie hipotezy nie zostały odrzucone, a konkluzja w obu przypadkach była taka sama: na wszystkich trzech żywicielach nie stwierdzono korelacji między wiekiem okazów żywiciela a liczbą owoców i ich suchą masą u osobników jemioły (Tab. 12 A, B, C i 13 A, B, C).

Tabela 12. Liczba owoców na osobnikach *Viscum album* L. subsp. *album* na tle wieku okazów żywicieli.
Table 12. The number of fruit on *Viscum album* L. subsp. *album* individuals against the age of host specimens.

A

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	54	67	71	90	176	253	Suma Total
Acer platanoides L.	Zaobserwowane liczebności owoców Observed numbers of fruit	8385	8596	2466	2251	5893	1302	28893

B

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	46	49	53	58	62	79	Suma Total
Betula pendula Roth.	Zaobserwowane liczebności owoców Observed numbers of fruit	6534	7078	3222	6120	10230	6386	39570

C

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	107	122	133	162	163	165	Suma Total
Tilia cordata Mill.	Zaobserwowane liczebności owoców Observed numbers of fruit	1185	1769	2138	241	490	1674	7497

Średnia sucha masa owocującego osobnika jemioły

Średnie wartości suchej masy owocującego osobnika jemioły były mało zróżnicowane, u osobników zasiedlających klon (*Acer platanoides*) – $\overline{x}$ = 51,12, SD = 50,24 i brzozę (*Betula pendula*) – $\overline{x}$ = 53,53, SD = 51,01 (Tab. 14 A, B, C). Natomiast dużą różnicę (ponad 44%) stwierdzono między średnią suchej masy wyżej wymienionych osobników a suchą masą osobnika jemioły z lipy (*Tilia cordata*) – $\overline{x}$ = 27,6, SD = 22,66 (Tab. 14 C). Wpływ na tak duże zróżnicowanie miała zapewne niewielka liczba *Stipites Visci* u osobników w podzbiorze z *T. cordata* w porównaniu do ich liczby w pozostałych podzbiorach (Tab. 11), których proporcje wyrażają się liczbami: Ap : Bp : Tc = 3,37 : 3,4 : 1.

Celem zbadania, czy istnieje korelacja między suchą masą owocującego osobnika jemioły a wiekiem okazów żywiciela, testowano hipotezę o braku korelacji. Hipoteza nie została odrzucona, a konkluzja jest taka sama jak w przypadku liczby i suchej masy owoców.

Udział owoców w biomasie osobnika jemioły

Całkowita biomasa u *Viscum album* jest trudna do zbadania z tego względu, że jej system endofityczny (silnie rozbudowany) znajduje się w żywicielu. Poza tym należy

Tabela 13. Sucha masa owoców *Viscum album* L. subsp. *album* na tle wieku okazów żywicieli.
Table 13. Dry mass of *Viscum album* L. subsp. *album* fruit against the age of hosts specimens.

A

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	54	67	71	90	176	253	Suma Total
Acer platanoides L.	Stwierdzona sucha masa owoców w g Determined dry mass of fruit (g)	851,64	440,22	182,35	230,31	416,75	94,3	2215,57

B

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	46	49	53	58	62	79	Suma Total
Betula pendula Roth.	Stwierdzona sucha masa owoców w g Determined dry mass of fruit (g)	452,79	619,42	191,37	499,07	729,72	443,94	2936,34

C

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	107	122	133	162	163	165	Suma Total
Tilia cordata Mill.	Stwierdzona sucha masa owoców w g Determined dry mass of fruit (g)	67,81	118,31	104,36	14,99	36,16	117,2	458,83

Tabela 14. Średnia sucha masa jednego owocującego osobnika *Viscum album* L. subsp. *album* na tle wieku okazów żywicieli.
Table 14. Average dry mass of one fructifying *Viscum album* L. subsp. *album* individual against the age of host specimens.

A

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	54	67	71	90	176	253
Acer platanoides L.	Stwierdzona sucha masa osobnika w g Determined dry mass of individuals (g)	54,43	65,44	41,48	53,61	51,38	38,49
	SD	38,04	83,81	34,53	34,70	47,81	34,76

B

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	46	49	53	58	62	79
Betula pendula Roth.	Stwierdzona sucha masa osobnika w g Determined dry mass of individuals (g)	66,07	46,37	34,96	52,34	57,55	63,56
	SD	95,34	39,57	18,91	47,39	25,02	48,94

C

Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	107	122	133	162	163	165
Tilia cordata Mill.	Stwierdzona sucha masa osobnika w g Determined dry mass of individuals (g)	19,39	31,91	18,35	42,67	42,86	19,49
	SD	18,62	21,15	14,20	27,11	26,87	15,44

podkreślić, że pierwszy i drugi roczny przyrost pędów jest trudny do zdjęcia z żywiciela, dlatego w badaniach ograniczono się do oceny suchej masy dwuletnich pędów szczytowych (*Stipites Visci*).

Proporcje suchej masy osobników do suchej masy owoców jemioły na poszczególnych żywicielach przedstawiają się następująco:

żywiciele:	*Acer*	*Betula*	*Tilia*
sucha masa owocujących osobników (w g)	13136,74	13115,30	5961,27
sucha masa owoców (w g)	2215,60	2936,30	458,83
proporcje s. m. osobników do s. m. owoców	5,93 : 1	4,47 : 1	13,00 : 1
% udział s. m. owoców w s. m. osobników	16,86	22,39	7,7

Aby stwierdzić, czy istnieje wpływ wieku okazów żywiciela na średnią suchą masę owoców jednego osobnika (Tab. 15 A, B, C), testowano hipotezę, że średni ciężar suchej masy owoców jednego osobnika jemioły jest taki sam, niezależnie od wieku okazów żywiciela. Hipoteza o równości średnich (H_0: $m_1 = m_2 = m_3$) została odrzucona ($F_{obl.} = 4,66 > F_{0,05;2} = 2,15$). Postępowanie powariancyjne, przeprowadzone przy pomocy testów Duncana, wykazało istotność różnicy między średnimi na *Betula pendula* a *Tilia cordata*, pozostałe różnice są nieistotne. Analizę wariancji wykonano po uprzednim przekształceniu obserwacji stosując (zalecane przez wielu autorów, między innymi przez Bocka 1975) przekształcenie *arc sin*. Ma ono na celu stabilizację wariancji.

Udział suchej masy owoców w suchej masie osobnika w podzbiorze z *Betula pendula* jest około 3 razy większy niż w podzbiorze z *Tilia cordata*. Okazy *T. cordata* były od dwukrotnie do cztero i półkrotnie starsze od okazów *B. pendula* (Tab. 15 A, B, C). Poza tym różnice te mogą również wynikać z lepszych warunków edaficznych środowiska, w których rosły okazy brzozy. Tylko jeden okaz tego żywiciela rósł w trudnych warunkach miejskich (w Szczytnie, ul. Lanca), stanowiska pozostałych znajdowały się na terenach wiejskich i przy trasach śródleśnych. W przypadku lipy sytuacja była odwrotna – tylko jeden okaz rósł w środowisku wiejskim (Bartążek k. Olsztyna), zaś pozostałe w miejskim lub w pobliżu ruchliwych tras komunikacyjnych obciążonych spalinami samochodowymi (Dorotowo w gm. Stawiguda).

Zależność owocowania od ekspozycji osobników jemioły w koronie żywiciela w stosunku do stron świata

Rozmieszczenie osobników jemioły w zależności od ekspozycji

Postawiono hipotezę badawczą: rozmieszczenie jemioły w koronie żywiciela zależy od ekspozycji w stosunku do stron świata. Testowano hipotezę H_0 – że proporcje osobników jemioły eksponowane na różne strony świata są takie same (nie zależą od ekspozycji). Do danych w tabeli 16 zastosowano test *chi-kwadrat* jednorodności kilku rozkładów. Hipoteza została odrzucona, ponieważ $\chi^2_{obl.} = 176,22$ jest większe od wartości krytycznej $\chi^2_{0,05;6} = 12,59$. Zatem została potwierdzona hipoteza badawcza. Na wszystkich żywicielach preferowany był południowy kierunek ekspozycji, gdzie stwierdzono 407 osobników – stanowiły one 45% całego zbioru. Wśród nich dominowały osobniki

Tabela 15. Średnia sucha masa owoców jednego osobnika *Viscum album* L. subsp *album* na tle wieku żywicieli.
Table 15. Average mass of *Viscum album* L. subsp. *album* per individual against the age of host specimens.

							A
Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	54	67	71	90	176	253
Acer platanoides L.	Średnia sucha masa owoców (w g) Average mass of fruit (g dry mass)	18,92	9,78	4,34	5,48	9,69	2,36
							B
Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	46	49	53	58	62	79
Betula pendula Roth.	Średnia sucha masa owoców (w g) Average mass of fruit (g dry mass)	13,72	12,64	5,98	10,85	15,86	11,16
							C
Żywiciel Host	Wiek okazów żywiciela Age of host specimens	107	122	133	162	163	165
Tilia cordata Mill.	Średnia sucha masa owoców (w g) Average mass of fruit (g dry mass)	2,71	2,57	2,48	1,00	0,98	2,55

Tabela 16. Rozmieszczenie osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w koronie trzech żywicieli w stosunku do stron świata na Pojezierzu Mazurskim.
Table 16. Distribution of *Viscum album* L. subsp. *album* specimens in the crown of three host specimens in relation to exposure in the Masurian Lake District.

Lp. No	Żywiciele Hosts	N	S	E	W	Osobniki jemioły ogółem Total number of *Viscum* specimens
1	*Acer platanoides* L.	102	127	14	57	300
2	*Betula pendula* Roth.	35	141	50	74	300
3	*Tilia cordata* Mill.	0	139	89	72	300
	Suma – Total	137	407	153	203	900
	%	15	45	17	23	100

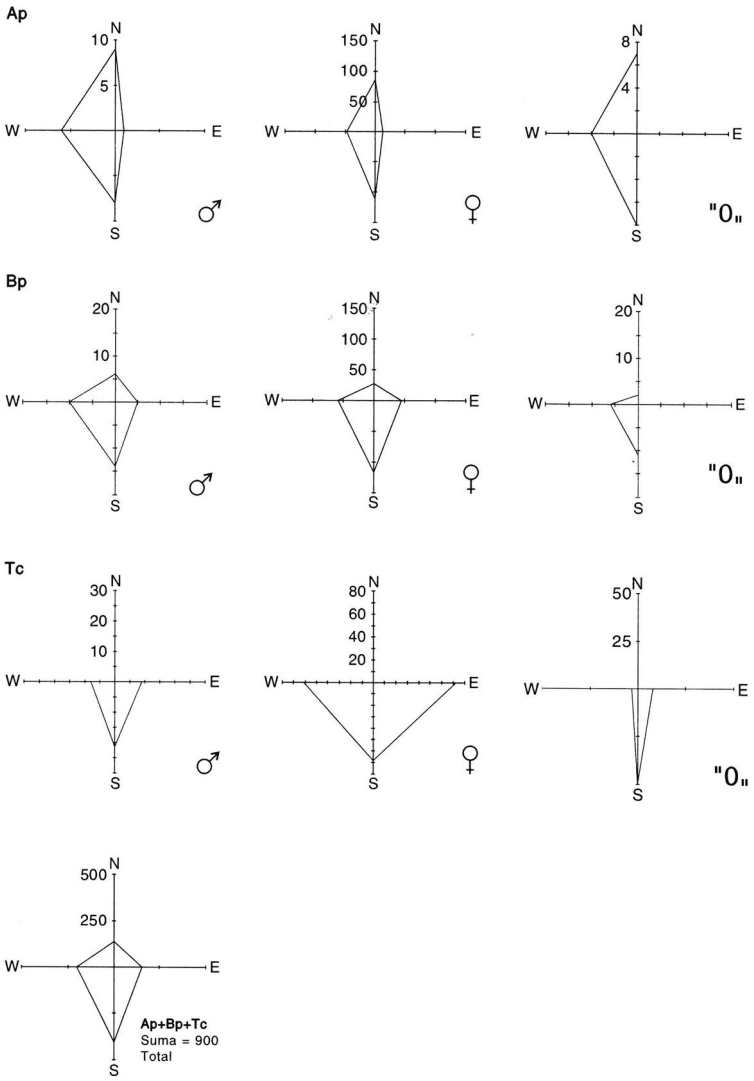
żeńskie (295), męskich było 43, a o nieokreślonej płci 69. Na północnej stronie korony zlokalizowanych było najmniej osobników (137), wśród nich żeńskie osobniki stanowiły ponad 82%. Na wschodniej i zachodniej stronie korony osobników było nieco więcej.

Strukturę płciową osobników jemioły na poszczególnych stronach (N, S, E, W) korony żywicieli (*Acer platanoides, Betula pendula, Tilia cordata*) oraz rozmieszczenie osobników całego zbioru w zależności od ekspozycji przedstawiono na cyklogramie (Ryc. 29).

Produkcja owoców w zależności od ekspozycji

Produkcja owoców przez osobniki jemioły na poszczególnych żywicielach była zróżnicowana, od 7497 owoców na osobnikach rosnących na *Tilia cordata* do 39620 na *Betula pendula*.

Postawiono hipotezę H_0: produkcja owoców przez osobniki jemioły w koronie żywi-



Ryc. 29. Rozmieszczenie osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w koronie żywiciela w zależności od ekspozycji.

Fig. 29. Distribution of *Viscum album* L. subsp. *album* plants in the host's crown, versus exposure.

Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*; "0„ – osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex); liczebność osobników *Viscum* L. tzn. dla każdego żywiciela pobrano po 6 prób o liczebności $n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 = 300$; $n_1 = ... = n_6 = 50$ (number of *Viscum* L. individuals; i.e. six samples of the number $n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 = 300$; $n_1 = ... = n_6 = 50$ were taken for each host.

ciela nie zależy od ekspozycji w stosunku do stron świata. Podobnie jak przy analizie rozmieszczenia osobników zastosowano tu test *chi-kwadrat*. Hipoteza została odrzucona, ponieważ $\chi^2_{obl.} = 11125,7 > \chi^2_{0,05;6} = 12,59$. Zatem produkcja owoców przez osobniki na poszczególnych stronach korony żywiciela nie jest taka sama i zależy od stron świata. W podzbiorze z *Acer platanoides* i *Betula pendula* największą liczbę owoców odnotowa-

no na południowej stronie korony, zaś na *Tilia cordata* na wschodniej. W całym zbiorze największy odsetek owoców (ponad 53%) był na osobnikach o ekspozycji południowej (Tab. 17; Ryc. 30 A).

Proporcje suchej masy owoców jemioły na poszczególnych żywicielach były zbliżone do liczby owoców (Tab. 17, 18; Ryc. 30 A, B).

Postawiono hipotezę H_0: proporcje suchej masy owoców nie zmieniają się od żywiciela do żywiciela. Dla danych z tabeli 18 przyjęto model analizy wariancji (klasyfikacja podwójna) z jedną obserwacją w podklasie (Żuk 1989):

$$y_{ij} = m + \alpha_i + \beta_j + e_{ij} ,$$

gdzie i = 1, 2, 3 – oznacza liczbę porządkową żywiciela; j = 1, 2, 3, 4 – oznacza kierunek stron świata (N, S, E, W); α_i – efekt działania żywiciela; β_j – efekt działania strony świata.

Testowano dwie hipotezy:

H_{0a}: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ – efekty oddziaływania żywicieli są jednakowe;

H_{0b}: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$ – efekty oddziaływania stron świata są jednakowe.

Dla żywiciela – $F_{obl.} = 5{,}68$, a wartość krytyczna $F_{0,05;3} = 5{,}14$, dla stron świata – $F_{obl.} = 5{,}95$, a wartość krytyczna $F_{0,05;3} = 4{,}75$. Obie hipotezy trzeba odrzucić. A zatem na produkcję biomasy owoców jemioły – wpływ żywiciela i jego stron korony (ekspozycji) jest istotny.

Sucha masa owoców jemioły na poszczególnych żywicielach wynosiła od 458,83 na *Tilia cordata* do 2936,34 g na *Betula pendula*. Różnica była bardzo duża (ponad 84%). Na południowej stronie korony ciężar suchej masy owoców był największy na wszystkich żywicielach. Natomiast między żywicielami o tej samej ekspozycji odnotowano 45% zróżnicowanie suchej masy (Tab. 18; Ryc. 30 B).

W całym zbiorze rozkład suchej masy owoców w zależności od ekspozycji wykazywał podobne, duże zróżnicowanie. Między ekspozycją południową a północną różnica w parametrach suchej masy wynosiła około 42% (Tab. 18).

Zależność owocowania od położenia osobników jemioły na różnych poziomach korony żywiciela

Rozmieszczenie osobników jemioły na różnych poziomach korony żywiciela

W badaniach dotyczących rozmieszczenia osobników jemioły na różnych poziomach korony żywicieli (Tab. 19; Ryc. 31) wysunięto hipotezę badawczą: rozkład liczby osobników jemioły w koronie żywiciela zależy od poziomów korony.

Testowano hipotezę H_0 – że proporcje osobników jemioły zlokalizowanych na różnych poziomach korony są takie same (nie zależą od poziomów). Zastosowano test *chi-kwadrat* jednorodności kilku rozkładów. Hipoteza została odrzucona, ponieważ $\chi^2_{obl.} = 75{,}446$ jest większe od wartości krytycznej $\chi^2_{0,05;6} = 12{,}59$. Zatem potwierdzona została hipoteza badawcza. Najliczniej opanowany był dół korony (poziom c) i brzeżna część korony (poziom b_2). Na dole korony najwięcej osobników stwierdzono na *Betula pendula* (44%), zaś na brzeżnej części korony na *Tilia cordata*, około 42%. Najniższy odsetek osobników stwierdzono w części środkowej korony (poziom b_1) – od 11,33% na *A. platanoides* do 13% na *B. pendula*. W całym zbiorze rozmieszczenie osobników je-

Tabela 17. Produkcja owoców przez osobniki *Viscum album* L. subsp. *album* w koronie trzech żywicieli w zależności od ekspozycji.
Table 17. Production of fruit by *Viscum album* L. subsp. *album* specimens in the crown of three host specimens depending on exposure.

Lp. No	Żywiciele Hosts	Strony korony żywicieli i liczba owoców na osobnikach *Viscum* Exposure in host's crown and number of fruit on *Viscum* plants				
		N	S	E	W	Suma Total
1	*Acer platanoides* L.	5077	13808	3477	6531	28893
2	*Betula pendula* Roth.	2388	23862	3706	9664	39620
3	*Tilia cordata* Mill.	0	2952	3613	932	7497
	Suma – Total	7415	40622	10796	17127	76010
	%	9,8	53,5	14,2	22,5	100

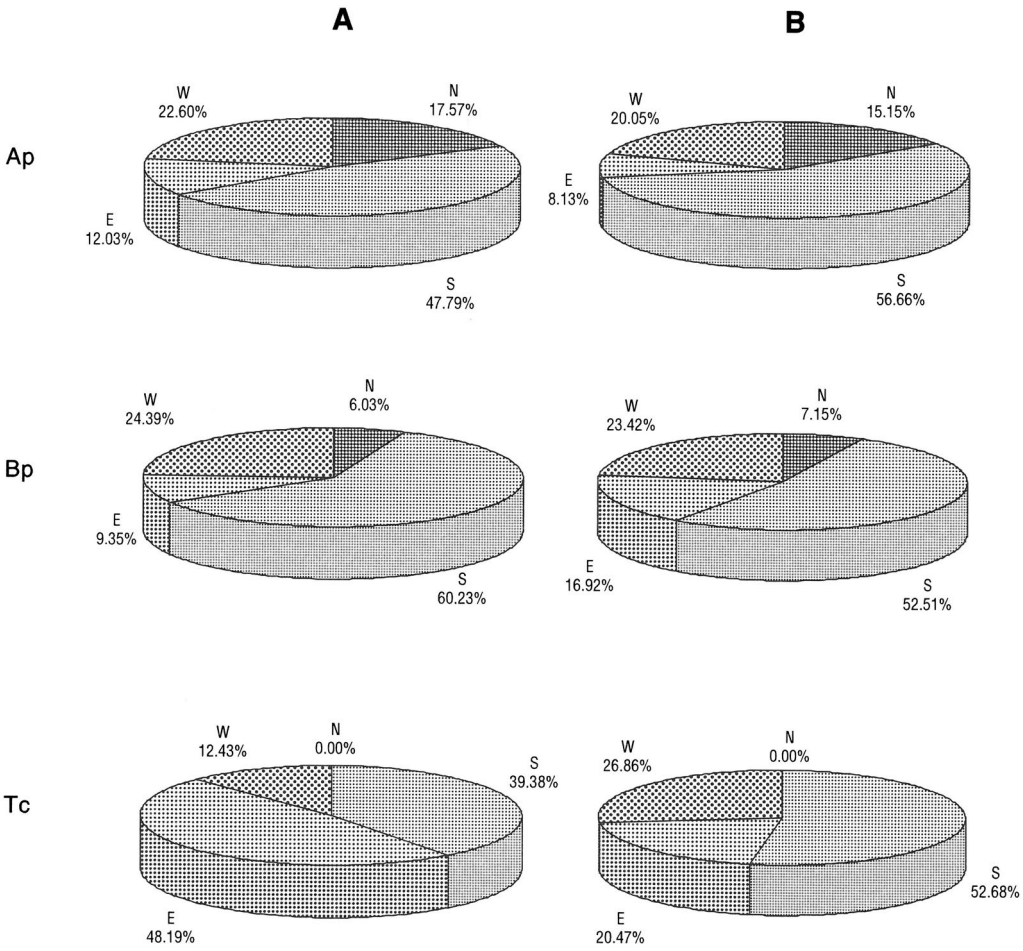
Tabela 18. Sucha masa owoców *Viscum album* L. subsp. *album* w koronie trzech żywicieli w zależności od ekspozycji.
Table 18. Dry mass of *Viscum album* L. subsp. *album* fruit in the crown of three host specimens depending on exposure.

Lp. No	Żywiciele Hosts	Strony korony żywicieli i sucha masa (w g) na osobnikach *Viscum* Exposure in host's crown and dry mass (g) of fruit on *Viscum* plants				
		N	S	E	W	Suma Total
1	*Acer platanoides* L.	335,73	1255,36	180,21	444,27	2215,57
2	*Betula pendula* Roth.	210,00	1541,90	496,79	687,65	2936,34
3	*Tilia cordata* Mill.	0,00	241,7	93,91	123,22	458,83
	Suma – Total	545,73	2891,17	918,7	1255,14	5610,74
	%	9,73	51,53	16,37	22,37	100

Tabela 19. Rozmieszczenie osobników *Viscum album* L. subsp. *album* na różnych poziomach korony trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 19. Distribution of *Viscum album* L. subsp. *album* in different levels of the crown of three host specimens from the Masurian Lake District.

Lp. No	Żywiciele Hosts	Poziomy w koronie żywiciela Levels in host's crown				Osobniki jemioły ogółem Total number of *Viscum* specimens
		a	b_1	b_2	c	
1	*Acer platanoides* L.	94	34	74	98	300
2	*Betula pendula* Roth.	49	39	80	132	300
3	*Tilia cordata* Mill.	79	0	125	96	300
	Suma – Total	222	73	279	326	900
	%	24,67	8,11	31,00	36,22	100

mioły było następujące: od 8% osobników na poziomie b_1 do 36% na poziomie c. Pomiędzy szczytem korony (poziom a) a jej częścią brzeżną (poziom b_2) różnica wynosiła ponad 6% na korzyść brzeżnej części korony – bardziej opanowanej przez osobniki *Viscum album*, szczególnie na *T. cordata* (Tab. 19; Ryc. 31).



Ryc. 30. Udział liczby owoców i ich masy w zależności od ekspozycji osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w koronie żywiciela. Liczba owoców (%) w koronie (A). Sucha masa owoców (%) w koronie (B).

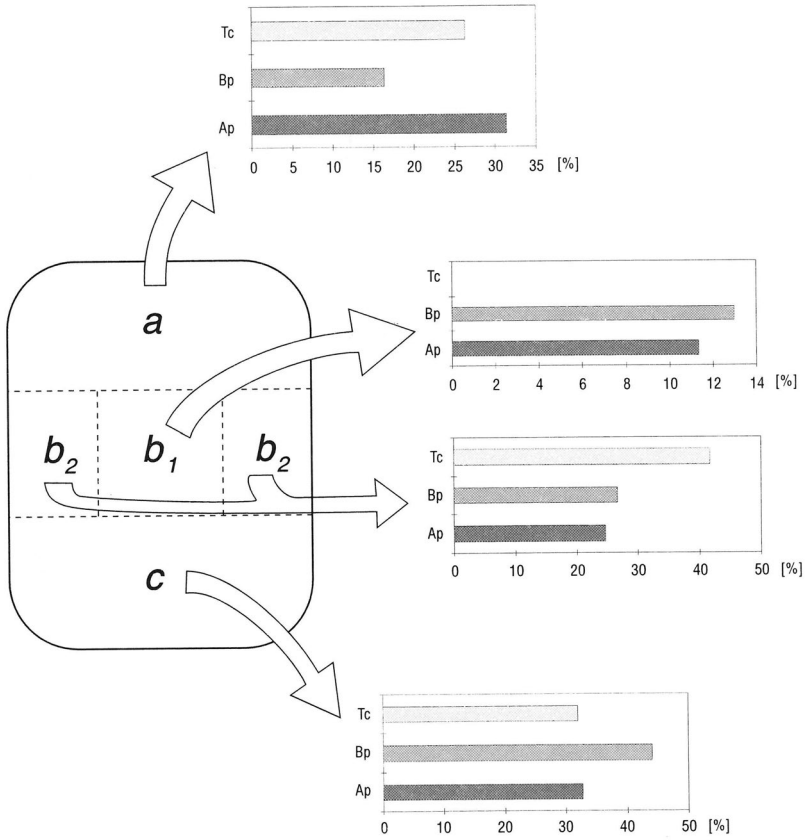
Fig. 30. Proportions of number of fruits and their dry masses versus exposure of *Viscum album* L. subsp. *album* plants on the host's crown. Number of fruits (%) in the crown (A). Dry mass of fruits (%) in the crown (B).

Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*.

Kształtowanie się liczby i suchej masy owoców jemioły w zależności od położenia na różnych poziomach korony

Aby zbadać, jak kształtuje się liczebność owoców (Tab. 20) i ich sucha masa (Tab. 21) w zależności od poziomów korony żywiciela wysunięto dwie hipotezy badawcze:

(1) – liczba owoców jemioły zależy od poziomów korony żywiciela. Testowano hipotezę H_0 – że proporcje owoców jemioły na różnych poziomach korony żywiciela są takie same. Zastosowano test *chi-kwadrat* jednorodności kilku rozkładów. Hipoteza



Ryc. 31. Rozmieszczenie (w %) osobników *Viscum album* L. subsp. *album* na poziomach korony trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego. Objaśnienie poziomów (a, b_1, b_2, c) jak na rycinie 26.

Fig. 31. Distribution of *Viscum album* L. subsp. *album* plants in the levels of the crown in three hosts from the Masurian Lake District. For explanations of levels (a, b_1, b_2, c) see Fig. 26.

Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*.

została odrzucona, ponieważ $\chi^2_{obl.}$ = 5207,30 jest większe od wartości krytycznej $\chi^2_{0,05;6}$ = 12,59. Zatem poziomy korony mają wpływ na produkcję owoców jemioły.

Na klonie (*Acer platanoides*) produkcja owoców wahała się w granicach od 15,44% na poziomie b_1 do 34,26% na poziomie a (Ryc. 32 A – Ap). Na brzozie (*Betula pendula*) najwięcej owoców produkowały osobniki zlokalizowane w najniższej części korony (poziom c) – 40,42% i na poziomie b_2 – ponad 25% owoców. Na pozostałych poziomach różnice były nieznaczne (Ryc. 32 A – Bp). Na trzecim żywicielu – *Tilia cordata* proporcje owoców na poszczególnych poziomach były bardziej wyrównane i wahały się w granicach od około 27% na poziomie c do ponad 42% na poziomie b_2. Z poziomu b_1 brak danych (Ryc. 32 A – Tc). W całym zbiorze największy odsetek owoców odnotowano na poziomie c (32%) i około 28% na poziomie b_2 (Tab. 20);

(2) – proporcje suchej masy owoców zmieniają się od żywiciela do żywiciela (Tab.

Tabela 20. Liczba owoców *Viscum album* L. subsp. *album* na różnych poziomach korony trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 20. The number of *Viscum album* L. subsp. *album* fruit in different levels of the crown of three host specimens from the Masurian Lake District.

Lp. No	Żywiciele Hosts	Poziomy w koronie żywiciela Levels in host's crown				Liczba owoców ogółem Total number of fruits
		a	b_1	b_2	c	
1	*Acer platanoides* L.	9899	4461	8026	6507	28893
2	*Betula pendula* Roth.	7397	6201	9978	15995	39571
3	*Tilia cordata* Mill.	2304	0	3171	2018	7497
	Suma – Total	19600	10662	21175	24480	75957
	%	25,8	14,1	27,9	32,2	100

Tabela 21. Sucha masa (w g) owoców *Viscum album* L. subsp. *album* na różnych poziomach korony trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 21. Dry mass of *Viscum album* L. subsp. *album* fruit in different levels of the crown of three host specimens from the Masurian Lake District.

Lp. No	Żywiciele Hosts	Poziomy w koronie żywiciela Levels in host's crown				Sucha masa ogółem Total dry mass
		a	b_1	b_2	c	
1	*Acer platanoides* L.	697,89	255,40	791,58	470,66	2215,57
2	*Betula pendula* Roth.	558,55	409,02	771,97	1196,80	2936,34
3	*Tilia cordata* Mill.	159,95	0,00	201,25	97,63	458,83
	Suma – Total	1416,40	664,46	1764,8	1765,09	5610,74
	%	25,2	11,8	31,5	31,5	100

21) i od poziomów korony żywiciela. Dla danych z tabeli 21 przyjęto model analizy wariancji (klasyfikacja podwójna) z jedną obserwacją w podklasie (Żuk 1989):

$$y_{ij} = m + \alpha_i + \beta_j + e_{ij} ,$$

gdzie i = 1, 2, 3 – oznacza numer żywiciela; j = 1, 2, 3, 4 – oznacza numer poziomu korony żywiciela (a, b_1, b_2, c); α_i – efekt działania żywiciela; β_j – efekt działania poziomów korony żywiciela.

Testowano dwie hipotezy:

H_a: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ – efekty oddziaływania żywicieli są jednakowe;

H_b: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$ – efekty oddziaływania poziomów korony żywiciela są takie same.

Dla żywiciela – $F_{obl.} = 8,73$, a wartość krytyczna $F_{0,05;2} = 5,14$. Hipoteza H_a została odrzucona. Dla poziomów korony – $F_{obl.} = 1,93$ a wartość krytyczna $F_{0,05;3} = 4,75$. Hipoteza H_b nie została odrzucona.

Sucha masa owoców wyprodukowanych przez osobniki jemioły zależy od żywiciela. Natomiast wpływ poziomów korony żywiciela na produkcję suchej masy owoców nie został potwierdzony.

Ogólny ciężar suchej masy owoców jemioły na poszczególnych żywicielach wahał się od 458,83 g na *Tilia cordata* do 2936,34 g na *Betula pendula* (Tab. 21). Z tych danych wynika, że zróżnicowanie suchej masy owoców jemioły między tymi żywicielami jest bardzo duże (ponad 84%).

Między niektórymi poziomami korony żywiciela odnotowano nieznaczne różnice w produkcji suchej masy owoców jemioły na wszystkich żywicielach, wynosiły one od 14 do 22%. Natomiast w produkcji suchej masy owoców między poziomami *a* i b_2 a poziomem *c* u osobników jemioły rosnącej na *Tilia cordata* różnice są znaczne (Ryc. 32 B – Tc). Stosunki osobników, owoców i ich sucha masa na tych poziomach są następujące:

stosunek	$a + b_2$: c
liczba osobników	3,17 : 1
liczba owoców	2,71 : 1
sucha masa owoców	3,70 : 1.

Prawdopodobnie stosunki te są wynikiem budowy korony u tego żywiciela. Zagadnienia te szerzej będą omawiane w dyskusji.

Zmienność biomasy osobników jemioły w zależności od ich wieku

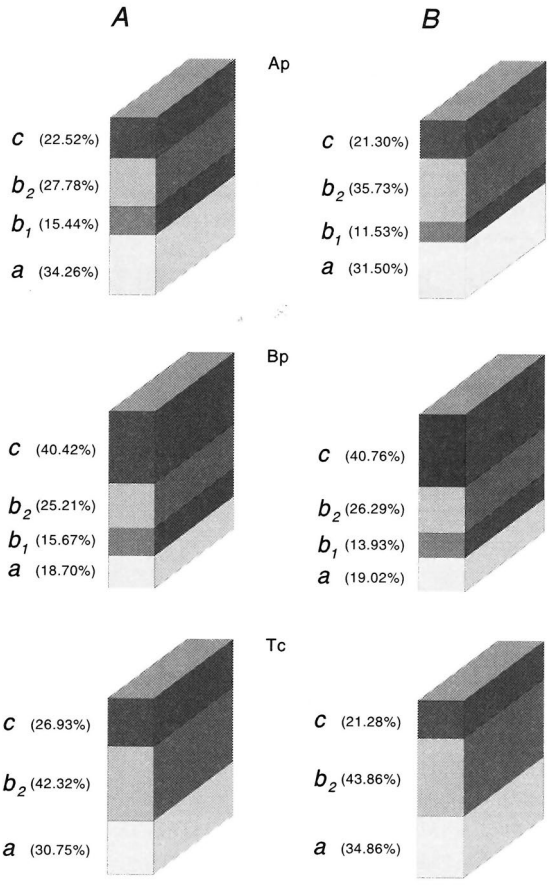
W celu zbadania czy istnieje wpływ wieku osobników jemioły na ich biomasę, postawiono hipotezę badawczą: biomasa osobników jemioły zależy od ich wieku. Testowano hipotezę H_0 – że sucha masa osobników w poszczególnych klasach wieku jest taka sama. Do danych z tabeli 22 A, B, C zastosowano analizę wariancji – klasyfikacja pojedyncza. Hipoteza H_0 została odrzucona dla wszystkich żywicieli, ponieważ $F_{obl.}$ było większe od wartości krytycznej $F_{0,05}$:

(1) $F_{obl.} = 7,52$, a wartość krytyczna $F_{0,05;4} = 2,96$, żywiciel *Acer platanoides*;

(2) $F_{obl.} = 31,25$, a wartość krytyczna $F_{0,05;3} = 3,19$, żywiciel *Betula pendula*;

(3) $F_{obl.} = 2,97$, a wartość krytyczna $F_{0,05;5} = 2,81$, żywiciel *Tilia cordata*.

Zatem stwierdzono istotne różnice pomiędzy średnimi wartościami suchej masy u osobników jemioły w klasach wieku na poszczególnych żywicielach. Postawiona hipoteza badawcza została potwierdzona. Największą wartość średniej suchej masy w II i III klasie wieku ($\bar{x}$: 1258,92 i 1182,78 g) osiągnęły osobniki jemioły rosnące na brzozie (*B. pendula*) (Tab. 22 B). Na pozostałych żywicielach znacznie niższe, szczególnie na lipie (*T. cordata*), gdzie średnia sucha masa wynosiła – 571,64 i 295,02 g (Tab. 22 C). Natomiast różnice pomiędzy wartościami suchej masy u osobników jemioły z brzozy i lipy kształtowały się w zakresie od 9,17% w II klasie wieku do 17,07% w III klasie (Tab. 22 B, C; Ryc. 33). Poza tym stwierdzono stopniowy spadek suchej masy u osobników od III klasy wieku do najstarszych. W podzbiorze z *Acer platanoides* od ponad 10% w III klasie wieku (w stosunku do II) do 44,26% w V klasie wieku (Tab. 22 A). Na *Betula pendula* od III do IV klasy wieku spadek był prawie taki sam (Tab. 22 B). W podzbiorze z *Tilia cordata* między II a III klasą wieku odnotowano spadek ponad 20%, zaś między pozostałymi klasami (III a V) był znacznie niższy (Tab. 22 C; Ryc. 33).



Ryc. 32. Liczba owoców i ich sucha masa u osobników *Viscum album* L. subsp. *album* na wyróżnionych poziomach korony żywicieli. Liczba owoców (%) w koronie (A). Sucha masa owoców (%) w koronie (B) (a, b_1, b_2, c jak na rycinie 26).

Fig. 32. Number of fruits and their dry mass in *Viscum album* L. subsp. *album* plants within the crown levels distinguished in the hosts. Number of fruits (%) in the crown (A). Dry mass of fruits (%) in the crown (B) (a, b_1, b_2, c – see Fig. 26).

Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*.

Zmienność liczebności i suchej masy osobników jemioły w zależności od wyróżnionych klas wieku i płci jemioły oraz gatunku żywiciela

Celem stwierdzenia podanych w tytule rozdziału zależności poddano analizie statystycznej dane o liczbie osobników oraz o wartości ich suchej masy stwierdzonych na trzech gatunkach żywicieli w zależności od wyróżnionych kategorii płci i wieku jemioły (Tab. 23 A, B). Zmienność zbadano metodą analizy wariancji dla danych ortogonalnych w modelu matematycznym opartym na klasyfikacji hierarchiczno-krzyżowej według schematu E(C(A)) × B (Oktaba 1980), gdzie A – płeć jemioły, C – gatunek żywiciela, B – klasa wieku jemioły. W prowadzonej analizie statystycznej nie uwzględniono w mo-

Tabela 22. Rozkład suchej masy (w g) osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w różnych klasach wieku na okazach trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 22. A distribution of the dry mass (g) of *Viscum album* L. subsp. *album* individuals of different age classes on three host specimens from the Masurian Lake District.

Acer platanoides L. A

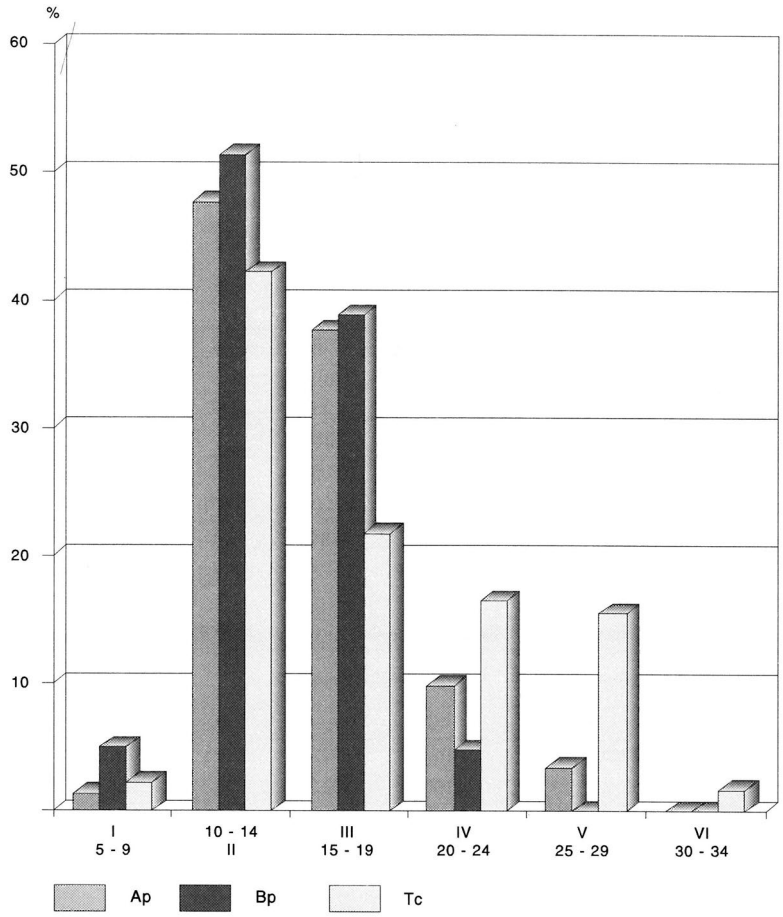
Nr drzewa replikacja No of tree replication	Klasy wieku (w latach) Age classes (years)						Suma Total
	I 4–9	II 10–14	III 15–19	IV 20–24	V 25–29	VI 30–34	
1	15,55	1078,17	1516,75	405,65	0	0	3016,12
2	0	1248,48	242,68	321,70	22,69	0	2035,55
3	0	586,69	814,44	627,94	266,37	0	2295,44
4	132,15	1761,85	557,97	0	0	0	2451,97
5	24,40	993,79	757,51	41,42	0	0	1817,12
6	24,93	1107,64	1456,89	0	0	0	2589,46
Suma Total	197,03	6776,62	5346,24	1396,71	489,06	0	14205,66
$\overline{X}$	49,26	1129,44	891,04	349,18	244,53	0	532,69
%	1,39	47,70	37,63	9,83	3,44	0	100

Betula pendula Roth. B

Nr drzewa replikacja No of tree replication	Klasy wieku (w latach) Age classes (years)						Suma Total
	I 4–9	II 10–14	III 15–19	IV 20–24	V 25–29	VI 30–34	
1	92,02	894,35	1508,77	144,50	0	0	2639,64
2	43,26	1132,44	1365,22	307,25	0	0	2848,17
3	344,73	1045,47	0	0	0	0	1390,40
4	49,51	1761,15	724,11	137,17	0	0	2671,94
5	41,86	1189,93	1073,59	0	0	0	23053,38
6	161,50	1530,17	1042,22	116,80	0	0	2850,69
Suma Total	732,88	7553,51	5713,91	705,72	0	0	14706,02
$\overline{X}$	122,15	1258,92	1182,78	176,43	0	0	685,07
%	5,00	51,36	38,85	4,80	0	0	100

Tilia cordata Mill. C

Nr drzewa replikacja No of tree replication	Klasy wieku (w latach) Age classes (years)						Suma Total
	I 4–9	II 10–14	III 15–19	IV 20–24	V 25–29	VI 30–34	
1	67,15	863,71	343,60	0	0	0	1274,46
2	67,83	715,28	124,93	0	0	0	908,04
3	0	550,78	70,93	556,86	343,09	0	1521,66
4	0	370,99	400,25	685,30	428,32	138,52	2023,38
5	0	415,72	600,09	11,67	691,55	0	1519,03
6	49,43	513,36	130,32	88,18	0	0	881,29
Suma Total	184,41	3429,81	1770,12	1342,01	1262,96	138,52	8127,86
$\overline{X}$	61,47	571,64	295,02	335,50	420,99	138,52	303,86
%	2,27	42,19	21,78	16,51	15,54	1,70	100



Ryc. 33. Rozkład suchej masy (%) osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w różnych klasach wieku na okazach trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego. !!! klasy wieku (lata).

Fig. 33. A distribution of the dry mass (%) of *Viscum album* L. subsp. *album* individuals of different age classes on three host specimens from Masurian Lake District. !!! age classes (years).

Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*.

delu pierwszej, wyróżnianej klasy wieku jemioły (5–9 lat). Wydaje się, iż liczebność tej klasy teoretycznie winna być znacznie większa od liczebności wykazanej. Ponieważ wykazana, niska liczebność tej klasy wieku mogła być spowodowana zarówno czynnikami przyrodniczymi (np. zbyt niska temperatura w okresie kiełkowania, występowanie we wczesnym okresie rozwoju osobników jemioły inwazji grzybów niedoskonałych czy roztoczy wpływających hamująco na rozwój), jak również błędem wynikającym z przyjętej metody zbierania materiału, celowym wydaje się wyłączenie tej klasy wieku z analizy wariancji, której pozostawienie utrudniałoby wnioskowanie. Także z uwagi na fakt, iż w wyróżnionej VI klasie wieku stwierdzono tylko 3 osobniki występujące na *Tilia cordata*, zdecydowano o połączeniu V i VI klasy wieku w jedną klasę.

Tabela 23. Średnie wartości liczebności (A) i suchej masy (B) (w g) osobników *Viscum album* L. subsp *album* w klasach wieku i w kategoriach płci na 18 okazach drzew trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 23. Mean values of the number (A) and dry mass (B) (g) of *Viscum album* L. subsp *album* individuals in age classes and sex categories from 18 tree specimens of three hosts in the Masurian Lake District.

A Średnie wartości liczebności osobników w klasach wieku. Mean values of the number of individuals in age classes

Żywiciele Hosts		*Acer platanoide*s L.			*Betula pendula* Roth.			*Tilia cordata* Mill.		
Płeć – Sex		⚲	♀	♂	⚲	♀	♂	⚲	♀	♂
II	**X**	1,17	22,67	2,33	1,00	25,33	1,83	7,17	16,17	3,00
10–14	(n)	(7)	(135)	(14)	(6)	(152)	(11)	(43)	(97)	(18)
III	**X**	0,67	13,50	1,50	0,00	11,50	2,67	1,83	7,83	1,00
15–19	(n)	(4)	(81)	(9)	(0,00)	(69)	(16)	(11)	(47)	(6)
IV	**X**	0,83	3,83	0,17	0,00	1,33	0,17	0,33	3,67	1,67
20–24	(n)	(5)	(23)	(1)	(0,00)	(8)	(1)	(2)	(22)	(10)
V	**X**	0,17	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	3,83	0,33
25–29	(n)	(1)	(7)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(1)	(23)	(2)
Suma	**X**	3,17	42,83	4,00	3,17	41,00	5,83	10,17	33,50	6,33
Total	(n)	(17)	(247)	(24)	(6)	(229)	(28)	(57)	(189)	(36)

B Średnie wartości suchej masy osobników w klasach wieku. Mean values of the dry mass of individuals in age classes

Żywiciele Hosts		*Acer platanoide*s L.			*Betula pendula* Roth.			*Tilia cordata* Mill.		
Płeć – Sex		⚲	♀	♂	⚲	♀	♂	⚲	♀	♂
II	**X**	14,80	1058,24	61,52	16,77	1192,13	50,03	134,82	323,50	58,43
10–14	(z)	(88,79)	(6350,42)	(369,12)	(100,6)	(7152,76)	(300,15)	(808,91)	(1941,0)	(350,58)
III	**X**	15,20	813,04	56,11	0,00	679,09	273,23	36,85	332,86	25,32
15–19	(z)	(91,22)	(4878,22)	(336,67)	(0,00)	(4074,51)	(1639,4)	(221,07)	(1397,16)	(151,89)
IV	**X**	29,69	201,01	2,09	0,00	104,12	13,50	13,58	137,65	70,70
20–24	(z)	(178,13)	(1206,03)	(12,54)	(0,00)	(624,69)	(81,03)	(81,50)	(825,92)	(424,18)
V	**X**	0,72	80,78	0,00	0,00	0,00	0,00	5,46	216,02	14,70
25–29	(z)	(4,33)	(484,68)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(32,78)	(1157,59)	(88,23)
Suma	**X**	63,89	2182,58	119,72	40,43	2055,73	354,84	198,41	931,22	170,99
Total	(z)	(362,47)	(12899,35)	(718,34)	(100,60)	(11851,96)	(2020,58)	(1144,26)	(5460,19)	(1014,88)

Objaśnienia (Explanations): – osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex); II–V (10–14) – klasy wieku (w latach) – Age classes (years); z – sucha masa – dry mass (g)

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują, że w badanej subpopulacji jemioły z Pojezierza Mazurskiego występowało istotne zróżnicowanie liczebności między wyróżnionymi klasami wieku jemioły oraz między kategoriami płci. Nie stwierdzono natomiast zmienności liczebności między gatunkami żywicieli. Biorąc pod uwagę zmienność suchej masy, wyniki analizy wariancji wskazują, że zmienność ta była istotna zarówno między klasami wieku jemioły, między kategoriami płci oraz między gatunkami żywicieli. Ponadto w zastosowanym modelu analizy wariancji, w przyjętej klasyfikacji w całym materiale stwierdzono istotną statystycznie zmienność zarówno liczebności, jak i suchej masy jemioły (Tab. 24 A, B).

Tabela 24. Zmienność liczebności (A) i suchej masy (B) osobników *Viscum album* L. subsp *album* w zależności od klasy wieku, płci i gatunku żywiciela.
Table 24. The variability of the number (A) and dry mass (B) of *Viscum album* L. subsp *album* individuals depending on the age class, sex and host species.

Źródła zmienności Source of variation	Sumy kwadratów odchyleń nS^2 Sum of Squares	Stopnie swobody DF	Średnie kwadraty V Mean Squares	F obliczone F^o	P – prawdopodobieństwo Sig of F
				A	Liczebność – Number
Główny wynik Main Effect	5467,273	7	781,039	57,301	0,000
A. Płeć – Sex	3126,009	2	1563,005	114,669	0,000
C. Gatunek – Species	4,731	2	2,366	0,174	0,841
B. Wiek – Age	2336,532	3	778,844	57,140	0,000
Interakcje AB Way Interactions					
Płeć – Wiek Sex – Age	2275,843	6	379,307	27,828	0,000
Zmienność wyjaśniona Explained	8357,051	35	238,773	17,517	0,000
Zmienność niewyjaśniona Residual	2453,500	180	13,631		
Zmienność całkowita Total	10810,551	215	50,282		
				B	Sucha masa – Dry mass
Główny wynik Main Effect	10531775	7	1504539,260	41,285	0,000
A. Płeć – Sex	7059743	2	3529871,364	96,861	0,000
C. Gatunek – Species	375346	2	187673,213	5,150	0,007
B. Wiek – Age	3096686	3	1032228,554	28,325	0,000
Interakcje AB Way Interactions					
Płeć – Wiek Sex – Age	4137150	6	689524,979	18,921	0,000
Zmienność wyjaśniona Explained	18497644	35	528504,123	14,502	0,000
Zmienność niewyjaśniona Residual	6559672	180	36442,620		
Zmienność całkowita Total	25057316	215	116545,655		

Celem szczegółowego opisania zróżnicowania między klasami wieku w obrębie kategorii płci na poszczególnych żywicielach przetestowano istotność zróżnicowania średnich, testem wielokrotnego rozstępu średniej Duncana opartego na analizie jednoczynnikowej (Day & Quinn 1989).

W przypadku żywiciela jakim był *Acer platanoides* wśród osobników męskich jemioły,

Tabela 25. Porównanie średnich liczebności osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w 4 klasach wieku stwierdzonych na trzech żywicielach z rozbiciem na kategorie płci.
Table 25. A comparison of mean numbers of *Viscum album* L.subsp *album* individuals in 4 age classes found on three hosts (by sex category).

♂	A	Żywiciel – Host: *Acer platanoides* L.		
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	II 10–14	III 15–19
$\overline{X}$	0,00	0,17	1,83	2,67
n	6	6	6	6
♀				
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	0,00	1,33	11,50	25,33
n	6	6	6	6
♂	B	Żywiciel – Host: *Betula pendula* Roth.		
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	0,00	0,16	1,50	2,33
n	6	6	6	6
♀				
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	1,66	3,83	13,50	22,66
n	6	6	6	6
♂	C	Żywiciel – Host: *Tilia cordata* Mill.		
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	III 15–19	IV 20–24	II 10–14
$\overline{X}$	0,33	1,00	1,66	3,00
n	6	6	6	6
♀				
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	IV 20–24	V 25–29	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	3,66	3,83	7,83	16,16
n	6	6	6	6
“0„				
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	0,16	0,33	1,83	7,16
n	6	6	6	6

Objaśnienia (Explanations): – Linią ciągłą podkreślono wartości średnich istotnie różniących się od siebie na przyjętym poziomie istotności – 0,05. (Mean values significantly differing from one another at the adopted significance level – 0,05 are underilned with a full line); “0„ – osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex).

Tabela 26. Porównanie średnich wartości suchej masy (w g) osobników *Viscum album* L. subsp *album* w 4 klasach wieku, stwierdzonych na trzech żywicielach z rozbiciem na katgorie płci.
Table 26. A comparison of mean dry mass values (g) of *Viscum album* L. subsp *album* idividuals in 4 age classes found on three hosts (by sex category).

♀	A	Żywiciel – Host: *Acer platanoides* L.		
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	0,00	104,11	679,08	1,192,13
n	6	6	6	6
♀	B	Żywiciel – Host: *Betula pendula* Roth.		
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	80,78	201,00	813,04	1,058,24
n	6	6	6	6
“0„	C	Żywiciel – Host: *Tilia cordata* Mill.		
Klasa wieku (w latach) Age class (years)	V 25–29	IV 20–24	III 15–19	II 10–14
$\overline{X}$	5,46	13,58	36,84	134,82
n	6	6	6	6

Objaśnienia (Explanations): – Linią ciągłą podkreślono wartości średnich istotnie różniących się od siebie na przyjętym poziomie istotności – 0,05. (Mean values significantly differing from one another at the adopted significance level – 0,05 are underilned with a full line); “0„ – osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex).

wydzielono na podstawie istotności zróżnicowania średnich dwie grupy klas wiekowych jemioły różniących się od siebie: grupę 1 obejmującą klasy wieku II i III oraz grupę 2 obejmującą klasy IV i V. Obie grupy były natomiast wewnętrznie homogeniczne, tj. wchodzące klasy nie różniły się od siebie wartościami średnich. Wśród osobników żeńskich zróżnicowanie średniej liczebności między klasami wieku było większe niż u osobników męskich. Wyróżniono w tym przypadku trzy grupy klas wieku jemioły. W przypadku kategorii o nieokreślonej płci wykazano natomiast brak istotnego zróżnicowania liczebności między klasami wieku $F_{obl.} = 1,00$, df = 3, $P_{0,05} = 0,4133$ (Tab. 25).

Na drugim żywicielu – *Betula pendula* podobnie jak na *Acer platanoides* stwierdzono zmienność liczebności osobników męskich i żeńskich jemioły, między wyróżnionymi klasami wieku. W grupie osobników męskich wydzielono również dwie grupy klas wiekowych jemioły różniących się od siebie średnimi: grupę 1 – obejmującą klasy wieku II i III oraz grupę 2 – obejmującą klasy IV i V. Wśród osobników żeńskich wyróżnione zostały w tym przypadku także trzy grupy klas wiekowych: grupa 1 – II klasa wieku, grupa 2 – III klasa wieku oraz grupa 3 – IV i V klasa wieku jemioły (Tab. 25).

Wśród osobników jemioły zebranych na trzecim żywicielu *Tilia cordata* zmienność ich liczebności między klasami wieku stwierdzono we wszystkich kategoriach płciowych. Wśród osobników męskich wyróżnione zostały dwie grupy klas wiekowych jemioły różniące się średnimi na przyjętym poziomie istotności: grupa 1 – z tworzącymi ją klasami wieku II i IV oraz grupa 2 – z klasami III i V. Obie te grupy były wewnętrznie homogeniczne. Podobnie jak u dwóch poprzednich żywicieli w grupie osobników żeń-

Tabela 27. Średnie wartości liczebności (A) i suchej masy (B) (w g) żeńskich, kwiatowych Stipites Visci w klasach wieku na 18 okazach drzew trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 27. Mean values of the number (A) and dry mass (B) (g) of Stipites Visci female flowers in age classes from 18 tree specimens of three hosts in the Masurian Lake District.

A Średnie wartości liczebności żeńskich kwiatowych *Stipites Visci*.
Mean values of the number of female flower *Stipites Visci*.

Żywiciele – Hosts		*Acer platanoide*s L.	*Betula pendula* Roth.	*Tilia cordata* Mill.
II	$\overline{X}$	1198,67	462,83	442,5
10–14	(n)	(7092)	(2777)	(2655)
III	$\overline{X}$	825,50	408,00	337,5
15–19	(n)	(4953)	(2448)	(2025)
IV	$\overline{X}$	383,33	79,50	276,83
20–24	(n)	(2300)	(477)	(1661)
V	$\overline{X}$	132,83	0,00	447,66
25–29	(n)	(797)	(0)	(2686)
Suma	$\overline{X}$	630,92	237,58	376,12
Total	(n)	(15142)	(5702)	(9027)

B Średnie wartości suchej masy żeńskich kwiatowych *Stipites Visci*.
Mean values of the dry mass of female flower *Stipites Visci*.

Żywiciele – Hosts		*Acer platanoide*s L.	*Betula pendula* Roth.	*Tilia cordata* Mill.
II	$\overline{X}$	508,94	318,70	220,64
10–14	(z)	(3056,64)	(1912,23)	(1323,86)
III	$\overline{X}$	366,22	219,26	151,13
15–19	(z)	(2197,32)	(1315,55)	(906,78)
IV	$\overline{X}$	112,43	33,23	110,10
20–24	(z)	(674,57)	(199,41)	(660,61)
V	$\overline{X}$	38,29	0,00	169,06
25–29	(z)	(229,73)	(0,00)	(1014,34)
Suma	$\overline{X}$	256,47	142,80	162,73
Total	(z)	(6158,26)	(3427,19)	(3905,59)

Objaśnienia (Explanations): II–V (10–14) – klasy wieku (w latach) – Age classes (years); z – sucha masa – dry mass (g).

skich zróżnicowanie średnich liczebności między klasami wieku testowane testem wielokrotnego rozstępu średnich pozwoliło wyróżnić trzy grupy klas wiekowych. Były to: grupa 1 – II klasa wieku, grupa 2 – III klasa wieku oraz grupa 3 – IV i V klasa wieku jemioły. W kategorii o nieokreślonej płci liczebność II klasy wieku różniła się statystycznie od grupy utworzonej przez pozostałe klasy wieku (Tab. 25).

Zmienność suchej masy osobników jemioły w zależności od wyżej analizowanych czynników była stwierdzona tylko w trzech przypadkach (Tab. 26). Zmienność tego parametru między klasami wieku wykazano u osobników żeńskich jemioły, występujących na *Acer platanoides* i na *Betula pendula* oraz u osobników o nieokreślonej płci zebranych na trzecim żywicielu – *Tilia cordata*.

W przypadku jemioły bytującej na *Acer platanoides* istotność różnic między średnimi pozwoliła wyróżnić trzy grupy klas wiekowych, które to grupy były wewnętrznie jedno-

Tabela 28. Zmienność liczebności (A) i suchej masy (B) żeńskich, kwiatowych *Stipites Visci* w zależności od klas wieku i gatunku żywiciela.
Table 28. The variability of the number (A) and dry mass (B) of *Stipites Visci* female flowers depending on the age class and host species.

A Liczebność – Number

Źródła zmienności Source of variation	Sumy kwadratów odchyleń nS^2 Sum of Squares	Stopnie swobody DF	Średnie kwadraty V Mean Squares	F obliczone F^o	P – prawdopodobieństwo Sig of F
Główny wynik Main Effect	5036119	5	1007223,747	5,004	0,001
Gatunek – species	1954076	2	977037,847	4,854	0,011
Wiek – Age	3082043	3	1027347,681	5,104	0,003
Zmienność wyjaśniona Explained	7063723	11	642156,681	3,190	0,002
Zmienność niewyjaśniona Residual	12076331	60	201272,175		
Zmienność całkowita Total	19140054	71	269578,225		

B Sucha masa – Dry mass

Główny wynik Main Effect	1149892,390	5	229978,478	7,927	0,000
Gatunek – species	176838,155	2	88419,077	3,048	0,055
Wiek – Age	973854,235	3	324351,412	11,180	0,000
Zmienność wyjaśniona Explained	1494568,831	11	135869,894	4,683	0,000
Zmienność niewyjaśniona Residual	1740743,862	60	29012,381		
Zmienność całkowita Total	3235311,693	71	45567,770		

rodne. W przypadku jemioły zebranej z *Betula pendula* wyróżniono z kolei dwie grupy klas różniące się średnią suchej masy: grupę pierwszą obejmującą II i III klasę wieku oraz grupę drugą obejmującą klasy wieku IV i V. Podobny (jak na *Betula pendula*) charakter zmienności zachodził w przypadku jemioły o nieokreślonej płci na *Tilia cordata* (Tab. 26).

Zmienność liczebności i suchej masy żeńskich, kwiatowych Stipites Visci w zależności od wyróżnionych klas wieku i płci jemioły oraz gatunku żywiciela

W celu stwierdzenia podanych w tytule rozdziału zależności – poddano analizie statystycznej dane o liczebności żeńskich kwiatowych *Stipites Visci* oraz wartości ich suchej masy stwierdzone na trzech gatunkach żywicieli, w klasach wieku (Tab. 27 A, B). Zmienność zbadano metodą analizy wariancji w modelu matematycznym opartym na klasyfikacji krzyżowej (Tab. 27 A, B i 28 A, B). Podobnie jak w poprzednim rozdziale nie uwzględniono *Stipites Visci* zakwalifikowanych do klasy I, zaś pędy *Stipites Visci* VI (z *Tilia cordata*) połączono z V klasą wieku.

W wyniku analizy stwierdzono istotne statystycznie różnice liczebności w zależności od gatunku żywiciela i klas wieku (Tab. 28 A). Zmienność suchej masy analizowanych *Stipites Visci* wykazywała istotne statystycznie różnice tylko od klas wieku (Tab. 28 B).

Udział suchej masy żeńskich kwiatowych *Stipites Visci* w suchej masie osobników lokalnych subpopulacji miał zakres od około 29% u osobników zasiedlających *Betula pendula* do 71,53% na *Tilia cordata* (Tab. 23 B i 27 B).

Podobny udział suchej masy odnotowano w klasach wieku. Na *Betula pendula* od 26,73% w II klasie wieku do ponad 32% w III, natomiast na *Tilia cordata* od 64,9% w III do 87,62% w V klasie wieku. Duży (na *Acer platanoides* i *B. pendula*) i bardzo duży (na *T. cordata*) udział suchej masy żeńskich szczytowych pędów kwiatowych w suchej masie osobników, sugeruje, że mają znaczne możliwości reprodukcyjne. Można to tłumaczyć również objawami przemienności owocowania lub objawami starzenia się osobników niezdolnych do pełnej reprodukcji, które zatrzymują się na etapie kwitnienia. Szczególnie w lokalnej subpopulacji z *A. platanoides* u osobników IV klasy wieku (ok. 56% udziału) oraz w lokalnej subpopulacji z *T. cordata* u osobników V klasy wieku – aż 87,62% udziału suchej masy *Stipites Visci* w suchej masie osobników (Tab. 23 B i 27 B).

Struktura populacji Jemioły

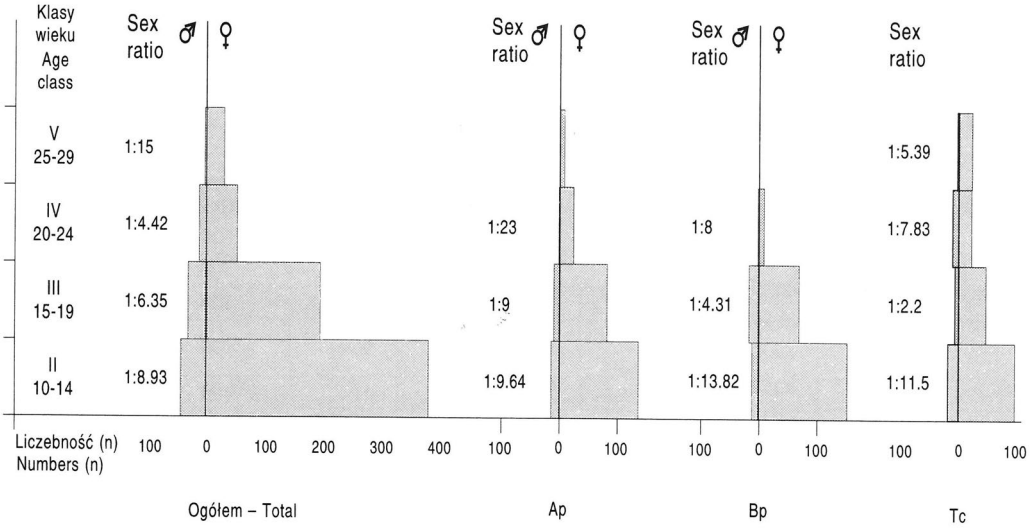
Struktura płci

W badanej subpopulacji *Viscum album* subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego stwierdzono trzy kategorie osobników: męskie, żeńskie i o nieokreślonej płci. Najliczniejszą kategorię stanowiły żeńskie osobniki, ich udział wynosił 78% (z osobnikami I klasy wieku), a bez osobników I klasy wieku około 80%. Liczebności osobników pozostałych kategorii były zbliżone do siebie. Stosunek osobników męskich do żeńskich (*sex ratio*) wynosił 1:7; wskazuje on na dużą dominację żeńskich osobników (Tab. 29 A, B; Ryc. 34).

Aby stwierdzić, czy liczebność poszczególnych kategorii płci zależy od żywiciela, testowano hipotezę H_0: proporcje osobników poszczególnych kategorii płci na trzech żywicielach są takie same. Do danych z tabeli 29 zastosowano test niezależności *chi-kwadrat* (χ^2). Ponieważ $\chi^2 = 46{,}50$ jest większe od wartości krytycznej $\chi^2_{0,05;4} = 9{,}49$, hipoteza H_0 została odrzucona na korzyść hipotezy alternatywnej, że liczebność osobników poszczególnych kategorii płci zależy od gatunku żywiciela.

Dużą zmienność liczebności analizowanych kategorii płci stwierdzono między lokalnymi subpopulacjami jemioły z *Acer platanoides* i *Tilia cordata*. Różnice na korzyść lokalnej subpopulacji z *A. platanoides* wynosiły 7,95% wśród osobników żeńskich i 42,43% wśród osobników o nieokreślonej płci na korzyść lokalnej subpopulacji z *T. cordata*.

Stosunek F:M w poszczególnych lokalnych subpopulacjach także był znacznie zróżnicowany – od 1:5 wśród osobników na *Tilia cordata* do 1:10,71 na *Acer platanoides* (Tab. 29 A, B).



Ryc. 34. Stosunek osobników męskich do żeńskich (*sex ratio*) w klasach wieku *Viscum album* subsp. *album* w subpopulacji oraz w lokalnych subpopulacjach z trzech żywicieli na Pojezierzu Mazurskim. Liczebność (n) bez I klasy wieku.

Fig. 34. Sex ratio in the age classes of *Viscum album* subsp. *album* individuals in the subpopulation and local subpopulations from three hosts in Masurian Lake District. Number (n) without age class I.

Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Tc – *Tilia cordata*.

Wpływ wieku żywiciela na zmienność liczebności i suchej masy osobników jemioły w kategoriach płci

Zależność między oznaczonym wiekiem żywiciela a liczebnością lub suchą masą osobników jemioły zbadano metodą korelacji liniowej (Tab. 30) (Krzysztofiak & Urbanek 1978).

W przypadku jemioły o nieokreślonej płci stwierdzonej na *Acer platanoides* wykazano istotną statystycznie, dodatnią zależność między wiekiem żywiciela a liczebnością jemioły występującej na tym żywicielu ($r = 0,92$, $n = 6$, $p = 0,01$) oraz między wiekiem żywiciela a wielkością suchej masy jemioły ($r = 0,86$, $n = 6$, $p = 0,03$).

W wyniku testowania powyższej zależności dla danych zebranych z *Betula pendula* stwierdzono, że wraz ze wzrostem wieku żywiciela wzrasta sucha masa osobników męskich jemioły ($r = 0,85$, $n = 6$, $p = 0,031$).

Z kolei w przypadku jemioły rosnącej na *Tilia cordata* stwierdzono dodatnią zależność dla wieku żywiciela i liczebności osobników męskich ($r = 0,95$, $n = 6$, $p = 0,003$).

W pozostałych badanych związkach brak było istotnych zależności.

Struktura wieku

Wiek osobników w badanej subpopulacji z Pojezierza Mazurskiego był zróżnicowany: najmłodszy osobnik miał 5 lat – rósł na okazie *Betula pendula*, którego wiek wynosił 53

Tabela 29. Struktura płci subpopulacji *Viscum album* L. subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego.
Table 29. Sex structure of *Viscum album* L. subsp. *album* subpopulation from the Masurian Lake District.

A Liczebność (n) z I klasą wieku – Number (n) with class one age

Żywiciele Hosts	Osobniki jemioły – specimens of *Viscum*				Sex ratio ♂:♀
	żeńskie female	męskie male	"O„	Suma Total	
Acer platanoides L.	257	24	19	300	1 : 10,71
Betula pendula Roth.	246	35	19	300	1 : 7,03
Tilia cordata Mill.	201	38	61	300	1 : 5,29
Suma Total	704	97	99	900	1 : 7,26
%	78	10,78	11	100	——

B Liczebność (n) bez I klasy wieku – Number (n) without class one age

Żywiciele Hosts	Osobniki jemioły – specimens of *Viscum*				Sex ratio ♂:♀
	żeńskie female	męskie male	"O„	Suma Total	
Acer platanoides L.	247	24	17	288	1 : 10,29
Betula pendula Roth.	229	28	6	263	1 : 8,18
Tilia cordata Mill.	189	36	57	282	1 : 5,25
Suma Total	665	88	80	833	1 : 7,55
%	79,83	10,56	9,60	100	——

Objaśnienia (Explanations): "O„– osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex)

lata; osobnik ten miał 9 pędów kwiatowych i nie owocował. Najstarszy (31 lat) rósł na okazie *Tilia cordata* liczącym 163 lata i stwierdzono na nim tylko 5 pędów owocujących i 5 owoców oraz 123 kwiatowych *Stipites Visci* (Tab. 30).

Natomiast średni wiek osobników miał zakres od 13 lat (na *B. pendula*) do 15 (na *T. cordata*). W kategoriach płci – najniższy średni wiek miały osobniki lokalnej subpopulacji z *B. pendula*. W pozostałych lokalnych subpopulacjach (z *Acer platanoides* i *T. cordata*) średni wiek osobników poszczególnych kategorii płci niewiele się różnił (Tab. 31).

W interpretacji danych statystycznych dotyczących struktury wieku – rozkładu liczebności i suchej masy osobników jemioły w klasach wieku, nie uwzględniono I klasy wieku. Powody zostały wyjaśnione we wcześniejszym rozdziale („Zmienność liczebności i suchej masy osobników jemioły w zależności od wyróżnionych klas wieku i płci jemioły oraz gatunku żywiciela"). Wyjątek stanowi tabela 22 i rycina 33, gdzie uwzględniono I klasę wieku w celu pokazania zaniżonych danych.

Średnia liczebność osobników w klasach wieku subpopulacji jemioły z Pojezierza Mazurskiego miała zakres od $\bar{x}$: 1 (w VI klasie wieku) do $\bar{x}$: 162 (w II klasie wieku) (Tab. 32).

W lokalnej subpopulacji z *Acer platanoides* wiek osobników jemioły wahał się od 8 lat (osobnik ten rósł na najmłodszym 54-letnim okazie klonu, na którym stwierdzono 3 pędy owocujące, 4 owoce oraz 21 pędów kwiatowych) do 27 lat (osobnik ten także rósł

Tabela 30. Zmienność liczebności i suchej masy (w g) "0„♀♂ osobników *Viscum album* L. subsp *album* w zależności od wieku okazów żywiciela.
Table 30. The variability of the number and dry mass (g) "0„♀♂ *Viscum album* L. subsp *album* individuals depending on the ages of the host specimens.

Żywiciel Host	Nr drzewa No of the tree	Wiek w latach Age (years)	Liczebność – Number Płeć – Sex			Sucha masa – Dry mass Płeć – Sex		
			"0„	♀	♂	"0„	♀	♂
Acer platanoides L.	1. Ap	54	1	40	9	12,02	1540,61	257,02
	2. Ap	67	0	45	5	0,00	2446,78	142,68
	3. Ap	71	1	43	6	9,90	2208,52	233,55
	4. Ap	90	4	45	4	66,45	2938,77	10,90
	5. Ap	176	6	42	6	167,08	1805,83	61,64
	6. Ap	253	7	42	7	127,92	2154,97	12,55
Suma – Total			19	257	24	383,37	13095,48	718,34
Betula pendula Roth.	1. Bp	46	10	33	7	146,60	2189,19	303,85
	2. Bp	49	0	49	1	0,00	2271,98	33,40
	3. Bp	53	9	32	9	95,97	1118,56	175,67
	4. Bp	58	0	46	4		2487,75	184,19
	5. Bp	62	0	46	4		2648,34	202,35
	6. Bp	79	0	40	10		1618,59	1229,58
Suma – Total			19	246	35	242,57	123334,41	2129,04
Tilia cordata Mill.	1. Tc	107	23	25	3	471,55	350,06	123,50
	2. Tc	122	1	46	3	6,00	1470,68	42,35
	3. Tc	133	2	42	5	16,09	825,64	66,31
	4. Tc	162	26	15	9	576,23	682,66	267,96
	5. Tc	163	3	37	10	53,40	1582,33	387,65
	6. Tc	165	6	36	8	67,19	675,93	138,17
Suma – Total			61	201	38	1190,46	5587,34	1025,94

Objaśnienia (Explanations): "0„ – osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex); Ap – *Acer platanoides* L., Bp – *Betula pendula* Roth., Tc – *Tilia cordata* Mill.

na okazie klonu w wieku 176 lat i miał 14 pędów kwiatowych i tylko 7 pędów owocujących z 9 owocami) (Tab. 30). Osobniki tej subpopulacji zakwalifikowano do czterech klas wieku. Największą liczebność osobników stwierdzono w II klasie wieku, stanowiły one – 54% tej lokalnej subpopulacji, podczas gdy w najstarszej V klasie było ich tylko 2,78% (Tab. 32).

Zmienność suchej masy w klasach wieku poszczególnych subpopulacji lokalnych (Tab. 22 A, B, C) analizowano we wcześniejszym rozdziale („Zmienność biomasy osobników jemioły w zależności od ich wieku").

W lokalnej subpopulacji z *Acer platanoides* stwierdzono istotne różnice w suchej masie między II a IV i V klasą wieku, jak również między III a IV (zastosowano test Duncan, Platt 1974). Średnia wartość suchej masy II klasy różni się istotnie od III i IV, zaś średnia III od IV klasy (Tab. 22 A). Różnice między wymienionymi klasami wynosiły 10% i około 38% oraz 28% (między III a IV klasą wieku).

Tabela 31. Średni wiek osobników *Viscum album* L.subsp. *album* w lokalnych subpopulacjach i subpopulacji z Pojezierza Mazurskiego.
Table 31. Average age of *Viscum album* L. subsp. *album* in the local subpopulations and subpopulation from the Masurian Lake District.

Żywiciel Host		Osobniki jemioły-Specimens of *Viscum album*							
		♀		♂		"0„		ogółem w subpopulacji total in subpopulation	
		średni wiek average age	SD	średni wiek average age	SD	średni wiek average age	SD	średni wiek average age	SD
Acer platanoides L.	$\overline{X}$ (n)	14,63 257 (9)	3,87	13,96 24	2,37	16,42 19 (3)	5,49	14,69 300 (12)	3,91
Betula pendula Roth.	$\overline{X}$ (n)	13,25 248 (19)	3,12	13,47 34 (6)	3,58	8,89 18 (12)	2,76	13,01 300 (37)	3,32
Tilia cordata Mill.	$\overline{X}$ (n)	15,74 202 (12)	5,63	12,86 37 (2)	2,90	14,83 61 (4)	5,01	15,20 300 (18)	5,32

Objaśnienia (Explanations): "0„ – osobniki o nieokreślonej płci (individuals of undetermined sex); 257 – liczebność (n) z pierwszą klasą wieku – number (n) with age class I; (9) – liczebność pierwszej klasy wieku – number (n) of age class I.

Tabela 32. Struktura wieku subpopulacji lokalnych *Viscum album* L. subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego.
Table 32. Age structure of *Viscum album* L. subsp. *album* local subpopulations from the Masurian Lake District.

Klasy wieku (w latach) Age class (years)	Liczebność osobników stwierdzona na : – Number of specimens of *Viscum* found on:								
	Liczebność – Number					% liczebności – % of Number			
	Acer platanoides L.	*Betula pendula* Roth.	*Tilia cordata* Mill.	Razem Total	$\overline{X}$	*Acer platanoides* L.	*Betula pendula* Roth.	*Tilia cordata* Mill.	Razem Total
II 10–14	156	169	161	486	162,0	54,17	64,26	57,09	58,34
III 15–19	94	85	61	240	80,0	32,64	32,32	21,63	28,81
IV 20–24	30	9	34	73	24,3	10,41	3,42	12,06	8,76
V 25–29	8	0	23	31	10,3	2,78	0,00	8,15	3,72
VI 30–34	0	0	3	3	1,0	0,00	0,00	1,06	0,36
N	288	282	263	833	277,7	100,00	100,00	100,00	100,00

W lokalnej subpopulacji z *Betula pendula* przedział wieku osobników wynosił od 5 (osobnik został scharakteryzowany wcześniej) do 23 lat (na tym osobniku stwierdzono 14 pędów kwiatowych i 41 owocujących z 104 owocami). Wśród osobników tej subpopulacji wyróżniono trzy klasy wieku (Tab. 32). Podobnie jak w lokalnej subpopulacji z *Acer platanoides* – najwięcej osobników stwierdzono w II klasie wieku, stanowiły one ponad 64%, zaś najmniejszy odsetek (nieco ponad 3%) osobników był w IV klasie wieku (Tab. 32). Podobnie kształtował się rozkład suchej masy – w II klasie stanowiła ona ponad 51% (Tab. 22 B). Istotne różnice statystyczne stwierdzono między II a IV i III a IV klasą wieku. Różnica między II a IV wynosiła ponad 46%, zaś w liczebności około 61%. Spadek suchej masy między III a IV klasą osiągnął 34%, przy mniejszym spadku liczebności – około 29% (Tab. 22 B i 32).

W lokalnej subpopulacji z *Tilia cordata* wiek osobników miał najszerszy zakres – od 6 lat (osobnik ten rósł na lipie w wieku 133 lat (Tab. 30) i naliczono na nim 19 pędów

Tabela 33. Średnie wartości liczebności osobników *Viscum album* L. subsp *album* w klasach wieku na 18 okazach drzew trzech żywicieli z Pojezierza Mazurskiego.
Table 33. Mean values of the number of *Viscum album* L. subsp *album* individuals in age classes from 18 tree specimens of three hosts in the Masurian Lake District.

Żywiciel Host		Klasy wieku osobników *Viscum* – Age classes of *Viscum* individuals				
		II 10–14	III 15–19	IV 20–24	V 25–29	Suma Total
Acer platanoides L.	$\overline{X}$	26,33	15,66	4,66	1,33	12,00
	SD	3,10	3,04	2,56	0,84	2,36
	(n)	(158)	(94)	(28)	(8)	(288)
Betula pendula Roth.	$\overline{X}$	28,16	14,16	1,50	0,00	10,96
	SD	1,35	3,02	0,56	0,00	2,49
	(n)	(169)	(85)	(9)	(0)	(263)
Tilia cordata Mill.	$\overline{X}$	26,33	10,66	5,66	4,33	11,75
	SD	3,48	2,40	2,59	1,94	2,20
	(n)	(158)	(64)	(34)	(26)	(282)

Objaśnienia (Explanations): II–V (10–14) klasy wieku (w latach) – Age classes (years).

kwiatowych i 21 pędów owocowych z 51 owocami) do 31 lat (osobnik został scharakteryzowany wcześniej). Wyróżniono wśród nich pięć klas wieku. Udział osobników w poszczególnych klasach wieku kształtował się od 1% w VI klasie do 57% w II (Tab. 32). Rozkład suchej masy wykazywał istotne różnice statystyczne tylko między II a III klasą wieku (Tab. 22 C). W następnych klasach wieku udział suchej masy stopniowo malał, nie tyle ze wzrostem wieku osobników, co spadkiem ich liczebności w miarę starzenia się tej lokalnej populacji (Tab. 22 C i 32; Ryc. 33).

Na zmienność liczebności osobników *Viscum album* subsp. *album* w klasach wieku w lokalnych subpopulacjach z Pojezierza Mazurskiego nie ma wpływu wiek okazów żywiciela, natomiast stwierdzono wpływ wieku osobników jemioły (Tab. 30, 33–34).

Tabela 34 Ap, Bp, Tc. Zmienność liczebności osobników *Viscum album* L. subsp. *album* w klasach wieku w zależności od wieku okazów żywiciela w lokalnych subpopulacjach z Pojezierza Mazurskiego.
Table 34 Ap, Bp, Tc. The variability of the number of *Viscum album* L. subsp. *album* individuals in age classes depending of the ages of the host specimens in the local subpopulations from the Masurian Lake District.

Ap – *Acer platanoides*

Źródła zmienności – Source of variation	Sumy kwadratów odchyleń nS^2 Sum of Squares	Stopnie swobody DF	Średnie kwadraty V Mean Squares	F obliczone F^o	P – prawdopodobieństwo Sig of F
A. Wiek żywiciela Age of host	7,708	5	1,542	0,030	0,999
B. Klasa wieku osobników *Viscum* – Age class of *Viscum* individuals	2193,075	1	2193,075	42,649	0,000
Zmienność wyjaśniona – Explained	2200,783	6	366,797	7,133	0,001
Zmienność niewyjaśniona – Residual	874,175	17	51,422	——	——
Zmienność całkowita – Total	3074,958	23	133,694	——	——

(cd.)

Tabela 34. Ciąg dalszy – **Table 34**. Continued.

Bp – *Betula pendula*

Źródła zmienności – Source of variation	Sumy kwadratów odchyleń nS^2 Sum of Squares	Stopnie swobody DF	Średnie kwadraty V Mean Squares	F obliczone F^o	P – prawdopodobieństwo Sig of F
A. Wiek żywiciela – Age of host	64,708	5	12,942	0,409	0,836
B. Klasa wieku osobników *Viscum* – Age class of *Viscum* individuals	2832,408	1	2832,408	89,526	0,001
Zmienność wyjaśniona – Explained	2897,117	6	482,853	15,262	0,000
Zmienność niewyjaśniona – Residual	537,842	17	31,638	——	——
Zmienność całkowita – Total	3434,958	23	149,346	——	——

Tc – *Tilia cordata*

Źródła zmienności – Source of variation	Sumy kwadratów odchyleń nS^2 Sum of Squares	Stopnie swobody DF	Średnie kwadraty V Mean Squares	F obliczone F^o	P – prawdopodobieństwo Sig of F
A. Wiek żywiciela – Age of host	14,000	5	2,800	0,041	0,999
B. Klasa wieku osobników *Viscum* – Age class of *Viscum* individuals	1512,300	1	1512,300	22,159	0,000
Zmienność wyjaśniona – Explained	1526,300	6	254,383	3,727	0,015
Zmienność niewyjaśniona – Residual	1160,200	17	68,247	——	——
Zmienność całkowita – Total	2686,500	23	116,804	——	——

Dyskusja

Jedną z ważniejszych cech jemioły pospolitej (*Viscum album* L.) jest roczny przyrost jej pędów. W Polsce badania z tego zakresu prowadzono w wielu miejscowościach. Poza autorem prowadzili je: Kowalewicz (1989) na terenie Elbląga, Czerech (1989) na obrzeżach Poznania, Dłuska (1989) na terenie Wadowic, Szałkowska (1991) w Brynku (woj. katowickie) oraz Topolewski (1992) w oparciu o materiały z Puszczy Goleniowskiej, Puszczy Piskiej i Puszczy Świętokrzyskiej. Wszyscy autorzy podkreślają, że na przyrosty pędów u jemioły ma wpływ żywiciel, warunki siedliskowe w danej miejscowości oraz niektóre czynniki klimatyczne, szczególnie temperatura i usłonecznienie. Stwierdzono duże różnice między trzecim przyrostem a pozostałymi. Ponadto wskazywano na istotne statystycznie interakcje między żywicielem a miejscowościami. Największą różnicę w średnich przyrostach pędów stwierdzono u osobników jemioły rosnącej na *Tilia cordata* w Wadowicach (Dłuska 1989) i u jemioły rosnącej na *Crataegus monogyna* w Elblągu (Kowalewicz 1989) (Tab. 35).

Tabela 35. Średnie roczne przyrosty pędów (w cm) *Viscum album* L. na różnych żywicielach z terenu Polski i Łotwy. Według: Riekstinš (1980); Kowalewicz (1988); Czerech (1989); Dłuskiej (1989); Szałkowskiej (1991); Topolewskiego (1992).
Table 35. Mean annual shoot growth (in cm) of *Viscum album* L. on different hosts from the area of Poland and Latvia. ACC. to Riekstinš (1980); Kowalewicz (1988); Czerech (1989); Dłuska (1989); Szałkowska (1991); Topolewski (1992).

Stanowiska – Localities	Żywiciele – Hosts																
	Acer platanoides L.	*Acer saccharinum* L.	*Crataegus monogyna* Jacq.	*Malus pumila* Mill.	*Malus* sp.	*Populus alba* L.	*Populus nigra* L.	*Populus tremula*	*Salix alba* L.	*Salix caprea* L.	*Salix fragilis* L.	*Sorbus aucuparia* L.	*Tilia cordata* Mill.	*Ulmus carpinifolia* Gleeditsch	*Viscum album* L.	*Abies alba* Mill.	*Pinus sylvestris* L.
	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.	min.-max.
Brynek woj. katowickie		0,9–6,5															
Elbląg	3,2–7,1		0,8–7,7	0,8–4,6		1,7–6,5	2,1–7,9		2,4–6,7	2,8–6,0				1,5–6,4			
Poznań	1,31 –5,59												0,8–4,4				
Puszcza Goleniowska																	1,21 –5,88
Puszcza Pilicka																	1,6 –4,73
Puszcza Świętokrzyska																3,11 –6,08	
Wadowice													0,5–9,0				
Łotwa – Latvia	1,96 –5,51				3,46 –6,72			1,93 –5,50		4,01 –7,36	4,84 –7,63	1,26 –3,44	2,51 –4,46		0,82 –1,22		

Przyrosty pędów u jemioły pospolitej jodłowej i jemioły pospolitej rozpierzchłej mieszczą się w zakresie przyrostów pędów u jemioły pospolitej typowej (Topolewski 1992).

Poza granicami Polski badania tego typu prowadzono tylko na obszarze Łotwy (Riekstinš 1980). Materiał do badań pochodził z 7 taksonów w randze gatunku i jednego w randze rodzaju (*Malus* sp.). Największy przyrost ($\overline{x}$: 5,79 cm) stwierdzono u jemioły rosnącej na *Salix fragilis*, zaś najmniejszy u jemioły pochodzącej z *Sorbus aucuparia* ($\overline{x}$: 3,04 cm).

Stopniowe i największe przyrosty pędów odnotowano u osobników jemioły do 7 roku życia (na 7 żywicielach). Podobne zjawisko stwierdził autor niniejszej pracy (Tab. 7, 8). Wyjątek stanowiły przyrosty u jemioły zasiedlającej klon (*Acer platanoides*) i lipę (*Tilia cordata*) w Kwidzynie. Tu najdłuższy przyrost był 8, 9 i 10 (Tab. 8) oraz u jemioły rosnącej na *Malus domestica* w Golubiu Wężewskim, gdzie najdłuższy był przyrost dziesiąty (Tab. 7).

Jeżeli żywicielem jemioły jest jej własny gatunek, wówczas średni roczny przyrost pędu wynosi zaledwie 0,94 cm (Riekstinš 1980). Zjawisko to uznano jako anomalię.

Reprodukcja u roślin zależy od wielu czynników, między innymi od zgromadzonych w nich substancji zapasowych. Zdaniem Andrzejewskiej i Falińskiej (1993) rośliny w czasie ontogenezy przeznaczają na wytworzenie jednostek propagacji od 20 do 30% całkowitej biomasy. U jemioły pospolitej typowej udział ten jest znacznie zróżnicowany. Tylko sucha masa owoców jemioły w podzbiorze z *Betula pendula* mieściła się w tym przedziale, jej udział w biomasie osobników wynosił ponad 22%. Prawie trzykrotnie mniejszy udział miały owoce jemioły w podzbiorze z *Tilia cordata*. Na tak niski stan biomasy owoców jemioły na tym żywicielu mogła mieć negatywny wpływ zawartość metali ciężkich w owocujących *Stipites Visci* (Stypiński 1981).

Interesujące jest rozmieszczenie owoców jemioły pospolitej typowej na poziomach korony żywiciela, szczególnie na *Betula pendula*, gdzie aż ponad 65% owoców zlokalizowanych było na dole korony (poziom c). Natomiast na lipie drobnolistnej (*Tilia cordata*) na poziomie c było tylko 8,24% owoców. Mogły o tym zdecydować różne warunki świetlne. Jentys-Szaferowa (1979) i Zarzycki (1979) podkreślają, że brzoza (*Betula pendula*) jest gatunkiem światłolubnym (podobnie jak jemioła) i charakteryzuje się ażurową koroną, która równomiernie przepuszcza światło. Natomiast u *Tilia cordata* korona jest szeroka, jajowata i gęsta oraz cechuje ją zwartość liści (Obmiński 1953). W związku z tym w miarę przechodzenia promienia słonecznego przez koronę drzewa ilość energii aktywnej fotosyntetycznie maleje niemal do zera (Krawiarz 1991). Te cechy korony *Tilia cordata* sprawiają, że występuje mniejsze natężenie światła i zmniejszony jest dopływ energii fotosyntetycznie czynnej, co negatywnie odbija się na wzroście występujących tam osobników jemioły. Wzrost liczby owoców i ich suchej masy u osobników jemioły od poziomu c do b_2 i a na *Acer platanoides* i *Tilia cordata* jest również zgodny formułą Kreńskiego „od niższych rzędów do wyższych" (Żukowski 1951) dotyczącej prawidłowości rozwoju organów rośliny drzewiastej w granicach korony. W myśl tej formuły ilość pędów wegetatywnych maleje, a liczba pędów kwiatowych wzrasta od niższych rzędów do wyższych. Ze względu na właściwości korony brzozy, osobniki *Viscum album* subsp. *album* zachowują się na niej odmiennie, niż na klonie i lipie.

U jemioły pospolitej typowej wraz ze wzrostem wieku osobników maleje ich liczebność i biomasa – niezależnie od żywiciela (Tab. 22 A, B, C i 32). Falińska i Żyromska-Rudzka (1986) także podkreślają, że wielkość i biomasa osobników ulega zmianie wraz z ich wiekiem.

Natomiast Andrzejewska i Falińska (1983) piszą, że biomasa osobników wpływa na ich zapotrzebowanie pokarmowe oraz udział w rozrodzie, zaś Crawley (1986) podkreśla, że biomasa osobników zależy od wielu czynników biotycznych i abiotycznych.

Jemioła pospolita może być zaliczana do tych nielicznych gatunków krzewiastych w Polsce (obok *Juniperus* L., *Taxus* L., *Populus*, i *Salix*), u których występuje rozdział osobników na męskie i żeńskie (Bugała 1975; Faliński 1980).

U jemioły pospolitej typowej z Pojezierza Mazurskiego wyróżniono trzy kategorie osobników (Tab. 29). Stosunek osobników męskich do żeńskich (*sex ratio*) w poszczególnych subpopulacjach lokalnych był znacznie zróżnicowany od 1 : 5 na *Tilia cordata* do 1 : 10,71 na *Acer platanoides*. Był on znacznie szerszy niż np. w populacjach trzech gatunków *Salix*, gdzie M:F miał zakres od 1:2 do 1:4,3 (Faliński 1980).

Przyczyny tej dysproporcji mogą wynikać z tego, że osobniki żeńskie w przeciwieństwie do osobników męskich w mniejszym stopniu ulegają uszkodzeniom mrozowym, jak to np. stwierdzono u *Taxus baccata* L. (Wasilewski & Zarzycki 1986). Inną przyczyną zmienności struktury płci osobników w poszczególnych klasach wieku może być różna śmiertelność osobników żeńskich i męskich w stadium embrionalnym oraz w późniejszych etapach życia osobnika (patrz rozdz. „Struktura wieku").

O wysokiej dominacji płci żeńskiej u jemioły donosili m.in. Dodrescu i Gheucin (1974) z Rumunii (cyt. za Barlowem i in. 1978). Barlow i in. (1978) podają *sex ratio* czterech populacji *Viscum album* subsp. *album*, gdzie dominacja osobników żeńskich nad męskimi była bardzo wyraźna: z Anglii (M:F = 1:4), Luksemburga (M:F = 1:2,29), Kalifornii (M:F = 1:2,05) i Japonii (M:F = 1:4,08). Wymienieni autorzy tłumaczą dominację osobników żeńskich nieskutecznością zapylania jej kwiatów przez wiatr i pojawianiem się mutacji sprzyjających apomiksji u roślin żeńskich. Także na terenie Szwecji, stosunek osobników męskich do żeńskich był wysoki i wynosił 1:3 (Wallden 1961).

Natomiast Rodkiewicz (1974) i Harper (1977) podkreślają, że *sex ratio* w ustabilizowanych populacjach gatunków dwupiennych najczęściej wynosi 1:1 (cyt. za Falińskim 1980). Również Mechelke (1978) donosi z terenu Niemiec o stosunku liczbowym płci u jemioły bliskim jedności. Doniesienia wymienionych trzech autorów różnią się od wyników podanych przez Barlowa i in. (1978) oraz pochodzących z badań własnych autora na Pojezierzu Mazurskim, które wskazują na znacznie większą dominację osobników żeńskich nad męskimi.

Wiek jemioły pospolitej (*Viscum album*) jest bardzo zróżnicowany. W subpopulacji *Viscum album* subsp. *album* na Pojezierzu Mazurskim najmłodszy osobnik miał 5 lat – był to osobnik żeński z pędami kwiatowymi, ale jeszcze nie owocujący. Osobnik ten rósł na okazie *Betula pendula* mającym 53 lata. Najstarszy stwierdzony osobnik jemioły miał 31 lat i rósł na liczącym 163 lata okazie *Tilia cordata*. W Szwecji najmłodszy kwitnący osobnik jemioły miał zaledwie 3 lata (Wallden 1961). Zdaniem Walldena (1961) kwitnienie u osobników jemioły występuje zwykle po raz pierwszy w wieku od 5 do 7 lat.

Poglądy odnośnie do wieku jemioły są bardzo odmienne. Tubeuf (1923) 30-letnią jemiołę uważał za bardzo starą. Podobnego zdania jest Christmann (1959, cyt. za Stojanowičiem 1989). Natomiast Moves (1918) i Kownas (1961) twierdzili, że wiek niektórych osobników może dochodzić do 70 lat. Autorzy ci swój pogląd o tak sędziwym wieku *Viscum* oparli prawdopodobnie na danych Sachta z 1960 roku, który naliczył 70 słoi rocznych żywiciela, otaczających ssawki jemioły (cyt. za Stoppem 1961). W zbiorze 900 osobników *Viscum album* subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego był jeden osobnik 30-letni i 2 osobniki 31-letnie. Wszystkie rosły na lipie (*Tilia cordata*), której wiek wynosił 163 lata. Na 30-letnim osobniku jemioły stwierdzono 6 pędów owocujących z 7 owocami oraz 168 kwiatowych *Stipites Visci*. Jeden z osobników 31-letnich miał 13 pędów owocujących i 13 owoców oraz 146 kwiatowych *Stipites Visci* (został scharakteryzowany w rozdz. „Struktura wieku").

W badanej subpopulacji osobników jemioły z Pojezierza Mazurskiego stwierdzono tylko 68 osobników I klasy wieku (5–9 lat), które stanowiły 7,55% całej subpopulacji. Ze względu na tak niską ich frekwencje, pominięto je przy niektórych analizach matematycznych. Redukcja ich liczebności może być efektem działania czynników biotycznych, do których można zaliczyć niektóre grzyby niedoskonałe *Fungi imperfecti*, powodujące masową deflokację *Viscum album* subsp. *album* na niektórych żywicielach (Stojanowić 1989) oraz niektóre gatunki ptaków (sikora modra – *Parus caeruleus* L., kowalik – *Sitta europaea* L., gołąb grzywacz – *Columba palumbus* L.), które uszkadzają lub całkowicie niszczą młode rośliny (Zenkteler 1996). Dla *Arceuthobium* groźne są roztocza i larwy niektórych owadów (Arif & Irshad 1986). Należy tu również wspomnieć o niekorzystnym oddziaływaniu taniny i flawonoidów obecnych w tkankach żywicieli (Hariri i in. 1990). Tworzą one elementy strukturalne niektórych garbników w komórkach miękiszowych wtórnego floemu (Zurzycki & Michniewicz 1985). Wymienione czynniki mogą tworzyć niesprzyjające układy i bariery dla rozwoju juwenilnych osobników jemioły.

W lokalnych subpopulacjach *Viscum album* subsp. *album* z Pojezierza Mazurskiego nie stwierdzono wpływu wieku żywiciela na strukturę wieku osobników w klasach wieku (Tab. 34 Ap, Bp, Tc). Również zdaniem Riekstinša (1980) wiek gospodarza nie wpływa istotnie na stosunek do jemioły, która opanowuje drzewa w obojętnie jakim są wieku.

Wnioski

Badania własne autora niniejszej pracy nad populacjami jemioły z Polski pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

(1) Głównym czynnikiem różnicującym subpopulacje jemioły jest gatunek żywiciela, na którym pasożytuje. Mniejszy wpływ na zmienność jemioły ma ekspozycja według stron świata, czy położenie na różnych poziomach korony żywiciela.

(2) Osobniki jemioły pasożytujące na *Tilia cordata* różniły się znacznie od pasożytujących na *Acer platanoides* i *Betula pendula*, których cechy były, z kolei, zbliżone do siebie.

(3) We wszystkich badanych lokalnych subpopulacjach jemioły pochodzącej z trzech

różnych żywicieli dominują osobniki żeńskie. Średni stosunek osobników męskich do żeńskich w całej subpopulacji wynosił 1:7,55 (Tab. 29 B).

(4) W strukturze wieku badanej subpopulacji *Viscum album* subsp. *album* z terenu Pojezierza Mazurskiego wyraźnie zaznaczyła się dominacja osobników II i III klasy wieku (10–19 lat). Stanowiły one ponad 87% całości badanej subpopulacji.

(5) Osobniki II klasy wieku miały najwyższy udział pędów owocujących, największą liczbę owoców oraz największy udział w suchej masie (Ryc. 33).

(6) Podstawowym czynnikiem upodabniającym żeńskie osobniki jemioły pospolitej typowej jest ich wiek, a nie gatunek żywiciela na którym pasożytują.

(7) Najwyższe wartości średniej suchej masy osiągnęły osobniki *Viscum album* subsp. *album* rosnące w II klasie wieku na wszystkich żywicielach.

(8) Południowa ekspozycja jemioły zdecydowanie sprzyja produkcji owoców wyrażającej się w dużej liczbie i suchej masie owoców.

(9) Nie stwierdzono związku między liczbą owocujących osobników, liczbą owocujących *Stipites Visci* a wiekiem okazów żywiciela.

(10) Nie stwierdzono korelacji między wiekiem owoców żywiciela a liczbą i suchą masą okazów jemioły.

(11) Średni ciężar suchej masy owoców jednego osobnika jemioły zależy od wieku okazów żywiciela.

(12) Na zmienność liczebności i suchej masy osobników *Viscum album* subsp. *album* ma wpływ ich płeć i wiek, a nie gatunek żywiciela.

(13) Na roczne przyrosty pędów jemioły ma wpływ gatunek żywiciela, w mniejszym stopniu miejsce występowania.

(14) Na terenie Polski u jemioły najdłuższymi rocznymi przyrostami pędów były przyrosty 6 i 7.

(15) Przyrosty pędów jemioły zmieniają się w kolejnych latach, a różnice istotne są między 3 a 4, 5, 6 i 7 oraz między 4 a 6 i 7 przyrostem.

Podziękowania. Wszystkim Osobom z których pomocy korzystałem podczas realizacji tej pracy składam serdeczne podziękowania. Szczególnie wdzięczny jestem Pani Prof. dr hab. Krystynie Falińskiej za konsultacje naukowe oraz cenne i życzliwe rady. Panu Prof. dr. J. Kuijtowi z Uniwersytetu Victoria w Kanadzie składam wyrazy podziękowania za przesłanie mi swoich prac naukowych dotyczących jemioły. Podobne podziękowanie składam Panu Prof. G. Sallé z Uniwersytetu Piotra i Marii Curie w Paryżu za przekazanie mi swoich prac o rozwoju osobniczym *Viscum album*, jak również za wyrażenie zgody na zamieszczenie rycin dotyczących systemu endofitycznego jemioły. Panu M. K. Alamowi z Fores Research Institute w Bangladeszu składam podziękowania za cenne prace dotyczące biologii i kontroli populacji jemioły.

Za pozwolenie na reprodukcję kilku rycin serdecznie dziękuję Panu Gianfranco Graziemu z Arlesheim (Szwajcaria), Panu Henning S. Heide-Jøgensenowi z Kopenhagi i Panu Jean-Claude Kaderowi (wydawcy) z Paryża oraz wydawnictwu J. Willey & Sons Ltd., Chichester.

Panu Prof. Adamowi Zającowi za udostępnienie mi wykazu stanowisk *Viscum album* zebranych z poszczególnych obszarów Polski do „Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce, zgromadzonych w Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki UJ w Krakowie. Jednocześnie wdzięczny jestem wszystkim Osobom, które nadesłały te dane i wyraziły zgodę na ich wykorzystanie do sporządzenia map, które zamieszczam w niniejszej pracy (Ryc. 2–4). Dziękuję Panu Prof. E. Ćwiklińskiemu i Panu Prof. Z. Głowackiemu z Siedlec, Panu Prof. J. Misiewiczowi z Bydgoszczy, Pani

Prof. H. Piotrowskiej z Gdyni, Panu Doc. dr. hab. L. Olesińskiemu z Olsztyna, Panu Prof. W. Żukowskiemu z Poznania, Panu Prof. K. Kępczyńskiemu i Panu Dr. T. Załuskiemu z Torunia, Panu Prof. R. Sowie z Łodzi, Panu Prof. K. Rostańskiemu z Katowic, Panu Prof. T. Głazkowi ze Szczecina; Panu Prof. D. Fijałkowskiemu z Lublina, Pani Dr hab. M. Zając z Krakowa. Osobom tu nie wymienionym, a które wyraziły również zgodę, składam także gorące podziękowanie.

Pani Doc. dr hab. M. Latałowej z Gdańska dziękuję za dyskusję naukową i literaturę dotyczącą pochodzenia jemioły w Europie w świetle badań paleobotanicznych. Natomiast Pani Doc. dr hab. J. R. Ochockiej z A. M. w Gdańsku składam wyrazy podziękowania za uwagi dotyczące nazw związków organicznych produkowanych przez jemiołę pospolitą. Panu Doc. dr. hab. Andrzejowi Jankunowi serdecznie dziękuję za cenne uwagi dotyczące biologii rozmnażania jemioły.

Pragnę serdecznie podziękować Panu Prof. Stanisławowi Cieślińskiemu za przegląd maszynopisu i cenne uwagi dotyczące niniejszej pracy.

Serdecznie dziękuję Panu Dr. Januszowi Fiedorowiczowi i Panu Dr. Jackowi Nowakowskiemu za pomoc przy wykonaniu obliczeń statystycznych.

Wdzięczny jestem Panu Dr. Pawłowi Loro za pomoc przy uporządkowaniu nomenklatury taksonów żywicieli jemioły w Polsce.

Panu Mgr. Wojciechowi Dmitryjukowi dziękuję za wprowadzenie do bazy komputerowej nazw stanowisk żywicieli jemioły w Polsce, zaś Panu Mgr. inż. Antoniemu Jasnorzewskiemu serdecznie dziękuję za opracowanie programu komputerowego do analizy stanowisk jemioły według przyjętego ich podziału.

Panu Mgr. Grzegorzowi Fiedorowiczowi składam serdeczne podziękowania za wkład pracy w przygotowanie składu komputerowego tekstu pracy.

Panu Dr. Jerzemu Miałdunowi niezmiernie jestem wdzięczny za komputerowe opracowanie rycin i tabel.

Pragnę serdecznie podziękować mojej Córce – Ewie i Zięciowi – Brucowi Rolley z Brisbane w Australii za dostarczenie literatury z Uniwersytetu Queensland.

Władzom Wyższej Szkoły Pedagogicznej oraz Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska w Olsztynie składam podziękowania za wieloraką pomoc jaką otrzymałem.

Wszystkim Koleżankom i Kolegom, szczególnie Pani Dr Irenie Giełwanowskiej, technikom Panu Andrzejowi Berkowi i Pani Edycie Jacewicz, jak również mojej Żonie – Dr Marii Stypińskiej z Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska WSP serdecznie dziękuję za pomoc w badaniach terenowych i laboratoryjnych oraz za życzliwe zainteresowanie się moją pracą.

Za trud pomiesiony przy usuwaniu niedostatków tej pracy i dążenie do nadania jej możliwie najlepszej formy edytorskiej gorąco dziękuję Panu Doc. dr. hab. Ludwikowi Freyowi oraz Panu Dr. Jerzemu Wołkowi.

Literatura

Abrahamson W. G. 1980. Demography and vegetative reproduction. – W: O. T. Solbrig (red.), Demography and evolution in plant populations. Bot. Monogr. **15**. ss. xiv + 222. Blackwell Scientific Publ. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.

Abromeit J., Jentzsch A., Neuhoff W. & Vogel G. 1934. Flora von Ost- und Westpreussen. **2**[4(53–55)]. ss. 587–1248. Preussischer Botanischer Verein E.V., Königsberg.

Ahrvens H. & Läuter J. 1979. Wielozmienna analiza wariancji. ss. 229. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Ainsworth G. C. & Bisby G. R. 1961. Dictionary of the fungi. Wyd. 5. ss. 547. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey.

Alam M. K. 1984. A critical review on the biology and control of *Loranthaceae* with a particular reference to Bangladesh. – Bano Biggyan Patrika. **13**(1–2): 7–18.

ANDRZEJEWSKA L. & FALIŃSKA K. 1983. Struktura wielkości osobników w populacji. – Wiad. Ekol. **29**(1): 3–31.

ANDRZEJEWSKI H. 1992. Jemioła pospolita (*Viscum album* L.) na topoli włoskiej (*Populus nigra* L. '*Italica*'). – Rocz. Sek. Dendr. Polskiego Towarzystwa Botanicznego **40:** 105–108.

ANKATRINEJ G. N. 1967. Izmena mehanizma delenija kletki pod vlanijem fiziologičesko aktivnyh veščestv ekstrakta omiely (*Viscum album* L.). – Fiziol. rastenij (SSSR) **14**(2): 271–274.

ARIF M. I. & IRSHAD M. 1986. Dwarf mistletoe and its natural enemies in Pakistan. – Pak. J. Agric. Res. **7**(4): 333–336.

BAGIŃSKI S. & MOWSZOWICZ J. 1966. Krajowe rośliny lecznicze. ss. 178. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.

BAILLON F. 1988. Seasonal variations of respiration, phloem-transport and carbohydrate content in European mistletoe. – Plant Physiol. Biochem. **26**(1): 85–91.

BALL P. W. 1964. *Viscum* L. – W: T. G. TUTIN, V. H. HEYWOOD, N. A. BURGES, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (red.), Flora europaea. **1**. *Lycopodiaceae* to *Platanaceae*, ss. 72–73. Cambridge University Press, Cambridge.

BALL P. W. 1993. *Viscum* L. – W: T. G. TUTIN, N. A. BURGES, A. O. CHARTER, J. R. EDMONSON, V. H. HEYWOOD, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (red.), Flora europaea. Sec. ed. **1**. *Psilotaceae* to *Platanaceae*. s. 86. Cambridge University Press, Cambridge.

BALL P. W. & AKEROYD J. R. 1993. *Arceuthobium* Bieb. – W: T. G. TUTIN, N. A. BURGES, A. O. CHARTER, J. R. EDMONSON, V. H. HEYWOOD, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (red.), Flora europaea. Sec. ed. **1**. *Psilotaceae* to *Platanaceae*, s. 87. Cambridge University Press, Cambridge.

BALLE S. 1954. Sur quelques Loranthoidees d'Afrique. – Bull. Scean. Acad. Roy. Sci. Col. **25**: 1619–1635.

BALWIERZ Z. & ŻUREK S. 1989. Type Region P-n: Masowia and Podlasie Lowlands, NE part: Podlasie Lowland. – Acta Palaeob. **29**(2): 65–68.

BAŁAGA K. 1989. Type Region P-m: Lublin Polesie. – Acta Palaeob. **29**(2): 69–73.

BAŃKOWSKI Z. I IN. 1972. Chemia. – W: A. SCHELLENBERG & J. ZIENKOWICZ (red.), Encyklopedia techniki, ss. 1052. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.

BARBAGA I. (red.) 1971. Geografia świata. ss. 747. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.

BARLOW B. A. 1964. Classification of the *Loranthaceae* and *Viscaceae*. – Proc. Lin. Soc. (Australia) **89:** 268–272.

BARLOW B. A. 1987. Mistletoes. – Biologist (Australia) **43**(5): 261–269.

BARLOW B. A. 1988. *Viscaceae*, Mistletoes. – W: B. D. MORLEY & H. R. TOELKEN (red.), Flowering plants in Australia, ss. 235–237. Rigby Publishers, Willonghby, N S W Australia.

BARLOW B. A., WIENS D., WIENS C., BUSBY W. H. & BRIGHTON C. 1978. Permanent translocation heterozygosity in *Viscum album* and *Viscum cruciatum*: sex association, balanced lethals, sex ratios. – Heredity **40**(1): 33–38.

BARTKOWIAK S. 1970. Ornitochoria rodzimych i obcych gatunków drzew i krzewów. – Arb. Kórn. **15:** 237–261.

BECKER H. & EXNER J. 1980. Vergleichende Untersuchungen von Misteln verschiedener Wirtsbäume an Hand der Flavonoidae und Phenolcarbonsäuren. – Zeit. Pflanzenphysiol. **97**(5): 417–428.

BETHKE A. 1879. Untersuchung des Kreises Allenstein. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **20:** 126–129.

BHANDARI N. N. & VOHRA S. C. A. 1983. Embryology and affinities of *Viscaceae*. – W: M. CALDER &

P. BERNHARDT (red.), The biology of mistletoes, ss. 69–86. Academic Press, New York, London, Sydney.

BIŃKA K. & SZEROCZYŃSKA K. 1989. Type Region P-n: Masowia and Podlasie Lowlands. – Acta Palaeob. **29**(2): 59–63.

BŁOŃSKI F. 1904. Przyczynek do sprawy jedno- lub wielogatunkowości jemioły z dodatkiem o jemiole na dębach w Polsce. – Pam. Fizyjogr. **18:** 64–79.

BOCCI V. 1993. Mistletoe (*Viscum album*) lectins as cytokine indurs and immunodjuvant in tumour therapy. A review. – J. Biol. Regulators and Homeostatic Agents **7**(1): 1–6.

BOCK D. & SALAZER G. 1980. Morfologischer Nachweis einer Wirksamkeit der Iscadorbehandlung maligner Pleuraegüsse und ihre klinischen Ergebnisse. – Krebsgeschehen **3:** 49–53.

BOCK R. D. 1975. Multivariate statistical methods in behavior research. ss. 623. Mc Graw Hill, New Jork.

BOJARCZUK T. 1968. Jemioła pospolita (*Viscum album* L.) w Arboretum Kórnickim. – Arb. Kórn. **13:** 123–132.

BOJARCZUK T. 1970. Wyniki dalszych obserwacji nad występowaniem jemioły pospolitej (*Viscum album* L.) w Arboretum Kórnickim. – Arb. Kórn. **15:** 47–50.

BOJARCZUK T. 1971. Żywiciele jemioły pospolitej (*Viscum album* L.) w Polsce. – Rocz. Sek. Dendr. Polskiego Towarzystwa Botanicznego **25:** 189–203.

BORATYŃSKA K. & BORATYŃSKI A. 1976. 65. *Viscum album* L. – Jemioła pospolita, 67. *Viscum laxum* Boiss – Jemioła rozpierzchła. – W: K. BROWICZ (red.), Atlas rozmieszczenia drzew i krzewów w Polsce, **19**, ss. 9–19. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Poznań.

BORKOWSKI B. 1970. Zarys farmakognozji. ss. 699. Państwowe Zakłady Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.

BRODA B. & MOWSZOWICZ J. 1971. Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych. ss. 752. Państwowe Zakłady Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.

BROWICZ K. 1993. Jemioła (*Viscum*) W: A. SZWEYKOWSKA & J. SZWEYKOWSKI (Red.), Słownik botaniczny, ss. 232–233. Wiedza Powszechna, Warszawa.

BRUNARSKA Z. 1957. Roślina, która kwitnie i owocuje zimą. – Wszechświat **11:** 297–300.

BUCHWALD W. 1993. Jemioła. – Wiad. Ziel. **12:** 12–13.

BUDAVARI S., O'NEIL M. J. & SMITH A. (red.) 1989. The merck index on encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Eleventh ed. ss. xix + 1606, MISC: 1–129, REG: 1–103, THER: 1–29, FI: 1–80, CL: 1–353, APP: 1–3. Merck & CO., Inc. Rahway, N. J., USA.

BUGAŁA W. 1975. Cis (*Taxus* L.), systematyka i zmienność. – W: S. BIAŁOBOK (red.), Nasze drzewa leśne. Monografie popularnonaukowe. **3.** Cis pospolity *Taxus baccata* L., ss. 18–38. Państwowe Wydawnictwo Naukowe Instytut Dendrologii, Warszawa – Poznań.

CHMIEL J. 1993a. Flora roślin naczyniowych wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego i jej antropogeniczne przeobrażenia w wieku XIX i XX. Część I. ss. 202. – Pr. Zakł. Takson. Roślin Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań.

CHMIEL J. 1993b. Flora roślin naczyniowych wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego i jej antropogeniczne przeobrażenia w wieku XIX i XX. Część II. Atlas rozmieszczenia roślin. ss. 212. – Pr. Zakł. Takson. Roślin Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań.

CHODKOWSKI J. (red.) 1975. Mały słownik chemii praktycznej. ss. 487. Wiedza Powszechna, Warszawa.

COWAN J. M. 1928. The flora of the Chakaria Sundarbans. – Rec. Bot. Surv. India **11**(2): 197–225.

CRAWLEY M. J. 1986. Plant ecology. ss. xiii + 496. Blackwell Scientific Publication. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Paloalto, Melbourne.

CYGAŃSKI M. 1584. Myślistwo Ptasze. ss. 76. Kraków.

CZEKALSKI M. 1975. Materiały do rozmieszczenia jemioły rozpierzchłej (*Viscum laxum* Boiss.) w zachodniej części Polski. – Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Seria B – Botanika **28:** 211–214.

CZEKALSKI M. 1985. Materiały do rozmieszczenia jemioły pospolitej (*Viscum album* L.) w Polsce zachodniej cz.1. – Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Seria B – Botanika **36:** 179–184.

CZEPPE Z., FLIS J. & MOCHNACKI R. 1969. Geografia fizyczna świata. ss. 811. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

CZERECH K. 1989. Struktura wieku, płci i przyrostów rocznych oraz zawartości metali ciężkich u *Viscum album* L. subsp. *album* na obrzeżach miasta Poznania. ss. 83, tab. 21, ryc. 12. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

CZERWIŃSKI W. 1976. Fizjologia roślin. ss. 606. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

DANIELEWICZ W. & URBAŃSKI P. 1984. Nowi żywiciele jemioły pospolitej (*Viscum album* L.). – Rocz. Akad. Roln. (Poznań) **152** Leśn. **20**: 3–5.

DAVIS G. L. 1966. Systematic embriology of the Angiosperms. ss. viii + 528. Department of Botany University of New England Armidale. N. S. W. Australia. John Wiley & Sons, Inc. New York, London, Sydney.

DAY R. W. & QUINN G. P. 1989. Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology. – Ecol. Monogr. **59**(4): 433–463.

DŁUSKA M. 1989. Struktura wieku, płci i przyrostów rocznych oraz zawartości metali ciężkich w jemiole pospolitej (*Viscum album* L. subsp. *album*) na terenie Wadowic. ss. 44, tab. 16, ryc. 11. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

DOCTERS VAN LEEUWEN W. M. 1954. On the biology of some Javanese *Loranthaceae* and the role birds play in their life-history. – Beaufortia, Misc. Publ. **4:** 105–207.

DOMAŃSKI C. 1979. Statystyczne testy nieparametryczne. ss. 254. Państwowe Wydawnictwa Ekonomiczne, Warszawa.

DORWORTH C. E. 1989. European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in Canada. – Plant Disease **73**(5): 444.

DUBIEL E., LOSTER S., ZAJĄC E. U. & ZAJĄC A. 1979. Flora Płaskowyżu Kolbuszowskiego. Materiały do Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. – Zesz. Nauk.Uniw. Jagiell. **521** Pr. Bot. **7:** 1–217.

EDER H. 1951. Park i ogród botaniczny w Brynku. – Rocz. Sek. Dendr. Polskiego Towarzystwa Botanicznego **7:** 225–245.

FALIŃSKA K. 1990. Osobnik, populacja, fitocenoza. ss. 310. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

FALIŃSKA K. & GLIWICZ J. 1986. Rozrodczość. – W: R. ANDRZEJEWSKI & K. FALIŃSKA (red.), Populacje roślin i zwierząt, ekologiczne studium porównawcze, ss. 226–257. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

FALIŃSKA K. & ŻYROMSKA-RUDZKA I. 1986. Struktura wiekowa populacji. – W: R. ANDRZEJEWSKI & K. FALIŃSKA (red.), Populacje roślin i zwierząt, ekologiczne studium porównawcze, ss. 78–110. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

FALIŃSKI J. B. 1980. Changes in the sex- and age-ratio in populations of pioneer dioecious woody species (*Juniperus, Populus, Salix*) in connection with the course of vegetation succesion in abandoned farmlands. – Ekol. Polska **28**(3): 327–365.

FALIŃSKI J. B. 1981. Zaglądanie pod listek figowy w ekologii. – Wiad. Ekol. **28**(4): 375–382.

FERENS B. (red.) 1967. Klucze do oznaczania kręgowców Polski, cz. IV A, Ptaki – *Aves*, Non-Passeriformes. ss. 414. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.

FERENS B. (red.) 1971. Klucze do oznaczania kręgowców Polski, cz. IV B, Ptaki – *Aves*, Passeriformes. ss. 450. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.

FIERTEK T. 1985. Biologia, biometria i warunki kiełkowania nasion jemioły (*Viscum album* L. subsp. *album*) pobranych z trzech głównych jej żywicieli na Pojezierzu Mazurskim. ss. 23, tab. 8, ryc. 5. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

FIESER L. F. & FIESER M. 1958. Chemia organiczna. ss. 1400. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

FIJAŁKOWSKI D. 1972. Stosunki geobotaniczne Lubelszczyzny. ss. 285. Zakład Narodowy im. Osolińskich. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk.

FIJAŁKOWSKI D. 1994. Flora roślin naczyniowych Lubelszczyzny. **1.** ss. 389. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.

FIJAŁKOWSKI D. 1995. Flora roślin naczyniowych Lubelszczyzny. **2**. Atlas. ss. 868. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.

FIJAŁKOWSKI D. & SAWA K. 1985. Jemioła (*Viscum album* L.) na Lubelszczyźnie i jej wartości lecznicze. – Folia Soc. Sc. Lublin. **27** Biol.: 11–18.

FISCHER C. E. C. 1926. *Loranthaceae* of Southern India and their host plants. – Rec. Bot. Surv. India. **11**(1): 159–195.

GADOMSKA G. & OSTROWSKA E. 1992. Rzeczpospolita Polska: mapa administracyjna – stan adm. 1 stycznia 1992 r. 1:750000. Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. E. Romera, Warszawa – Wrocław, Nr katal. 22–016–14.

GAJEWSKI W. 1962. Pasożytnicze rośliny kwiatowe. ss. 79. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.

GIERUSZYŃSKI T. 1949. Dendrometria. ss. xxiv + 568. Instytut Badawczy Leśnictwa. Warszawa.

GODWIN H. 1975. The history of the british flora. A factual basis for phytogeography. Sec. ed. ss. x + 541. Cambridge University Press, Cambridge, London – New York – Melboune.

GOSTYŃSKA-JAKUSZEWSKA M. 1992. I. *Loranthaceae*, Gązewnikowate. – W: A. JASIEWICZ (red.), Flora Polski. Rośliny naczyniowe, **3**, ss. 82–85. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.

GOTTLIEB O. R., KAPLAN M. A. C. & ZOCHER D. H. T. 1993. A chemosystematic overview of *Magnoliidae, Ranunculidae*, *Caryophyllidae* and *Hamamelidae*. – W: K. KUBITZKI (red.), The families and genera of vascular plants. **2.** Flowering plants. Dicotyledons, ss. 20–33. Springer Verl., Berlin Heidelberg.

GRAZI G. & URECH K. 1981. Einige morfologische Merkmale der Mistelbeere (*Viscum album* L.) und deren taxonomische Bedeutung. – Beitr. Biol. Pflanzen **56**(2–3): 293–306.

GRAZI G. & ZEMP M. 1986. *Genista cinerea* DC., ein natürlicher Sammelevirt für *Viscum album* L. ssp. *album* und *Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollmann. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **99:** 99–103.

GREENHAM C. G. & BROWN A. G. 1957. The control of mistletoe by trunk injection. – J. Austr. Inst. Agric. Sci. **23:** 308–318.

GROSS H. 1931. Beiträge zur Kenntnis des Vorkommens der Mistel in Ost- und Westpreussen. – Ber. Bot.-zool. Ver. **53:** 5–15.

GUMIŃSKI S. 1983. Ogólna fizjologia roślin. ss. 411. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Wrocław.

HARIRI E. B., SALLÉ G. & ANDARY C. 1990. Mécanismes de résistance de quatre cultivars de peuplier en réponse á l'attaque du gui (*Viscum album* L.). – Pathol. vég. / Plant Pathol. C. R. Acad. Sci. Paris. **311**(3): 439–444.

HARPER J. L. 1977. Population biology of plants. ss. xiv + 892. Academic Press, London – New York – San Francisco.

HAWKSWORTH F. G., SCHARPF R. & MAROSY M. 1991. European mistletoe continues to spread in Sonoma County. – Calif. Agric. **45**(6): 39–40.

HEGI G. 1957. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Dicotyledones. **3**(1). ss. 452. Carl Hanser Verlag, München.

HEIDE-JØRGENSEN H. S. 1989. Development und ultrastructure of the haustorium of *Viscum minimum*. I. The adhesive disk – Can. J. Bot. **67:** 1161–1173.

HEYWOOD V. H. 1964. *Loranthaceae*. – W: T. G. TUTIN, V. H. HEYWOOD, N. A. BURGES, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (red.), Flora europaea. **1.** *Lycopodiaceae* to *Platanaceae.* s. 72. Cambridge University Press, Cambridge.

HEYWOOD V. H. & EDMONDSON J. R. 1993. *Loranthaceae*. – W: T. G. TUTIN, N. A. BURGES, A. O. CHARTER, J. R. EDMONSON, V. H. HEYWOOD, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (red.), Flora europaea. **1**. *Psilotaceae* to *Platanaceae*. Sec. ed. s. 86. Cambridge University Press, Cambridge.

HINDS T. E. & HAWKSWORTH F. G. 1965. Seed dispersal velocity in four dwarfmistletoes. – Science **148:** 517–519.

HOFSTETTER M. 1988. Über die Verbreitung der Mistel in der Schweiz. – Sch. Zeit. For. Jahr. **139**(2): 97–127.

HRYNIEWIECKI B. 1952. Owoce i nasiona. ss. 304. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

HRYNIEWIECKI B. 1954. Pierwsze flory okolic Warszawy. – Monogr. Bot. **2:** 1–76.

IHL B., JACOB F., MEYER A. & SEMBDNER G. 1987. Investigations on the endogenous levels of abscisic acid in a range of parasitic phanerogams. – J. Plant Growth Regular. **5:** 191–205.

IVERSEN J. 1960. Problems of the early Post-Glacial forest development in Denmark, with 1 plate. ss. 33. C. A. Reitzels Forlog (Jørgen Saudal), København.

IVERSEN J. 1973. The development of Denmark's nature since the Last Glacial. – Danmarks Geol. Undersglese. RV, **7**, C: 1–126.

JALAS J. & SUOMINEN J. (red.) 1976. *Salicaceae* to *Balanophoraceae*. Atlas florae europaeae, distribution of vascular plants in Europae. **3**, ss. 128. Suomalaisen Kirjallisuuden Kirjapaino Oy, Helsinki.

JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1977. Flora plejstocenu. – W: J. CZERMIŃSKI (red.), Budowa geologiczna Polski. **2.** cz. 3.b. Katalog skamieniałości. Kenozoik, czwartorzęd, ss. 43–70. Instytut Geograficzny, Wydawnictwo Geograficzne, Warszawa.

JASIEWICZ A. 1986. Nazwy gatunkowe roślin naczyniowych flory polskiej. – Fragm. Flor. Geobot. **30**(3): 217–287.

JENTYS-SZAFEROWA J. 1979. Morfologia, systematyka i zmienność. – W: S. BIAŁOBOK (red.), Nasze drzewa leśne. Monografie popularnonaukowe. 7. Brzozy, *Betula* L. ss. 25–64. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Poznań.

KABATA-PENDIAS A. & PENDIAS H. 1993. Biogeochemia pierwiastków śladowych. ss. 364. Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

KARMAZYŃSKA H. 1928. O jemiole w Polsce. – Rocz. Dendr. Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego **2:** 34–65.

KITEWSKA D. 1986. Aparaty szparkowe na liściach jemioły pospolitej (*Viscum album* L. subsp. *album*) z wybranych jej żywicieli rosnących w środowisku zurbanizowanym i niezurbanizowanym. ss. 18, tab. 5, ryc. 12. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

KLEBS G. 1878. Bericht Herrn G. Klebs über Excursionen im Kreise Heilsberg von 1877. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **19:** 59–67.

KLUK K. 1846. Dykcyonarz roślinny. **3**. R–Z. ss. 270. Warszawa.

KOŁODZIEJAK-NIECKUŁA E. 1994. W objęciach jemioły. – Wiedza i Życie **12**(720): 24–28.

KOŁODZIEJCZYK J. 1946. Rośliny w podaniach, legendach i symbolice. – Wiedza i Życie. **15**(3): 198–207.

KONARZEWSKI S. 1954. Jemioła jako karma. – Łowiec Polski **9**(1030): 5.

KORNAŚ J. & MEDWECKA-KORNAŚ A. 1986. Geografia roślin. ss. 528. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

KOWALEWICZ M. 1988. wpływ rośliny – gospodarza i niektórych czynników ekologicznych na przyrost pędów u jemioły pospolitej (*Viscum album* L. subsp. *album*) na terenie Elbląga. ss. 40, tab. 30, ryc. 10. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

KOWNAS S. (red.) 1961. Występowanie jemioły – *Viscum album* na terenie Szczecina. – Zesz. Nauk. Wyższej Szkoły Rolniczej w Szczecinie **5:** 203–215.

KRAMER W., PADRÓ A. & STEPHAN B. R. 1988. Ökologie und Waldbau der Weibtanne (*Abies alba* Miller) in Spanien. – Zeist. wissen. techn. Fortsch. Forst. **59**(3): 96–101.

KRAWIARZ K. 1991. Wymiana gazowa i gospodarka wodna. – W: S. BIAŁOBOK (red.), Nasze drzewa leśne. Monografie popularnonaukowe. **15**. Lipy. *Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop. ss. 107–119. Wyd. Arkadia, Poznań.

KRÜSSMANN G. 1977. Handbuch der Laubgehölze. **1–3**, (**1** – ss. 486, **2** – ss. 466, **3** – ss. 496). Verlag P. Parey, Berlin–Hamburg.

KRZACZEK. T. 1962. Rośliny lecznicze południowej Lubelszczyzny. – Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Sec. D **17:** 401–419.

KRZACZEK T. 1976. Badania farmakobotaniczne podgatunków *Viscum album* L. I. Zmienność. – Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Sec. D. **31**(34): 258–272.

KRZACZEK T. 1977a. Badania farmakobotaniczne podgatunków *Viscum album* L. III. Terpeny i sterole. – Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Sec. D **32**(17): 125–134.

KRZACZEK T. 1977b. Badania farmakobotaniczne podgatunków *Viscum album* L. IV. Kwasy i aminy. – Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Sec. D **32**(35): 281–291.

KRZACZEK T. & MARKOWSKI W. 1978. Lotne kwasy tłuszczowe w podgatunkach *Viscum album* L. – Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Sec. D **33**: 285–289.

KRZYSZTOFIAK M. & URBANEK D. 1978. Metody statystyczne. ss. 416. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

KUIJT J. 1964. Critical observations on the parasitism of New World mistletoes. – Can. J. Bot. **42:** 1243–1278.

KUIJT J. 1969. The biology of parasitic flowering plants. ss. 246. University of California Dress, Berkeley & Los Angeles.

KUIJT J. 1986. Observations on establishment and early shoot emergence of *Viscum minimum* (*Viscaceae*). – Acta Bot. Neerl. **35**(4): 449–456.

KUIJT J. 1989. A note on the germination and establishment of *Phoradendron californicum* (*Viscaceae*). – Madroño **36**(3): 175–179.

KUIJT J. 1990. Correlations in the germination patterns of Santalacean other mistletoes. – The Plant Diversity of Malesia **7:** 63–72.

KULKARNI H. D. & SRIMATHI R. A. 1987. Plant pests of sandal (*Santalum album* L.). – Myforest **24**(1): 29–38.

KWAŚNIEWSKA J. 1958. Surowce aktualne do zbioru zimą. – Wiad. Ziel. **1:** 12.

LAIYUN X. & ZHENGHE P. 1989. The propagation of *Loranthaceae* from Xishuangbanna. – Acta Bot. Junnan. **11**(2): 175–180.

LATAŁOWA M. 1989a. Type Region P-h: The Silesia-Cracow Upland. – Acta Palaeob. **29**(2): 45–49.

LATAŁOWA M. 1989b. Type Region P-t: Baltic Coastal Zone. – Acta Palaeob. **29**(2): 103–108.

LATAŁOWA M. 1989c. Type Region P-u: Baltic shore, W part Wolin Island. – Acta Palaeob. **29**(2): 115–120.

LATAŁOWA M. & TOBOLSKI K. 1989. Type Region P-u: Baltic shore. – Acta Palaeob. **29**(2): 109–114.

ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. 1980. Macroscopic remains of dwarf mistletoe *Arceuthobium* Bieb. (*Loranthaceae*) in the neogene of Poland. Preliminary report. – Acta Palaeob. **21**(1): 61–64.

LEMCKE A. 1884. Bericht des Herrn Stud. ver. nat. Alfred Lemcke über die Untersuchung des Kreises Osterode. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **25:** 85–106.

MAHESHWARI P., JOHRI B. M. & DIXIT S. N. 1957. The floral morphology and embryology of the *Loranthoideae* (*Loranthaceae*). – Jour. Madras Univ. **B 27**: 121–136.

MAIN A. 1947. Artificial propagation of *Nuytsia floribunda*. – W. Austr. Natural. **1:** 25–31.

MARCINIAK M. 1988. Struktura populacji *Viscum album* L. subsp. *album* z terenu Iławy na Jeziorem Jeziorak. ss. 39, tab. 16, ryc. 13. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn

MARKOWSKI R. & SZMAJDA P. 1971. Materiały do występowania jemioły pospolitej (*Viscum album* L.) na terenie Poznania. – Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Seria B – Biologia **24:** 267–272.

MĄDALSKI J. 1938. Materiały do występowania rodzaju *Viscum* L. w Polsce. – Rocz. Pol. Tow. Dendr. **7:** 1–6.

MC CARTNEY W. O., SCHARPF R. F. & HAWKSWORTH F. G. 1973. Additional hosts of *Viscum album* European mistletoe, in California. – Plant Dis. Rep. **57**(10): 904.

MECHELKE F. 1976. Sex-correlated complex heterozygosity in *Viscum album* L. – Naturwissenschaften **63**(8): 389–391.

MEUSEL H., JÄGER E. & WEINERT E. 1965. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. ss. 583 (Text) + ss. 258 (Karten). Gustav Fischer, Jena.

MENZIES B. P. & MC KEE H. S. 1959. Root parasitism in *Atkinsonia ligustrina* (A. Cunn. *ex* F. Muell) F. Muell. – Proc. Lin. Soc. (Australia – NSW) **84:** 118–127.

MICHALCZYK J. & STYPIŃSKI P. 1981. Wpływ zanieczyszczeń atmosfery i zasolenia gleby na wytwarzanie podstawowych związków organicznych u *Viscum album* L. subsp. *album* Ball. – Herba Polonica **27**(3): 241–247.

MICHELIS I. 1866. Bericht Versammulung des Preussischen Botanischen Vereins zur Marienwerder am 23 Mai 1866. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **7:** 193.

MIOTK-SZPIGANOWICZ G. 1989. Type Region P-s: Bory Tucholski. – Acta Palaeob. **29**(2): 81–84.

MIREK Z., PIĘKOŚ-MIREK H., ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 1995. Vascular plants of Poland – a checklist. – Polish Bot. Stud. Guideb. Ser. **15:** 1–303.

MOEVES F. 1918. Die Mistel. – Naturdenkmäler Vortr. und Aufsätze, herausgeg. v. d. Staatl. Stelle f. Naturdenkmalpflege. [**2**,(6/7, 16/17)]: 1–96. Berlin.

MORRISON D. F. 1990. Wielowymiarowa analiza statystyczna. ss. 589. Państwowe Wydawnictwa Naukowe. Warszawa.

MOWSZOWICZ J. 1960. Conspectus florae Lodziensis. Część I. Rośliny naczyniowe. ss. 375. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.

MOWSZOWICZ J. 1978. Conspectus florae Poloniae Medianae (plantae vasculares). ss. 395. Uniwersytet Łódzki, Łódź.

MOWSZOWICZ J. 1983. Pospolite rośliny naczyniowe Polski. ss. 680. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

MÜLLER E. & LOEFFLER W. 1972. Zarys mikologii dla przyrodników i lekarzy. ss. 298. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

NIEDWOROK J. 1994. Jemioła pospolita – roślina nie do końca poznana. – Wiad. Ziel. **36**(2): 22–23.

NORYŚKIEWICZ B. & RALSKA-JASIEWICZOWA M. 1989. Type Region P-w: Dobrzyń – Olsztyn Lake Districts. – Acta Palaeob. **29**(2): 85–93.

NOVÁČEK F. & TETEROVÁ I. 1987. Mineralni interakce biostruktur jemeli listnáčvého (*Viscum album* L.) a deuteroxylému rúzných hostitelu. – Les. Roč. **33**(60): 811–826.

NOWOSIELSKI O. 1968. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. ss. 668. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

OBMIŃSKI Z. 1953. Botanika leśna. ss. 863. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

OKTABA W. 1980. Metody statystyki matematycznej w doświadczalnictwie. ss. 488. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

OLACZEK R. 1960. Występowanie jemioły pospolitej (*Viscum album* L.) w okolicach Łodzi. – Rocz. Sek. Dendrol. **14:** 145–150.

OLACZEK R. 1968. Notatki dendrologiczne z okolic Łodzi. – Rocz. Sek. Dendrol. **22:** 189–197.

PETERMANN J. & TSCHIRNER W. 1987. Interesująca botanika. ss. 229. Wiedza Powszechna, Warszawa.

PIETKIEWICZ S. & ŻMUDA S. 1973. Słownik pojęć geograficznych. ss. 611. Wiedza Powszechna, Warszawa.

PLATT C. 1977. Problemy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. ss. 377. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

PODBIELKOWSKI Z., REJMENT-GROCHOWSKA I. & SKIRGIEŁŁO A. 1982. Rośliny zarodnikowe. ss. 346. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

POMARNICKI L. 1965. Trochę o jemiole. – Przyr. Polska **9**(2): 9.

PREUSS P. 1883. Bericht über die Botanische Untersuchtung des Kreises Osterode. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **24:** 58–80.

RABOTNOV T. A. 1969. On coenopopulations of perennial herbaceous plant in natural coenoses. – Vegetatio **19:** 87–95.

RACIBORSKI M. 1893. List do Redakcji Wszechświata z powodu jemioły. – Wszechświat **7**(9): 140.

RALSKA-JASIEWICZOWA M. 1989a. Type Region P-e: The Bieszczady Mts. – Acta Palaeob. **29**(2): 31–35.

RALSKA-JASIEWICZOWA M. 1989b. Type Region P-x: Masurian Great Lakes District. – Acta Palaeob. **29**(2): 95–100.

RALSKA-JASIEWICZOWA M. & LATAŁOWA M. 1996. Poland. – W: B. E. BERGLUND, H. J. B. BIRKS, M. RALSKA-JASIEWICZOWA & H. WRIGHT (red.), Palaeoecological events during the last 15000 years. Regional syntheses of palaeoecological studies in lakes and mires in Europe, ss. 403–472. J. Wiley & Sons Ltd, Chichester.

RICHARDSON I. B. K. 1978. *Loranthaceae* Mistletoes. – W: V. H. HEYWOOD (red.), Flowering plants of the world, ss. 174–175. Oxford University Press, Oxford, London, Melbourne.

RICHTER A. & POPP M. 1992. The physiological importance of accumulation of cyclitols in *Viscum album* L. – New Phytol. **121:** 431–438.

RICHTER A., THONKE B. & POPP M. 1990. 1D-1–0-methyl-muco-inositol in *Viscum album* and members of the *Rhizophoraceae*. – Phytochemistry **29**(6): 1785–1786.

RIEKSTINŠ I. 1980. Vlijanie rastenija hozjaina na prirost i dolgovečnost omely beloj (*Viscum album* L.)

w Latvijskoj SSR. – W: J. L. MARTIN (red.), Botaničeskije Sady Pribaltiki. Ekologičeskije issledovania. ss. 18–22. „Zinatne", Riga.

RODKIEWICZ B. 1973. Embriologia roślin kwiatowych. ss. 285. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

ROSENBOHM A. 1877. Bericht des Herrn Rosenbohm über die 1876 von ihm im Kreise Heilsberg angestellten Exkursionen. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **18:** 76.

ROSTAFIŃSKI J. 1888. Jemioła. – Wisła **2**(1): 85–95.

RUTKOWSKI L. 1988. Nowe stanowiska rzadszych roślin w okolicach Szczecinka. – Acta Univ. Nicol. Copernici Biologia **24:** 107–116.

SALLÉ G. 1976. Étude cytologique et cytochimique de l'extrémité des cordons corticaux du *Viscum album*. Mise en évidence d'une sécrétion mucilagineuse. – Protoplasma **90:** 283–295.

SALLÉ G. 1978a. Origin and early growth of the sinkers of *Viscum album* L. – Protoplasma. **96:** 267–273.

SALLÉ G. 1978b. Nuclear DNA metabolism in the tip of the cortical strands of *Viscum album* L. – Ann. Bot. **42:** 1171–1176.

SALLÉ G. 1979a. The endophytic system of *Viscum album* L.: its anatomy, ultrastructure and relations with host tissues. – Second Symp. Parasitic Weeds. ss. 115–127. Laboratoire de Cytologie et Morphogenés végétales Univ. Pierre et Marie Curie, Paris. France.

SALLÉ G. 1979b. Le systéme endophytique du *Viscum album*: anatomie et fonctionnement du sucoirs secondaires. – Can. J. Bot. **57**(4): 435–449.

SALLÉ G. 1983. Germination and establishment of *Viscum album* L. The biology of mistletoes. ss. 145–159. Academic Press, Australia.

SALLÉ G., FROCHOT H. & ANDARY C. 1993. LE gui. – La Recherche. **24**(260): 1334–1342.

SCHAEPPI H. & STEINDL F. 1945. Blütenmorphologische und embryologische Untersuchungen an einigen Viscoideen. Beih. – Viert. Schr. Naturf. Ges. Zürich **90:** 1–46.

SCHARPF R. F. & MC CARTNEY W. 1975. *Viscum album* in California – its introduction, establishment and spread. – Plant Disease Reporter **59**(3): 257–262.

SCHARPF R. F. & HAWKSWORTH F. G. 1976. Luther Burbank introducent european mistletoe into California. – Plant Disease Reporter **60**(9): 740–742.

SCHULZE E. D., TURNER N. C. & GLATZEL G. 1984. Carbon, water and nutrient relations of two mistletoes and their host: a hypothesis. – Plant, Cell and Environment **7:** 293–299.

SEYDLER F. 1866a. Bericht über die Versammlung Bot. Vereins. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **7:** 42.

SEYDLER F. 1866b. Beiträge zur Flora Preussens. – Schrift. Phys. Ökon. Ges. **7:** 202.

SIEWNIAK M. & KUSCHE D. 1984. Baumpflege heute. ss. 304. Patzer Verlag, Berlin – Hanower.

SKOROWIDZ MIEJSCOWOŚCI do mapy administracyjnej Rzeczypospolitej Polskiej 1:500000. 1993 r. ss. 215. Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. S. Romera S. A., Warszawa – Wrocław.

SMITH D. 1989. Iscador: Promising experience to date. – AIDS Treatment News On-line. Immunet Public database, 12/01/89, Issue Number: 092.

SOKOŁOWSKI A. W. 1963. Kilka spostrzeżeń na temat występowania jemioły rozpierzchłej (*Viscum laxum* Boiss.) w południowo-wschodniej części Niziny Mazowiecko-Podlaskiej. – Rocz. Dendrol. **17:** 163.

SOKOŁOWSKI A. W. & FALIŃSKI J. B. 1961. Materiały do występowania i ekologii jemioły (*Viscum album* L. s. l.) w Puszczy Białowieskiej. – Rocz. Sek. Dendrol. **15:** 187–209.

SOKOŁOWSKI J. 1972. Ptaki ziem polskich. **1.** ss. 339; **2.** ss. 457. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

SOKOŁOWSKI J. & KUPRYSZEWSKI G. 1972. Teoretyczne podstawy chemii organicznej. ss. 447. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

STEFFEN H. 1940. Flora von Ostpreussen. ss. iii + 319. Grafe u. Unzer Verl., Königsberg.

SPAUSTA W. 1895. Jemioła. – Sylwan **13:** 268–283.

STOJANOVIĆ S. 1989. Proučavanje *Sphaeropsis visci* (Sallm) Sacc. i *Colletotrichum gloeosporioides* (Sacc.) Penz. parazita bele imele. – Zástita bilja. **40**(4) br. 190: 493–503, Beograd.

STOPP P. 1961. Unsere Misteln. ss. 76. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

STRASBURGER E., NOLL F., SCHENK H. & SCHIMPER A. F. W. 1960. Botanika. Podręcznik dla szkół wyższych. Wyd. 26, poprawione i uzupełnione przygotowali Fitting H. i in. ss. 940. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

STUCHLIK L., SZYNKIEWICZ A., ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. & ZASTAWNIAK E. 1990. Wyniki dotychczasowych badań paleobotanicznych trzeciorzędowych węgli brunatnych złoża „Bełchatów" – Acta Palaeob. **30**(1,2): 259–305.

STUCHLIKOWA B. & STUCHLIK L. 1962. Geobotaniczna charakterystyka pasma Policy w Karpatach Zachodnich. – Fragm. Flor. Geobot. **8**(3): 229–396.

STYPIŃSKI P. 1978a. Występowanie jemioły pospolitej (*Viscum album* L. subsp. *album* P. W. Ball 1964) na Pojezierzu Mazurskim. ss. 91. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Olsztyn.

STYPIŃSKI P. 1978b. Zagrożenie zieleni wysokiej miasta Olsztyna. – Zesz. Nauk. Akad. Roln.-Tech. Olsztyn **24:** 115–122.

STYPIŃSKI P. 1980. Występowanie jemioły pospolitej (*Viscum album* L. subsp. *album*) na terenie miasta Olsztyna. – Rocz. Dendrol. **33:** 113–118.

STYPIŃSKI P. 1981. Zależność składu chemicznego *Viscum album* L. subsp. *album* od właściwości gleby i natężenia ruchu pojazdów samochodowych na Pojezierzu Mazurskim. ss. 77. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Olsztyn.

STYPIŃSKI P., SMOŁUCHA J., GIEŁWANOWSKA I. & DMITRYJUK W. 1990. Struktura populacji *Viscum album* L. subsp. *album* ze środowisk o różnym stopniu skażenia metalami ciężkimi (cynk, kadm, ołów, miedź). – W: R. ANDRZEJEWSKI (red.), Taktyka adaptacyjna populacji i biocenoz poddanych antropopresji. Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego-Akademia Rolnicza, Centralny Program Badań Podstawowych 04.10, **42:** 61–77. Warszawa.

SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B. 1987. Flora miasta Warszawy i jej przemiany w ciągu XIX i XX wieku. Cz. II. Dokumentacja. ss. 435. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

SZAFER W. (red.) 1921. Flora polska, rośliny naczyniowe Polski i ziem ościennych. **2.** ss. 253. Akademia Umiejętności, Warszawa – Kraków – Lublin – Łódź – Poznań.

SZAFER W., KULCZYŃSKI S. & PAWŁOWSKI B. 1924. Rośliny polskie. Opisy i klucze do oznaczania wszystkich gatunków roślin naczyniowych rosnących w Polsce bądź dziko, bądź też zdziczałych lub częściej hodowanych. Wyd. 1. ss. 736. Książnica – Atlas, Lwów – Warszawa.

SZAFER W., KULCZYŃSKI S. & PAWŁOWSKI B. 1976. Rośliny polskie. Opisy i klucze do oznaczania wszystkich gatunków roślin naczyniowych rosnących w Polsce bądź dziko, bądź też zdziczałych lub częściej hodowanych. ss. xxxi + 464. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

SZAŁKOWSKA B. 1991. Przyrosty roczne i biomasa u osobników jemioły pospolitej (*Viscum album* L. subsp. *album*) z terenu województwa katowickiego. ss. 87, tab. 30, ryc. 11. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

SZCZERBIŃSKI W. 1926. Jemioła (*Viscum album* L.). – Przegląd Leśniczy **7:** 365–371.

SZULCZEWSKI J. W. 1951. Wykaz roślin naczyniowych w Wielkopolsce dotąd stwierdzonych. – Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Pr. Komis. Biol. **7**(6): 1–128.

SZWEYKOWSKA A. & SZWEYKOWSKI J. 1993. Botanika 2. ss. 637. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

SZYMANOWSKI T. 1964. O nowych żywicielach jemioły (*Viscum album* L.) w rejonie Łodzi, Warszawy, Pomorza Zachodniego i Śląska. – Rocz. Sek. Dendrol. **18:** 167–173.

SZYMANOWSKI T. 1968. Rzadko spotykani żywiciele jemioły (*Viscum album* L.). – Rocz. Sek. Dendrol. **22:** 199–202.

SZYMANOWSKI T. 1973. Niektóre stanowiska jemioły (*Viscum album* L.) w Polsce. – Rocz. Sek. Dendrol. **27:** 160–174.

TACHTADŽJAN A. 1981. Cvetkovye rastenja. **5** (2). ss. 550. „Prosveščenie", Moskva.

TACHTADŽJAN A. 1987. Systema Magnoliophytorum. ss. 438. „Nauka", Sectio Leninopolitana, Leninopoli.

TOPOLEWSKI M. 1992. Porównanie przyrostów rocznych pędów jemioły rozpierzchłej (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* Wiesb.) i jemioły jodłowej (*Viscum album* L. subsp. *abietis* Wiesb.) na wybranych stanowiskach w Polsce. ss. 56, tab. 41, ryc. 13. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

TRZEBIŃSKI J. 1902. Jemioła (*Viscum album*). – W: Wielka encyklopedia powszechna ilustrowana. 31–32, ss. 851–853. Druk. Aleksandra Tadeusza Jezierskiego, Warszawa.

TUBEUF K. 1923. Monographie der Mistel. ss. xii + 832. R. Oldenburg, München – Berlin.

TUBEUF K. 1926. Tropfenausscheidung und Duft der Mistel. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **44:** 94–97.

TYLKOWSKI T. 1982. Nowi żywiciele jemioły pospolitej (*V. album* L.) w Arboretum Kórnickim. – Arb. Kórn. **26:** 31–34.

URBAŃSKA A. 1988. Struktura populacji *Viscum album* L. subsp. *album* na terenie miasta Kwidzynia. ss. 30, tab. 13, ryc. 10. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

URECH K. 1987. Accumulation of arginine in *Viscum album* L. – W: H. CHR. WEBER & W. FORTREUTER (red.), Parasitic flowering plants, ss. 781–788. Proceedings of the 4th ISPFP, Marburg.

VENKATA RAO C. 1964. On the morphology of the calyculus. – J. Ind. Bot. Soc. **42:** 618–628.

VERTER F. & NIENHAUS J. 1965. Cancerostatische Proteinkomponente aus *Viscum album* L. – Experientia **27:** 197–199.

VISSER J. 1981. South African parasitic flowering plants. ss. 177. Juta, Cape Town, Johannesburg.

WAGNER H. & JORDAN E. 1988. An immunologically active arabinogalactan from *Viscum album „Berries"*. – Phytochemistry **27**(8): 2511–2517.

WALLDEN B. 1961. Misteln vid Nordgräns. – Sv. Bot. Tidskr. **55:** 427–549.

WASILEWSKI A. & ZARZYCKI K. 1986. – W: K. FALIŃSKA & R. ANDRZEJEWSKI (red.), Populacje roślin i zwierząt, ekologiczne studium porównawcze, ss. 50–77. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

WEHMER C. 1929. Die Pflanzenstoffe. Phanerogamen. **1.** ss. 640. Verl. Fischer, Jena.

WILLIS J. C. 1985. A dictionary of the flowering plants and ferns. Wyd. 8. ss. 1245. Cambridge University Press, Cambridge.

WITOSŁAWSKI P. 1995. Wpływ urbanizacji na zróżnicowanie ekologiczne flory roślin naczyniowych Łodzi. **1.** ss. 437, ryc. 170. **2,** ss. 461, ryc. 1120. Mskr. pracy doktorskiej. Katedra Botaniki Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

WOLFF O. 1975. Die Mistel in der Krebsbenhandlung. ss. 119. Vittorio Klosterman, Frankfurt am Main.

WOŁEK J. 1992. Vademecum statystyki dla biologów. – Polish Bot. Stud. Guideb. Ser. **6:** 1–137.

WOYCICKI Z. 1907. Jemioła na leszczynie. – Wszechświat **4:** 58.

WUDARCZYK M. 1992. Struktura populacji i przyrost biomasy jemioły rozpierzchłej (*Viscum album* L. subsp. *austriacum*) na wybranych stanowiskach w Polsce. ss. 58, tab. 15, ryc. 13. Mskr. pracy magisterskiej, Zakład Botaniki Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Olsztyn.

ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 1992. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce (ATPOL). ss. 32. Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.

ZALEWSKI A. 1893. O jemiole. – Wszechświat **5:** 65–68, **6:** 85–90.

ZARZYCKI K. 1979. Zarys ekologii. – W: S. BIAŁOBOK (red.), Nasze drzewa leśne. Monografie popularnonaukowe. 7. Brzozy, *Betula* L., ss. 265–291. Państwowe Wydawnictwo Naukowe Instytut Dendrologii, Warszawa – Poznań.

ZASTAWNIAK E. 1992. The younger tertiary deposits in the Gozdnica region (SW Poland) in the light of recent palaeobotanical research. – Polish Bot. Stud. **3:** 1–105.

ZEMANEK B. 1981. Rośliny naczyniowe Gór Słonnych (polskie Karpaty Wschodnie). – Zesz. Nauk. Uniw. Jagiell. **566** Pr. Bot. **8:** 35–124.

ZEMANEK B. 1989. Rośliny naczyniowe Bieszczadów Niskich i Otrytu (polskie Karpaty Wschodnie). – Zesz. Nauk. Uniw. Jagiell. **965** Pr. Bot. **20:** 1–185.

ZENKTELER E. 1996. Jemioła – wybrane aspekty szkodliwości. – Hodowla Roślin i Nasiennictwo. Biuletyn Branżowy, Kwartalnik **1:** 36–43.

ZURZYCKI J. & MICHNIEWICZ M. 1985. Fizjologia roślin. ss. 727. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

ŻUK B. 1989. Biometria stosowana. ss. 425. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.

ŻUKOWSKI P. 1951. Botanika. ss. 736. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

Biology and ecology of the European mistletoe (*Viscum album,* Viscaceae) in Poland

SUMMARY

The European mistletoe (*Viscum album*) may be regarded as a well-studied species. Studies completed so far have permitted its morphology and anatomy as well as its ecological requirements to be accurately established.

The present level of knowledge regarding its taxonomic position, phylogenesis and origin in the European continent (Wallden 1961; Ball 1964; Kuijt 1969; Richardson 1978; Grazi & Urech 1981; Takhtadzhan 1981, 1987; Barlow 1987) were reviewed. Also reviewed were studies on its endophytic system, an organ which is extremely important for its life cycle, particularly in its contact with the host (Sallé 1978a, b, 1979, 1983).

On the basis of data from the literature and the author's research, the climatic requirements of mistletoe, particularly temperature, insolation and precipitation were determined. These requirements are reflected in annual growth increments (Tables 7–8; Figs. 27–28).

The physiology of the species was studied, with particular attention to mechanisms for uptake and accumulation of essential as well as toxic elements (Table 2; Figs. 21–22). Besides, more than a hundred organic compounds produced by this plant were studied (Tables 3–6).

More than twenty years of research on the distribution of *Viscum album* in Poland produced information on the whole spectrum of its hosts, amounting to 194 taxa (Table 1; Figs. 7–8). Recently available data on the distribution of stations within Poland are presented (Figs. 2, 5–6). The dominance of anthro-

pogenic stations (Fig. 3) at which *Viscum album* occurs allows them to be grouped with the synanthropic plants.

On the basis of the author's research in 1989 on a subpopulation from the Masurian Lakeland, individual and population features were analyzed in *Viscum album* subsp. *album.* Attention was focused on variability in six features of female plants and two features of male plants and two features of undetermined sex plants versus the age of the host (Tables 29–30), and the distribution of *Viscum* plants in the host's crown versus the exposure and level of its location in the crown (Figs. 29–32). The variability of these features was compared by multivariate analysis of variance and other methods (Table 10–18). It was found that the variability of individual features in mistletoe is more affected by the species of the host than by the exposure or location at various levels of the host's crown (Tables 17–18; 20–21).

The age and sex structures were analyzed (Tables 24–26; 29–34). Analysis of the sex structure revealed the dominance of female plants over male plants. In the age structure study, six age classes were distinguished (Tables 32–33). Individuals of age classes II (10–14 years) and III (15–19 years) clearly dominated. These constituted 87% of the whole population (Table 32).

In *Viscum album* subsp. *album* plants, age clearly affected the variability of features in the studied subpopulations (Table 33–34). The highest activity in reproduction was shown by individuals of age classes II and III. In older age classes the numbers of female flower-bearing shoots – *Stipites Visci* (Table 27 A) dropped significantly. In the oldest plants in the local subpopulation on *Tilia cordata* there were significant numbers of female flower-bearing shoots (Table 27 A), while the numbers of fruit-bearing shoots and fruits were extremely low. This can be explained either by alternation of fruit production or by ageing phenomena in plants not capable of complete reproduction.

The European mistletoe is widely utilized by man. The major limitation on the occurrence of mistletoe is an excessive and unchecked harvesting for herbal preparations (*Herba Visci*) and controlling of the species by means of chemical agents (Alam 1984; Greenham & Brown 1984). The records of only one branch of the "Herbapol" enterprise indicate that in 1976–1994 it acquired 329,1 tonnes of mistletoe for production. Among the biotic factors, parasitic fungi and insects harm mistletoe populations (Stojanović 1989).

The European mistletoe is protected by law in the northernmost stations of its range, i.e. in Northern Europe (Sweden, Norway, Latvia), Wallden (1961). In Poland, however, its stations are safe only within areas under legal protection (national parks, reserves).

INDEKS ŁACIŃSKICH NAZW ROŚLIN

Nazwy taksonów powtarzające się wielokrotnie oznaczone są plusem (+) po numerze strony. Gwiazdka (*) po numerze strony oznacza ilustrację lub mapę. Numer strony pisany kursywą oznacza, że dana nazwa traktowana jest tu jako synonim.

Abies alba, 17, 97
Acer, 8, 9*, 18, 25, 39, 72; *campestre*, 18; *ginnala*, 18; *negundo*, 18; *platanoides*, 17–18, 24*, 39–40, 41*, 46, 49, 54, 57, 57*, 59, 64, 68–71, 73–76, 74*, 77*, 78*, 79–80, 81*, 82*, 83*, 84–88, 91*, 90–95, 97–100; *pseudoplatanus*, 18; *rubrum*, 18; *saccharinum*, 17–18, 24*, 49, 97; *tataricum*, 18
Aesculus, 18; × *carnea*, 18; *flava* × *pavia*, 18; *hippocastanum*, 18; *hippocastanum* × *pavia*, *18*; × *hybrida*, 18; *octandra*, 18; *pavia*, 18; *silvatica* var. *lanceolata*, 18
Ailanthus, 18; *altissima*, 18
Allium, 28
Alnus, 9*, 18; *glutinosa*, 18; *incana*, 18
Amelanchier, 18; *canadensis*, 18
Anthidaphne, 7, 53
Arceuthobium, 7–8, 33, 100; *minutissimum*, 49; *oxycedri*, 8, 50; *oxycedroides*, 8; *tertiaerum*, 8
Atkinsonia ligustriana, 53

Bakerella grisea, 53
Balanophoraceae, 52
Betula, 8; 9*, 18–19, 39, 72; *albo-sinensis* var.

septentrionalis, 18; *alleghaniensis*, 18; *ermanii*, 18; *maximowicziana*, 18; *nana*, 9*; *nigra*, 18; *obscura*, 18; *papyrifera*, 18; *pendula*, 17–18, 24*, 39–40, 41*, 46, 54, 57, 57*, 59–60, 61*, 63, 68–75, 74*, 76, 77*, 78*, 79–80, 81*, 82, 83*, 84, 86–96, 91*, 98–100; *platyphylla* var. *japonica*, 19; *pubescens*, 19

Caragana, 19; *arborescens*, 19
Carpinus, 9*, 19; *betulus*, 9*, 19; *carolinianum*, 19
Carya, 19; *cordiformis*, 19; *laciniosa*, 19; *ovata*, 19
Cassytha, 52
Celtis, 19; *grandidentata*, 19; *occidentalis*, 19; *tournefortii*, 19
Colleotrichum gloesporioides, 49
Corylus, 9*, 19; *avellana*, 9*, 19
Crataegus, 19; *crus-galli*, 19; *laevigata*, 19; *mollis*, 19; *monogyna*, 19, 43, 46, 59–60, 61*, 63, 96–97; × *prunifolia*, 19; *sanguinea*, 19
Crataemespilus, 19
Cuscuta, 52

Dendrophthora, 7
Depazea loculata, 49

Eremolepis, 7, 53
Erianthemum ngamicum, 29
Eubrachion, 7
Fagus sylvatica, 9*
Fraxinus, 19; *americana*, 19; *excelsior*, 9*, 19; var. *lutea*, 19; *pensylvanica*, 19; *rhynchophylla*, 19

Gaiadendron, 53; *punctatum*, 6, 53
Genista cinerea, 17, 24*
Ginalloa, 7

Hedera, 8, 9*; *helix*, 9*
Hippophaë, 19; *rhamnoides*, 19
Hydnoraceae, 52

Ileostylus micranthus, 52

Juglans, 19; *ailantifolia*, 19; *cinerea*, 19; *nigra*, 19; *Pittuersii*, 19; *regia*, 19; *rupestris*, 19
Juniperus, 9*, 99; *communis*, 9*; *oxycedrus*, 8

Korthalsella, 7
Krameria, 52

Larix leptolepis, 17, 24*
Lennoaceae, 52
Lepidoceras, 7
Loranthaceae, 6–7, 28, 30, 33–34
Loranthoideae, 6
Loranthus, 32, 34; *europaeus*, 42

Malus, 11, 20, 25, 36, 97–98; *angustifolia*, 20; *baccata*, 20; var. *jackii*, 20; *baccata* × *haliana*, *20*; *coronaria*, 20; *domestica*, 20, 59–60, 61*, 63, 98; *fusca*, 20; × *hartwigii*, 20; *hupehensis*, 20; *prunifolia*, 20; *pumila*, 20, 97; *prunifolia* × *sieboldii*, *20*; × *purpurea*, 20; *sylvestris*, 20; *spectabilis*, 20; × *sublobata*, 20; *toringoides*, 20; × *zumi* var. *calocarpa*, 20

Notothixos, 7
Nuytsia, 53; *floribunda*, 32, 53

Orobanchaceae, 52

Parasitaxus ustus, *51*
Phoma visci, 49
Phoradendron, 6–7, 32, 49; *californicum*, 33
Picea abies, 9*, 17
Pinus, 9*; *sylvestris*, 9*, 17, 42, 97
Podocarpus ustus, 51
Populus, 9*, 20–21, 25, 99; *alba*, 20, 97; var. *angustifolia*, 20; *alba* × *tremula 21*; *angulata*, 20; *balsamifera*, 20; var. *subcordata*, 20; × *berolinensis*, 20; × *canadensis*, 17, 20, 24*; × *canescens* 21; *cathayana* 21; *deltoides* 21; *deltoides* × *nigra*, *20*; × *hybrida 275*, 21; *koreana*, 21; *lasiocarpa*, 21; *laurifolia*, 21; *laurifolia* × *tristis*, 21; *maximowiczii*, 21; *maximowiczii* × *trichocarpa*, *21*; *nigra*, 17, 21, 24*, 39–40, 49, 97; × *rogalinensis*, 21; × *serotina*, 17, 21, 24*; *simonii*, 21; *tremula*, 21, 97; *tremuloides*, 21; *tremula* × *alba*, *21*; *trichocarpa*, 21; *wilsonii*, 21; × *woobstii*, 21
Prunus, 21–22; *avium*, 21; *cerasifera*, 21; *cerasus*, 21; *domestica*, 21; *maackii*, 21; *mahaleb*, 21; *padus*, 21; *serotina*, 22; *spinosa*, 22
Psittacanthus, 53
Pyrus, 22; *calleryana*, 22; *communis*, 22; *pyrifolia*, 22

Quercus, 9*, 22; *coccinea*, 22; *palustris*, 22; *robur*, 42; *rubra*, 22; *velutina*, 22

Rafflesiaceae, 52
Rhamnus, 22; *catharticus*, 22

Robinia, 22; *pseudoacacia*, 22; var. *pentaphylla*, 22
Rosa, 22; *canina*, 22

Salix, 9*, 22, 25, 99; *alba*, 17, 22, 24*, 39–40, 42, 97; *alba* × *fragilis*, *22*; *aurita*, 22; *caprea*, 11, 17, 22, 24*, 97; *cinerea*, 22; *cinerea* × *purpurea*, *22*; *daphnoides*, 22; *fragilis*, 11, 22, 97–98; var. *serotina*, 22; *fragilis* × *purpurea*, 22; *lucida*, 22; *pentandra*, 22; *pentandra* × *cinerea*, 22; × *pontederana*, 22; × *rubens*, 22; *viminalis*, 22
Santalaceae, 6
Santalales, 6–7, 52–53
Scrophulariaceae, 52
Sorbus, 23; *americana*, 23; *aria*, 23; *aucuparia*, 17, 23, 24*, 39–40, 97–98; *intermedia*, 23; *sambucifolia*, 23
Sphaeropsis visci, 49
Spiraea, 23; *cantoniensis* × *trilobata*, *23*; × *vanhouttei*, 23
Syringa, 23; *reticulata* var. *mandschurica*, 23

Tapinanthus natalitius, 28
Taxus, 99; *baccata*, 99
Tilia, 8, 9*, 23, 39, 72; *cordata*, 10, 17, 23, 24*, 39–40, 41*, 54, 57, 57*, 59–60, 61*, 63–64, 68–75, 74*, 76, 77*, 78*, 79–80, 81*, 83*, 82–84, 91*, 86–100, 115; × *euchlora*, 23; *heterophylla*, 23; *mandschurica*, 23; *platyphylla*, 23; *tomentosa*, 23

Ulmus, 8, 9*, 23; *americana*, 23; *carpinifolia*, 23, 97; *laevis*, 23

Verticillium roseum, 49
Viscaceae, 3+
Visceae, 7, 53
Viscoideae; 6
Viscum, 3+; *abietis*, 7; *album*, 3+, 9*, 24*, 26*, 28*, 29*, 30*, 34*, 35*, 37*, 38*, 43*, 57*; subsp. *abietis*, 3+, 15*, 24*, 31*; subsp. *album*, 3+, 13*, 14*, 24*, 26*, 31*, 41*, 57*, 60*, 74*, 77*, 78*, 81*, 83*, 91*; subsp. *austriacum*, 3+, 16*, 24*, 26*, 31*; fo. *latifolium*, 25; fo. *angustifolium*, 25; subsp. *coloratum*, 31, 31*; *austriacum*, 7; var. *abietis*, *7*; var. *angustifolium*, 7; var. *latifolium*, 7; var. *laxum*, *7*; *capitelatum*, 29; *heyneanum*, 29; *laxum*, 7; *minimum*, 33; *miquellii*, 8; *monoicum*, 29; *orientale*, 29; *pauciflorum*, 53; *trilobatum*, 29

Zea mays, 48

ISSN: 1233-0132

ISBN: 83-85444-50-5

Errata

str.	wiersz	jest	powinno być
7	2 od dołu	Kuijtem (1964, 1969) Visserem	Kuijtem (1964, 1969), Visserem
29	3 od góry (w tekście)	*V. capitelatum*	*V. capitellatum*
47	1 od góry	wydzielonychz	wydzielonych z
59	17 od góry	jednowynikowej	jednoczynnikowej
60	18 od góry	$\overline{x}$ = 7,12	$\overline{x}$ = 7,13
68	14 od dołu	jest nie skorelowana	jest nieskorelowana
70	2 i 3 od góry	jest nie skorelowana	jest nieskorelowana
90	3 od dołu	F:M	M:F
96	8 od dołu	Piskiej	Pilickiej
98	6 od dołu	zgodny formułą	zgodny z formułą
101	11 od góry	rosnące w II klasie	w II klasie
101	16 od góry	wiekiem owoców	wiekiem okazów
101	17 od góry	masą okazów	masą owoców
101	2 od dołu	(Ryc. 2–4)	(Ryc. 2, 5, 6)
113	12 od dołu	WASILEWSKI A. & ZARZYCKI K. 1986. – W: K. FALIŃSKA & R. ANDRZEJEWSKI (red.)	WASILEWSKI A. & ZARZYCKI K. 1986. Struktura populacji. – W: R. ANDRZEJEWSKI & K. FALIŃSKA (red.)
117	6 od dołu (prawa kolumna)	(*Viscum*) *capitelatum*	(*Viscum*) *capitellatum*

PIOTR T. STYPIŃSKI 1997. Biologia i ekologia jemioły pospolitej (*Viscum album, Viscaceae*) w Polsce. Fragm. Flor. Geobot. Ser. Polonica, Suppl. 1.