

# Udział i rola owadów kambio- i ksylofagicznych w zamieraniu drzewostanów dębowych

Participation and role  
of cambio- and xylophagous insects  
in decline of oak stands



Redakcja naukowa

Jacek Hilszczański, Andrzej Kolk, Jerzy R. Starzyk



**Udział i rola owadów kambio-  
i ksylofagicznych w zamieraniu  
drzewostanów dębowych**

**Participation and role of cambio-  
and xylophagous insects in decline of oak stands**

**Redakcja Naukowa  
Jacek Hilszczański, Andrzej Kolk, Jerzy R. Starzyk**

**Sękocin Stary, 2019**

Instytut Badawczy Leśnictwa  
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn

Recenzenci:

Prof. dr hab. Jerzy Borowski  
Prof. dr hab. Wojciech Grodzki

Praca wpłynęła 18 kwietnia 2018 r.  
i została przyjęta przez Wydawcę 25 lipca 2018 r.

Copyright by Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary 2019  
ISBN 978-83-62830-71-8

W monografii wykorzystano wyniki projektów badawczych realizowanych dla Ministerstwa Środowiska i finansowanych przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz realizowanych i finansowanych przez Komitet Badań Naukowych oraz Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

Ilustracje w pracy:  
Elżbieta Dmyterko  
Jacek Hilszczański  
Radosław Plewa

Redaktorzy: Joanna Szewczykiewicz, Magda Stasiak  
Redaktor techniczny: Przemysław Szmit

WYDAWCA:

Instytut Badawczy Leśnictwa  
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn  
www.ibles.pl  
Wydawnictwa\_IBL@ibles.waw.pl

Skład i łamanie:  
Studio Grafpa

e-mail: studio@grafpa.pl; tel. +48 (12) 31 44 998

# Wprowadzenie

Wśród czynników szkodotwórczych powodujących osłabienie, a w dalszej konsekwencji zamieranie zarówno pojedynczych drzew, jak i całych drzewostanów dębowych, istotną rolę odgrywają owady foliofagiczne oraz kambio- i ksylofagiczne. Entomofauna fitofagów rozwijających się na dębach szypułkowym i bezszypułkowym jest bardzo bogata i obejmuje ponad 800 gatunków. Wśród foliofagów dębu, które w znacznym stopniu mogą redukować aparat asymilacyjny drzew, a niekiedy doprowadzają do gołożerów, największe znaczenie w naszych lasach mają: zwójka zieloneczka *Tortrix viridana* L., piędzik przedzimek *Operophtera brumata* (L.), piędzik siewierak *Operophtera fagata* (Scharf.), zimówek ogołotniak *Erannis defoliaria* (Clerck), zwójka dębówka *Archips xylosteana* (L.), chrabąszcz majowy *Melolontha melolontha* (L.), chrabąszcz kasztanowiec *Melolontha hippocastani* Fabr., susówka dębówka *Altica quercetorum* Foudr. oraz gatunki z rodzaju naliściak *Phyllobius* spp.

Oslabione dęby, m.in. wskutek żerowania wyżej wymienionych foliofagów, są z kolei atakowane i dobijane przez owady kambio- i ksylofagiczne z grupy szkodników wtórnych i uszkadzających drewno. Jednak dotychczas niewiele wiemy o roli większości tych szkodników w procesie obumierania drzewostanów dębowych. Wykaz owadów kambio- i ksylofagicznych rozwijających się na dębach – szypułkowym i bezszypułkowym jest bardzo obszerny i obejmuje ogółem ponad 190 gatunków, wśród których wyraźnie dominują chrząszcze (95,6%), przy niewielkim udziale błonkówek i motyli (po 2,2%). Jednak stosunkowo niewiele jest prac oryginalnych, szczególnie omawiających biologię, ekologię i znaczenie w gospodarce leśnej poszczególnych gatunków owadów. Większość z nich ma charakter przyczynkowy. Jak wynika z dotychczasowych badań przeprowadzonych w Polsce, najgroźniejszymi szkodnikami wtórnymi dębów, które mają często decydujący wpływ na tempo wydzielania się posuszu w osłabionych drzewostanach młodszych klas wieku (II/III klasa) są: ogłodek dębowiec *Scolytus intricatus* (Ratz.), opiętek zwężony *Agrilus angustulus* (Ill.), opiętek dwuplamkowy *Agrilus biguttatus* (Fabr.), płaskowiak mały *Phymatodes alni* (L.), bucz dębowiec *Xiphydria longicollis* (Geoffr.), capoń *Leiopus* spp. i rzemlik plamisty *Saperda scalaris* (L.). Natomiast w drzewostanach starszych (IV – VII klasy wieku) wiodącą rolę odgrywają: opiętek dwuplamkowy, ogłodek dębowiec, płaskowiak zmiennik *Phymatodes testaceus* (L.), paśnik pałęczasty *Plagionotus arcuatus* (L.), paśnik niszczytel *Plagionotus detritus* (L.), rzemlik plamisty, rębacz szary *Rhagium mordax* (Deg.) i bucz dębowiec. Chodniki larwalne kambio- i ksylofagów, a w przypadku ogłodka dębowca również i macierzyste, przebiegające w wewnętrznych warstwach

kory, w łyku, miazdze i powierzchniowych warstwach drewna bielastego powodują przerwanie transportu asymilatów, co w krótkim czasie doprowadza do śmierci zaatakowane dęby. Ponadto część szkodników kambio- i ksylofagicznych powoduje głębokie uszkodzenia drewna, nieraz znacznie obniżając jego wartość użytkową. Wśród owadów uszkadzających drewno dębów największe znaczenie w naszych warunkach mają: drwalnik bukowiec *Trypodendron domesticum* (L.), drwalnik znaczony *Trypodendron signatum* (Fabr.), rozwiertek nieparek *Anisandrus dispar* (Fabr.), rozwiertek większy *Xyleborus monographus* (Fabr.), drwalniczek Saksesena *Xyleborinus saxesenii* (Ratz.), rytel pospolity *Elateroides dermestoides* (L.) i drwionek okrętowiec *Lymexylon navale* (L.).

Negatywny wpływ szkodników wtórnych na drzewostany dębowe nie ogranicza się tylko do szkód bezpośrednich. Według badań amerykańskich każdy gatunek zaliczany do grupy kambio- i ksylofagów może być potencjalnym wektorem zarodników lub strzępek grzybów z rodzaju *Ceratocystis*, powodujących niedrożność naczyń, a w dalszej konsekwencji chorobę i śmierć dębów. W Polsce za główne wektory choroby naczyniowej dębów uważane są: ogłodek dębowiec, wszystkie gatunki opiętków i zrąbień dębowiec *Chrysobothris affinis* (Fabr.).

Zarówno w piśmiennictwie krajowym, jak i zagranicznym, niewiele jest publikacji dotyczących roli większości owadów kambio- i ksylofagicznych w procesie zamierania drzewostanów dębowych. Z tego też względu celowe wydawało się opublikowanie dalszych opracowań dotyczących tych zagadnień.

*Prof. dr hab. Jacek Hilszczański,  
Prof. dr hab. Andrzej Kolk,  
Prof. dr hab. Jerzy R. Starzyk*

# Spis treści

Wprowadzenie .....	5
--------------------	---

## Część I

Jerzy R. Starzyk, Daniel Kubisz, Przemysław Szwałko

Charakterystyka wymagań ekologicznych owadów kambio- i ksylofagicznych w wybranych drzewostanach dębowych w południowej Polsce .....	11
Part I. Characteristics of ecological requirements of cambio- and xylophagous insects in chosen oak stands in southern Poland	

1. Wstęp .....	13
2. Charakterystyka terenu badań .....	15
2.1. Nadleśnictwo Niepołomice .....	18
2.2. Nadleśnictwo Dębica .....	18
2.3. Uroczysko „Las Wolski” w Krakowie .....	19
3. Cel i metodyka badań .....	19
3.1. Badania terenowe .....	20
3.2. Hodowle laboratoryjne i opracowania kameralne .....	21
4. Wyniki badań .....	23
4.1. Charakterystyka ekologiczna owadów kambio- i ksylofagicznych z grupy szkodników wtórnych i/lub uszkadzających drewno dębów .....	23
4.2. Zgrupowania ekologiczne oraz zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych w drzewostanach dębowych różnych klas wieku .....	27
4.3. Występowanie owadów w zależności od warstwy wysokościowej drzewostanu .....	38
4.4. Zależność występowania kambio- i ksylofagów na badanych dębach od warunków ich osłony .....	40
4.5. Zależność występowania kambio- i ksylofagów od stanu oraz długości i szerokości korony zasiedlonych dębów .....	45
4.6. Występowanie owadów na różnych rodzajach materiału lęgowego .....	46
4.7. Zależność występowania kambio- i ksylofagów od stopnia osłabienia drzew przez czynniki abiotyczne i biotyczne .....	48
4.8. Zależność występowania kambio- i ksylofagów od wieku zasiedlanych dębów .....	51
4.9. Częstość występowania kambio- i ksylofagów na dębach o różnej wysokości .....	55
4.10. Zależność występowania owadów kambio- i ksylofagicznych od pierśnicy badanych dębów .....	56
4.11. Zależność występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od średnicy zasiedlonej części pnia badanych dębów .....	58
4.12. Strefy występowania żerowisk kambio- i ksylofagów na pniach badanych dębów .....	62
4.13. Zależność występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od grubości korowiny zasiedlonej części badanych dębów .....	63
4.14. Zależność występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od stopnia rozkładu miazgi i łyka .....	67
4.15. Współwystępowanie stwierdzonych gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych na badanych dębach .....	68
4.16. Czynniki ograniczające liczebność populacji wybranych gatunków kambio- i ksylofagów .....	70

5. Podsumowanie wyników badań .....	72
6. Wskazania dla gospodarki leśnej .....	78
Podziękowania i źródła finansowania .....	81
Literatura .....	81

## Część II

Jacek Hilszczański, Tomasz Jaworski, Radosław Plewa,  
Andrzej Kolk, Andrzej Sierpiński, Wojciech Janiszewski

Biologia, prognozowanie pojawu i ograniczanie nadmiernej liczebności opiótków  
w drzewostanach dębowych .....

Part II. Biology, forecasting and limiting the excessive occurrence of jewel beetles in oak stands

1. Wstęp .....	89
2. Cel badań .....	90
3. Stan wiedzy dotyczącej opiótka dwuplankowego .....	91
3.1. Rozmieszczenie geograficzne i rośliny żywicielskie .....	91
3.2. Biologia .....	91
3.3. Wrogowie naturalni .....	95
3.4. Uszkodzenia powodowane przez larwy .....	95
3.5. Uszkodzenia powodowane przez postacie doskonałe .....	98
3.6. <i>Agrilus biguttatus</i> jako szkodnik drzewostanów dębowych w Europie .....	98
4. Metodyka badań .....	100
4.1. Badania nad biologią opiótków .....	100
4.1.1. Preferencje ekologiczne opiótków .....	100
4.1.2. Określenie liczby stadiów larwalnych opiótka dwuplankowego na podstawie pomiaru szerokości puszek głowowych .....	103
4.1.3. Analiza intensywności żeru uzupełniającego imagines opiótka dwuplankowego w warunkach laboratoryjnych .....	104
4.2. Rola opiótków w procesie zamierania drzewostanów dębowych .....	104
4.2.1. Obserwacje na powierzchniach kontrolnych .....	104
4.2.2. Ocena stanu populacji opiótka dwuplankowego oraz gatunków towarzyszących .....	105
4.3. Naturalne czynniki ograniczające .....	105
4.3.1. Znaczenie dzięciołów w ograniczaniu liczebności opiótka dwuplankowego .....	105
4.3.2. Parazytoidy .....	105
4.4. Metody prognozowania .....	107
4.4.1. Odłow opiótka dwuplankowego do pułapek feromonowych i na tablice lepowe .....	107
4.5. Profilaktyka i zwalczanie .....	109
4.5.1. Zastosowanie grzyba <i>Beauveria bassiana</i> do ograniczania liczebności opiótka dwuplankowego .....	109
5. Wyniki badań i ich omówienie .....	111
5.1. Badania nad biologią opiótków .....	111
5.1.1. Preferencje ekologiczne opiótków .....	111
5.1.2. Określenie liczby stadiów larwalnych opiótka dwuplankowego na podstawie pomiaru szerokości puszek głowowych .....	112
5.1.3. Analiza intensywności żeru uzupełniającego imagines opiótka dwuplankowego w warunkach laboratoryjnych .....	113
5.2. Rola opiótków w procesie zamierania drzewostanów dębowych .....	117
5.2.1. Obserwacje na powierzchniach doświadczalnych .....	117
5.2.2. Ocena stanu populacji opiótka dwuplankowego oraz gatunków towarzyszących .....	118



5.3. Naturalne czynniki ograniczające .....	123
5.3.1. Znaczenie dzięciołów w ograniczaniu liczebności opiótka dwuplamkowego .....	123
5.3.2. Parazytoidy .....	124
5.4. Metody prognozowania .....	125
5.4.1. Odłow opiótka dwuplamkowego do pułapek feromonowych i na tablice lepowe .....	125
5.5. Ograniczanie liczebności opiótka dwuplamkowego .....	128
5.5.1. Profilaktyka i zwalczanie .....	128
5.5.2. Wykorzystaniem grzyba <i>Beauveria bassiana</i> .....	130
6. Wnioski .....	130
Literatura .....	132

### Część III

Radosław Plewa, Tomasz Jaworski, Tomasz Jabłoński, Jacek Hilszczański, Jakub Horák

Wymagania środowiskowe gatunków z rodzaju <i>Agrilus</i> Curtis (Coleoptera, Buprestidae) w drzewostanach dębowych na przykładzie Nadleśnictwa Krotoszyn .....	135
Part III. Habitat preferences of jewel beetles from the genus <i>Agrilus</i> Curtis (Coleoptera, Buprestidae) in oak stands of the Krotoszyn Forest District	

1. Wstęp .....	137
2. Teren badań .....	138
3. Metodyka .....	138
4. Wyniki .....	140
5. Dyskusja .....	143
5.1. Preferencje środowiskowe opiótków .....	143
5.2. Żer uzupełniający opiótków związanych z drzewostanami dębowymi .....	145
5.3. Fenologia opiótków w koronach drzewostanów dębowych .....	146
6. Wnioski .....	148
Podziękowania .....	149
Literatura .....	149



## CZEŚĆ I

# Charakterystyka wymagań ekologicznych owadów kambio- i ksylofagicznych w wybranych drzewostanach dębowych w południowej Polsce

Part I. Characteristics of ecological requirements of cambio- and xylophagous insects in chosen oak stands in southern Poland

Jerzy R. Starzyk<sup>1</sup>, Daniel Kubisz<sup>2</sup>, Przemysław Szwałko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Instytut Ochrony Ekosystemów Leśnych, Zakład Ochrony Lasu, Entomologii i Klimatologii Leśnej, al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; Tel. +48 12 662 51 40, e-mail: rljstarz@cyf-kr.edu.pl

<sup>2</sup> Muzeum Przyrodnicze Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, ul. Św. Sebastiana 9; 31-049 Kraków; Tel. +48 12 422 89 37, e-mail: Kubisz@muzeum.pan.krakow.pl

<sup>3</sup> Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie, ul. Reymonta 20; 30-059 Kraków; Tel. +48 12 201 28 88, e-mail: pszwalko@zsm.krakow.pl

**Abstrakt.** Badania przeprowadzono w latach 1991–1993 oraz uzupełniające w latach 2006–2008 w wybranych drzewostanach dębowych lub z przewagą dębu na terenie południowej Polski (Nadleśnictwo Niepołomice, Nadl. Dębica, Uroczysko „Las Wolski” w Krakowie), gdzie zaobserwowano wzmożone wydzielanie się posuszu dębowego. Głównym celem pracy było przeprowadzenie szeroko ujętych badań ekologicznych nad kambio- i ksylofagami dębu, które pozwoliłyby na określenie ich udziału i roli w procesie zamierania drzewostanów dębowych oraz opracowanie bardziej skutecznych metod prognozowania występowania i ograniczania nadmiernej liczebności. Badania terenowe prowadzono na 26 stałych i okresowych powierzchniach obserwacyjnych. Do szczegółowych, jakościowo-ilościowych analiz entomologicznych dębów zasiedlonych przez owady kambio- i ksylofagiczne oraz ich entomofagów wybrano drzewa osłabione, zamierające i obumarłe. Analizy entomologiczne prowadzono na całej długości drzew w sekcjach 1-metrowych. Uzupełnieniem badań terenowych były hodowle laboratoryjne wycinków drzew z żerującymi larwami kambio- i ksylofagów. Na podstawie szczegółowych analiz entomologicznych 220 osłabionych, zamierających i martwych dębów stwierdzono występowanie 40 gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych, w tym 19 gat. szkodników wtórnych, które odgrywały istotną rolę w procesie dobijania osłabionych drzew, a także zamierania fragmentów drzewostanów dębowych różnych klas wieku. Charakteryzowały się one

wysokimi wartościami wskaźników ekologicznych (stałości, dominacji i gęstości występowania, wskaźnika syntetycznego Q, wskaźnika Agrella, wskaźnika zasiedlenia długości pnia i zagęszczenia żerowisk) oraz znacznym rozmiarem powodowanych uszkodzeń i wiodącą pozycją zajmowaną w łańcuchach mikrosukcesyjnych na osłabionych drzewach. Stwierdzono, że w miarę wzrostu wieku drzewostanów dębowych zmieniał się również skład gatunkowy oraz struktura ilościowa zgrupowań ekologicznych i zespołów mikrośrodowiskowo-troficznych kambio- i ksylofagów. Wykazano zależność występowania niektórych gatunków kambio- i ksylofagów od rodzaju i stanu materiału lęgowego, wieku, wysokości i pierśnicy drzew, średnicy pnia oraz grubości korowiny. Wśród czynników ograniczających liczebność populacji najczęściej i najliczniej występujących szkodników wtórnych, największe znaczenie miały parazytoidy z rodziny gąsienicznikowatych (Hymenoptera, Ichneumonidae) oraz dzięcioły. Podano gatunki kambio- i ksylofagów, które miały największe znaczenie w procesie dobijania osłabionych dębów i/lub w deprecjacji surowca drzewnego (*Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Agriulus biguttatus*, *A. angustulus*, *A. sulcicollis*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Phymatodes testaceus*, *Rhagium mordax*, *Pogonocherus hispidulus*, *Elateroides dermestoides*, *Xyleborus monographus*, *Anisandrus dispar*, *Xyleborinus saxesenii*, *Trypodendron domesticum*). W celu ograniczenia rozmiaru szkód powodowanych przez szkodniki wtórne, a tym samym intensywności zamierania badanych drzewostanów dębowych oraz mieszanych z przewagą dębu, zaproponowano odpowiednie zabiegi profilaktyczne i ochronne.

**Słowa kluczowe:** szkodniki wtórne, szkodniki uszkadzające drewno, entomofagi, parazytoidy, zwalczanie szkodników, ekologia owadów

**Abstract.** The study was carried out in the years 1991–1993 and 2006–2008 (complementary observations) within selected oak stands or those with oak dominance – located in southern Poland, where increased oak decline has been observed (Forest Districts Niepołomice and Dębica, as well as the urban forest situated in Kraków – Uroczysko „Las Wolski”). The main objective of the study was to perform comprehensive ecological research on oak cambio- and xylophagous insects, with the aim to determine their participation and role in the decline of oak stands and to develop more effective methods of forecasting the occurrence and limiting excessive abundance of oak cambio- and xylophagous insects. Field studies were conducted on 26 permanent and temperature observation plots. For detailed qualitative and quantitative entomological analyzes, there were selected weakened, dying and dead oak trees colonized by cambio- and xylophagous insects and their entomophages. Entomological analyzes were carried out over the entire length of trees – within 1-meter sections. The field experiments were supplemented by laboratory cultures of tree sections with feeding cambio- and xylophagous larvae. On the basis of detailed entomological analyzes of 220 weakened, dying and dead oaks, 40 cambio- and xylophagous insect species were found, including 19 secondary pest insect species, that played an important role in the process of breaking weakened oak trees, as well as fragments of oak stands of various age classes. They were characterized by high

values of ecological indices (stability, domination and density of occurrence, the synthetic index Q, Agrell's index, indicator of trunk length colonization and density of feeding sites) and significant size of damage caused as well as leading position in micro-succession chains on weakened trees. It was found that as the age of oak stands increased, there changed the species composition and quantitative structure of communities and micro-environmental-trophic associations of cambio- and xylophagous insects. There was demonstrated the dependence of some cambio- and xylophagous species on the type and condition of breeding material, tree age, height and DBH, as well as tree trunk diameter and thickness of the bark. Among the factors limiting the population size of the most frequently and numerously occurring secondary pest insects, parasitoids from the Ichneumonidae family (Hymenoptera, Ichneumonidae) and woodpeckers were the most important. There were listed the species that played a critical role in the process of breaking weakened oaks and/or in the depreciation of wood (*Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Agrilus biguttatus*, *A. angustulus*, *A. sulcicollis*, *Plaginotus arcuatus*, *P. detritus*, *Phymatodes testaceus*, *Rhagium mordax*, *Pogonocherus hispidulus*, *Elateroides dermestoides*, *Xyleborus monographus*, *Xyleborus dispar*, *Xyleborinus saxesenii*, *Trypodendron domesticum*). In order to limit the size of damage caused by secondary pest insects, and thus, the intensity of dieback of the studied oak stands and mixed stands with oak predominance, prophylactic and protective measures were proposed.

**Key words:** secondary pests, wood damaging insects, entomophagous, parasitoids, pest control, ecology of insects

## 1. Wstęp

Zjawisko zamierania dębów stanowiło i nadal stanowi jeden z ważniejszych problemów ochrony lasu w wielu krajach środkowoeuropejskich (Patočka i in. 1999; Oszako 2000), w tym również w Polsce. Dotyczy ono zasadniczo dwóch gatunków dębów oraz ich mieszańców, a mianowicie dębu szypułkowego *Quercus robur* L. i bezszypułkowego *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Pierwsze informacje na ten temat pochodzą z lat 1927–1933 i dotyczą masowego wydzielenia się dębów na terenie Ukrainy (Rudnev 1935, 1957). W środkowej Europie po raz pierwszy zjawisko to zaobserwowano w Rumunii w 1949 roku. Później proces zamierania dębów obserwowano prawie w całej Europie, począwszy od Holandii, poprzez Francję, Niemcy, Austrię, kraje byłej Jugosławii, Rumunię, Węgry, Słowację, Polskę, a skończywszy na Białorusi i Ukrainie (Lobanov 1975; Padij 1976; Starzyk, Starzyk 1981; Aniščenko i in. 1982; Avramenko 1982; Król 1982; Heško 1985; Kolk 1985; Kozłowska 1985; Materna, Jančařík 1985; Čech, Tomiczek 1986; Čapek i in. 1987; Oszako 1987, 2000; Anonym 1988; Brodzikowski 1988) i inni. W Polsce pierwsze informacje na ten temat pojawiły się w 1955 roku (Kościelny 1955), ale w krótkim czasie z terenu całego kraju zaczęły napływać

liczne doniesienia o zamieraniu dębów w wieku od 20 do 100 lat, zarówno w drzewostanach litych, jak i mieszanych (Kozłowska 1985).

Dotychczasowe badania wykazały, że zamieranie dębów jest wynikiem synergistycznego działania różnych czynników natury abiotycznej, biotycznej i antropogenicznej, przy czym często niektóre z nich mogą odgrywać decydującą rolę w tym procesie (Wargo 1996; Thomas i in. 2002). Wśród czynników abiotycznych największe znaczenie mają gwałtowne i długotrwałe zachwiania stosunków wodnych oraz silne i nagłe spadki temperatury w okresie zimowym (zwłaszcza przy niewielkich opadach śniegu), a także zbyt późne wiosenne i zbyt wczesne jesienne przymrozki, co jest związane ze stosunkowo wysokimi wymaganiami siedliskowymi dębów oraz ich znaczną wrażliwością na skrajne wartości czynników meteorologicznych.

Na stan zdrowotny drzewostanów dębowych istotny negatywny wpływ wywierają również różnorodne czynniki biotyczne, wśród których za najważniejsze uważa się patogeniczne grzyby powodujące chorobę naczyniową drzew (*Ceratocystis* spp., *Cerastomella* spp., *Verticillium* spp.) i choroby systemu korzeniowego (*Armillaria* spp.), fytoftorazy, a także owady foliofagiczne oraz kambio- i ksylofagiczne. Osłabione dęby są ponadto atakowane przez inne grzyby patogeniczne, m.in. przez *Erysiphe alphitoides* (Griff. et Maubl.) U. Braun et Takam, *Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourd. et Galz oraz chorobotwórcze wirusy (Bart, Griswold 1953; Buchanan 1956, 1957, 1958; Curl 1956; Witkowski, Langer 1978; Kolk 1985; Kozłowska 1985; Smykała 1985; Gogoła, Chovanec 1987; Oszako 1987; Patočka i in. 1999; Kuźmiński i in. 2006).

Obydwa rodzime gatunki dębów mają bardzo bogatą entomofaunę fitofagiczną obejmującą ponad 800 gatunków owadów (Escherich 1916; Schimitschek 1955; Nunberg 1964; Schwerdtfeger 1970; Schnaider 1974, 1976; Schwenke 1974, 1978, 1982; Vasilev 1974; Brauns 1975; Gusev 1984; Kolk 1985; Kolk, Starzyk 1996; Gogoła, Brutovský 1999; Dominik, Starzyk 2010) i inni. Do najliczniej występujących foliofagów dębu, które w znacznym stopniu redukują aparat asymilacyjny drzew, a niekiedy doprowadzają do gołozerów należą: *Tortrix viridana* L., *Operophtera brumata* (L.), *O. fagata* (Scharf.), *Erannis defoliaria* (Clerck), *Lymantria dispar* (L.), *L. monacha* (L.), *Malacosoma neustria* (L.), *Lycia hirtaria* (Clerck), *Tischeria dodenea* Staintn., *Phalera bucephala* (L.), *Euproctis chrysorrhoea* (L.), *Melolontha melolontha* (L.), *M. hippocastani* Fabr., *Altica quercetorum* Foudr., *Caliroa annulipes* (Klug) oraz gatunki z rodzaju *Phyllobius*.

Osłabione, czasem tylko nieznacznie dęby, są z kolei atakowane i dobijane przez owady kambio- i ksylofagiczne z grupy szkodników wtórnych. Wprawdzie wykaz kambio- i ksylofagów żerujących na dębach jest bardzo obszerny i obejmuje ogółem ponad 190 gatunków (Nunberg 1964; Dominik 1971; Schnaider 1971, 1976; Schwenke 1974, 1978; Vasilev 1974; Brauns 1975; Demelt 1966; Klausnitzer, Sander 1981; Gusev 1984; Szujecki 1995; Kolk, Starzyk 1996; Dominik, Starzyk 2004; Starzyk i in. 2007; Dominik, Starzyk 2010), jednak niewiele jest prac oryginalnych omawiających ich biologię, ekologię i znaczenie gospodarcze (Rudnev 1935, 1957; Ene, Tudor 1957;

Edelman, Malyševa 1959; Lindeman 1966; Strojny 1967, 1974, 1985; Starzyk 1973, 1974, 1976, 1979, 1980, 1987b, 1988, 1999; Vasilev 1974; Padij 1976; Starzyk, Starzyk 1981; Burakowski i in. 1990; Starzyk, Kuśka-Ciba 1996; Starzyk i in. 1992, 1998; Król 1982; Doganlar, Schopf 1984; Yaes 1984; Gogola 1987; Patočka 1985; Zach 1999; Morrall, Hilszczański 2000). Z tego też względu niewiele wiadomo jest o roli i udziale większości tych szkodników w procesie obumierania dębów.

Owady kambio- i ksylofagiczne opanowują osłabione dęby w określonej kolejności czasowej i zróżnicowaniu przestrzennym, co związane jest z okresami ich rójek oraz wymaganiami odnośnie do grubości kory, a także warunków wilgotnościowo-troficznych panujących w dolnej i górnej części pnia. W związku z tym wyróżnia się dwa ekologiczne zespoły szkodników wtórnych dębu: wiosenny oraz letni, każdy z dwoma podgrupami: rozwijającymi się pod grubą i cieńszą korą (ryc. 1, 2) (Starzyk i in. 2007).

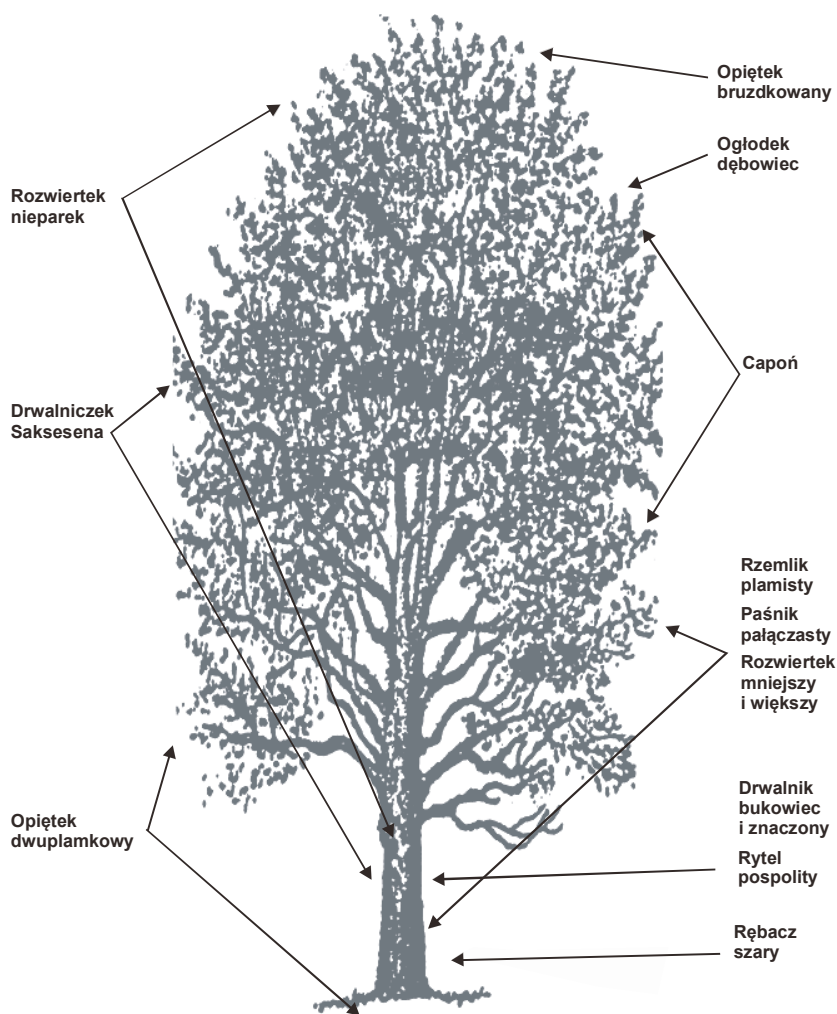
Negatywny wpływ szkodników wtórnych na drzewostany dębowe nie ogranicza się tylko do szkód bezpośrednich. Według badań naukowców amerykańskich każdy gatunek zaliczany do grupy kambio- i ksylofagów może być potencjalnym wektorem zarodników lub strzępek grzybów z rodzaju *Ceratocystis*, powodujących niedrożność naczyń, a w dalszej konsekwencji chorobę i śmierć drzewa (Yaes 1984).

Do najważniejszych czynników antropogenicznych osłabiających drzewostany dębowe i powodujących w dalszej konsekwencji ich zamieranie zaliczane są: nieprawidłowe zabiegi hodowlane, niewłaściwe rębnie i metody odnowienia, zanieczyszczenia powietrza przez polutanty przemysłowe (głównie przez  $SO_x$ ,  $NO_x$ , CO,  $CO_2$ ), chemiczne skażenia gleby i zmiany pH środowiska glebowego, a także lokalnie mechaniczne uszkodzenia drzew podczas pozyskiwania i transportu surowca drzewnego w lesie.

Należy jednak podkreślić, że wyżej wymienione czynniki szkodotwórcze najczęściej działają kompleksowo, w różnych kombinacjach, zależnie od warunków lokalnych. Z tego też względu proces zamierania drzewostanów dębowych może mieć różny przebieg i tempo zmian, przy czym można wyróżnić w nim trzy etapy: stan osłabienia drzew, atak patogenicznych grzybów i fitofagicznych owadów, właściwe zamieranie kończące się śmiercią drzewa i często deprecjacją drewna.

## 2. Charakterystyka terenu badań

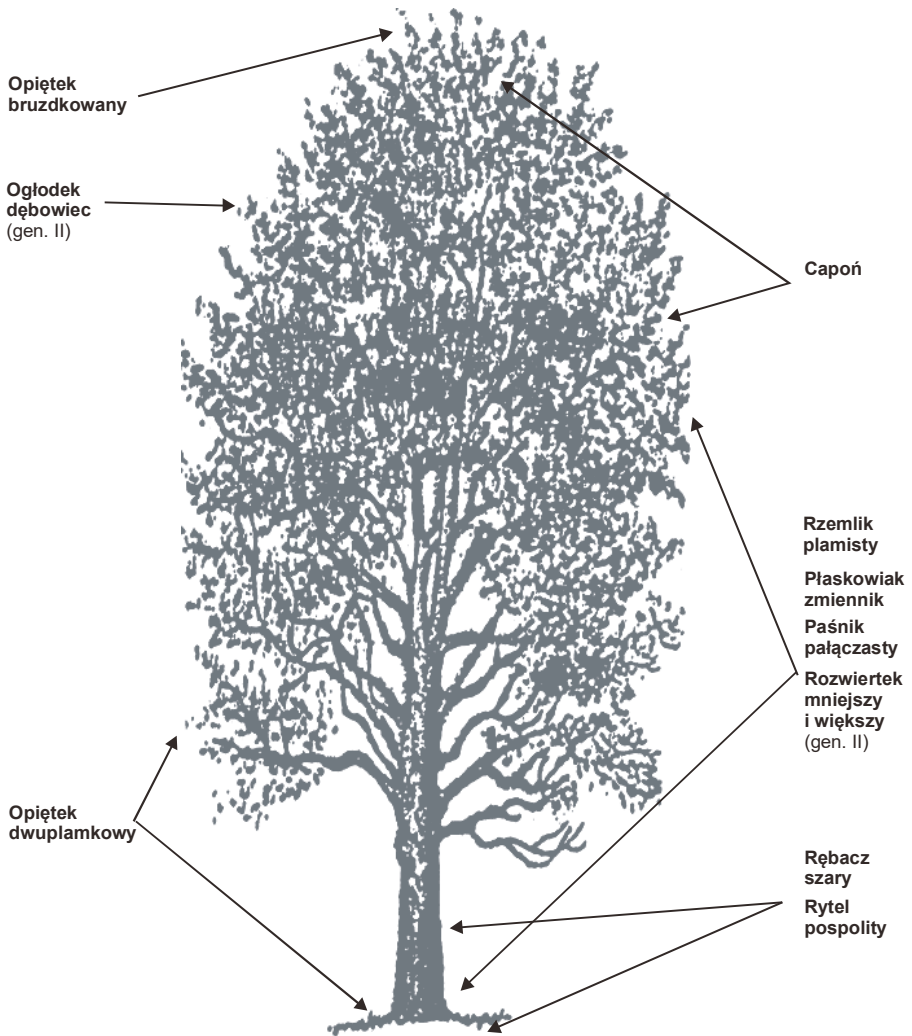
Badania przeprowadzono w latach 1991–1993 w trzech kompleksach leśnych (Nadleśnictwo Niepołomice, Nadleśnictwo Dębica, Uroczysko „Las Wolski” w Krakowie), w wybranych drzewostanach dębowych lub mieszanych z przewagą dębów, obejmujących wszystkie klasy wieku (I–VIII), gdzie zaobserwowano wzmożone wydzielanie się posuszu dębowego. Badania uzupełniające przeprowadzono na tych samych obszarach leśnych w latach 2006–2008.



Ryc. 1. Wiosenny zespół producentów posuzu dębowego (wg Starzyka i in. 2007): capoń – *Leiopus* spp., drwalniczek Saksesena – *Xyleborinus saxesenii*, drwalnik bukowiec – *Trypodendron domesticum*, drwalnik znaczony – *Trypodendron signatum*, nieparek pospolity – *Anisandrus dispar*, ogłodek dębowiec – *Scolytus intricatus*, opiętek bruzdkowany – *Agrilus sulcicollis*, opiętek zwężony – *Agrilus angustulus*, paśnik pałczasty – *Plagionotus arcuatus*, rozwiertek mniejszy – *Xyleborus dryographus*, rozwiertek większy – *Xyleborus monographus*, rytel pospolity – *Elateroides dermestoides*, rzemlik plamisty – *Saperda scalaris*

Fig. 1. Spring community of oak deadwood producers (Starzyk et al. 2007): *Leiopus* spp., fruit-tree pinhole borer *Xyleborinus saxesenii*, European hardwood ambrosia beetle *Trypodendron domesticum*, ambrosia beetle *Trypodendron signatum*, European shot-hole borer *Anisandrus dispar*, European oak bark beetle – *Scolytus intricatus*, rose stem girdler – *Agrilus sulcicollis*, oak borer – *Agrilus angustulus*, longhorned beetle – *Plagionotus arcuatus*, ambrosia beetles: *Xyleborus dryographus* and *Xyleborus monographus*, large timberworm – *Elateroides dermestoides*, *Saperda scalaris*





Ryc. 2. Letni zespół producentów posuszu dębowego (wg Starzyka i in. 2007):  
gen. II – generacja II, płaskowiak zmiennik – *Phymatodes testaceus*; pozostałe objaśnienia  
jak na ryc. 1

Fig. 2. Summer community of oak deadwood producers (Starzyk et al. 2007):  
gen. II – generation II, tankbar borer – *Phymatodes testaceus*; further description as in Fig. 1

## 2.1. Nadleśnictwo Niepołomice

Nadleśnictwo Niepołomice obejmujące Puszcę Niepołomiczką o łącznej powierzchni około 11 tys. ha położone jest w zachodniej części Kotliny Sandomierskiej, na międzyrzeczu Wisły, Raby i Drwinki, 20 km na wschód od Krakowa. Według rejonizacji przyrodniczo-leśnej jest ono położone w VI Krainie Małopolskiej, w 10 Dzielnicy Niziny Sandomierskiej i w Mezonegionie Niziny Nadwiślańskiej (Trampler i in. 1990). Teren Puszczy jest na ogół równinny, lekko nachylony w kierunku Wisły i Raby, o wysokości bezwzględnej 185–230 m n.p.m. Jest on rozdzielony pasem szerokich łąk na dwa główne kompleksy leśne: część północno-wschodnią położoną w zachodniej części 10 Dzielnicy Niziny Sandomierskiej (2018 ha) oraz część południową położoną w 11 Dzielnicy Wysoczyzn Sandomierskich (8906 ha). W okresie wegetacji często zdarza się tutaj duży niedobór wilgotności, przy czym w następnym roku zazwyczaj występuje jej nadmiar. Średnia temperatura roczna jest zbliżona do najwyższej krajowej (8,2°C), a okres wegetacyjny trwa najdłużej w Polsce (220 dni). Często na tym obszarze występują późne wiosenne i wczesne jesienne przymrozki (Smólski 1965). Wyodrębniono tutaj 6 typów gleb, przy czym największą powierzchnię zajmują gleby gruntowo-glejowe (35,1%), a wśród nich gleba murszowo-glejowa (27%), oraz gleby bielcowe (28,4%) z dominującą glebą bielcowo-murszastą (17,8%) (Gruszczyk 1981). Głównymi gatunkami lasotwórczymi są: sosna zwyczajna (51%), dąb szypułkowy i bezszypułkowy (19,1%) oraz olcha czarna (11%). Wyróżniono tutaj 8 siedliskowych typów lasu, spośród których największą powierzchnię zajmuje bór mieszany wilgotny (45,7%), las wilgotny (21,4%) i las mieszany wilgotny (11,8%) (Wimmer i in. 2006). Obszar ten pozostaje od dłuższego czasu w zasięgu szkodliwego oddziaływania przemysłowych zanieczyszczeń powietrza pochodzących głównie z Huty Arcelor Mittal Poland S.A. Oddział w Krakowie (dawna Huta im. T. Sendzimira) oraz aglomeracji miejskiej Krakowa. Na terenie Nadleśnictwa Niepołomice w drzewostanach dębowych oraz mieszanych z przewagą dębów założono 16 stałych i okresowych powierzchni obserwacyjnych (oddz. 30, 33, 44, 48, 49, 154, 159, 160, 161, 186, 423, 426, 431, 433, 461) do prowadzenia szczegółowych badań nad składem gatunkowym oraz strukturą ilościową zgrupowań i zespołów szkodników wtórnych dębów.

## 2.2. Nadleśnictwo Dębica

Nadleśnictwo Dębica według rejonizacji przyrodniczo-leśnej położone jest w VI Krainie Małopolskiej, w 11 Dzielnicy Wysoczyzn Sandomierskich i w Mezonegionie Podgórze Rzeszowskiego (Trampler i in. 1990), w odległości 10 km na wschód od Tarnowa. Teren nadleśnictwa o powierzchni 11,1 tys. ha jest równinny, nieznacznie nachylony w kierunku południowym. Przeważają tutaj gleby darniowo-bielcowe właściwe z moderem butwinowym. Dominującym siedliskiem jest

bór mieszany świeży (90% powierzchni), przy niewielkim udziale lasu mieszanego świeżego, boru świeżego i boru wilgotnego. Głównymi gatunkami lasotwórczymi są sosna zwyczajna, buk zwyczajny, jodła pospolita i dąb szypułkowy, które wspólnie zajmują obecnie 92% powierzchni. Obszar ten od dłuższego czasu znajduje się w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń powietrza z zakładów przemysłowych i aglomeracji miejskiej Tarnowa. Badania nad szkodnikami wtórnymi dębu przeprowadzono w Leśnictwie Wałki, na 3 stałych i 2 okresowych powierzchniach obserwacyjnych założonych w oddz. 124 i 129.

### 2.3. Uroczysko „Las Wolski” w Krakowie

Kompleks leśny „Las Wolski” o powierzchni 437,95 ha wchodzi administracyjnie w skład Miejskiego Parku i Ogrodu Zoologicznego w Krakowie. Obszar ten jest położony 10 km od centrum miasta, na wzgórzach stanowiących południowo-zachodnie wybiegi pasm wzniesień Jury Krakowsko-Wieluńskiej. Według rejonizacji przyrodniczo-leśnej położony jest w VI Krainie Małopolskiej, w 8 Dzielnicy Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Tramplera i in. 1990). Na terenie „Lasu Wolskiego” przeważają gleby płowe właściwe, rzadziej gleby brunatne wylugowane oraz fragmentarycznie rędziny o podłożu wapiennym (Skotnicki 2000). Na tego rodzaju glebach wykształciły się żyzne i urodzajne siedliska lasowe, wśród których dominuje las świeży wyżynny (61%), a na pozostałej powierzchni (39%) – las mieszany wyżynny. Podstawowymi gatunkami lasotwórczymi są dąb i buk (łącznie około 46%) oraz brzoza (1%), domieszkowymi wśród drzew liściastych: grab, lipa, jawor, jesion, olcha, klon, topola i wiąz (21,8%), a udział rodzimych drzew iglastych wynosi około 9%. Obszar ten pozostaje od dłuższego czasu w zasięgu szkodliwego oddziaływania przemysłowych zanieczyszczeń powietrza pochodzących z aglomeracji miejskiej Krakowa, Elektrociepłowni w Skawinie oraz Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, czego objawem jest między innymi silne osłabienie nie tylko gatunków iglastych, ale również dębu i brzozy.

Na terenie Uroczyska „Las Wolski” w drzewostanach dębowych oraz mieszanych z przewagą dębu założono 3 stałe i 2 okresowe powierzchnie obserwacyjne (oddz. 5, 9, 29) do śledzenia tempa wydzielania się posuszu dębowego przy udziale owadów kambio- i ksylofagicznych.

## 3. Cel i metodyka badań

Ogólnym celem pracy było przeprowadzenie szeroko ujętych badań ekologicznych nad kambio- i ksylofagami dębu, które pozwoliłyby na określenie ich udziału i roli w procesie zamierania drzewostanów dębowych oraz opracowanie szczegółowych

metod prognozowania występowania i ograniczania nadmiernej liczebności wybranych gatunków szkodników wtórnych. Szczegółowymi celami badań było:

- poznanie składu gatunkowego i nasilenia występowania owadów kambio- i ksylofagicznych w drzewostanach dębowych oraz mieszanych z przewagą dębu oraz określenie ich ogólnych wymagań ekologicznych,
- wyodrębnienie i scharakteryzowanie zgrupowań ekologicznych oraz zespołów mikrośrodowiskowo-troficznych, kształtujących się w zależności od wieku drzewostanu,
- określenie nasilenia występowania kambio- i ksylofagów w zależności od warstwy wysokościowej drzew i warunków ich osłony,
- zbadanie zależności występowania kambio- i ksylofagów od stanu oraz długości i szerokości korony opanowanych dębów,
- określenie nasilenia występowania owadów w zależności od rodzaju i stanu materiału lęgowego, wieku, wysokości i pierścicy drzew, stanu i grubości kory oraz stopnia rozkładu łyka i miazgi,
- określenie zależności występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od średnicy zasiedlonej części badanych dębów,
- poznanie pionowego zakresu występowania żerowisk kambio- i ksylofagów na badanych dębach,
- określenie zależności współwystępowania między poszczególnymi gatunkami owadów,
- określenie zależności występowania kambio- i ksylofagów od stopnia osłabienia drzew przez czynniki abiotyczne i biotyczne,
- poznanie czynników ograniczających liczebność populacji wybranych gatunków kambio- i ksylofagów,
- określenie udziału i roli wybranych gatunków szkodników wtórnych w procesie zamierania drzewostanów dębowych oraz opracowanie odpowiednich zabiegów profilaktycznych i ochronnych.

### 3.1. Badania terenowe

Badania terenowe obejmowały następujące etapy:

- a) Przeprowadzenie wstępnej kontroli drzewostanów dębowych i mieszanych z przewagą dębu w trzech obiektach leśnych (Nadleśnictwo Niepołomice, Nadleśnictwo Dębica, Uroczysko „Las Wolski”) metodą transekcji pasowej (Dominik 1971), na podstawie map drzewostanowych i siedliskowych typów lasu oraz operatów urzędzeniowych. Podczas kontroli rekonesansowych prowadzonych wzdłuż tras przejścia w poszczególnych oddziałach (linie przekątne lub równoległe do dłuższych boków oddziału o szerokości 80–100 m), bądź też na uprzednio wybranych stanowiskach punktowych o wielkości 0,04 ha (20 × 20 m) każde,

- określano stan zdrowotny i sanitarny drzewostanu (Starzyk 1987a). Przy pomocy lornetki oceniano stopień uszkodzenia koron poszczególnych dębów. Następnie liczono na odcinku 100 m drzewa zamierające i martwe oraz określano skład gatunkowy i liczebność postaci imaginalnych owadów kambio- i ksylofagicznych metodami standardowymi (czerpakowanie, otrząsanie z gałęzi do parasola entomologicznego, wypatrywanie na materiale lęgowym), a także przeprowadzano wstępne analizy entomologiczne całych drzew lub ich fragmentów.
- b) Wytypowanie do szczegółowych badań drzewostanów o różnej intensywności wydzielania się posuszu dębowego, z uwzględnieniem ich wieku oraz warunków hydrologicznych, glebowych i siedliskowych.
  - c) Założenie i trwale zaznaczenie w terenie 26 stałych i okresowych powierzchni próbnych o wielkości od 0,1 do 1,25 ha. Na każdej powierzchni numerowano wszystkie dęby, z uwzględnieniem drzew żywych, osłabionych, zamierających i martwych. Następnie sporządzano szkice i szczegółowe opisy poszczególnych powierzchni, w których uwzględniono dane dotyczące składu gatunkowego, struktury i wieku drzewostanu, składu gatunkowego podrostu i podszytu, siedliskowego typu lasu, uwilgotnienia podłoża oraz zwarcia drzewostanu.
  - d) Pomiar wysokości i pierśnicy wszystkich dębów znajdujących się na badanych powierzchniach próbnych oraz wytypowanie do szczegółowych analiz entomologicznych drzew osłabionych, zamierających i martwych.
  - e) Przeprowadzenie szczegółowych, jakościowo-ilościowych analiz entomologicznych dębów zasiedlonych przez owady kambio- i ksylofagiczne na podstawie zmodyfikowanej metodyki opracowanej przez Starzyka (1987a). Skład gatunkowy i liczebność poszczególnych gatunków kambio- i ksylofagów oraz ich entomofagów określano na podstawie znajdowanych w sekcjach 1-metrowych na całej długości pnia i grubszych konarach różnych stadiów rozwojowych oraz czynnych i opuszczonych żerowisk larwalnych owadów. Zebrany materiał dokumentacyjny w postaci imagines był preparowany, a larwy i poczwarki zabezpieczane w płynie konserwującym.

### 3.2. Hodowle laboratoryjne i opracowania kameralne

Hodowle laboratoryjne fragmentów pni i gałęzi z żerowiskami kambio- i ksylofagów oraz ich entomofagów prowadzono w insektarium, w drewnianych i tekturowych fotoklektorach oraz w słojach i cylindrach szklanych.

W celu ilościowego ujęcia zjawisk populacyjnych zachodzących w wyróżnionych zgrupowaniach ekologicznych oraz zespołach mikrośrodowiskowo-troficznych, zebrany materiał dokumentacyjny (różne stadia rozwojowe oraz żerowiska owadów) opracowano statystycznie, z wykorzystaniem powszechnie stosowanych wskaźników ekologicznych (Kiełczewski, Wiśniewski 1977; Górny, Grüm 1981; Szujecki 1983), po

ich odpowiednim zmodyfikowaniu i dostosowaniu do badanej grupy owadów i założonych celów badawczych.

Zastosowano następujące wskaźniki ekologiczne:

- **Liczebność bezwzględna** ( $n$ ) – liczba osobników lub żerowisk określonego gatunku owada w zgrupowaniu lub zespole.
- **Dominacja indywidualna gatunku** ( $D$ ) – stosunek procentowy liczby osobników lub żerowisk określonego gatunku w zgrupowaniu lub zespole ( $n$ ) do ogólnej liczby osobników lub żerowisk wszystkich gatunków w zgrupowaniu lub zespole ( $N$ )

$$D = \frac{100n}{N} [\%]$$

Wartości wskaźnika dominacji podzielono na 6 klas:

$D_6$  – superdominaty (> 30,0%)

$D_5$  – eudominaty (9,1–30,0%)

$D_4$  – dominaty (5,1–9,0%)

$D_3$  – subdominaty (2,1–5,0%)

$D_2$  – recedenty (1,1–2,0%)

$D_1$  – subrecedenty (= lub < 1,0%)

**Stołość występowania, frekwencja** ( $C$ ) – stosunek obecności określonego gatunku owada na badanych drzewach ( $N_a$ ) do ogólnej liczby badanych drzew ( $N$ )

$$C = \frac{100N_a}{N} [\%]$$

Wartości wskaźnika stołości występowania podzielono na 4 klasy:

$C_4$  – eukonstanty (75,1–100%)

$C_3$  – konstanty (50,1–75,0%)

$C_2$  – gatunki akcesoryczne (25,1–50,0%)

$C_1$  – akcydenty (= lub < 25,0%)

**Wskaźnik syntetyczny** ( $Q$ ) – łączący wskaźnik stołości występowania ( $C$ ) i dominacji indywidualnej gatunku ( $D$ ), będący ich średnią geometryczną

$$Q = \sqrt{C \times D}$$

**Wskaźnik zasiedlenia długości pnia dębów przez żerowiska poszczególnych gatunków kambio- i ksylofagów** ( $Z$ ) do całkowitej długości pnia drzewa ( $L$ )

$$Z = \frac{100Z}{L} [\%]$$

**Wskaźnik gęstości występowania żerowisk (g, G)** – liczba żerowisk określonego gatunku owada w przeliczeniu na dm<sup>2</sup>, która była obliczana zarówno dla poszczególnych 1-metrowych sekcji (g), jak i dla całego drzewa (G).

**Zmodyfikowany wskaźnik Agrella współwystępowania gatunków (Ag)** – stosunek liczby 1-metrowych sekcji badanego drzewa zasiedlonych przez obydwie porównywane gatunki wspólnie (Na+b), do liczby sekcji zasiedlonych przez obydwie gatunki razem i oddzielnie

$$Ag = \frac{Na + b}{N(a + b) + a + b}$$

Biorąc pod uwagę obliczone wartości wyżej wymienionych wskaźników ekologicznych, jak również uwzględniając: (a) rodzaj, stan, ilość i masę zasiedlonego przez owady materiału lęgowego, (b) zajmowaną przez określony gatunek pozycję w łańcuchach mikrosukcesyjnych, (d) charakter zagospodarowania drzewostanu, można w miarę obiektywnie ocenić znaczenie gospodarcze poszczególnych gatunków szkodników wtórnych. Zastosowane wskaźniki można również wykorzystać do stwierdzenia ewentualnych zależności występowania stwierdzonych kambio- i ksylofagów od niektórych czynników ekologicznych i mikrośrodowiskowo-troficznych.

## 4. Wyniki badań

### 4.1. Charakterystyka ekologiczna owadów kambio- i ksylofagicznych z grupy szkodników wtórnych i/lub uszkadzających drewno dębów

Ekologiczną charakterystykę owadów kambio- i ksylofagicznych opracowano na podstawie wyników analiz entomologicznych 220 dębów, uwzględniając wpływ różnych czynników środowiskowych na częstość i nasilenie ich występowania. Pozwoliło to na wykazanie preferencji określonych warunków ekologicznych i mikrośrodowiskowo-troficznych u niektórych gatunków owadów, co może być wykorzystane przy prognozowaniu ich pojawu i ograniczaniu nadmiernej liczebności. Stwierdzono występowanie 40 gatunków owadów, wśród których dominowały chrząszcze (92,7%) z następujących rodzin: Cerambycidae (21 gat.)<sup>1</sup>, Curculionidae: Scolytinae (8 gat.),

<sup>1</sup> W 2009 roku został opisany na podstawie postaci imaginalnych nowy dla wiedzy gatunek *Leiopus linnei* Wallin, Nylander et Kvamme, bardzo podobny do *L. nebulosus* i często wspólnie z nim pojawiający się, którego występowanie stwierdzono w Polsce, w tym również w Puszczy Niepołomickiej (Gutowski i in. 2010). Ponieważ badania nad owadami kambio- i ksylofagicznymi dębu prowadzono w latach 1991–1993 oraz 2006–2008, kiedy jeszcze nie był opisany gatunek *L. linnei*, opierając je nie tylko na postaciach imaginalnych, ale również przedimaginalnych

Platypodinae (1 gat.), Buprestidae (4 gat.), Ptinidae (2 gat.), Lymexylidae (1 gat.). Ponadto na badanych dębach występowały żerowiska błonkówek z rodziny Xiphodriidae (2 gat.) i motyli z rodziny Cossidae (1 gat.).

W tabeli 1 podano ogólną charakterystykę ekologiczną stwierdzonych gatunków kambio- i ksylofagów, z uwzględnieniem skrajnych, średnich i najczęstszych wartości wskaźników dominacji, stałości i gęstości występowania oraz zasiedlenia długości pnia. Biorąc pod uwagę gatunki częściej spotykane (co najmniej 10 zasiedlonych drzew), najwyższymi wskaźnikami średniej dominacji ( $D_6$ ) charakteryzowały się kolejno: *Mesosa curculionoides*, *Leiopus* spp., *Anisandrus dispar*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Rhagium mordax*, *Agrilus sulcicollis*, *A. biguttatus* i *Elateroides dermestoides*. Wyżej wymienione gatunki superdominantów zasiedlały również samodzielnie poszczególne dęby, osiągając najwyższą dominację ( $D_{max} = 100\%$ ). Natomiast najniższe indywidualne wskaźniki dominacji na niektórych drzewach ( $D_1$ ) wykazywały subrecedenty, kolejno: *Rhagium mordax*, *Agrilus angustulus* i *Leiopus* spp.

Uwzględniając średnią stałość występowania, żaden ze stwierdzonych gatunków owadów nie został zaliczony do grupy eukonstantów ( $C_4$ ), natomiast maksymalne wartości tego wskaźnika na pojedynczych drzewach ( $C_{max} = 100\%$ ) osiągały: *Plagionotus arcuatus*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus* i *Trypodendron signatum*, a najniższe ( $C_1$ ) – *Agrilus sulcicollis*, *P. arcuatus* i *S. intricatus*.

Najwyższymi wartościami średniego wskaźnika syntetycznego Q cechowały się kolejno następujące gatunki kambio- i ksylofagów: *Leiopus* spp. (46), *Xylotrechus antilope* (36,2), *Saperda scalaris* (33,8), *Scolytus intricatus* (31,2), *Agrilus sulcicollis* (27,9), *Elateroides dermestoides* (25,3), *Plagionotus arcuatus* (25), *Agrilus biguttatus* (22,3) i *Xyleborus monographus* (21,7).

Najwyższe zagęszczenie żerowisk (G) w przeliczeniu na  $dm^2$  na badanych dębach stwierdzono u: *Plagionotus arcuatus* (2,98 szt.), *Saperda scalaris* (2,64), *Leiopus* spp. (1,99), *Xyleborus monographus* (1,44), *Scolytus intricatus* (1,01), *Mesosa curculionoides* (0,96), *Rhagium mordax* (0,79), *Agrilus sulcicollis* (0,72), *Elateroides dermestoides* (0,64), *Phymatodes testaceus* (0,60) i *Xylotrechus antilope* (0,59), a zagęszczenie średnie wahało się od 1,55 żer./ $dm^2$  (*L. nebulosus*) do 0,04 żer./ $dm^2$  (*Anisandrus dispar*).

Średni wskaźnik zasiedlenia długości pnia badanych dębów (C) przez stwierdzone kambio- i ksylofagi wahał się od 49,7% (*Leiopus* spp.) do 5,6% (*Clytus tropicus*), a dla osiemnastu najczęściej spotykanych gatunków był on wyższy od 20%, kolejno: *Leiopus* spp., *Trypodendron signatum*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Plagionotus arcuatus*, *Agrilus sulcicollis*, *A. biguttatus*, *Elateroides dermestoides*, *Plagionotus detritus*, *Phymatodes testaceus*, *Xyleborus monographus*, *Xylotrechus antilope*, *Agrilus*

(ponad 8 tys. imagines, larw i poczwerek), w opracowaniu obydwie gatunki ujęto łącznie, jako *Leiopus* spp.



Tabela 1. Charakterystyka ekologiczna owadów kambio- i ksylofagicznych stwierdzonych na badanych dębach

Table 1. Ecological characteristics of cambio- and xylophagous insects found on the studied oaks

Gatunek Species	Dominacja D (%) Domination D (%)			Stalność występowania C (%) Constancy C (%)			Gęstość występowania G (żer/dm <sup>2</sup> kw) Density G (feeding / dm <sup>2</sup> )			Wskaźnik zasiedlenia długości pnia Z (%) Trunk infestation index Z (%)			
	D min.	D śr.	D najcz.	C min.	C śr.	C najcz.	G min.	G max.	G najcz.	Z min.	Z max.	Z śr.	Z najcz.
<i>Chrysobothris affinis</i> (Fabr.)		7,2			29,4				0,13			28,2	
<i>Agrilus angustulus</i> (Illig.)	0,05	39,8	4,7	5,5	28,4	5,5–10,0	0,01	0,17	0,06	0,01–0,05	5,5	71	28,4
<i>Agrilus biguttatus</i> (Fabr.)	0,3	89,3	14,6	5	34	10,1–30,0	0,01	0,49	0,12	0,01–0,10	5,7	91,3	34,5
<i>Agrilus sulcicollis</i> Lac.	0,1	90,8	20,6	3	37,9	10,1–50,0	0,01	0,72	0,15	0,06–0,10	3	94,6	37,9
<i>Anobium punctatum</i> (Deg.)	0,4	8,5	4,5	10	27,3		0,02	0,07	0,05		5,9	42,7	18,5
<i>Ptilinus pectinicornis</i> (L.)	9,3	100	63,4	5	32,7		0,03	0,67	0,26		5,4	76,5	32,9
<i>Elateroides dermestoides</i> (L.)	1,4	75,2	19,7	4	76,5	4–40	0,03	0,64	0,19	0,06–0,10	4,2	65,6	32,6
<i>Rhagium mordax</i> (Deg.)	0,06	99,2	10,8	4,2	83,3	4,2–30	0,01	0,79	0,1	0,01–0,10	4,2	83,3	21,3
<i>Rhagium sycophanta</i> (Schränk)	0,7	7,9	2,8	5	19	5,0–10,0	0,01	0,03	0,02	0,01–0,03	4,9	31,3	11,9
<i>Stenocorus meridianus</i> (L.)		1,9			1				0,01			7,6	
<i>Leptura quadrijasciata</i> L.	0,4	19,6	14	6,3	30	10,1–20,0	0,08	0,17	0,11		6,3	71,4	28,2
<i>Anisarthron barbipes</i> (Schränk)	1,7	18	7,9	7	36	10,1–20,0	0,03	2,62	0,74		6,9	35,7	18,1
<i>Phymatodes alni</i> (L.)	0,6	16,3	7	7	13		0,23	1,04	0,68		6,8	15,6	11,8
<i>Phymatodes testaceus</i> (L.)	0,1	84,9	10,8	5	93	5,0–10,0	0,01	0,6	0,1	0,01–0,05	5	93,3	31,2
<i>Xylotrechus antilope</i> (Schön- herr)	0,2	10,5	44,3	4	50	20,1–30,0	0,01	0,59	0,18	0,01–0,10	4,5	50	29,3
<i>Clytus arietis</i> (L.)	0,3	1,8	0,9	5	17		0,01	0,07	0,04		5,3	17,4	9,6
<i>Clytus tropicus</i> (Panzer)			0,1		5				0,01			5,6	
<i>Plagionotus arcuatus</i> (L.)	0,1	95,2	17,1	3	100	3,0–50,0	0,01	2,98	0,23	0,01–0,05	3	100	38,6
<i>Plagionotus detritus</i> (L.)	0,3	11,9	3,3	6,3	61,1	40,1–50,0	0,01	0,17	0,06	0,01–0,05	6,3	61,1	31,3
<i>Mesosa curculionoides</i> (L.)	0,2	67,3	17,7	4	89	4,0–10,0	0,01	0,96	0,15	0,01	4,5	88,9	20,9
<i>Mesosa nebulosa</i> (Fabr.)		3,1			13				0,03			14	
<i>Pogonocherus hispidulus</i> (Pill.)	0,9	21,6	9	10	50	10,1–20,0	0,04	0,28	0,14	0,06–0,15	11,1	54	27,2

Gatunek Species	Dominacja D (%) Domination D (%)				Stalność występowania C (%) Constancy C (%)				Gęstość występowania G (żer/dm <sup>2</sup> kw) Density G (feeding / dm <sup>2</sup> )				Wskaźnik zasiedlenia długości pnia Z (%) Trunk infestation index Z (%)			
	D min.	D max.	D śr.	D najcz.	C min.	C max.	C śr.	C najcz.	G min.	G max.	G śr.	G najcz.	Z min.	Z max.	Z śr.	Z najcz.
<i>Pogonocherus hispidus</i> (L.)			1,8				11				0,13				11,1	
<i>Letopus</i> spp.	0,1	100	43,2	0,01–30,0	4,2	100	49	10,1–20,0	0,01	1,99	1,55	0,01–0,01	4,2	100	49,7	10,1–20,0
<i>Exocentrus adpersus</i> Muls.	0,3	33,3	7,6	0,1–10,0	5	21	9,2	5,0–10,0	0,03	0,13	0,06	0,03–0,05	4,7	21,6	9,1	4,7–10,0
<i>Exocentrus lusitanus</i> (L.)	0,3	50	25,2				8		0,04	0,05	0,04		7,6	8,4	8	
<i>Saperda scalaris</i> (L.)	0,2	100	26,6	0,1–30,0	5	100	42,9	10,1–20,0	0,01	2,64	0,17	0,01–0,10	5	100	42,9	5,0–40,0
<i>Stenostola dubia</i> (Laich.)	0,5	25	7,3	0,1–10,0	5	37	18,4	10,1–20,0	0,04	0,17	0,09	0,01–0,10	5	37	19,5	10,1–20,0
<i>Scolytus intricatus</i> (Ratz.)	0,6	100	23,6	0,1–10,0	3	100	41,2	3,0–10,0	0,01	1,01	0,19	0,01–0,10	4,9	100	41,5	4,9–10,0
<i>Dryocoetes villosus</i> (Fabr.)	2	27,6	11,8		5	38	17		0,04	0,7	0,31		5,6	38,9	17,2	
<i>Trypodendron domesticum</i> (L.)	0,3	42	8,1	0,1–10,0	5	84	28,1	5,0–10,0	0,01	0,28	0,1	0,01–0,05	4,7	86,5	26,9	4,7–10,0
<i>Trypodendron signatum</i> (Fabr.)	0,5	56,7	23	0,1–20,0	4,8	100	46,4		0,01	0,31	0,14	0,01–0,05	4,6	100	47,9	
<i>Anisandrus dispar</i> (Fabr.)	0,1	12,5	3,1	0,1–10,0	4	60	15,2	4,0–10,0	0,01	0,15	0,04	0,01–0,05	4,9	30,9	9,8	4,9–10,0
<i>Xyleborus dryographus</i> (Ratz.)	1,1	2,9	2,1	0,1–10,0	5,9	19	12		0,01	0,04	0,03		10,9	18,5	13,5	10,9–20,0
<i>Xyleborus monographus</i> (Fabr.)	0,2	74,3	15,9	0,1–10,0	5	90,9	29,7	5,0–20,0	0,01	1,44	0,19	0,01–0,10	5	90,9	29,8	5,0–30,0
<i>Xyleborinus saxesenii</i> (Ratz.)	0,1	18	4,2	0,1–10,0	5	61	22,9	5,0–10,0	0,01	0,27	0,1	0,01	4,7	61,1	22,9	4,7–30,0
<i>Platypus cylindrus</i> (Fabr.)	0,5	4,7	2,6	0,1–10,0	9	16	12	9,0–20,0	0,01	0,05	0,04	0,04–0,05	9,5	19,5	13,2	10,1–20,0
<i>Cossus cossus</i> (L.)			2,2				9				0,03				9,1	
<i>Xiphydria camelus</i> (L.)			0,6				11				0,01				10,9	
<i>Xiphydria longicollis</i> (Geoffr.)	0,2	11,1	3,9		6,3	23	12,1	6,3–10,0	0,01	0,24	0,09		6,3	23,5	12,3	

*angustus*, *Pogonocherus hispidulus*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborinus saxese-nii*, *Rhagium mordax*, *Mesosa curculionoides*). Niektóre z analizowanych dębów były na całej długości pnia zasiedlone przez takie gatunki owadów jak: *P. arcuatus*, *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *S. intricatus* i *T. signatum* ( $Z = 100\%$ ).

#### 4.2. Zgrupowania ekologiczne oraz zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych w drzewostanach dębowych różnych klas wieku

Zgrupowanie kambio- i ksylofagów w drzewostanach I klasy wieku (15–20 lat) składało się z 11 gatunków, wśród których wiodącą rolę odgrywał *Leiopus* spp. jako eukonstant ( $C_4$ ), występujący na wszystkich dębach (tab. 2). Wśród pozostałych gatunków tworzących zgrupowanie, cztery zaliczono do akcesorycznych ( $C_2$ ), a sześć do akcydentalnych ( $C_1$ ). *Leiopus* spp. również dominował pod względem liczebności jako wyłączny superdominant ( $D_6 = 83,9\%$ ); jeden gatunek zaliczono do grupy dominantów ( $D_4$ ), dwa gatunki do subdominantów ( $D_3$ ), jeden gatunek do recedentów ( $D_2$ ), a sześć gatunków do subrecedentów ( $D_1$ ). Wśród 19 badanych dębów tylko jedno drzewo było zasiedlone przez pojedynczy gatunek (*Leiopus* spp.), a na pozostałych występowały zespoły mikrośrodowisko-troficzne złożone z dwóch do pięciu gatunków. W skład wszystkich zespołów wchodził *Leiopus* spp. w większości jako superdominant, a tylko w jednym jako eudominant. Kolejnym gatunkiem dominującym liczebnie w zespołach była *Saperda scalaris*.

Zgrupowanie owadów w drzewostanach II klasy wieku (21–40 lat) liczyło 25 gatunków, wśród których największą liczbę badanych drzew zasiedliły *Leiopus* spp. (eukonstant) i *Saperda scalaris* (konstant) (tab. 3). Spośród pozostałych gatunków owadów w zgrupowaniu jeden zaliczono do grupy akcesorycznych, a pozostałe 21 do akcydentalnych. Pod względem liczebności wyraźnie dominował *Leiopus* spp. ( $D_6 = 43,06\%$ ), a rozkład ilościowy pozostałych gatunków był następujący: eudominant – 2 gat., dominanty – 1 gat., subdominanty – 5 gat. i recedenty – 16 gat. Tylko sześć dębów (7,7%) spośród 78 przebadanych było zasiedlonych wyłącznie przez pojedyncze gatunki owadów (5 drzew przez *Leiopus* spp., jedno drzewo przez *Saperda scalaris*). Natomiast na pozostałych dębach występowały 2–11-gatunkowe zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne różniące się składem gatunkowym owadów i strukturą dominacji. W skład największej liczby zespołów wchodziły przeważnie, jako superdominanty lub eudominanty – *Leiopus* spp., *Saperda scalaris* i *Scolytus intricatus*. Ponadto w wyróżnionych zespołach superdominantami były: *Rhagium mordax* (3 razy) oraz jeden raz: *Agrilus sulcicollis*, *Plagionotus arcuatus*, *Trypodendron domesticum*, *Exocentrus adspersus*, *E. lusitanus*, *Phymatodes testaceus* i *Elateroides dermestoides*.





Zgrupowanie owadów Insect assemblage	N	C (%)	n	D (%)	Zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych Micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects							
<i>Anisarthron barbipes</i>	4	5,1	335	4,28				$D_3$	$D_3$	$D_3$	$D_3$	$D_2$
<i>Phymatodes testaceus</i>	4	5,1	284	3,62	$D_6$		$D_3$	$D_6$	$D_2$			$D_1$
<i>Phymatodes albi</i>	3	3,8	54	0,69			$D_1$					$D_5, D_3$
<i>Anisandrus dispar</i>	3	3,8	32	0,41				$D_4$	$D_3$			$D_3$
<i>Exocentrus lusitanus</i>	2	2,6	2	0,03						$D_1$		
<i>Elateroideus dermestoides</i>	1	1,3	19	0,24								$D_6$
<i>Rhagium sycophanta</i>	1	1,3	1	0,01								$D_2$
<i>Stenocorus meridianus</i>	1	1,3	1	0,01								$D_2$
<i>Leptura quadrifasciata</i>	1	1,3	1	0,01			$D_5$			$D_5$		
<i>Mesosa nebulosa</i>	1	1,3	2	0,03								$D_3$
<i>Dryocoetes villosus</i>	1	1,3	1	0,01					$D_4$			
<i>Trypodendron signatum</i>	1	1,3	8	0,1								$D_5$
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	1	1,3	2	0,03								$D_3$
<b>Razem</b> Overall	78*	-	7835	100								



W drzewostanach III klasy wieku (41–60 lat) występowało zgrupowanie złożone z 16 gatunków, z jednym eukonstantem (*Saperda scalaris*), czterema konstantami, trzema gatunkami akcesorycznymi i 10 akcydentalnymi (tab. 4). W zgrupowaniu brak było superdominanta, natomiast cztery gatunki (w kolejności malejącej: *S. scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Plagionotus arcuatus*, *Agrilus sulcicollis*) zaliczono do klasy eudominantów. Rozkład liczbowy gatunków w pozostałych klasach dominacji był następujący: dominanty – 2 gat. (w tym *Leiopus* spp.), subdominanty – 4, recedenty – 2 i subrecedenty 6 – gatunków. Tylko dwa dęby były zasiedlone wyłącznie przez *Saperda scalaris*, natomiast na pozostałych 25 drzewach (92,6%) stwierdzono występowanie zespołów złożonych z 2 do 10 gatunków owadów. W skład wszystkich zespołów z wyjątkiem jednego wchodziła *Saperda scalaris*, która w większości z nich była eudominantem lub superdominantem. Ponadto superdominantami w wyróżnionych zespołach były: *Plagionotus arcuatus* (6 razy), *Scolytus intricatus* (5 razy), *Agrilus sulcicollis* (2 razy) oraz pojedynczo: *Rhagium mordax*, *Leiopus* spp., *Xyleborus monographus*, *Agrilus angustulus* i *Trypodendron signatus*.

Zgrupowanie kambio- i ksylofagów w drzewostanach IV klasy wieku (61–80 lat) składało się z 23 gatunków, z jednym eukonstantem (*Leiopus* spp.), dwoma konstantami, czterema gatunkami akcesorycznymi i 16 akcydentalnymi (tab. 5). W zgrupowaniu tym, podobnie jak i w poprzednim, brak było superdominanta, a rozkład liczbowy gatunków w poszczególnych klasach dominacji był następujący: eudominanty – 5 gat. (*Scolytus intricatus*, *Saperda scalaris*, *Phymatodes testaceus*, *Agrilus sulcicollis*, *Leiopus* spp.), dominant – *Plagionotus arcuatus*, subdominant – *Xyleborus monographus*, recedenty – 3 gat. i subrecedenty – 13 gatunków. Spośród 41 badanych drzew tylko cztery dęby były zasiedlone przez pojedyncze gatunki szkodników (*Scolytus intricatus*, *Saperda scalaris*, *Leiopus* spp., *Ptilinus pectinicornis*). Na pozostałych występowały 2–11-gatunkowe zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne, w skład których najczęściej wchodziły i dominowały: *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus* i *Agrilus sulcicollis*. Oprócz wyżej wymienionych gatunków superdominantami były również: *Rhagium mordax* (4 razy), *Phymatodes testaceus*, *Mesosa curculionoides* i *Xyleborus monographus* – po 2 razy oraz pojedynczo *Plagionotus arcuatus* i *Ptilinus pectinicornis*.

Najbogatsze gatunkowo zgrupowanie owadów kambio- i ksylofagicznych stwierdzono w drzewostanach V klasy wieku (81–100 lat). Wśród 28 gatunków owadów najwyższym wskaźnikiem stałości występowania charakteryzowała się *Saperda scalaris* jako eukonstant (tab. 6). Do klasy konstantów zaliczono 4 gatunki (*Rhagium mordax*, *Leiopus* spp., *Plagionotus arcuatus*, *Agrilus sulcicollis*), do gatunków akcesorycznych – 7 gat., a do akcydentów – 17 gatunków owadów. W zgrupowaniu brak było superdominanta, a do eudominantów zaliczono: *Xyleborus monographus*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus* i *Agrilus sulcicollis*. Rozkład liczbowy gatunków w dalszych klasach dominacji był następujący: dominanty – 3, subdominanty – 4,



Tabela 5. Zgrupowanie ekologiczne i częścięj spotykane zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylograficznych w drzewostanach dębowych i mieszanym z udziałem dębu IV klasy wieku (61–80 lat); objaśnienia jak w tab. 2

Table 5. Assemblage and micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects in oak and mixed stands, with 4th age class oaks (61–80 years); see Tab. 2 for description

Zgrupowanie owadów Insect assemblage	N	C (%)	n	D (%)	Zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylograficznych Micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects
<i>Leitopus</i> spp.	32	78,1	878	9,33	$D_6 D_4 D_4 D_6 D_5 D_4 D_6 D_5$ $D_6 D_5 D_5 D_6 D_2 D_2 D_3 D_5 D_6 D_5 D_3 D_3$ $D_4 D_3$
<i>Saperda scalaris</i>	26	63,4	2276	23,82	$D_6 D_5 D_6 D_6 D_6 D_6 D_5 D_6 D_5$ $D_5 D_6 D_5 D_5 D_6 D_2 D_3 D_5 D_6 D_6 D_3 D_5 D_6 D_6 D_5 D_5$ $D_5 D_5$
<i>Scolytus intricatus</i>	21	51,2	2696	28,85	$D_4 D_4 D_6 D_6 D_6 D_6 D_5 D_4$ $D_5 D_6 D_4 D_1$ $D_5 D_5 D_5 D_5 D_6 D_2 D_3 D_5 D_6 D_6 D_6 D_5 D_5$ $D_5 D_5$
<i>Agrilus sulciollis</i>	18	43,9	942	10,08	$D_6 D_5 D_6 D_5 D_5 D_6 D_3 D_5 D_3$ $D_4$ $D_4 D_5 D_5 D_5 D_3$ $D_4$ $D_1 D_3 D_5 D_4 D_5 D_5$ $D_5 D_5$
<i>Rhagium mordax</i>	13	31,7	179	1,91	$D_5 D_4 D_5 D_5$ $D_4 D_3$ $D_4 D_5 D_5 D_4$ $D_5 D_5 D_2 D_2 D_2$ $D_2 D_1$
<i>Phymatodes testaceus</i>	12	29,3	1165	12,47	$D_5 D_6 D_5 D_6 D_4$ $D_6 D_5 D_5 D_6 D_4$ $D_4 D_5 D_6 D_4$ $D_5 D_5 D_4 D_3 D_5 D_5$ $D_5 D_5$
<i>Plagionotus arcuatus</i>	11	26,8	483	5,17	$D_6 D_5$ $D_2 D_3$ $D_4$ $D_5 D_5 D_4$ $D_4 D_5 D_6 D_4$ $D_5 D_5 D_4 D_3 D_5 D_5$ $D_4$
<i>Mesosa curculionoides</i>	6	14,6	77	0,82	$D_5 D_3$ $D_5$ $D_6 D_6$
<i>Agrilus biguttatus</i>	5	12,2	42	0,45	$D_4$ $D_4$ $D_1 D_1 D_2$ $D_1 D_1 D_1 D_2$
<i>Platypus cylindrus</i>	5	12,2	61	0,65	$D_3$ $D_3 D_1 D_3 D_3$
<i>Xyleborus monographus</i>	5	12,2	240	2,57	$D_5 D_6 D_6 D_1$ $D_6 D_2$
<i>Anisandrus dispar</i>	4	9,8	5	0,05	$D_3 D_3 D_2$ $D_1$
<i>Trypodendron domesticum</i>	4	9,8	100	1,07	$D_5 D_3 D_3 D_1$ $D_5 D_3 D_1 D_5$
<i>Agrilus angustulus</i>	3	7,3	6	0,06	$D_2 D_2 D_1$
<i>Elateroides dermestoides</i>	3	7,3	134	1,65	$D_5 D_4 D_4$
<i>Plagionotus detritus</i>	3	7,3	45	0,48	$D_3 D_5$
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	3	7,3	7	0,07	$D_2 D_4$
<i>Rhagium sycophanta</i>	2	4,9	7	0,07	$D_1$
<i>Crysothorhis affinis</i>	1	2,4	26	0,28	
<i>Clytus arietis</i>	1	2,4	2	0,02	
<i>Exocentrus adpersus</i>	1	2,4	1	0,01	
<i>Ptilinus pectinicornis</i>	1	2,4	1	0,01	
<i>Xyleborus dryographus</i>	1	2,4	5	0,05	$D_2$
<b>Razem</b>	41*	–	9348	100	
<b>Overall</b>					

**Tabela 6. Zgrupowanie ekologiczne i częściej spotykane zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych w drzewostanach dębowych i mieszanych z udziałem dębu V klasy wieku (81–100 lat); objaśnienia jak w tab. 2**

Table 6. Assemblage and frequently observed micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects in oak and mixed stands, with 5th age class oaks (81–100 years); see Tab. 2 for description

Zgrupowanie owadów Insect assemblage	N	C (%)	n	D (%)	Zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych Micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects
<i>Saperda scalaris</i>	30	83,3	3890	13,7	$D_6 D_5 D_4 D_6 D_4 D_6 D_5 D_6 D_5 D_3 D_3 D_3 D_3 D_4 D_6 D_5 D_5 D_4 D_5 D_5 D_4 D_5 D_5 D_2$
<i>Rhagium mordax</i>	24	66,7	2336	8,23	$D_6 D_5 D_6 D_1 D_5 D_4 D_2 D_5 D_5 D_5 D_3 D_5 D_4 D_3 D_5 D_4 D_2 D_1 D_2 D_2 D_3$
<i>Leiopus</i> spp.	23	63,9	2002	7,06	$D_6 D_6 D_4 D_5 D_3 D_5 D_4 D_5 D_3 D_5 D_1 D_4 D_3 D_5 D_5 D_4 D_6 D_5 D_3 D_5$
<i>Plagionotus arcuatus</i>	22	61,1	2328	8,21	$D_4 D_4 D_5 D_5 D_3 D_3 D_6 D_4 D_6 D_2 D_5 D_2 D_3 D_5 D_2 D_3 D_5 D_4 D_3$
<i>Agriilus sulcicollis</i>	21	58,3	3085	10,9	$D_5 D_5 D_5 D_2 D_5 D_5 D_4 D_6 D_5 D_6 D_4 D_5 D_5 D_5 D_5 D_5 D_5 D_5 D_2 D_2 D_2 D_2 D_2 D_2 D_2$
<i>Phymatodes testaceus</i>	18	50	1193	4,2	$D_3 D_3 D_5 D_3 D_1 D_3 D_4 D_4 D_1 D_4 D_1 D_1 D_4 D_4 D_1 D_1 D_4 D_5 D_4$
<i>Scolytus intricatus</i>	18	50	3134	11	$D_1 D_6 D_2 D_4 D_1 D_4 D_5 D_4 D_3 D_6 D_3 D_2 D_3 D_2 D_3 D_6$
<i>Xyleborus monographus</i>	15	41,7	4653	16,4	$D_1 D_5 D_6 D_6 D_2 D_4 D_6 D_5 D_6 D_4 D_3 D_4 D_3 D_5 D_6 D_3$
<i>Agriilus angustulus</i>	14	38,9	337	1,19	$D_5 D_5 D_3 D_3 D_3 D_3 D_2 D_1 D_2 D_3 D_2 D_1$
<i>Agriilus biguttatus</i>	14	38,9	1312	4,62	$D_6 D_5 D_5 D_5 D_5 D_5 D_1 D_2 D_5 D_1 D_2 D_5 D_4 D_1$
<i>Plagionotus detritus</i>	13	36,1	396	1,4	$D_2 D_2 D_3 D_3 D_3 D_3 D_4 D_3 D_3 D_4 D_3 D_4 D_3$
<i>Trypodendron domesticum</i>	10	27,8	936	3,3	$D_5 D_3 D_5 D_4 D_5 D_4 D_4 D_4$
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	9	25	356	1,25	$D_3 D_3 D_5 D_1 D_2 D_4 D_3$
<i>Xylotrechus antilope</i>	7	19,4	489	1,72	$D_1 D_4 D_5 D_1 D_4 D_5 D_1$
<i>Trypodendron signatum</i>	3	8,3	313	1,1	$D_3 D_5 D_1$
<i>Xiphydria longicollis</i>	3	8,3	101	0,36	$D_5 D_5 D_1$
<i>Dryocoetes villosus</i>	2	5,6	510	1,8	$D_2 D_2$

Zgrupowanie owadów Insect assemblage	N	C (%)	n	D (%)	Zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych Micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects
<i>Mesosa curculio- notides</i>	2	5,6	791	2,79	$D_6$
<i>Xyleborus dryographus</i>	2	2,6	791	2,79	$D_1$ $D_3$
<i>Anobium punctatum</i>	1	2,8	15	0,05	$D_3$
<i>Clytus tropicus</i>	1	2,8	1	0,01	$D_1$
<i>Elaeteroides dermestoides</i>	1	2,8	55	0,19	$D_5$
<i>Leptura quadrijfa- sciata</i>	1	2,8	1	0,01	$D_1$
<i>Ptilinus pectinicornis</i>	1	2,8	106	0,37	$D_5$
<i>Rhagium sycophanta</i>	1	2,8	4	0,02	$D_1$
<i>Stenostola dubia</i>	1	2,8	1	0,01	$D_4$
<i>Xiphydria camelus</i>	1	2,8	4	0,02	$D_1$
<i>Anisandrus dispar</i>	1	2,8	1	0,01	$D_1$
<b>Razem</b> Overall	36*	-	28372	100	

recedenty – 6 i subrecedenty 12 gatunków. Wśród 36 przebadanych dębów tylko jedno drzewo było opanowane wyłącznie przez *Scolytus intricatus*, a na pozostałych występowały zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne złożone z 2 do 12 gatunków owadów. Najczęściej w skład wyróżnionych zespołów wchodziło 6 gatunków szkodników: *Saperda scalaris* (85,7%), *Rhagium mordax* (68,6%), *Leiopus* spp. (65,7%), *Plagionotus arcuatus* (62,9%), *Agrilus sulcicollis* (60%) i *Phymatodes testaceus* (51,4%), które w większości były również superdominantami lub eudominantami. Ponadto w kilkunastu zespołach superdominantami były też: *Xyleborus monographus* (6 razy), *Agrilus biguttatus* (2), *Mesosa curculionoides* (2) i *Plagionotus detritus* (1 raz).

Zgrupowanie owadów wyróżnione w drzewostanach VI klasy wieku (101–120 lat) składało się z 20 gatunków, wśród których dwa (*Saperda scalaris*, *Agrilus sulcicollis*) zaliczono do klasy eukonstantów, trzy (*Leiopus* spp., *Plagionotus arcuatus*, *Rhagium mordax*) do konstantów, a pozostałe do gatunków akcesorycznych (8 gat.) i akcydentalnych (7 gat.) (tab. 7). W zgrupowaniu brak było superdominanta, a jego funkcję przejęły cztery gatunki zaliczone do klasy eudominantów (*Agrilus sulcicollis*, *Elateroides dermestoides*, *Saperda scalaris*, *Plagionotus arcuatus*). Liczebność gatunków w pozostałych klasach dominacji przedstawiała się następująco: dominanty – 2, subdominanty – 4, recedenty – 2 i subrecedenty – 8 gatunków. Wszystkie analizowane dęby były zasiedlone przez mikrośrodowiskowo-troficzne zespoły złożone z 4 do 12 gatunków kambio- i ksylofagów, w skład których najczęściej wchodziły: *Saperda scalaris* (100%), *Agrilus sulcicollis* (90%), *Leiopus* spp. i *Plagionotus arcuatus* (po 80%) oraz *Rhagium mordax* (70%). Pierwsze dwa gatunki owadów najczęściej były w nich superdominantami lub eudominantami. Ponadto w pojedynczych zespołach dominowały pod względem liczebności: *Elateroides dermestoides*, *Scolytus intricatus* i *Xyleborus monographus*.

W najstarszych drzewostanach dębowych lub mieszanych z przewagą dębu (VII i VIII klasy wieku), których fragmenty występowały w badanych obiektach leśnych, na 8 wydzielających się drzewach stwierdzono zgrupowanie kambio- i ksylofagów złożone z 16 gatunków, w których brak było eukonstanta i superdominanta (tab. 8). Do klasy konstantów zaliczono *Xyleborus monographus*, do gatunków akcesorycznych – 8 gat., a do akcydentalnych 7 gatunków owadów. Natomiast najwyższymi wskaźnikami dominacji (23,8–9,5%) charakteryzowały się *Agrilus biguttatus*, *Xyleborus monographus* i *Saperda scalaris*; po trzy gatunki zaliczono do klasy dominantów i subdominantów, 4 do – recedentów, a 3 do subrecedentów. Wszystkie badane dęby były opanowane przez zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne kambio- i ksylofagów złożone z 4 do 12 gatunków, a najczęściej (75%) w ich skład wchodził, jako superdominant lub dominant *Xyleborus monographus*. W pojedynczych zespołach superdominantami również były: *Agrilus biguttatus*, *Saperda scalaris*, *Elateroides dermestoides*, *Trypodendron signatum* i *Ptilinus pectinicornis*.

**Tabela 7. Zgrupowanie ekologiczne i zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych w drzewostanach dębowych i mieszanych z udziałem dębu VI klasy wieku (101–120 lat); objaśnienia jak w tab. 2**

Table 7. Assemblage and micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects in oak and mixed stands, with 6th age class oaks (101–120 years); see Tab. 2 for description

Zgrupowanie owadów Insect assemblage	N	C (%)	n	D (%)	Zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych Micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects
<i>Saperda scalaris</i>	10	90,9	1040	12,54	D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>6</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub> D <sub>1</sub> D <sub>5</sub> D <sub>5</sub> D <sub>1</sub>
<i>Agrilus sulcicollis</i>	9	81,8	2167	26,14	D <sub>3</sub> D <sub>3</sub> D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>6</sub> D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub>
<i>Leiopus</i> spp.	8	72,7	328	3,96	D <sub>5</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>1</sub> D <sub>5</sub> D <sub>5</sub> D <sub>2</sub>
<i>Plagionotus arcuatus</i>	8	72,7	846	10,2	D <sub>5</sub> D <sub>5</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>5</sub> D <sub>3</sub>
<i>Rhagium mordax</i>	7	63,6	264	3,18	D <sub>1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub> D <sub>2</sub> D <sub>4</sub>
<i>Phymatodes testaceus</i>	5	45,5	513	6,19	D <sub>2</sub> D <sub>5</sub> D <sub>1</sub> D <sub>5</sub>
<i>Scolytus intricatus</i>	5	45,5	404	4,87	D <sub>6</sub> D <sub>2</sub> D <sub>5</sub> D <sub>5</sub> D <sub>1</sub>
<i>Elateroides dermestoides</i>	4	36,4	1370	16,53	D <sub>1</sub> D <sub>3</sub> D <sub>6</sub> D <sub>6</sub>
<i>Xyleborus monographus</i>	4	36,4	717	8,65	D <sub>5</sub> D <sub>6</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
<i>Trypodendron domesticum</i>	4	36,4	205	2,47	D <sub>3</sub> D <sub>5</sub> D <sub>3</sub> D <sub>3</sub>
<i>Agrilus angustulus</i>	3	27,3	21	0,25	D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
<i>Agrilus biguttatus</i>	3	27,3	61	0,74	D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
<i>Xylotrechus antilope</i>	3	27,3	128	1,54	D <sub>1</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>
<i>Plagionotus detritus</i>	2	18,2	58	0,7	D <sub>3</sub> D <sub>2</sub>
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	2	18,2	135	1,63	D <sub>1</sub> D <sub>5</sub>
<i>Clytus arietis</i>	1	9,1	6	0,07	D <sub>1</sub>
<i>Cossus cossus</i>	1	9,1	12	0,14	D <sub>3</sub>
<i>Mesosa curculionoides</i>	1	9,1	1	0,01	D <sub>1</sub>
<i>Rhagium sycophanta</i>	1	9,1	10	0,12	D <sub>2</sub>
<i>Anisandrus dispar</i>	1	9,1	6	0,07	D <sub>1</sub>
<b>Razem Overall</b>	<b>11*</b>	<b>–</b>	<b>8292</b>	<b>100</b>	

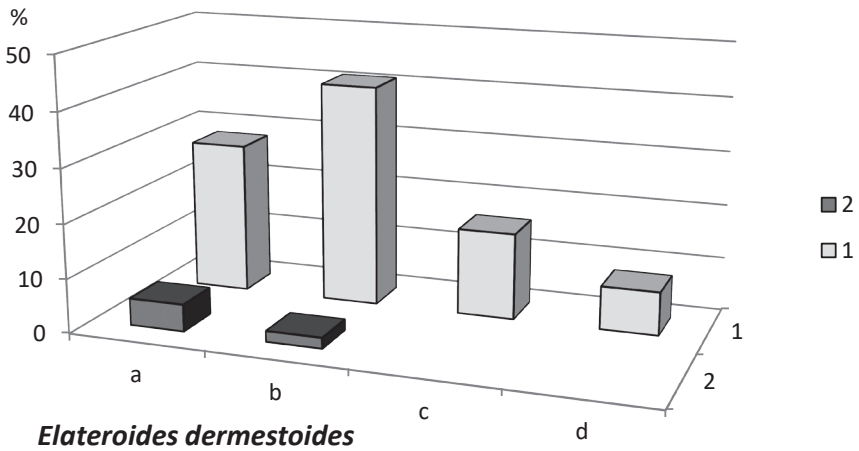
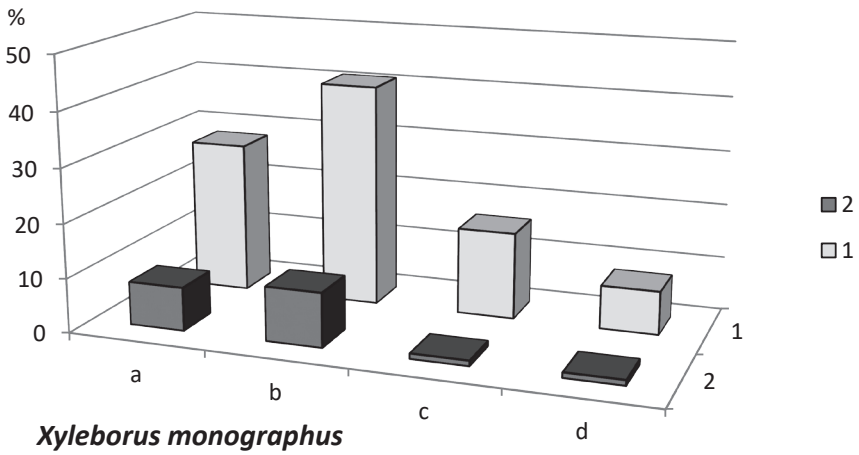
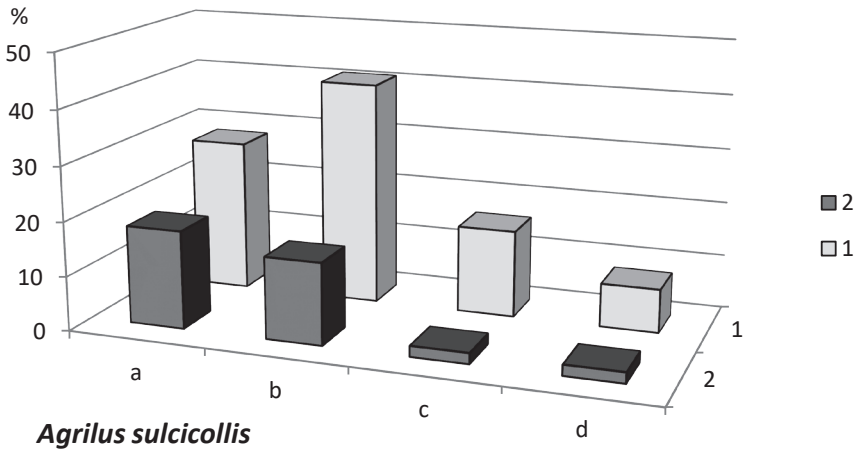
**Tabela 8. Zgrupowanie ekologiczne i zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych w drzewostaniach dębowych i mieszanych z udziałem dębu VII klasy wieku (121–140 lat) i VIII klasy wieku (141–160 lat); objaśnienia jak w tab. 2**

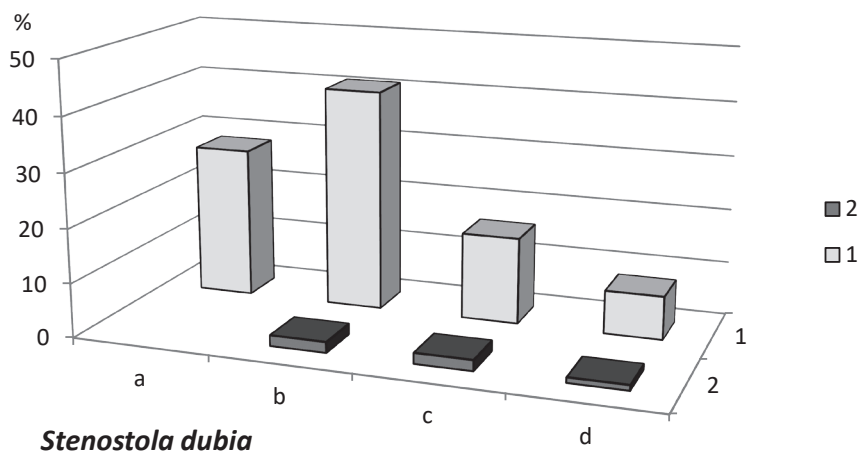
Table 8. Assemblage and micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects in oak and mixed stands, with 7th age class oaks (121–140 years); see Tab. 2 for description

Zgrupowanie owadów Insect assemblage	N	C (%)	n	D (%)	Zespoły mikrośrodowiskowo-troficzne owadów kambio- i ksylofagicznych Micro-environment-trophic communities of cambio- and xylophagous insects
<i>Xyleborus monographus</i>	6	75	2172	23,8	D <sub>2</sub> D <sub>6</sub> D <sub>6</sub> D <sub>4</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
<i>Agrilus biguttatus</i>	4	50	2439	26,8	D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>5</sub> D <sub>6</sub>
<i>Agrilus sulcicollis</i>	4	50	255	2,8	D <sub>1</sub> D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>5</sub>
<i>Saperda scalaris</i>	4	50	865	9,5	D <sub>5</sub> D <sub>3</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub>
<i>Elateroides dermestoides</i>	3	37,5	766	8,4	D <sub>5</sub> D <sub>2</sub> D <sub>6</sub>
<i>Phymatodes testaceus</i>	3	37,5	449	4,9	D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>1</sub>
<i>Rhagium mordax</i>	3	37,5	188	2,3	D <sub>3</sub> D <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
<i>Scolytus intricatus</i>	3	37,5	123	1,4	D <sub>2</sub> D <sub>5</sub> D <sub>1</sub>
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	3	37,5	175	1,9	D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>5</sub>
<i>Leiopus</i> spp.	2	25	187	2	D <sub>4</sub> D <sub>2</sub>
<i>Plagionotus arcuatus</i>	2	25	120	1,3	D <sub>1</sub> D <sub>4</sub> D <sub>3</sub>
<i>Plagionotus detritus</i>	2	25	52	0,5	D <sub>3</sub> D <sub>2</sub>
<i>Anisandrus dispar</i>	2	25	7	0,1	D <sub>1</sub> D <sub>1</sub>
<i>Trypodendron signatum</i>	2	25	735	8	D <sub>5</sub> D <sub>6</sub>
<i>Ptilinus pectinicornis</i>	1	12,5	540	5,9	D <sub>6</sub>
<i>Trypodendron domesticum</i>	1	12,5	43	0,4	D <sub>3</sub>
Razem Overall	8*	–	9116	100	

#### 4.3. Występowanie owadów w zależności od warstwy wysokościowej drzewostanu

Na podstawie klasyfikacji IUFRO przyjęto następujące warstwy wysokościowe drzew: górną (drzewa tworzące zasadniczy pułap drzewostanu), pośrednią wyższą (drzewa dorastające do wyższych partii koron drzew z warstwy górnej, ale nieosiągające poziomu ich wierzchołków), pośrednią niższą (drzewa dorastające zaledwie do dolnych partii koron drzew z warstwy górnej), dolną (drzewa niedorastające do poziomu nasady koron drzew osłaniających z warstwy górnej) (Starzyk 1987a). W badanych drzewostanach dominowały pod względem ilościowym drzewa z warstwy pośredniej wyższej (44,2%), które były również najczęściej zasiedlane przez większość gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych (65,9%). Natomiast drzewa z warstwy górnej preferowały *Agrilus sulcicollis* i *Elateroides dermestoides* (ryc. 3), a z gatunków o niższej





Ryc. 3. Rozkład procentowy badanych dębów wchodzących w skład różnych warstw wysokościowych drzewostanu (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2): a – warstwa górna, b – pośrednia wyższa, c – pośrednia niższa, d – dolna

Fig. 3. Percentage distribution of the oak trees examined within different height layers of forest stands (1), including their colonization by selected species of insects (2): a – upper layer, b – intermediate higher, c – intermediate lower, d – low

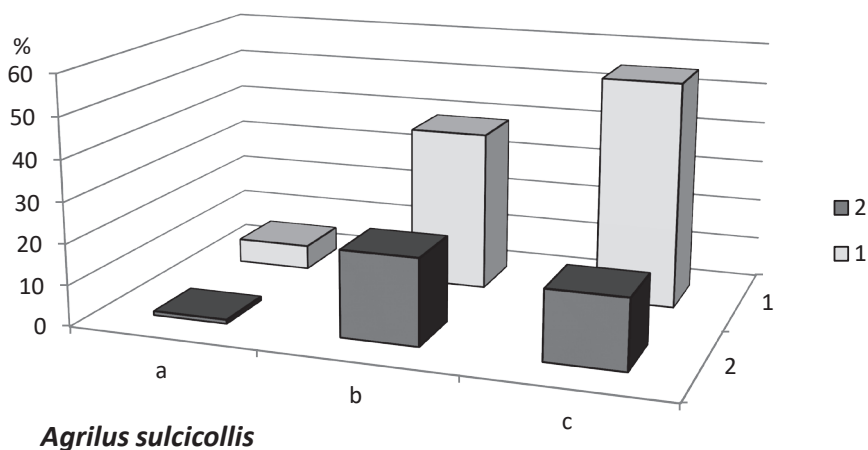
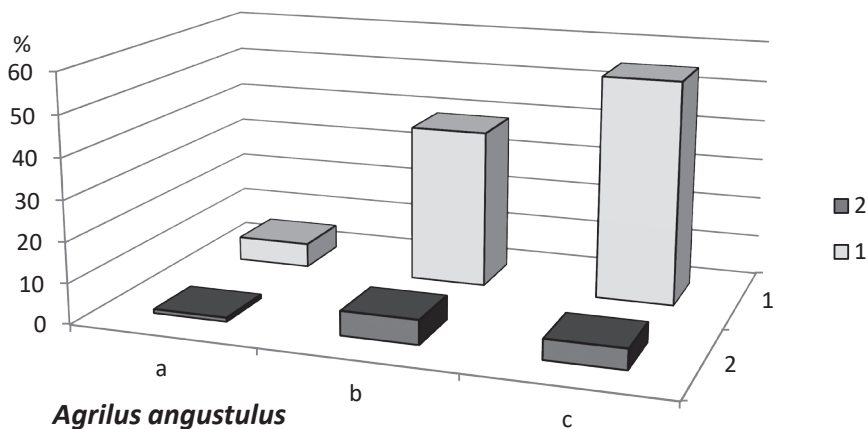
stałości występowania najczęściej lub wyłącznie zasiedlały je: *Chrysobothris affinis*, *Mesosa nebulosa*, *Trypodendron signatum*, *Xyleborus dryographus*, *Platypus cylindrus*, *Cossus cossus* i *Xiphydria camelus*. Dęby z warstwy górnej i pośredniej wyższej były preferowane przez *Xyleborus monographus*, a z warstwy pośredniej wyższej i pośredniej niższej przez *Stenostola dubia* (ryc. 3). Spośród gatunków rzadszych na drzewach z warstwy pośredniej niższej najczęściej lub wyłącznie występowały: *Leptura quadrifasciata* i *Pogonocherus hispidus*. Nie stwierdzono preferowania dębów z warstwy dolnej przez badane gatunki kambio- i ksylofagów.

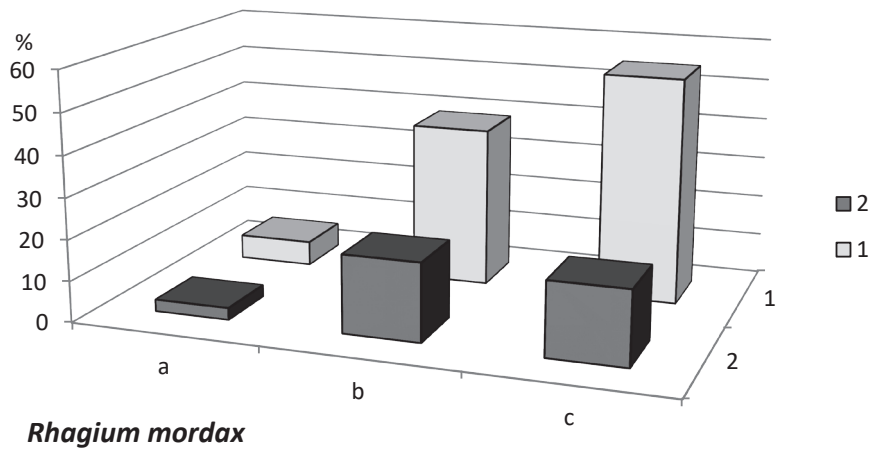
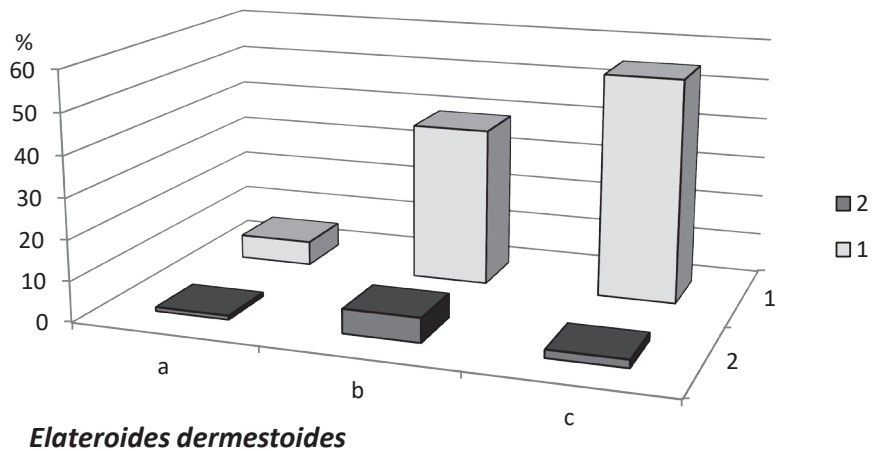
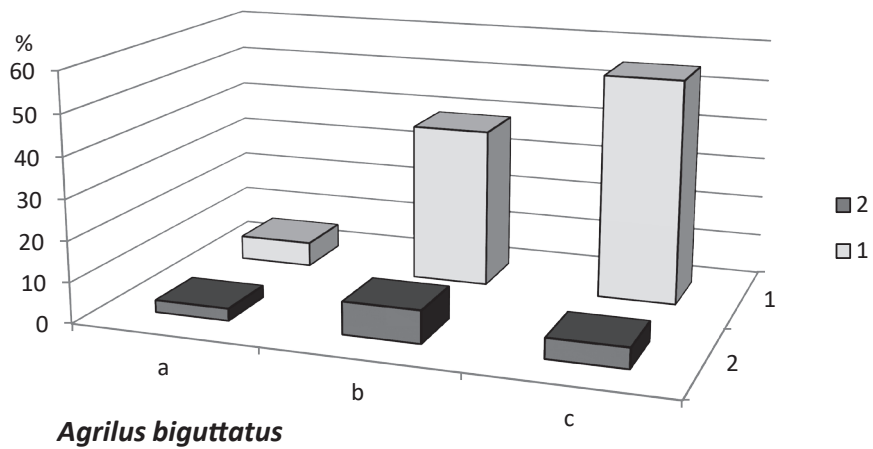
#### 4.4. Zależność występowania kambio- i ksylofagów na badanych dębach od warunków ich osłony

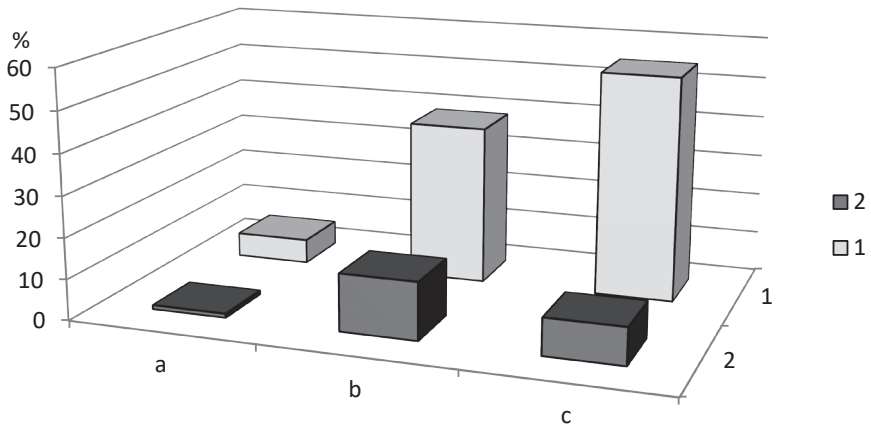
Warunki osłony badanych dębów określono, przyjmując skalę 3-stopniową: drzewa nieosłonięte bezpośrednio (niestykające się z koronami drzew sąsiednich), drzewa lekko osłonięte (stykające się z koronami drzew sąsiednich na powierzchni mniejszej niż 1/2 obwodu korony), drzewa silnie osłonięte (stykające się z koronami drzew sąsiednich na powierzchni większej niż 1/2 obwodu korony) (Starzyk 1987a). Wśród badanych dębów dominowały ilościowo drzewa silnie osłonięte (55%), które były najczęściej zasiedlane przez 18 gatunków owadów, w tym przez 7 gatunków o wysokiej stałości występowania. Natomiast drzewa lekko osłonięte były preferowane przez



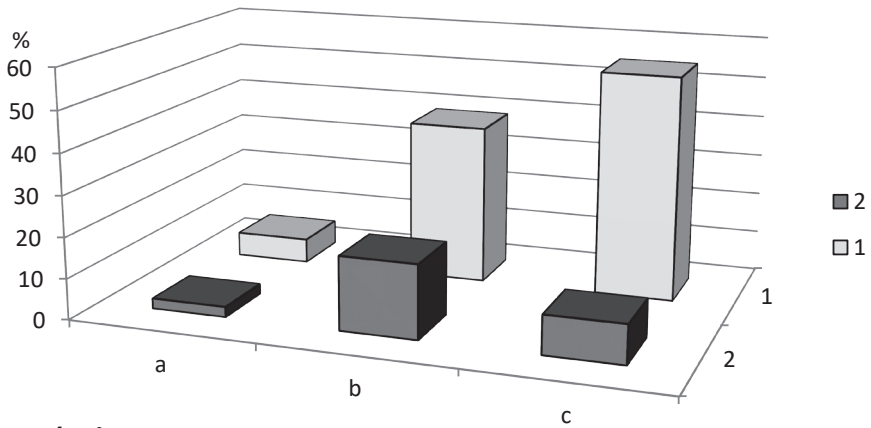
*Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *A. sulcicollis*, *Elateroides dermestoides*, *Rhagium mordax*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Scolytus intricatus*, *Trypodendron domesticum* i *Xyleborus monographus* (ryc. 4), a z gatunków rzadszych najczęściej lub wyłącznie zasiedlały je: *Anobium punctatum*, *Ptilinus pectinicornis*, *Rhagium sycophanta*, *Clytus arietis*, *C. tropicus*, *Pogonocherus hispidus*, *Dryocoetes villosus*, *Trypodendron signatum*, *Xyleborus dryographus*, *Platypus cylindrus* i *Cossus cossus*. Ponadto na drzewach nieosłoniętych bezpośrednio i lekko osłoniętych z równą częstotliwością występował *Xyleborus dryographus*, a we wszystkich warunkach osłony *Dryocoetes villosus*. Drzewa lekko i silnie osłonięte były preferowane przez *Xylotrechus antilope* (ryc. 4), a wyłącznie zasiedlane przez *Rhagium sycophanta*.



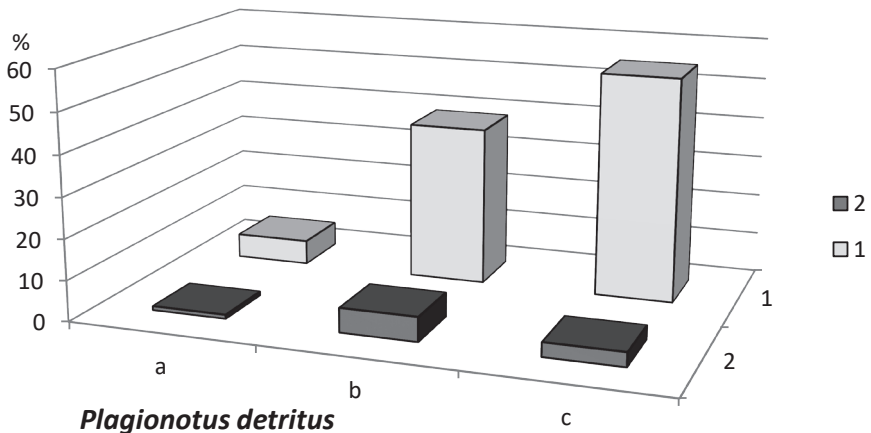




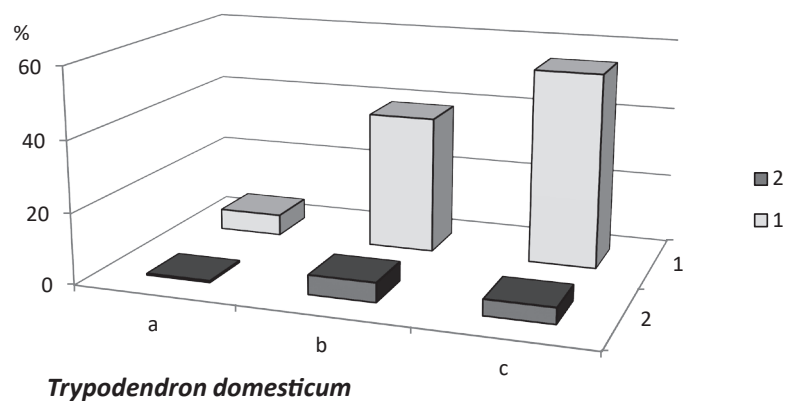
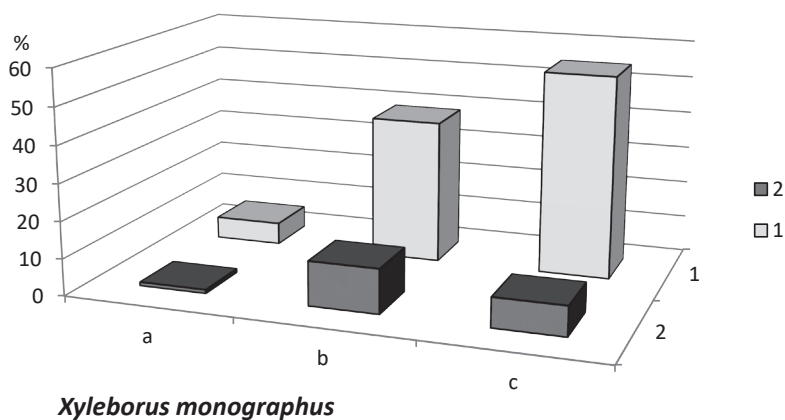
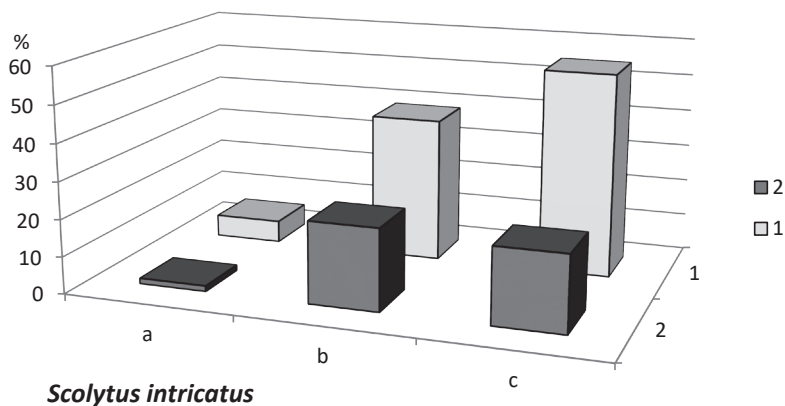
*Phymatodes testaceus*



*Plagionotus arcuatus*



*Plagionotus detritus*



Ryc. 4. Rozkład procentowy badanych dębów rosnących w różnych warunkach osłony (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2): a – drzewa nieosłonięte bezpośrednio, b – lekko osłonięte, c – silnie osłonięte

Fig. 4. Percentage distribution of the examined oaks growing under differentiated shelter conditions (1), including their colonization by selected species of insects (2): a – trees not directly sheltered, b – trees slightly sheltered, c – trees fully sheltered

#### 4.5. Zależność występowania kambio- i ksylofagów od stanu oraz długości i szerokości korony zasiedlonych dębów

Na podstawie wcześniejszych badań (Starzyk 1987a) przyjęto podział dębów na 4 klasy w zależności od rozwoju ich korony: (a) drzewa z koronami należycie rozwiniętymi i dobrze ukształtowanymi, (b) drzewa z koronami słabiej rozwiniętymi, z wadami w ich ukształtowaniu, (c) drzewa z koronami nadmiernie rozwiniętymi, silnie gałęziste, konarzyste i rozwidlone, (d) drzewa z koronami słabymi, zachowanymi z formie szczytkowej. Wśród analizowanych dębów dominowały drzewa z koronami bardzo słabymi (69%), które najczęściej były zasiedlane przez większość owadów kambio- i ksylofagicznych (14 gat. o wyższych i 10 gat. o niższych wskaźnikach stałości występowania). Natomiast drzewa z koronami nadmiernie rozwiniętymi były preferowane przez *Xylotrechus antilope*, *Mesosa curculionoides* i *Xyleborinus saxesenii* oraz najczęściej lub wyłącznie zasiedlane przez gatunki rzadsze (*Anisarthron barbipes*, *Phymatodes alni*, *Clytus arietis*, *Pogonocherus hispidus*, *Exocentrus adpersus*, *E. lusitanus*). Dęby z koronami słabiej rozwiniętymi najczęściej zasiedlał *Anisandrus dispar*, a z gatunków rzadszych: *Ptilinus pectinicornis*, *Stenocorus meridianus*, *Leptura quadrifasciata* i *Mesosa nebulosa*. W okresie prowadzenia badań nie stwierdzono preferowania przez kambio- i ksylofagi dębów z normalnie rozwiniętymi koronami.

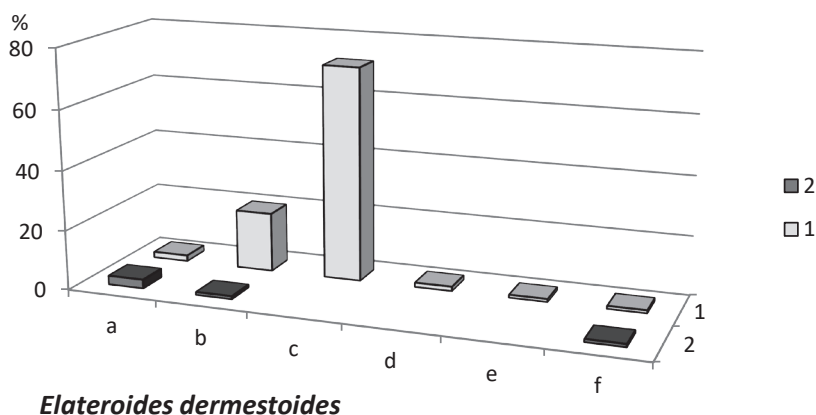
Analizowane dęby podzielono na pięć klas, w zależności od długości korony: (a) 1,1–5,0 m, (b) 5,1–10,0 m, (c) 10,1–15,0 m, (d) 15,1–20,0 m, (e) 20,1–25,0 m. Na badanych powierzchniach dominowały drzewa o długości korony 5,1–10,0 m (41,5%), które były również najliczniej zasiedlane przez większość gatunków kambio- i ksylofagów (32 gat.). Dęby o długości korony 1,1–5,0 m najliczniej zasiedlały wśród gatunków rzadszych *Phymatodes alni* i *Pogonocherus hispidus*, a o długości 15,1–20,0 m – były preferowane przez *Elateroides dermestoides* oraz rzadziej spotykane – *Ptilinus pectinicornis* i *Platypus cylindrus*.

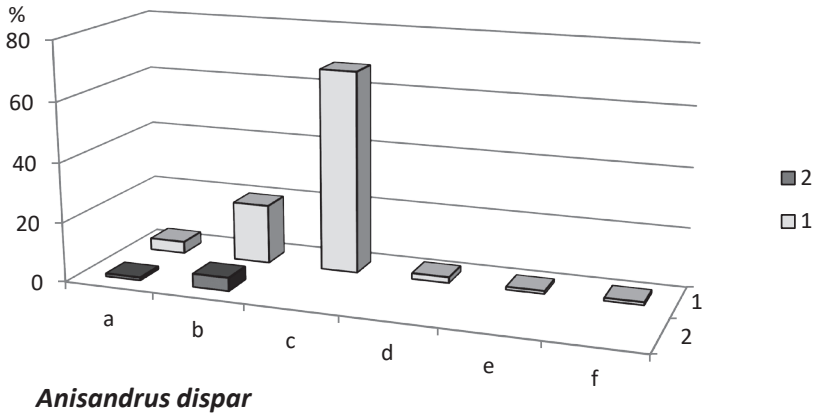
Badane dęby podzielono na dziewięć 1-metrowych klas szerokości korony (od 2,5 do 9,0 m), wśród których przeważały drzewa o maksymalnej szerokości korony 2,1–3,0 m, które były również najczęściej zasiedlane przez większość stwierdzonych gatunków owadów (16 gat., w tym 9 gat. o wysokich wskaźnikach stałości występowania). Dęby o szerokości korony 3,1–4,0 m były preferowane przez *Agrilus biguttatus*, *Elateroides dermestoides*, *Rhagium mordax*, *Xylotrechus antilope*, *Trypodendron domesticum* i *Anisandrus dispar*, o szerokości korony 1,1–2,0 m – przez *Stenostola dubia*, a o szerokości korony 2,1–4,0 m – przez *Agrilus sulcicollis*, *Plagionotus arcuatus* i *Xyleborus monographus*.

#### 4.6. Występowanie owadów na różnych rodzajach materiału lęgowego

Wyróżniono następujące rodzaje materiału lęgowego, które były zasiedlane przez owady kambio- i ksylofagiczne: (a) dęby stojące żywe, (b) osłabione, (c) obumierające i martwe, (d) powalone, (e) złamane, (f) ścięte co najmniej pół roku przed przeprowadzeniem analizy entomologicznej. W analizowanym materiale dominowały ilościowo drzewa obumierające i martwe (69,4%), które w okresie prowadzenia badań były również najczęściej zasiedlane przez większość gatunków kambio- i ksylofagów (36 gat.). Należy jednak zaznaczyć, że na takich drzewach znajdowano już końcowe stadia rozwojowe szkodników wtórnych (wyrośnięte larwy przed przepoczwarczeniem i poczwarki) oraz opuszczone żerowiska. Natomiast w momencie zasiedlenia przez kambio- i ksylofagi (rok lub dwa lata wcześniej, zależnie od gatunku owada) drzewa te były żywe, ale osłabione. Na drzewach żywych, bez wyraźnie widocznych oznak osłabienia lub uszkodzenia, znajdowano najczęściej żerowiska *Elateroides dermestoides*, *Clytus arietis*, *Anisandrus dispar* i *Platypus cylindrus* (ryc. 5).

Większość gatunków kambiofagów lub kambio-ksylofagów, podczas żerowania uszkadzała znaczne powierzchnie łyka i miazgi. W tabeli 9 zestawiono powierzchnię zajmowaną przez pojedyncze chodniki larwalne wybranych gatunków szkodników wtórnych, a w przypadku *Scolytus intricatus* przez chodnik macierzysty i odchodzące od niego chodniki larwalne, w kolejności malejącej. Największą powierzchnię miazgi i łyka uszkadzały żerowiska *Rhagium mordax*, *Plagionotus detritus*, *P. arcuatus*, *Scolytus intricatus* i *Saperda scalaris*.





Ryc. 5. Rozkład procentowy różnych rodzajów badanego materiału lęgowego (1), z uwzględnieniem jego zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2): a – dęby stojące żywe, b – osłabione, c – obumierające i martwe, d – powalone, e – złamane, f – ścięte

Fig. 5. Percentage distribution of different types of examined insect reproduction material (1), including its colonization by selected species of insects (2): a – standing alive oaks, b – weakened, c – dying and dead, d – fallen, e – broken, f – cut down

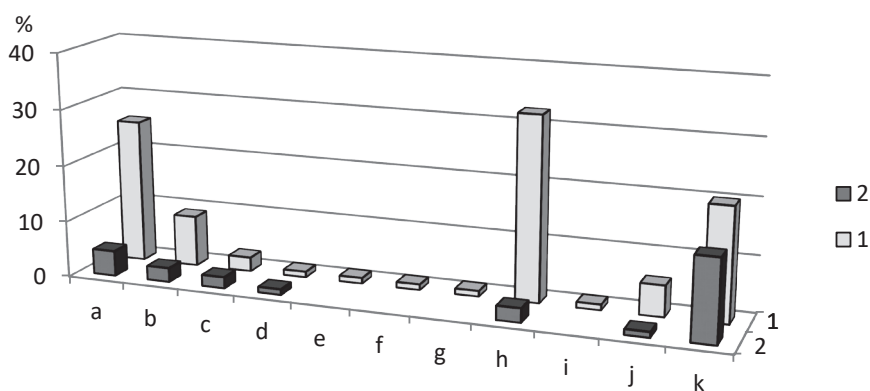
Tabela 9. Powierzchnia łyka i miazgi zajmowana przez pojedyncze chodniki larwalne wybranych gatunków kambio- i ksylofagów z rodziny Cerambycidae i Buprestidae, a w przypadku *Scolytus intricatus* przez chodnik macierzysty i odchodzące od niego chodniki larwalne

Table 9. Phloem and cambium area taken by single larval galleries in selected cambio- and xylophagous species from the families Cerambycidae and Buprestidae (in case of *Scolytus intricatus*: by a parental gallery and branching off larval galleries)

Gatunek Species	Powierzchnia żerowiska (cm <sup>2</sup> ) Feeding site area (cm <sup>2</sup> )		
	Min. Minimum	Maks. Maximum	Średnia Mean
<i>Rhagium mordax</i>	55	185	104
<i>Plagionotus detritus</i>	66	324	96
<i>Plagionotus arcuatus</i>	61	308	91
<i>Scolytus intricatus</i>	10	148	54
<i>Saperda scalaris</i>	19	125	46
<i>Agrilus biguttatus</i>	19	96	39
<i>Agrilus angustulus</i>	11	67	31
<i>Agrilus sulcicollis</i>	11	67	31
<i>Phymatodes testaceus</i>	16	42	24
<i>Leiopus</i> spp.	9	31	20
<i>Phymatodes alni</i>	6	16	9
<i>Chrysobothris affinis</i>	3	7	6
<i>Pogonocherus hispidulus</i>	2	7	4
<i>Pogonocherus hispidus</i>	2	7	4

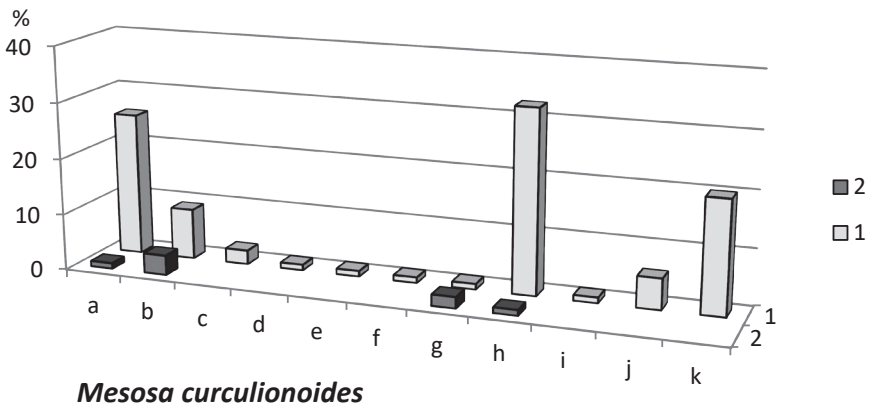
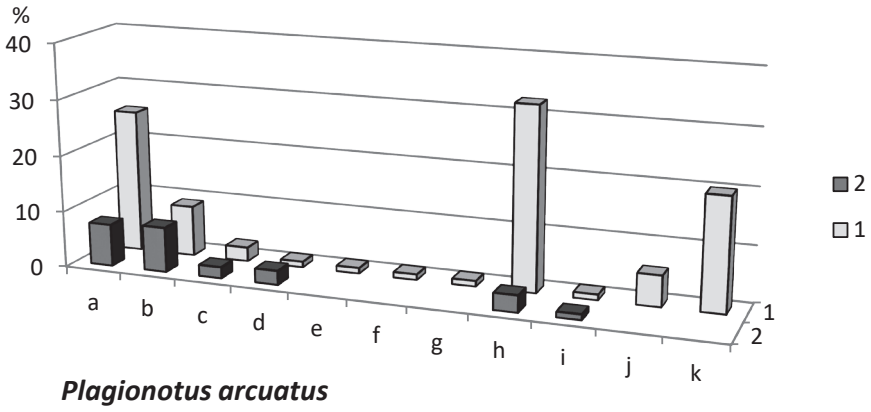
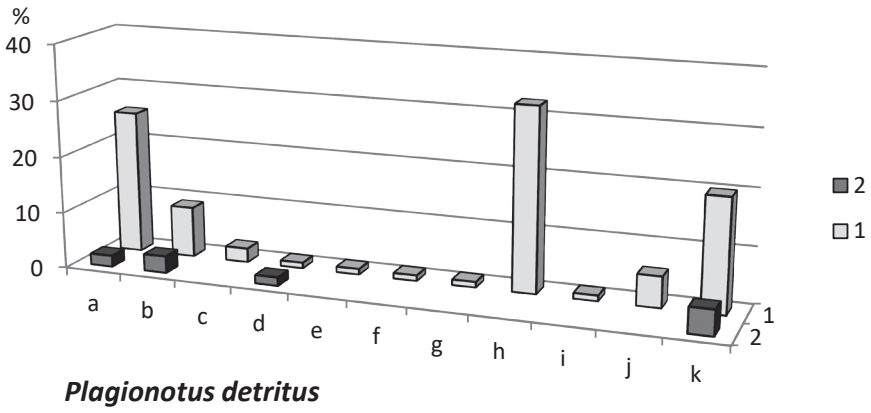
#### 4.7. Zależność występowania kambio- i ksylofagów od stopnia osłabienia drzew przez czynniki abiotyczne i biotyczne

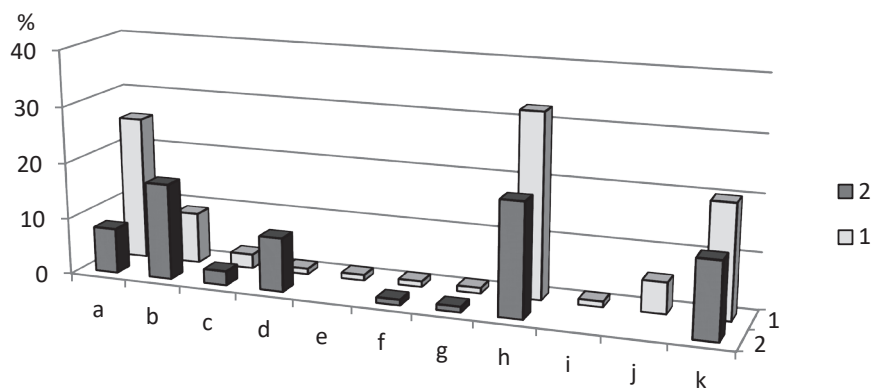
Część badanych dębów (19,9%) zasiedlonych przez owady kambio- i ksylofagiczne nie wykazywała widocznych oznak osłabienia lub uszkodzenia przez czynniki szkodotwórcze. Przeważająca większość szkodników wtórnych zasiedlała osłabione dęby o różnym stanie ulistnienia, począwszy od zielonego, poprzez zielone i żółte, zielone i brunatne, żółte, brunatne i brunatne szczątkowe. Natomiast owady te kończyły swój rozwój na drzewach zamierających lub martwych pozbawionych listowia. Pozostałe drzewa były w mniejszym lub większym stopniu osłabione przez: (a) opieńkę, (b) przygłuszenie i opieńkę, (c) opieńkę i wiatr, (d) opieńkę i korzeniowca wieloletniego, (e) opieńkę i uszkodzenia mechaniczne, (f) opieńkę i okiść, (g) opieńkę, przygłuszenie i okiść, (h) przygłuszenie, (i) przygłuszenie i okiść, (j) okiść i wiatr. W badanym materiale najczęściej było drzew osłabionych przez przygłuszenie (32,2%) oraz opieńkę (27%), które najczęściej były zasiedlane przez *Stenostola dubia* (dęby przygłuszone) oraz *Rhagium mordax*, *Phymatodes testaceus*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus* i *Trypodendron domesticum* (zaatakowane przez opieńkę). Natomiast drzewa równocześnie przygłuszone i zaatakowane przez opieńkę były preferowane przez *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Mesosa curculionoides*, *Leiopus* spp., *Trypodendron domesticum*, *Anisandrus dispar*, *X. monographus* i *Xyleborinus saxesenii* (ryc. 6).



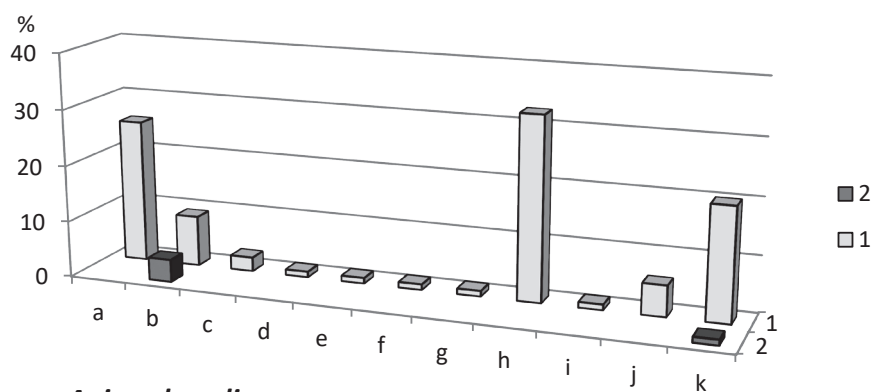
***Phymatodes testaceus***



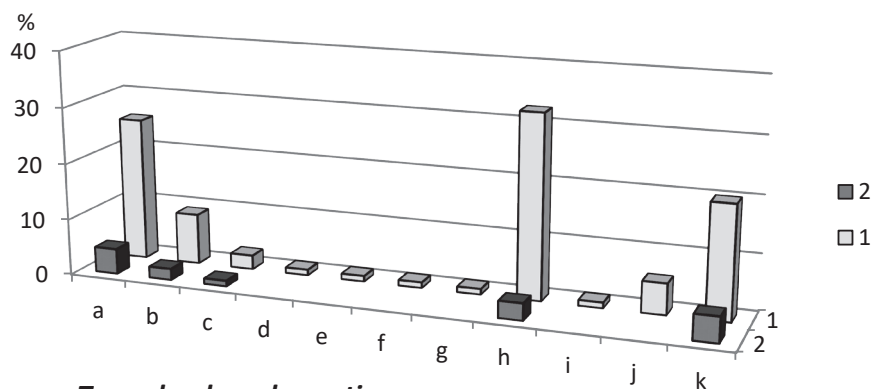




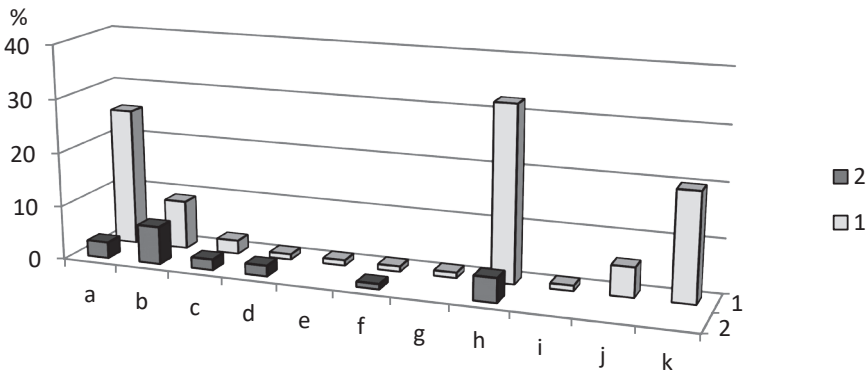
*Leiopus* spp.



*Anisandrus dispar*



*Trypodendron domesticum*



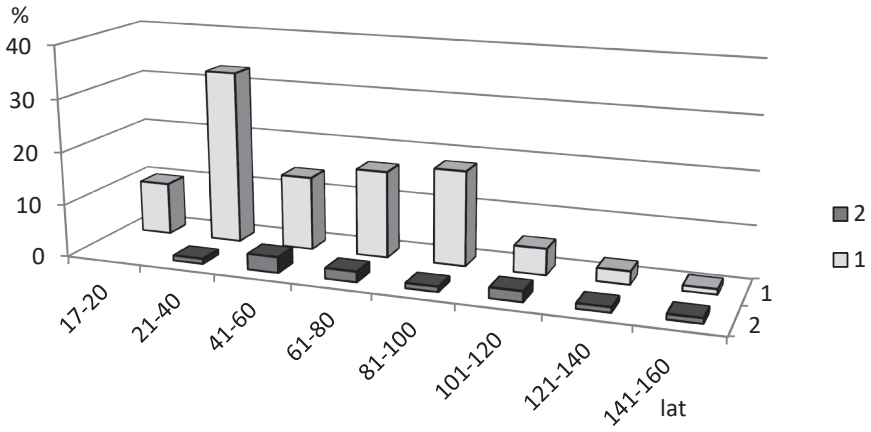
### *Xyleborus monographus*

Ryc. 6. Rozkład procentowy badanych dębów osłabionych przez różne czynniki szkodotwórcze (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2): a – drzewa osłabione przez opieńkę, b – opieńkę i przygłuszenie, c – opieńkę i wiatr, d – opieńkę i korzeniowca wieloletniego, e – opieńkę i uszkodzenia mechaniczne, f – opieńkę i okiść, g – opieńkę, przygłuszenie i okiść, j – okiść i wiatr, k – dęby bez wyraźnych oznak osłabienia

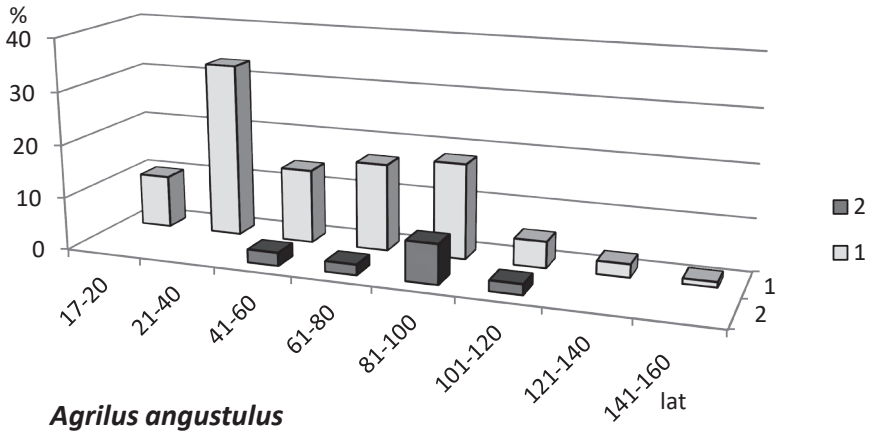
Fig. 6. Percentage distribution of the examined oaks weakened by various damaging factors (1), including their colonization by selected species of insects (2): trees weakened by: a – honey fungus, b – *Armillaria* sp. and to stifle, c – *Armillaria* sp. and wind, d – *Armillaria* sp. and annosus root rot, e – *Armillaria* sp. and mechanical damage, f – *Armillaria* sp. and snow damage, g – *Armillaria* sp., snow damage and to stifle, j – snow damage and wind, k – oaks with no obvious signs of weakening

## 4.8. Zależność występowania kambio- i ksylofagów od wieku zasiedlanych dębów

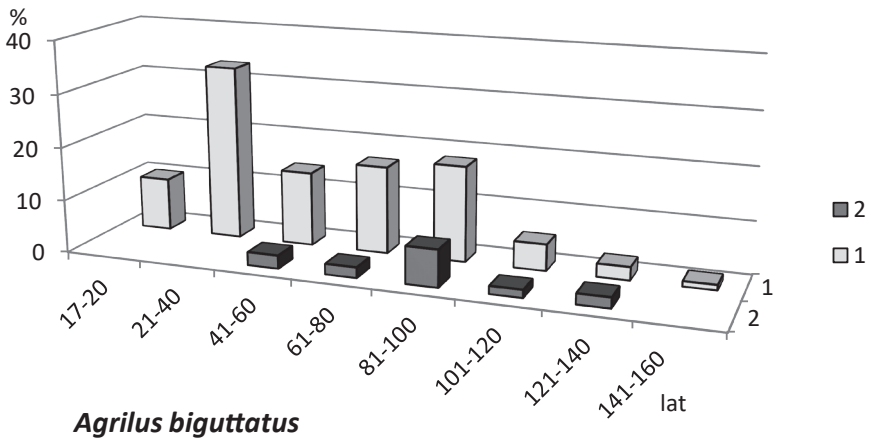
Wiek badanych dębów wahał się od 17 do 160 lat, przy czym ilościowo przeważały drzewa II klasy wieku (33%), które najczęściej były zasiedlane przez *Pogonocherus hispidulus*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Stenostola dubia* i *Scolytus intricatus* oraz przez sześć gatunków o niższych wskaźnikach stałości występowania. Natomiast spośród gatunków najczęściej spotykanych dęby III klasy wieku preferował *Elateroides dermestoides*, IV klasy – *Mesosa curculionoides*, V klasy – *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *Rhagium mordax*, *Phymatodes testaceus*, *Xylotrechus antilope*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborus monographus* i *Xyleborinus saxesenii*, a VI klasy – *Agrilus sulcicollis* (ryc. 7).



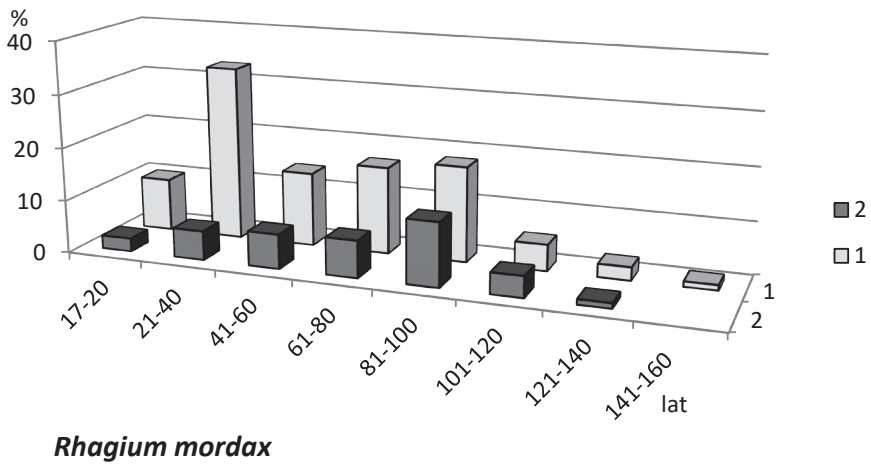
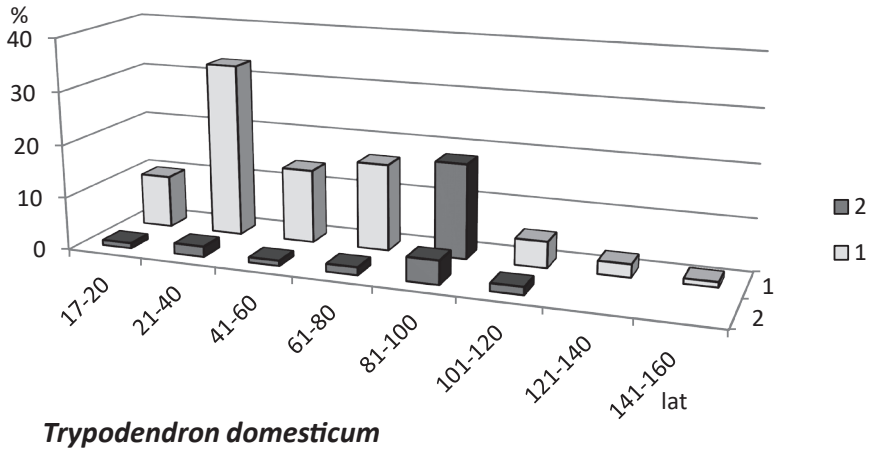
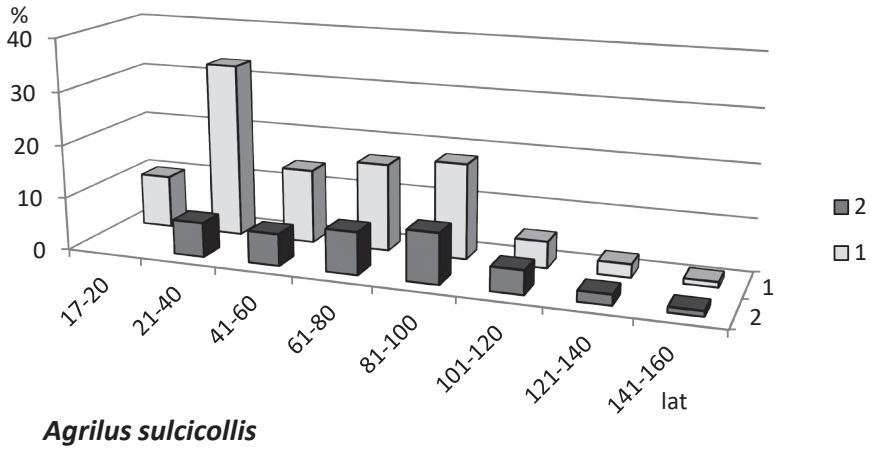
***Elateroides dermestoides***

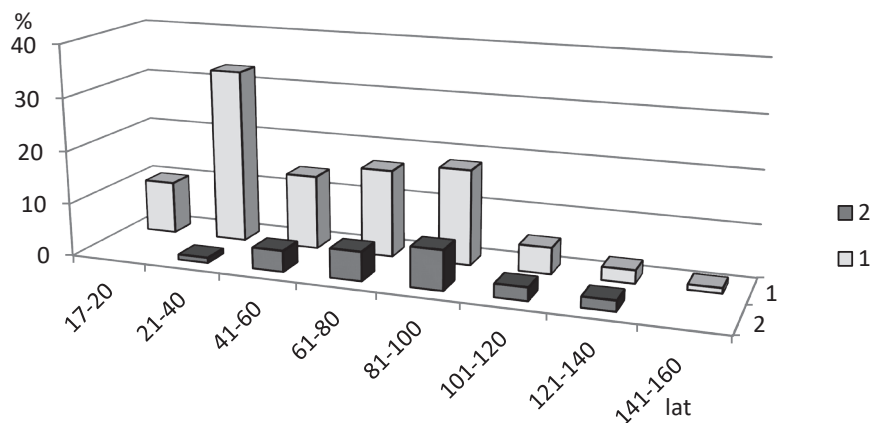


***Agrilus angustulus***

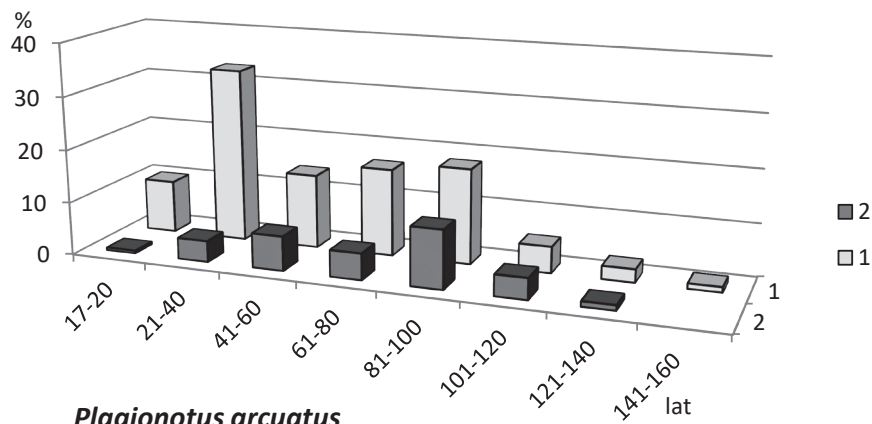


***Agrilus biguttatus***

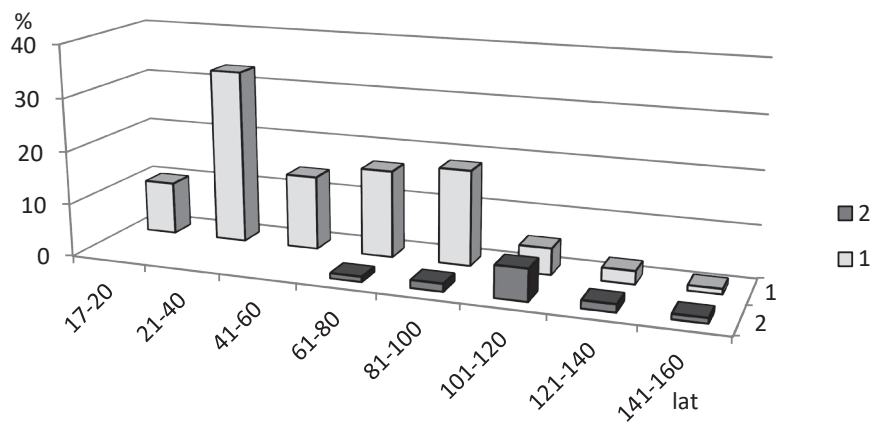




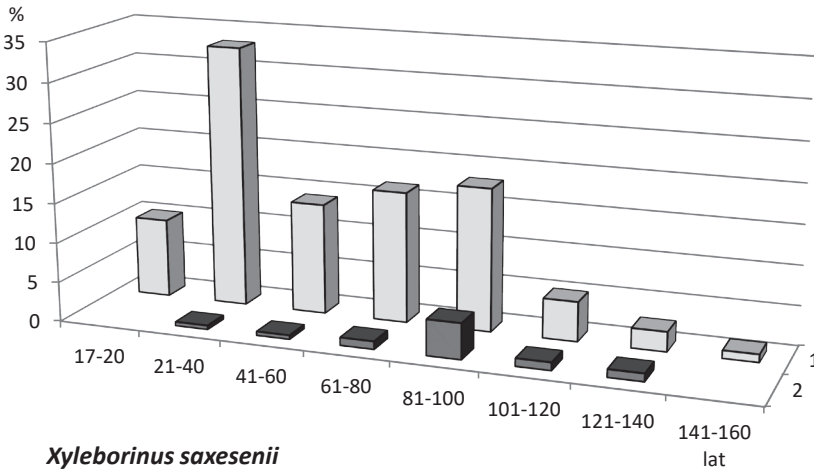
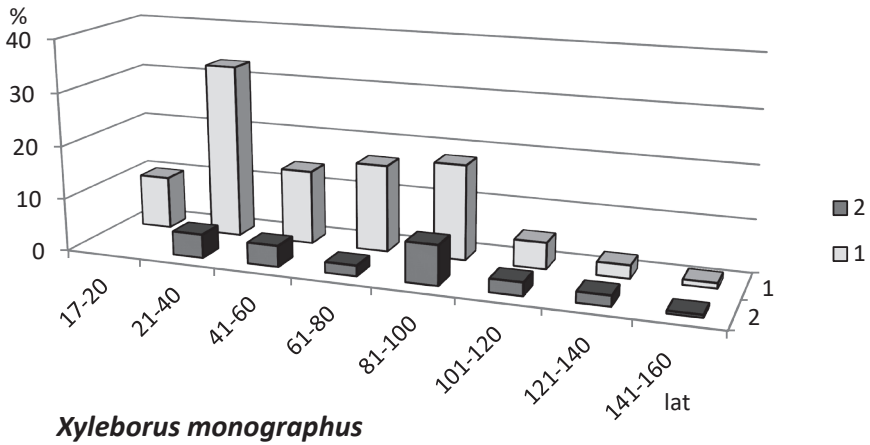
***Phymatodes testaceus***



***Plagionotus arcuatus***



***Plagionotus detritus***



Ryc. 7. Rozkład procentowy badanych dębów w zależności od ich wieku (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2)

Fig. 7. Percentage distribution of the oak trees examined conditional on their age (1), including their colonization by selected species of insects (2)

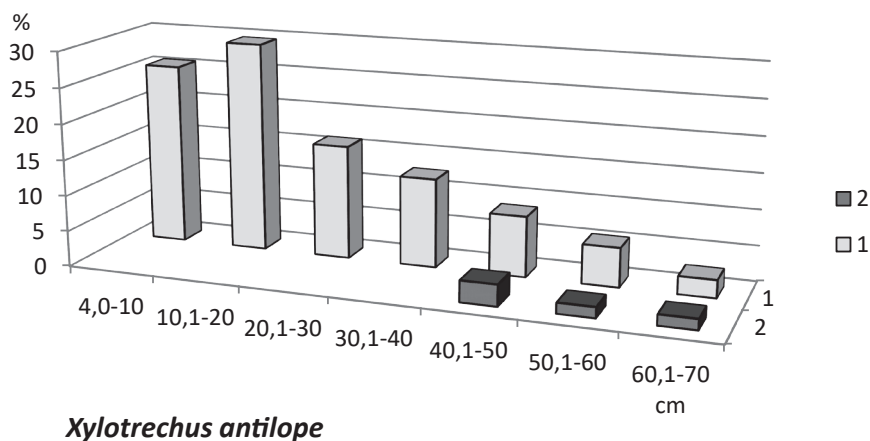
#### 4.9. Częstość występowania kambio- i ksylofagów na dębach o różnej wysokości

Badane dęby podzielono na 6 klas wysokości (co 5 m): (a) 4,3–5 m, (b) 5,1–10 m, (c) 10,1–15 m, (d) 15,1–20 m, (e) 20,1–25 m, (f) 25,1–30 m. W badanym materiale dominowały drzewa o wysokości 5,1–10 m (31,3%) i 15,1–20 m (29,4%), które również były najczęściej zasiedlane przez większość szkodników wtórnych (odpowiednio przez 6 i 25 gat.). Dęby o wysokości 20,1–25 m były najczęściej lub wyłącznie opanowywane

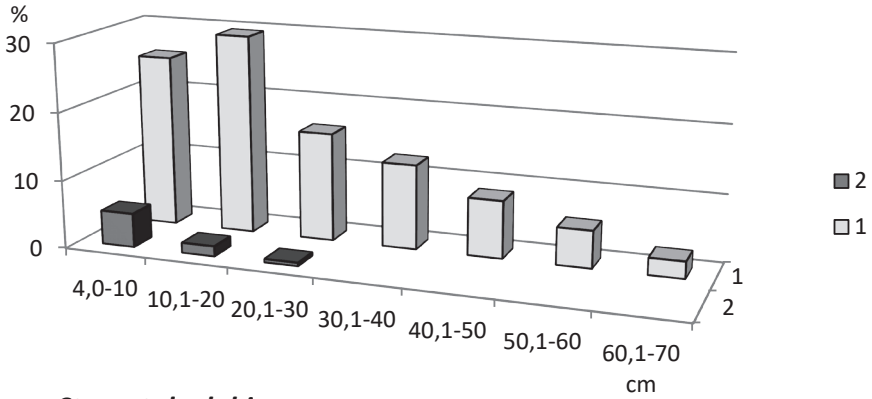
przez *Mesosa curculionoides*, *Platypus cylindrus* i *Cossus cossus*. Natomiast żaden ze stwierdzonych gatunków owadów nie preferował drzew o wysokości 5 m.

#### 4.10. Zależność występowania owadów kambio- i ksylofagicznych od pierśnicy badanych dębów

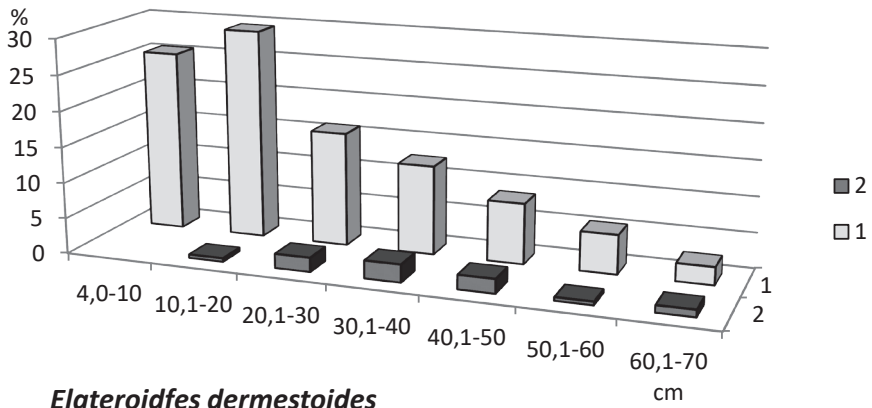
Analizowane drzewa podzielono na 7 klas pierśnic (co 10 cm): (a) 4,0–10 cm, (b) 10,1–20 cm, (c) 20,1–30 cm, (d) 30,1–40 cm, (e) 40,1–50 cm, (f) 50,1–60 cm, (g) 60,1–70 cm. W badanym materiale dominowały dęby o pierśnicy 10,1–20 cm (29,4%) i one również były najczęściej opanowywane przez większość kambio- i ksylofagów. Preferowanie dębów o określonej pierśnicy stwierdzono u następujących gatunków owadów, które charakteryzowały się wysokimi wskaźnikami stałości występowania: 4,0–10 cm – *Xylotrechus antilope*, *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus* i *Stenostola dubia*; 10,1–20 cm – *Agrilus sulcicollis*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Saperda scalaris*, *Phymatodes testaceus*, *Trypodendron domesticum* i *Xyleborinus saxesenii*; 40,1–50 cm – *Agrilus biguttatus* i *Xyleborus monographus*. Ponadto *Leiopus* spp. preferował drzewa o pierśnicy 4,0–20 cm, *Anisandrus dispar* – 10,1–30 cm, *Rhagium mordax* – 20,1–40 cm oraz *Agrilus angustulus* – 40,1–60 cm (ryc. 8).



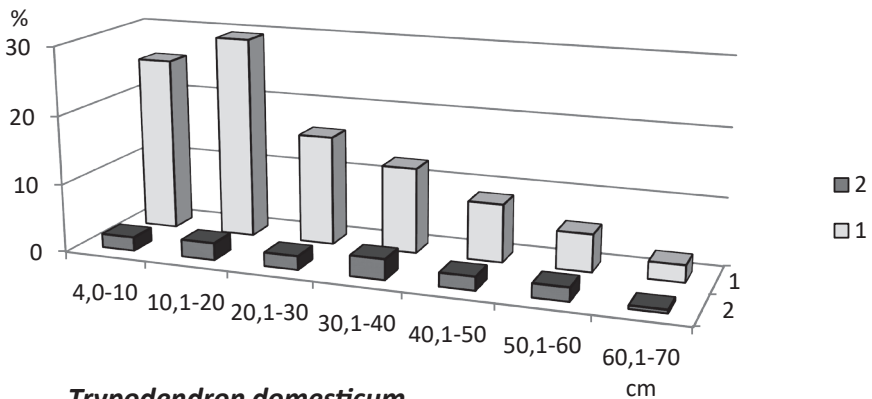




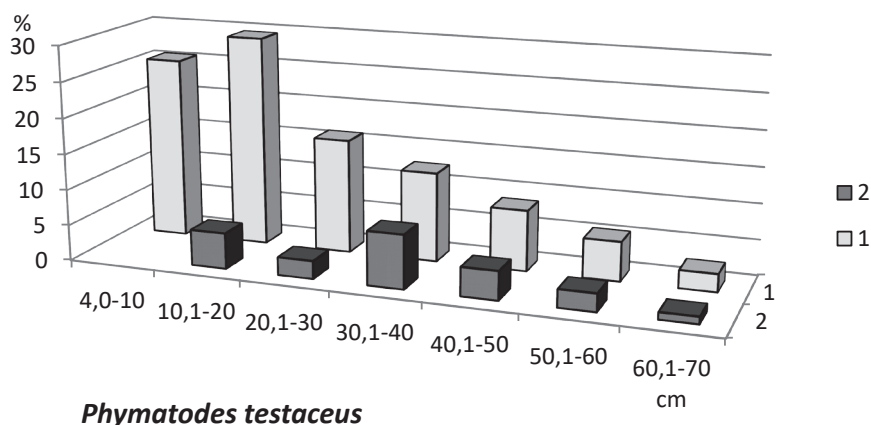
***Stenostola dubia***



***Elateroides dermestoides***



***Trypodendron domesticum***

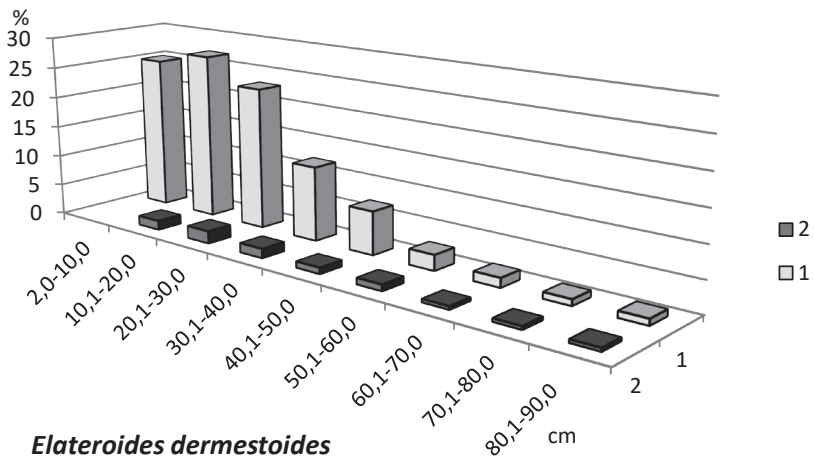
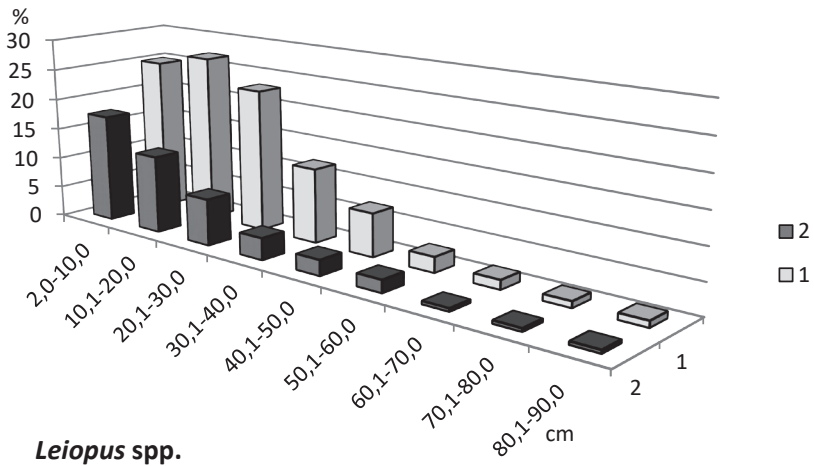
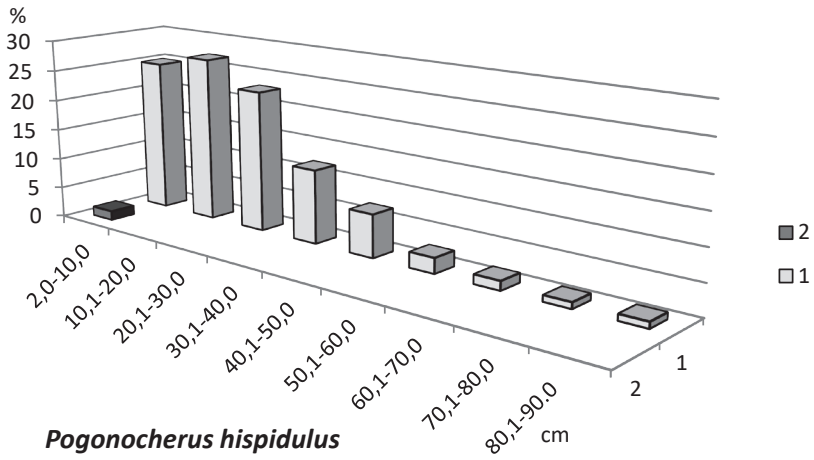


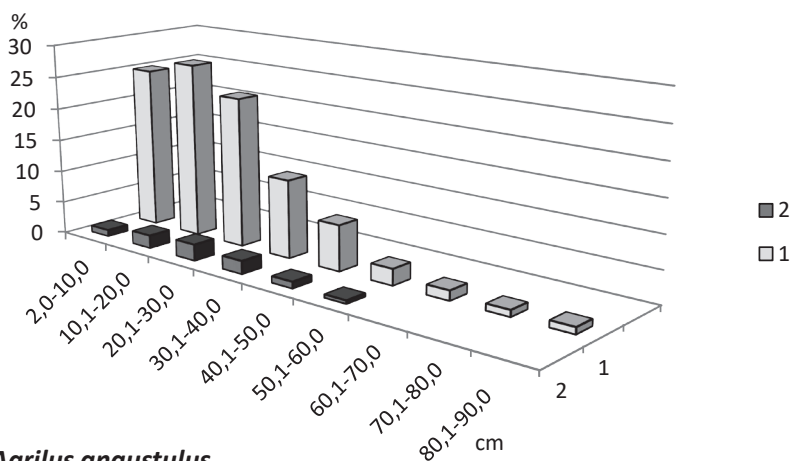
Ryc. 8. Rozkład procentowy badanych dębów o różnej pierśnicy (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2)

Fig. 8. Percentage distribution of the examined oaks with different DBH (1), including their colonization by selected species of insects (2)

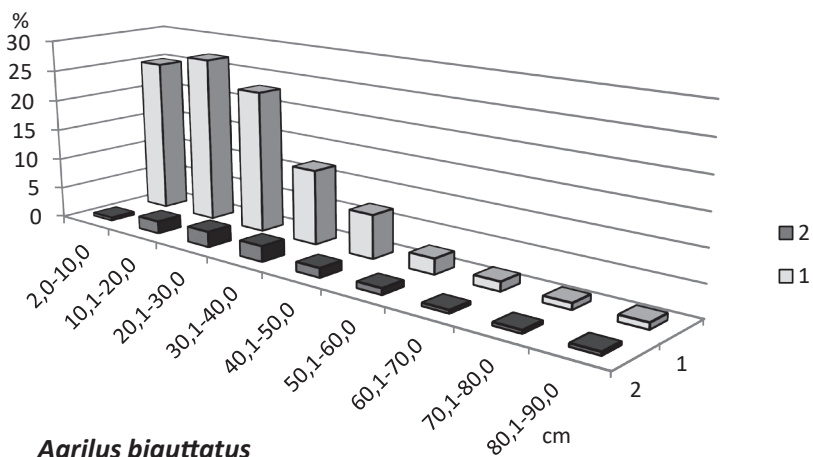
#### 4.11. Zależność występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od średnicy zasiedlonej części pnia badanych dębów

Przyjęto 9 klas grubości pnia badanych dębów (co 10 cm) mierzonych w sekcjach 1-metrowych. W analizowanym materiale przeważały sekcje o średnicy 10,1–30 cm. Spośród gatunków najliczniejszych wyraźne preferencje odnośnie grubości zasiedlanej części pnia dębów wykazywały następujące szkodniki: 2–10 cm – *Pogonocherus hispidulus*, *Leiopus* spp. i *Stenostola dubia*; 10,1–20 cm – *Phymatodes testaceus*, *Xylotrechus antilope*, *Saperda scalaris*, *Anisandrus dispar* i *Xyleborinus saxesenii*; 20,1–30 cm – *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *A. sulcicollis*, *Elateroides dermestoides*, *Mesosa curculionoides*, *Scolytus intricatus*, *Trypodendron domesticum* i *Xyleborus monographus*; 30,1–40 cm – *Rhagium mordax* (ryc. 9). Uwzględniając wszystkie stwierdzone gatunki owadów, najczęściej były zasiedlane sekcje o średnicy 20,1–30 cm.

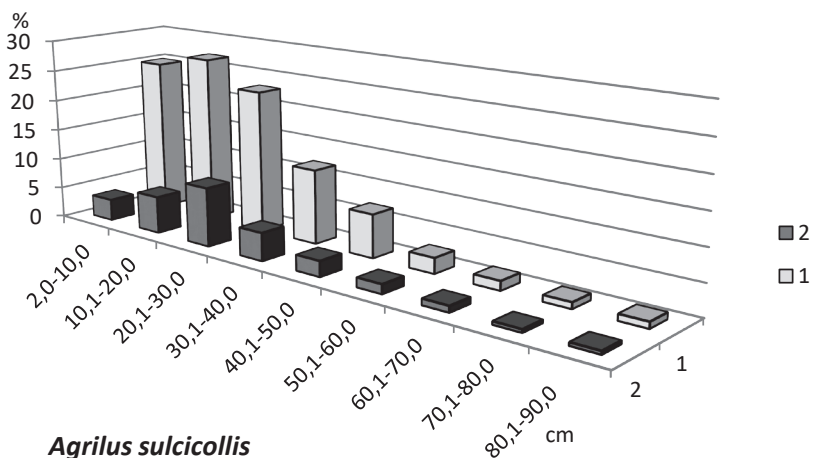




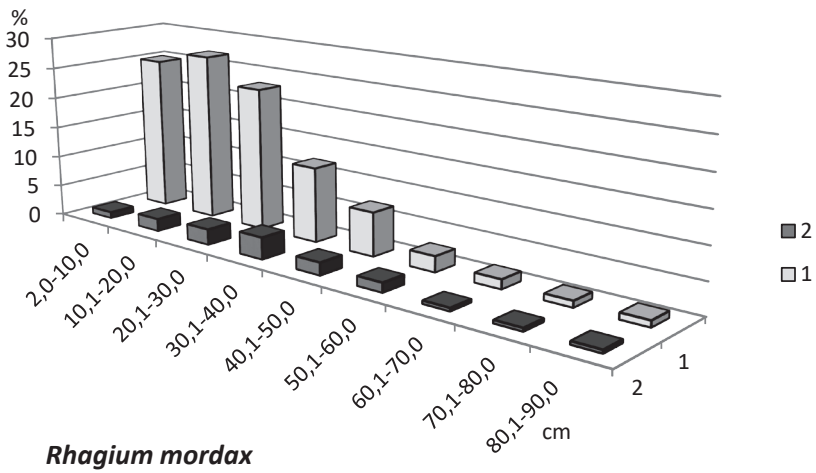
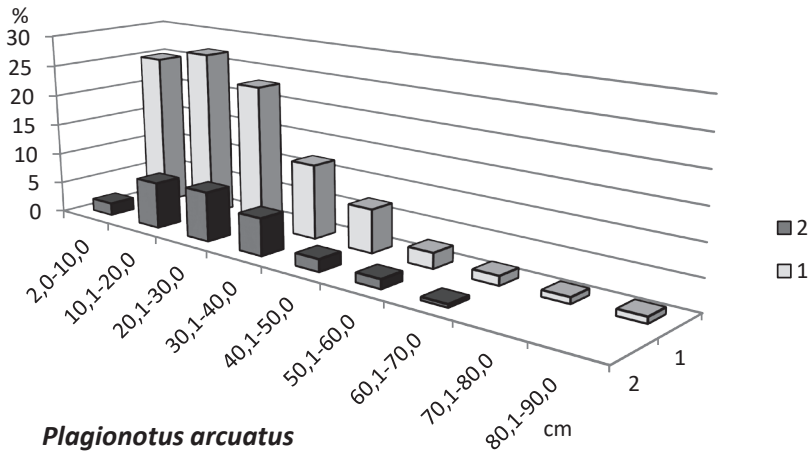
***Agrilus angustulus***

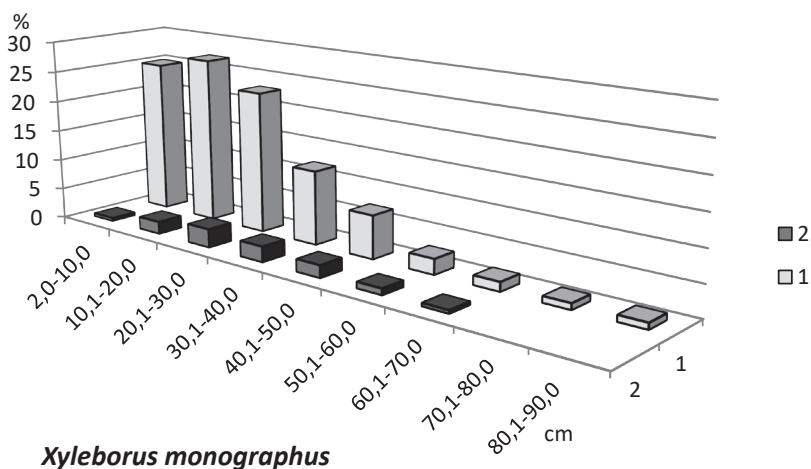


***Agrilus biguttatus***



***Agrilus sulcicollis***





Ryc. 9. Rozkład procentowy 1-metrowych sekcji dębowych w poszczególnych klasach średnic (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2)

Fig. 9. Percentage distribution of 1-meter oak sections in different diameter categories (1), including their colonization by selected species of insects (2)

#### 4.12. Strefy występowania żerowisk kambio- i ksylofagów na pniach badanych dębów

Pionowy zasięg i nasilenie występowania żerowisk owadów kambio- i ksylofagicznych na pniach badanych dębów był zróżnicowany. Niektóre gatunki zasiedlały drzewa na całej długości, a inne wyraźnie preferowały ich określone części. Jest to związane z ich różnymi wymaganiami ekologicznymi (głównie odnośnie do temperatury, nasłonecznienia i wilgotności) oraz troficznymi (średnica pnia, grubość korowiny). Na podstawie analizy procentowego rozmieszczenia żerowisk w dolnej, środkowej i górnej części pnia wyróżniono następujące grupy gatunków:

- preferujące dolną część pnia (*Rhagium mordax*, *Stenostola dubia*, *Elateroides dermestoides*, *Agrilus biguttatus*, *Saperda scalaris*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborus monographus*, a spośród gatunków rzadziej spotykanych – *Anobium punctatum*, *Leptura quadrifasciata*, *Exocentrus adpersus*, *Dryocoetus villosus*, *Xyleborus dryographus*, *Clytus arietis* i *Chrysobothris affinis*),
- preferujące dolną i środkową część pnia (*Agrilus sulcicollis*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Leiopus* spp. i *Scolytus intricatus*, a z gatunków rzadszych – *Ptilinus pectinicornis*, *Mesosa nebulosa* i *Trypodendron signatum*),
- preferujące środkową część pnia (*Agrilus angustulus* i *Mesosa curculionoides*, a z rzadziej spotykanych – *Anisarthron barbipes*),

d) preferujące górną część pnia (*Xylotrechus antilope*, *Anisandrus dispar* i *Pogonocherus hispidulus*),

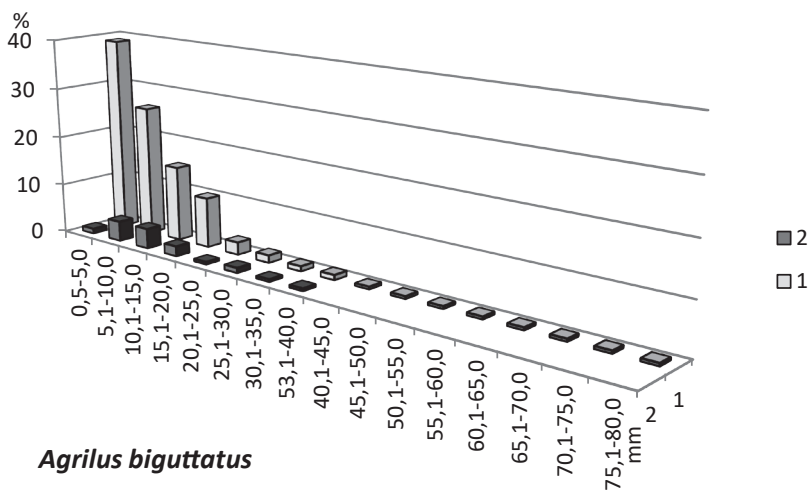
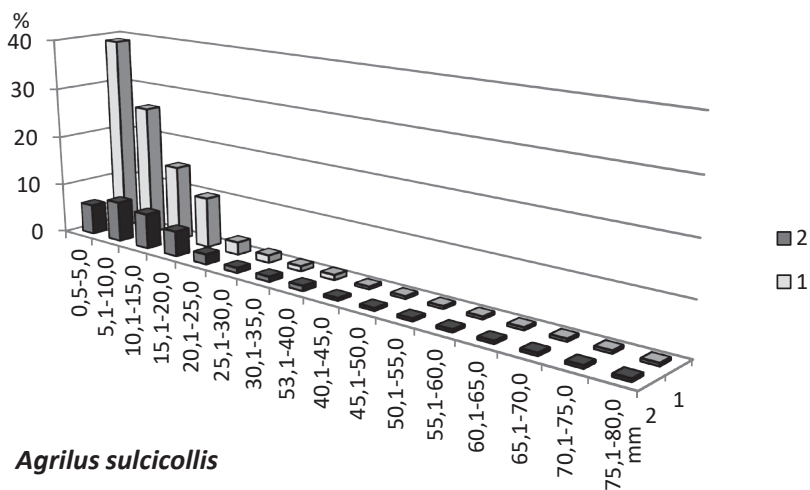
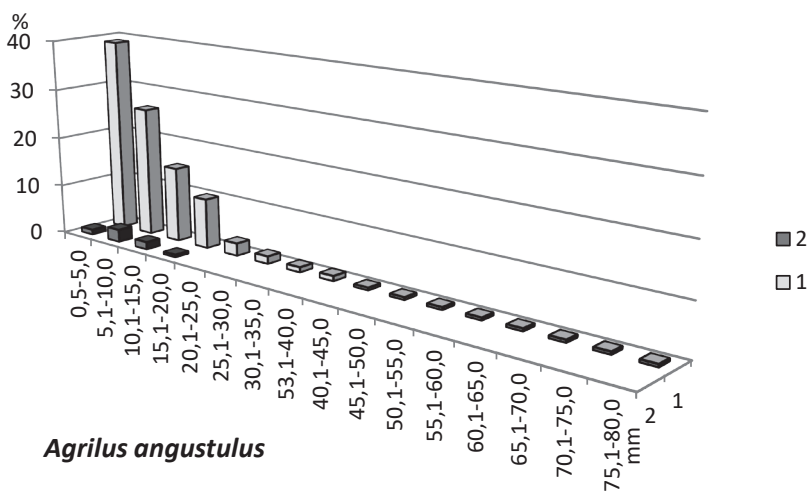
e) preferujące górną i środkową część pnia: *Xyleborinus saxesenii*.

Wśród gatunków zasiedlających pnie badanych dębów wyraźnie dominowały kambio- i ksylofagi opadające dolną część drzew (46,3%). Część gatunków zasiedlała oprócz pni również konary oraz różnej grubości gałęzie, zarówno znajdujące się w koronie, jak i świeżo odłamane, leżące na ściółce (*Agrilus angustulus*, *A. sulcicollis*, *Phymatodes alni*, *Xylotrechus antilope*, *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *P. hispidus*, *Leipus* spp., *Exocentrus lusitanus*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Anisandrus dispar*, *Xyleborus monographus*).

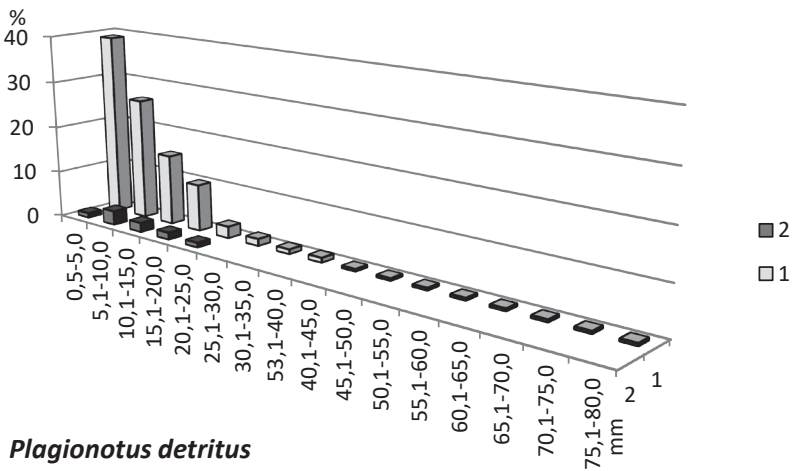
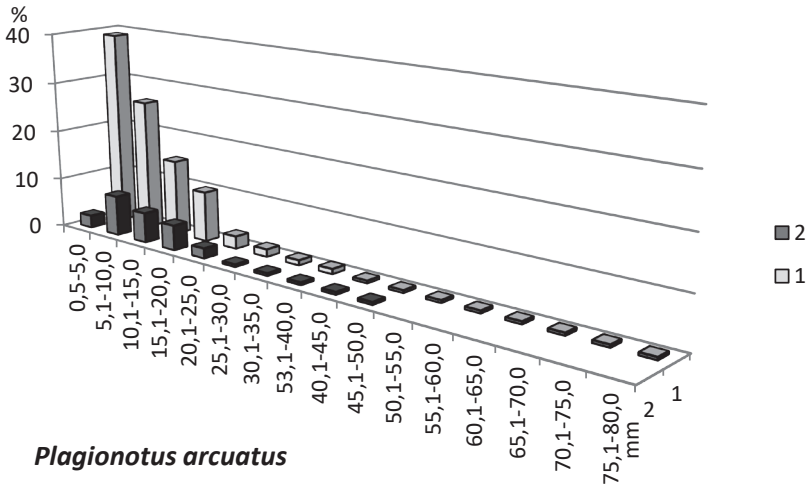
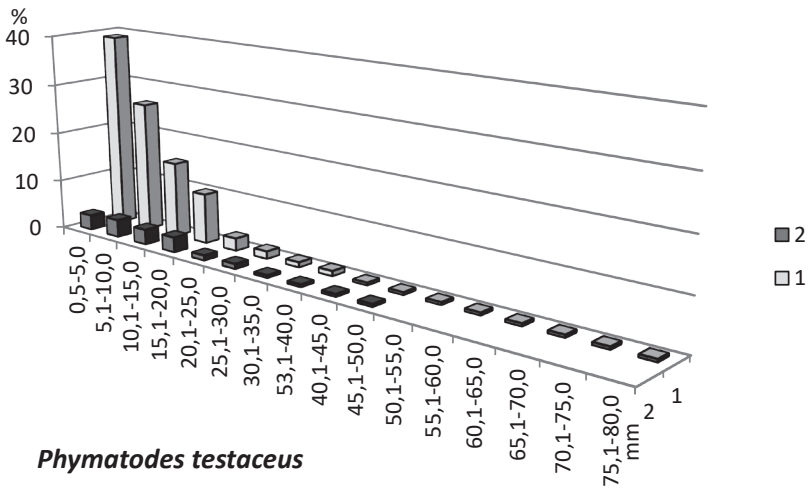
Niektóre gatunki owadów występowały w różnym nasileniu na obwodzie pni badanych dębów. Część południową pni najczęściej i najliczniej zasiedlały: *Phymatodes testaceus* (80%), *Scolytus intricatus* (76,9%) i *Agrilus angustulus* (44,3%), część północną – *Trypodendron domesticum* (68,3%), a część wschodnią – *Xyleborus monographus* (37,2%). Natomiast południową i wschodnią część pni dębów preferowały: *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus* i *Leipus* spp.

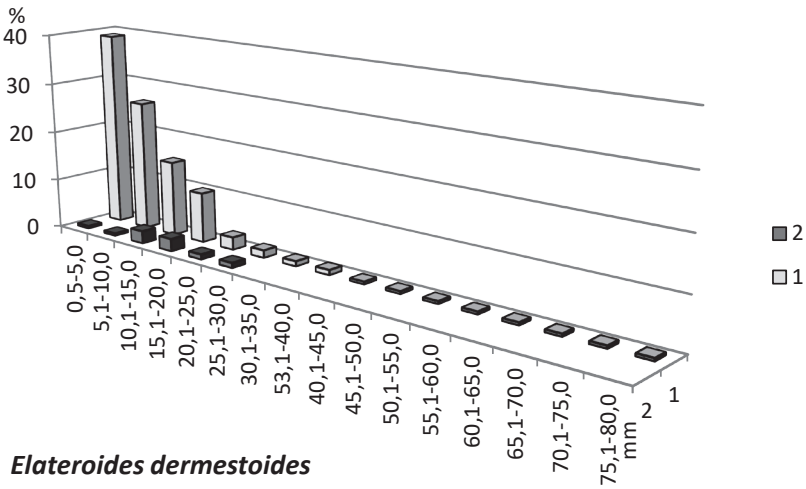
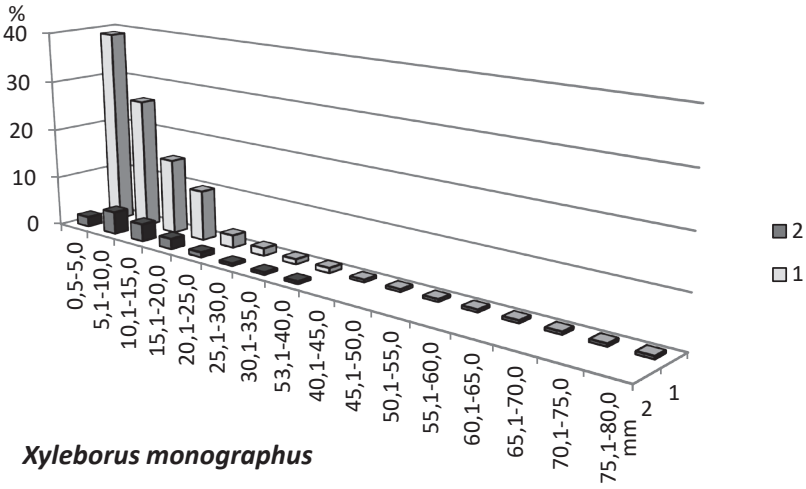
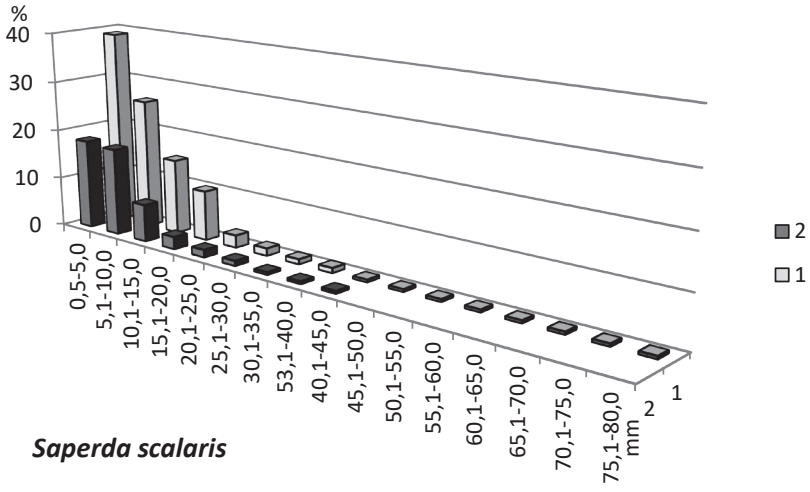
#### 4.13. Zależność występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od grubości korowiny zasiedlonej części badanych dębów

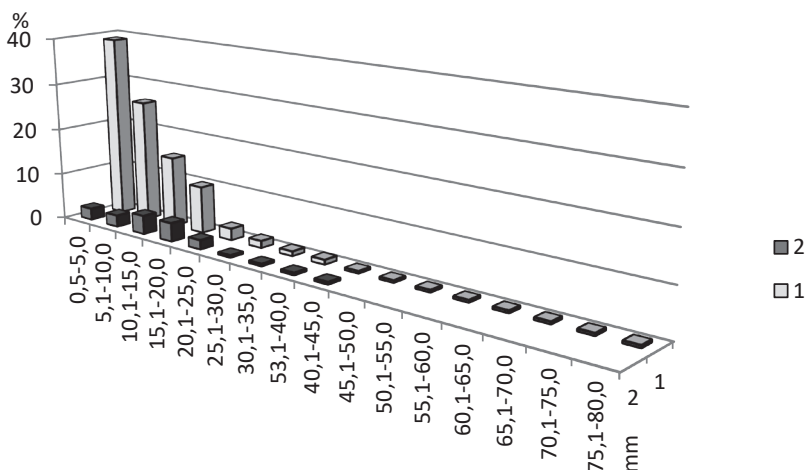
Przyjęto 16 klas grubości korowiny na badanych dębach (co 5 mm) mierzonej w sekcjach 1-metrowych. W badanym materiale przeważały sekcje z korowiną o grubości 0,5–5 mm, które również były najczęściej zasiedlane przez większość gatunków owadów (18 gat.). Natomiast spośród gatunków najliczniejszych preferowanie miejsc o określonej grubości kory stwierdzono u: *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *A. sulcicollis*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Saperda scalaris*, *Xyleborus monographus* (5,1–10 mm), *Elateroideus dermestoides* (10,1–15 mm) oraz *Rhagium mordax* i *Trypodendron domesticum* (10,1–20 mm) (ryc. 10).











### *Rhagium mordax*

Ryc. 10. Rozkład procentowy grubości kory (mm) badanych dębów mierzonej w 1-metrowych sekcjach (1), z uwzględnieniem ich zasiedlenia przez wybrane gatunki owadów (2)

Fig. 10. Percentage distribution of bark (mm) thickness measured in 1-meter sections of the examined oaks, (1), including their colonization by selected species of insects (2)

## 4.14. Zależność występowania żerowisk kambio- i ksylofagów od stopnia rozkładu miazgi i łyka

Przyjęto trzy stopnie rozkładu miazgi i łyka określane w 1-metrowych sekcjach badanych dębów: (a) nierozłożone (świeże i jasne), (b) częściowo rozłożone (jasne, z nielicznymi brunatnymi pasmami lub plamkami), (c) całkowicie rozłożone (ciemnobrunatne lub szerniałe). W analizowanym materiale dominowały sekcje z częściowo rozłożoną miazgą i łykiem (46,1%), na których również najczęściej występowały starsze stadia larwalne badanych kambio- i ksylofagów. Natomiast miejsca na pniu z nierozłożonym łykiem i miazgą preferowały, z gatunków najczęściej spotykanych: *Agrilus biguttatus*, *Elateroides dermestoides* i *Xyleborinus saxesenii*, a z całkowicie rozłożonym – *Stenostola dubia*, *Trypodendron signatum* i *Xyleborus monographus*. Należy jednak podkreślić, że przeważająca większość stwierdzonych kambio- i ksylofagów charakteryzowała się dużą plastycznością ekologiczną w odniesieniu do stopnia rozkładu miazgi i łyka, rozpoczynając żerowanie pod nierozłożoną korą, natomiast kończyła swój rozwój, kiedy łyko i miazga były całkowicie rozłożone i przebarwione na kolor ciemnobrunatny. Do gatunków, które najczęściej, jako pierwsze zasiedlały osłabione dęby i rozpoczynały proces mikrosukcesji kambio- i ksylofagów należały: *Leiopus* spp. (25,7%), *Scolytus intricatus* (23,6%), *Saperda scalaris* (18,6%), *Xyleborus monographus* (17,9%), *Plagionotus arcuatus* (17,1%), *Agrilus biguttatus* (15%) i *A. sulcicollis* (13,6%).

#### 4.15. Współwystępowanie stwierdzonych gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych na badanych dębach

Przeważająca większość analizowanych dębów (93,6%) była zasiedlona przez zespoły owadów kambio- i ksylofagicznych złożone z kilku do kilkunastu gatunków. Natomiast tylko 14 drzew było opanowanych i dobitych przez pojedyncze gatunki szkodników, a mianowicie: *Leiopus* spp. (7 dębów), *Saperda scalaris* (4), *Scolytus intricatus* (2) i *Ptilinus pectinicornis* (1). Stwierdzone kambio- i ksylofagi występowały ze sobą w różnych kombinacjach i w różnym nasileniu, zarówno na całych drzewach, jak i w poszczególnych 1-metrowych sekcjach. Aby określić ich wzajemne powiązania mikrośrodowiskowo-troficzne, posłużono się zmodyfikowanym wskaźnikiem Agrella (współwystępowania gatunków), biorąc pod uwagę wspólne i oddzielne występowanie par najczęściej występujących gatunków w poszczególnych sekcjach na całej długości pnia (tab. 10).

Najwyższe wartości wskaźnika Agrella ( $Ag > 0,50$ ) stwierdzono dla następujących par gatunków, które najczęściej współwystępowały w 1-metrowych sekcjach:

- *Agrilus biguttatus* i *Plagionotus detritus* (0,60)
- *Agrilus angustulus* i *Xyleborinus saxesenii* (0,58)
- *Agrilus sulcicollis* i *Scolytus intricatus* (0,56)
- *Elateroides dermestoides* i *Xyleborinus saxesenii* (0,54)
- *Elateroides dermestoides* i *Saperda scalaris* (0,53)
- *Plagionotus detritus* i *Saperda scalaris* (0,53)
- *Elateroides dermestoides* i *Phymatodes testaceus* (0,52)
- *Elateroides dermestoides* i *Plagionotus arcuatus* (0,52)
- *Elateroides dermestoides* i *Trypodendron domesticum* (0,52)
- *Agrilus sulcicollis* i *Phymatodes testaceus* (0,52)
- *Phymatodes testaceus* i *Plagionotus detritus* (0,51).

Natomiast nie stwierdzono współwystępowania w badanych 1-metrowych sekcjach następujących gatunków:

- *Agrilus sulcicollis* z *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia* i *Anisandrus dispar*,
- *Agrilus biguttatus* z *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia* i *Anisandrus dispar*,
- *Elateroides dermestoides* z *Xylotrechus antilope*, *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus* i *Stenostola dubia*,
- *Rhagium mordax* z *Mesosa curculionoides* i *Pogonocherus hispidulus*,
- *Phymatodes testaceus* z *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia* i *Xyleborus dispar*,
- *Xylotrechus antilope* z *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia*, *Anisandrus dispar* i *Xyleborus monographus*,

Tabela 10. Średnie wartości wskaźników Agrella (Ag) obliczone dla najczęściej współwystępujących ze sobą gatunków kambio- i ksylofagów

Table 10. Mean values of Agrella (Ag) indices calculated for the most frequently co-occurring cambio- and xylophagous insect species

Nr No.	Gatunek Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	<i>Agrilus angustulus</i>		0,29	0,46	0,07	0,18	0,36	0,25	0,42	0,5			0,45	0,41		0,36	0,25		0,3	0,58
2	<i>Agrilus biguttatus</i>	0,29		0,38	0,49	0,25	0,36	0,4	0,4	0,6			0,44	0,42		0,38	0,31		0,29	0,15
3	<i>Agrilus sulcicollis</i>	0,46	0,38			0,32	0,52	0,33	0,43	0,45			0,41	0,44		0,56	0,45	0,27	0,34	0,33
4	<i>Elateroidea dermestoides</i>	0,07	0,49	0,46		0,44	0,52		0,52	0,43			0,35	0,53		0,48	0,52	0,23	0,31	0,54
5	<i>Rhagium mordax</i>	0,18	0,25	0,32	0,44		0,3	0,17	0,3	0,29			0,25	0,31	0,5	0,26	0,35	0,25	0,34	0,35
6	<i>Phymatodes testaceus</i>	0,36	0,36	0,52	0,52	0,3		0,33	0,43	0,51			0,37	0,39		0,47	0,37		0,22	0,33
7	<i>Xylotrechus antilope</i>	0,25	0,4	0,33		0,17	0,33		0,39	0,16			0,31	0,3		0,33	0,22			0,4
8	<i>Plagionotus arcuatus</i>	0,42	0,4	0,43	0,52	0,3	0,43	0,39		0,46		0,28	0,41	0,5		0,49	0,38		0,35	0,36
9	<i>Plagionotus detritus</i>	0,5	0,6	0,45	0,43	0,29	0,51	0,16	0,46				0,36	0,53		0,39	0,3	0,2	0,34	0,27
10	<i>Mesosa curculionoides</i>												0,27	0,2		0,2		0,04		
11	<i>Pogonocherus hispidulus</i>								0,28				0,43	0,13		0,2				
12	<i>Leipopus spp.</i>	0,45	0,44	0,41	0,35	0,25	0,37	0,31	0,41	0,36	0,27	0,43		0,31	0,31	0,41	0,46	0,17	0,33	0,27
13	<i>Saperda scalaris</i>	0,41	0,42	0,44	0,53	0,31	0,39	0,3	0,5	0,53	0,2	0,13	0,31		0,46	0,47	0,37	0,13	0,36	0,29
14	<i>Stenostola dubia</i>					0,5							0,31	0,46		0,5				
15	<i>Scolytus intricatus</i>	0,36	0,38	0,56	0,48	0,26	0,47	0,33	0,49	0,39	0,2	0,2	0,41	0,47	0,5		0,31	0,07	0,27	0,27
16	<i>Trypodendron domesticum</i>	0,25	0,31	0,45	0,52	0,35	0,37	0,22	0,38	0,3			0,46	0,37		0,31		0,17	0,44	0,22
17	<i>Anisandrus dispar</i>			0,17	0,23	0,25				0,2	0,04		0,17	0,13		0,07	0,17		0,16	0,37
18	<i>Xyleborus monographus</i>	0,3	0,29	0,34	0,31	0,34	0,22		0,35	0,34			0,33	0,36		0,27	0,44	0,16		0,14
19	<i>Xyleborinus saxesenii</i>	0,58	0,15	0,33	0,54	0,35	0,33	0,4	0,36	0,27			0,21	0,29		0,27	0,22	0,37	0,14	

- *Plagionotus arcuatus* z *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia* i *Anisandrus dispar*,
- *Plagionotus detritus* z *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus* i *Stenostola dubia*,
- *Mesosa curculionoides* z *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborus monographus* i *Xyleborinus saxesenii*,
- *Pogonocherus hispidulus* ze *Stenostola dubia*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborus monographus* i *Xyleborinus saxesenii*,
- *Stenostola dubia* z *Trypodendron domesticum*, *Anisandrus dispar*, *Xyleborus monographus* i *Xyleborinus saxesenii*.

Tylko trzy gatunki kambio- i ksylofagów (*Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*) współwystępowały ze wszystkimi pozostałymi szesnastoma gatunkami owadów.

#### 4.16. Czynniki ograniczające liczebność populacji wybranych gatunków kambio- i ksylofagów

W wyniku przeprowadzonych badań terenowych oraz hodowli laboratoryjnych uzyskano dane dotyczące czynników ograniczających liczebność niektórych gatunków kambio- i ksylofagów dębu, wśród których największe znaczenie miały pasożytnicze błonkówki (parazytoidy) z rodziny ąsienicznikowatych (Ichneumonidae). Poniżej zamieszczono w układzie systematycznym wykaz 13 gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych oraz ich parazytoidów i drapieżników, które zostały stwierdzone w okresie prowadzenia badań. Przy niektórych gatunkach podano procent ich uszkodzenia przez określone entomofagi.

Rząd: Coleoptera – Chrząszcze

Rodzina: Buprestidae – Bogatkowate

Gatunki: ***Agrilus angustulus*** (Ill.): drapieżniki – *Thanasimus formicarius* (L.) (8%) (Coleoptera, Cleridae); *Raphidia ophiopsis* L. (Raphidioptera, Raphididae)  
***Agrilus sulcicollis*** Lacord.: drapieżnik – *Raphidia ophiopsis* (16,3%)

Rodzina: Cerambycidae – Kózkowate

Gatunki: ***Rhagium mordax*** (Deg.): drapieżniki – *Nudobius lentus* (Grav.), *Phloeonomus punctipennis* C.G.Thomson (Col., Staphylinidae); *Raphidia ophiopsis*; *Xylophagus cinctus* (Deg.) (Diptera, Xylophagidae); parazytoidy – *Dolichomitrus tuberculatus* (Geoffr.) (8,2%), *Ischnoceros caligatus* (Grav.), *I. rusticus* (Geoffr.) (2,6%), *Xorides filiformis* (Grav.) (8,7%), *X. irrigator* (Fabr.) (Hymenoptera, Ichneumonidae)

***Rhagium sycophanta*** (Schrank): parazytoid – *Ischnoceros caligatus* (2,1%),  
***Leptura quadrifasciata*** L.: drapieżnik – *Raphidia ophiopsis*

***Phymatodes testaceus*** (L.): parazytoidy – *Dolichomitus tuberculatus*, *Xorides praecatorius* (Fabr.) (Hym., Ichneumonidae)

***Plagionotus arcuatus*** (L.): drapieźnik – *Raphidia ophiopsis*; parazytoidy – *Dolichomitus mesocentrus* (Grav.) (21,9%), *Echtrus reluctator* (L.), *Neoxorides nitens* (Grav.), *Ephialtes manifestator* (L.), *Xorides irrigator*, *X. praecatorius* (Hym., Ichneumonidae)

***Mesosa nebulosa*** (Fabr.): parazytoidy – *Xorides irrigator*, *X. praecatorius* (11,3%)

***Leiopus*** spp.: drapieźniki – *Xantholinus* sp. (Coleoptera, Staphylinidae); *Rhizophagus bipustulatus* (Fabr.), *Rh. nitidulus* (Fabr.) (Col., Monotomidae); *Raphidia ophiopsis*; *Xylophagus ater* Meig., *X. cinctus*, *X. compeditus* Meig. (Dipt., Xylophagidae); parazytoidy – *Deutoxorides albitarsus* (Grav.), *D. tuberculatus* (Geoffr.) (12,4%), *Ischnocerus caligatus*, *I. rusticus* (8,7%), *Xorides brachylabis* (Kriechb.), *X. filiformis* Grav., *X. indicatorius* (Latr.), *X. praecatorius* (7,3%) (Hym., Ichneumonidae); *Ontsira imperator* (Haldaday), *Iphiaulax impostor* (Scop.), *Cyanopterus extricator* Nees, *Helcon dentator* Fabr. (Hym., Braconidae)

***Saperda scalaris*** (L.): drapieźniki – *Rhizophagus bipustulatus*; *Tillus elongatus* (L.) (Col., Cleridae); *Pytho depressus* (L.) (Col., Pythidae); *Raphidia ophiopsis*; *Xylophagus ater*, *X. cinctus*, *X. compeditus* (Dipt., Xylophagidae); parazytoidy – *Ischnocerus caligatus*, *Xorides indicatorius*, *X. praecatorius* (20,8%) (Hym., Ichneumonidae); *Meteorus tabidus* (Wesm.) (Hym., Braconidae)

***Scolytus intricatus*** Ratz.: drapieźniki – *Nemosoma elongatum* (L.) (Col., Trogossitidae); *Raphidia ophiopsis* (Raph., Raphididae); *Xylophagus ater* (20,3%) (Dipt., Xylophagidae)

***Trypodendron domesticum*** (L.): drapieźnik – *Rhizophagus dispar* (Col., Monotomidae)

***Xyleborinus saxesenii*** (Ratz.): drapieźnik – *Rhizophagus dispar* (Col., Monotomidae)

Ponadto w okresie prowadzenia badań często obserwowano dęby zasiedlone przez *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *A. sulcicollis*, *Rhagium mordax*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, których żerowiska zarówno pod korą, jak i w drewnie były rozbite przez dzięcioły (głównie *Dendrocopos minor* L., *D. medius* L. i *Dryocopus martius* L.) odżywiający się ich larwami lub poczwarkami. U najliczniejszych gatunków kambio- i ksylofagów średni procent zniszczonych przez dzięcioły żerowisk wynosił: *Saperda scalaris* – 9,8%, *Leiopus* spp. – 6,5%, *Plagionotus arcuatus* i *P. detritus* – 6,3%, *Scolytus intricatus* – 5,0%, *Agrilus angustulus* i *A. sulcicollis* – 3,9%, *A. biguttatus* – 2,7%.

Na ograniczenie liczebności szkodników wtórnych dębu, a zwłaszcza gatunków zerujących wyłącznie lub częściowo pod korą, wpływało również nadmierne przesuszenie materiału lęgowego w okresie suszy lub jego zbyt silne zawilgocenie podczas długotrwałych opadów atmosferycznych, głównie w lipcu i sierpniu.

## 5. Podsumowanie wyników badań

Badane drzewostany dębowe osłabione działaniem różnych czynników szkodotwórczych (przemysłowe i komunalne zanieczyszczenia powietrza, zachwianie stosunków wodnych, szkody od wiatru, działalność patogenicznych grzybów i foliofagicznych owadów oraz inne), stanowiły podatne podłoże dla wzmożonego występowania i rozrodu licznych szkodników kambio- i ksylofagicznych. U dębów masowo uszkodzanych przez szkodniki liściożerne takie, jak: *Tortrix viridana*, *Operophtera brumata*, *O. fagata*, *Erannis aurantiaria*, *E. defoliaria*, *E. marginaria*, *Boarmia ribeata* i *Dasychira pudibunda*, a w mniejszym stopniu przez chrząszcze z rodziny stonkowatych (*Altica quercetorum*) i ryjkowcowatych (*Phyllobius viridicollis*, *Polydrusus marginatus*) zmniejszał się przyrost i odporność na atak ze strony patogenicznych grzybów (głównie opieńki *Armillaria* sp. i mączniaka prawdziwego dębu *Erysiphe alphitoides* (Starzyk i in. 1989, 1993).

Podczas prowadzenia badań stwierdzono, że przeważająca większość badanych dębów (93,3%) została zasiedlona i dobita przez owady kambio- i ksylofagiczne. Wykazano stosunkowo duże zróżnicowanie entomofauny kambio- i ksylofagicznej na powierzchniach obserwacyjnych założonych w trzech kompleksach leśnych (Nadleśnictwo Niepołomice, Nadleśnictwo Dębica, Uroczysko „Las Wolski” w Krakowie). Skład gatunkowy owadów kambio- i ksylofagicznych w badanych kompleksach leśnych był podobny (16 gat. wspólnych), przy czym większą różnorodność gatunkową stwierdzono w Nadleśnictwie Niepołomice (33 gat.).

Na podstawie szczegółowych analiz entomologicznych 220 osłabionych, zamierających i martwych dębów znajdujących się na 26 powierzchniach badawczych stwierdzono występowanie 40 gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych, w tym 19 gatunków szkodników wtórnych, które odgrywały istotną rolę w procesie dobijania osłabionych drzew różnych klas wieku. Charakteryzowały się one wysokimi wartościami wskaźników ekologicznych (dominacji, stałości i gęstości występowania, wskaźnika syntetycznego Q, wskaźnika Agrella, wskaźnika zasiedlenia długości pnia) oraz znacznym rozmiarem powodowanych uszkodzeń i wiodącą pozycją zajmowaną w łańcuchach mikrosukcesyjnych na osłabionych drzewach. O ich dużym znaczeniu w procesie zamierania osłabionych dębów na badanych powierzchniach świadczy również bardzo niewielki procent drzew zmarłych bez ich udziału (6,7%).

Uwzględniając średnie wskaźniki stałości występowania ( $C = 49,0-15,2\%$ ), kolejność ich w porządku malejącym była następująca: *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*,



*Scolytus intricatus*, *Agrilus sulcicollis*, *Plagionotus arcuatus*, *Agrilus biguttatus*, *Elateroides dermestoides*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus detritus*, *Xyleborus monographus*, *Xylotrechus antilope*, *Agrilus angustulus*, *Trypodendron domesticum*, *Pogonocherus hispidulus*, *Xyleborinus saxesenii*, *Rhagium mordax*, *Mesosa curculionoides*, *Stenostola dubia* i *Anisandrus dispar*. Średnia stałość występowania obliczona dla wszystkich gatunków wynosiła 30,3%, maksymalna stałość wahała się w granicach 37–100%, a najczęściej spotykana – 8,9–28,4%. Część gatunków (*Leiopus* spp., *S. scalaris*, *S. intricatus*, *P. arcuatus*) osiągała również maksymalne wartości wskaźników stałości występowania ( $C = 100\%$ ). Większość z wyżej wymienionych szkodników wtórnych (15 gat.) została zaliczona do klasy eukonstantów ( $C_3$ ), wśród których najwyższą frekwencją na zasiedlonych dębach charakteryzowały się: *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *S. intricatus*, *P. arcuatus* i *A. sulcicollis*.

Biorąc pod uwagę średnie wskaźniki dominacji ( $D = 44,3-3,1\%$ ), układ gatunków w kolejności malejącej był następujący: *Xylotrechus antilope*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Agrilus sulcicollis*, *Elateroides dermestoides*, *Mesosa curculionoides*, *Plagionotus arcuatus*, *Xyleborus monographus*, *Agrilus biguttatus*, *Rhagium mordax*, *Phymatodes testaceus*, *Pogonocherus hispidulus*, *Trypodendron domesticum*, *Stenostola dubia*, *Agrilus angustulus*, *Xyleborinus saxesenii*, *Plagionotus detritus* i *Anisandrus dispar*. Średnia dominacja obliczona dla wszystkich gatunków owadów wynosiła 16%, maksymalna dominacja wahała się w granicach 10,5–100%, a najczęściej spotykana – 0,1–13,2%. Maksymalne wartości wskaźnika dominacji ( $D = 100\%$ ) osiągały na badanych drzewach: *Leiopus* spp., *S. scalaris* i *S. intricatus*. Gatunki te dominowały ilościowo na badanych dębach i zostały zaliczone do najwyższych klas dominacji ( $D_6 - D_4$ ).

Omawiane gatunki owadów charakteryzowały się również wysokimi maksymalnymi i średnimi wskaźnikami dominacji obliczonymi dla poszczególnych 1-metrowych sekcji. Średni wskaźnik dominacji w sekcjach wahał się od 88,2 do 7,7%, a układ gatunków w kolejności malejącej był następujący: *Mesosa curculionoides*, *Leiopus* spp., *Anisandrus dispar*, *Saperda scalaris*, *Xyleborus monographus*, *Scolytus intricatus*, *Rhagium mordax*, *Agrilus sulcicollis*, *A. biguttatus*, *Elateroides dermestoides*, *Plagionotus arcuatus*, *Phymatodes testaceus*, *Pogonocherus hispidulus*, *Xylotrechus antilope*, *Trypodendron domesticum*, *Stenostola dubia*, *Xyleborinus saxesenii*, *Agrilus angustulus* i *Plagionotus detritus*. Najwyższe wartości maksymalnego wskaźnika dominacji ( $D = 100\%$ ) osiągały wszystkie gatunki, z wyjątkiem: *Trypodendron domesticum*, *P. detritus* i *S. dubia*. Maksymalna dominacja wahała się w granicach 50–100%, a najczęściej spotykana – 19,5–42,1%.

Średni syntetyczny wskaźnik  $Q$ , będący średnią geometryczną dominacji i stałości występowania, wahał się od 6,9 do 46,0; ustalona przy jego uwzględnieniu kolejność gatunków w układzie malejącym była następująca: *Leiopus* spp., *Xylotrechus antilope*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Agrilus sulcicollis*, *Elateroides dermestoides*,

*Plagionotus arcuatus*, *Agrilus biguttatus*, *Xyleborus monographus*, *Mesosa curculionoides*, *Phymatodes testaceus*, *Rhagium mordax*, *Trypodendron domesticum*, *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia*, *Agrilus angustulus*, *Plagionotus detritus*, *Xyleborinus saxesenii* i *Anisandrus dispar*.

Rozpatrywana grupa 19 gatunków szkodników wtórnych charakteryzowała się również wysokimi wartościami wskaźnika zasiedlenia długości pnia (Z) badanych dębów. Średni wskaźnik zasiedlenia wahał się od 9,8 do 49,7%, a kolejność malejąca gatunków ustalona na jego podstawie była następująca: *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Plagionotus arcuatus*, *Agrilus sulcicollis*, *A. biguttatus*, *Elateroides dermestoides*, *Plagionotus detritus*, *Phymatodes testaceus*, *Xyleborus monographus*, *Xylotrechus antilope*, *Agrilus angustulus*, *Pogonocherus hispidulus*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborinus saxesenii*, *Rhagium mordax*, *Mesosa curculionoides*, *Stenostola dubia* i *Anisandrus dispar*. Natomiast maksymalny wskaźnik stopnia zasiedlenia długości pnia badanych dębów przez wyżej wymienione gatunki owadów wahał się od 100 do 30,9% (średnio wynosił 76,8%), a najwyższe jego wartości osiągały: *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *P. arcuatus* i *S. intricatus*. Najczęściej wskaźnik ten wahał się w granicach od 6,9 do 23,7%.

Średnie zagęszczenie żerowisk omawianej grupy owadów obliczone dla całych drzew wahało się w granicach od 0,4 do 15 żer./dm<sup>2</sup>, a układ gatunków w kolejności malejącej był następujący: *Leiopus* spp., *Plagionotus arcuatus*, *Elateroides dermestoides*, *Scolytus intricatus*, *Xyleborus monographus*, *Xylotrechus antilope*, *Saperda scalaris*, *Agrilus sulcicollis*, *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Agrilus biguttatus*, *Rhagium mordax*, *Phymatodes testaceus*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborinus saxesenii*, *Stenostola dubia*, *Agrilus angustulus*, *Plagionotus detritus* i *Anisandrus dispar*. Natomiast maksymalny wskaźnik zagęszczenia żerowisk obliczony dla całych drzew wahał się od 1,5 do 5,98 żer./dm<sup>2</sup> i był najwyższy kolejno u następujących gatunków: *P. arcuatus*, *S. scalaris*, *Leiopus* spp., *X. monographus* i *S. intricatus*. O wiele wyższe było zagęszczenie żerowisk wszystkich wymienionych gatunków w poszczególnych 1-metrowych sekcjach, dochodzące nawet do 350 żer./m<sup>2</sup> u *A. sulcicollis*, *A. biguttatus*, *S. intricatus*, *Anisarthron barbipes*, *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *Xyleborus monographus* i *Trypodendron domesticum*.

Stwierdzono, że w miarę wzrostu wieku drzewostanów dębowych zmieniał się również skład gatunkowy oraz struktura ilościowa zgrupowań ekologicznych i zespołów mikrośrodowiskowo-troficznych kambio- i ksylofagów. Spośród 40 gatunków wchodzących w skład siedmiu wyróżnionych zgrupowań owadów w drzewostanach od I do VIII klasy wieku, tylko 6 gatunków (*Rhagium mordax*, *Plagionotus arcuatus*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Trypodendron domesticum*) wchodziło w skład wszystkich zgrupowań, a 12 gatunków występowało wyłącznie w jednym z nich, z wyjątkiem zgrupowań w III oraz VII i VIII klasie wieku. W zgrupowaniach wyodrębnionych w drzewostanach od I do II klasy wieku występował

*Pogonocherus hispidulus*, II-VII klasy wieku – *Agrilus sulcicollis*, *Elateroides dermestoides*, *Phymatodes testaceus* i *Xyleborus monographus*, III-VIII klasy – *Agrilus biguttatus* i *Plagionotus detritus*, III-VI klasy – *Agrilus angustulus*, III-IV klasy – *Platypus cylindrus*, IV-V klasy – *Xyleborus dryographus* oraz V-VI klasy – *Xylotrechus antilope*. Gatunkami najczęściej spotykanymi w wyróżnionych zgrupowaniach (eukonstantami i konstantami) były: *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Agrilus sulcicollis*, *Scolytus intricatus*, *Plagionotus arcuatus*, *Rhagium mordax* i *Xyleborus monographus*, a dominującymi (superdominanty, eudominanty, dominanty): *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *S. intricatus*, *P. arcuatus*, *A. sulcicollis*, *Ph. testaceus*, *X. monographus*, *E. dermestoides*, *A. biguttatus*, *Rh. mordax*, *Trypodendron signatum* i *Ptilinus pectinicornis*. Ogółem wyróżniono 190 odrębnych zespołów mikrośrodowiskowo-troficznych kambio- i ksylofagów, w których 18 gatunków było superdominantami, w tym najczęściej: *Leiopus* spp. (34,1%), *S. scalaris* (20,2%), *S. intricatus* (14,4%), *A. sulcicollis* (6,3%), *X. monographus* (5,8%) i *P. arcuatus* (4,8%). Gatunki dominujące w poszczególnych zespołach również na ogół rozpoczynały proces zasiedlania osłabionych drzew, stanowiąc pierwsze ogniwo w łańcuchach mikrosukcesyjnych.

Większość stwierdzonych gatunków owadów najczęściej występowała na drzewach rosnących na stanowiskach świeżych, wchodzących w skład warstwy pośredniej wyższej oraz silnie osłoniętych, które dominowały na powierzchniach obserwacyjnych. Dęby rosnące na stanowiskach wilgotnych preferowała *Mesosa curculionoides* i 12 gatunków rzadziej spotykanych, a na stanowiskach świeżych i wilgotnych – *Anisandrus dispar*. Na badanych powierzchniach dominowały ilościowo dęby z warstwy pośredniej wyższej, które były również najczęściej zasiedlane przez większość gatunków owadów. Dęby lekko osłonięte były preferowane przez *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *Elateroides dermestoides*, *Rhagium mordax*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Xyleborus monographus*, nieosłonięte bezpośrednio i lekko osłonięte – *Xyleborus dryographus*, a zarówno lekko, jak i silnie osłonięte – *Xylotrechus antilope*.

Wykazano zależność występowania niektórych gatunków kambio- i ksylofagów od rodzaju i stanu materiału łęgowego, wieku, wysokości i pierśnicy drzew, średnicy pnia oraz grubości korowiny.

Większość stwierdzonych gatunków owadów zasiedlała różne rodzaje materiału łęgowego, począwszy od drzew stojących żywych, osłabionych, poprzez zamierające, martwe, złamane i ścięte. Na powierzchniach obserwacyjnych przeważały drzewa z koronami bardzo słabymi, które również najczęściej były opanowywane przez większość gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych. Natomiast dęby z koronami nadmiernie rozwiniętymi były preferowane przez *Xylotrechus antilope*, *Mesosa curculionoides*, *Xyleborinus saxesenii* i 16 gatunków rzadziej spotykanych, a z koronami słabiej rozwiniętymi przez *Anisandrus dispar* i 4 gatunki o niższych wskaźnikach stałości występowania. Większość gatunków zasiedlała drzewa o długości korony 5,1–10 m i maksymalnej szerokości 2,1–3 m, które dominowały na badanych powierzchniach.

Dęby o długości korony 15,1–20 m preferował *Elateroides dermestoides*, a o szerokości korony 3,1–4 m – *Agrilus biguttatus*, *E. dermestoides*, *Rhagium mordax*, *Xylotrechus antilope*, *Trypodendron domesticum* i *Anisandrus dispar*, 1,1–2 m – *Stenostola dubia*, 2,1–4 m – *Agrilus sulcicollis*, *Plagionotus arcuatus* i *Xyleborus monographus*.

W analizowanym materiale lęgowym dominowały dęby osłabione przez przygłuszenie oraz opieńkę, które również najczęściej były zasiedlane przez sześć gatunków kambio- i ksylofagów. Natomiast drzewa równocześnie przygłuszone i zaatakowane przez opieńkę były preferowane przez *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Mesosa curculionoides*, *Leiopus* spp., *Trypodendron domesticum*, *Anisandrus dispar*, *Xyleborus monographus* i *Xyleborinus saxesenii*.

Stwierdzono również zależność występowania niektórych gatunków owadów od wysokości zasiedlanych drzew i na tej podstawie określono ich preferencje. Na powierzchniach obserwacyjnych przeważały ilościowo drzewa o wysokości 5,1–10 m oraz 15,1–20 m, które również były najczęściej zasiedlane przez większość szkodników wtórnych, z wyjątkiem gatunku *Mesosa curculionoides*, który najczęściej preferował dęby o wysokości 20,1–25 m. U większości gatunków częściej i liczniej spotykanych stwierdzono zależność ich występowania od pierśnicy drzew (14 gat.), średnicy pnia w sekcjach 1-metrowych (14 gat.) i grubości korowiny (11 gat.).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że większość gatunków częściej i liczniej występujących preferowała określoną część pnia zasiedlonych dębów: (a) dolną – 7 gat., (b) dolną i środkową – 6 gat., (c) środkową – 2 gat., (d) górną – 3 gat., (e) górną i środkową – 1 gatunek. Ponadto większość gatunków (13 gat.) zasiedlała również konary i różnej grubości gałęzie znajdujące się zarówno w koronie, jak i odłamane, leżące na ściółce.

Przeważająca większość dębów (93%) była zasiedlona przez zespoły owadów kambio- i ksylofagicznych, złożone z kilku do kilkunastu gatunków, a tylko nieliczne przez pojedyncze szkodniki wtórne (*Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Ptilinus pectinicornis*). Najwyższe wartości wskaźnika Agrella ( $Ag = 0,6–0,51$ ) stwierdzono dla 11 par współwystępujących gatunków kambio- i ksylofagów.

Wśród czynników ograniczających liczebność populacji najczęściej i najliczniej występujących szkodników wtórnych największe znaczenie miały parazytoidy z rodziny gąsienicznikowatych (Hymenoptera, Ichneumonidae) oraz dzięcioły. Dla 6 gatunków kambio- i ksylofagów (*Rhagium mordax*, *Leptura quadrifasciata*, *Plagionotus arcuatus*, *Mesosa nebulosa*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*) stwierdzono 29 nowych powiązań troficznych w układzie ofiara–drapieżnik lub żywiciel–parazytoid, które dotychczas nie były podawane w piśmiennictwie.

Biorąc pod uwagę maksymalne, średnie i najczęściej spotykane wartości różnych wskaźników ekologicznych (stałość występowania, dominacja obliczona dla całych drzew i 1-metrowych sekcji, dominacja indywidualna w zgrupowaniach ekologicznych i zespołach mikrośrodowiskowo-troficznych, gęstość żerowisk obliczona

dla całych drzew i 1-metrowych sekcji, zasiedlenie długości pnia, wskaźnik syntetyczny Q, udział procentowy w zespołach, zajmowana pozycja w łańcuchach mikrosukcesyjnych), największe znaczenie w procesie dobijania osłabionych dębów i/lub w deprecjacji surowca drzewnego miały kolejno następujące gatunki szkodników wtórnych:

- w drzewostanach I klasy wieku: *Leiopus* spp., *Rhagium mordax*, *Saperda scalaris*, *Scolytus intricatus*, *Stenostola dubia*, *Pogonocherus hispidulus*,
- w drzewostanach II klasy: *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *S. intricatus*, *Rh. mordax*, *Agrilus sulcicollis*, *S. dubia*, *Plagionotus arcuatus*, *Xyleborus monographus*, *Mesosa curculionoides*, *Trypodendron domesticum*,
- w drzewostanach III klasy: *S. scalaris*, *S. intricatus*, *A. sulcicollis*, *P. arcuatus*, *Rh. mordax*, *Leiopus* spp., *Phymatodes testaceus*,
- w drzewostanach IV klasy: *Leiopus* spp., *S. scalaris*, *S. intricatus*, *A. sulcicollis*, *Rh. mordax*, *P. arcuatus*, *Mesosa curculionoides*, *Agrilus biguttatus*, *X. monographus*, *Anisandrus dispar*,
- w drzewostanach V klasy: *S. scalaris*, *Rh. mordax*, *Leiopus* spp., *P. arcuatus*, *A. sulcicollis*, *Ph. testaceus*, *S. intricatus*, *X. monographus*, *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *Plagionotus detritus*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborinus saxeseni*, *Xylotrechus antilope*,
- w drzewostanach VI klasy: *S. scalaris*, *A. sulcicollis*, *Leiopus* spp., *P. arcuatus*, *Rh. mordax*, *Ph. testaceus*, *S. intricatus*, *Elateroides dermestoides*,
- w drzewostanach VI–VIII klasy wieku: *Xyleborus monographus*, *A. biguttatus*, *Agrilus sulcicollis*, *S. scalaris*, *E. dermestoides*, *Ph. testaceus*, *Rh. mordax*, *S. intricatus*, *X. saxeseni*.

O dużym ich znaczeniu w przyśpieszaniu procesu obumierania osłabionych dębów świadczy również rodzaj, charakter i rozmiar powodowanych uszkodzeń przez stwierdzone podczas badań owady. Większość z nich zaliczana jest do kambiofagów lub kambio-ksylofagów, które podczas żerowania uszkadzają znaczne powierzchnie łyka i miazgi, powodując przerwanie transportu asymilatów, co w krótkim czasie doprowadza do śmierci zaatakowane dęby. Największą powierzchnię miazgi i łyka uszkadzały żerowiska *Rhagium mordax*, *Plagionotus detritus*, *P. arcuatus*, *Scolytus intricatus* i *Saperda scalaris*.

Należy również podkreślić, że niektóre gatunki szkodników (*Agrilus biguttatus*, *A. angustulus*, *A. sulcicollis*, *Saperda scalaris*, *Phymatodes testaceus*, *Leiopus* spp.) często wygryzały chodniki larwalne prostopadle do osi pnia, powodując bardzo szybkie zamierania drzew, niekiedy w ciągu kilku miesięcy. Większość szkodników wtórnych występujących na badanych powierzchniach charakteryzowała się dużą plastycznością ekologiczną, zasiedlając drzewa osłabione, ale jeszcze żywe, początkowo żerując w łyku świeżym i nierozłożonym, a kończąc swój rozwój w momencie obumierania drzewa lub po jego uschnięciu. Najczęściej proces mikrosukcesji

na drzewach osłabionych rozpoczynały: *Agrilus biguttatus* (23,1%), *A. sulcicollis* (21,6%), *A. angustulus* (18,7%), *Scolytus intricatus* (16,3%), *Saperda scalaris* (8,7%), *Leipopus* spp. (8,3%) i *Xyleborus monographus* (2,5%).

Wśród stwierdzonych gatunków owadów znajdowały się również ksylofagi i ksylofagi rzekome, w tym również szkodniki drewna o dużym znaczeniu gospodarczym (*Elateroides dermestoides*, *Trypodendron domesticum*, *T. signatum*, *Xyleborus dryographus*, *X. monographus*, *Xyleborinus saxesenii*, *Platypus cylindrus*, *Xiphydria camelus*, *X. longicollis*). Powodowały one głębokie uszkodzenia drewna i znaczne obniżenie jego wartości technicznej. Należy również zaznaczyć, że większość stwierdzonych w okresie badań szkodników wtórnych może powodować szkody pośrednie, poprzez bierne przenoszenie zarodników patogenicznych grzybów powodujących naczyniową chorobę dębów oraz rozkład drewna przez grzyby gniliznowe.

## 6. Wskazania dla gospodarki leśnej

W celu ograniczenia rozmiaru szkód powodowanych przez szkodniki wtórne, a tym samym intensywności zamierania badanych drzewostanów dębowych oraz mieszanych z przewagą dębu, należy stosować odpowiednie zabiegi profilaktyczne i ochronne wymienione w Instrukcji ochrony lasu (2012) oraz wynikające z niniejszych badań, a w szczególności:

- a) zwiększać różnorodność poziomów troficznych ekosystemów leśnych przez wprowadzanie do litych drzewostanów dębowych domieszek innych gatunków liściastych, a jeżeli pozwalają na to warunki siedliskowe, również iglastych oraz podszytu. Ograniczy to w znacznym stopniu możliwość wzmożonego rozrodu szkodników monofagicznych dębu,
- b) nie dopuszczać do nadmiernej redukcji ulistnienia dębów przez szkodniki liściożerne i mączniaka prawdziwego dębu,
- c) utrzymywać prawidłowe zwarcie drzewostanów, co ogranicza nadmierny wzrost liczebności ciepłolubnych kambiofagów (*Agrilus biguttatus*, *A. angusticollis*, *A. sulcicollis*, *Scolytus intricatus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*, *Phymatodes testaceus*),
- d) wzbogacać skład gatunkowy ptaków owadożernych, w tym też dzięciołów, oraz entomofagicznych owadów, ograniczających liczebność kambio- i ksylofagów, poprzez stwarzanie im korzystnych warunków rozwoju (prawidłowe wywieszanie i konserwacja skrzynek lęgowych dla ptaków, pozostawianie w lesie starych drzew dziuplastych, wprowadzanie cennych biocenotycznie gatunków domieszkowych, podszytowych i in.),
- e) terminowo przeprowadzać prawidłowe cięcia trzebieżowe w młodszych drzewostanach dębowych oraz sanitarne cięcia przygodne i rębne,

- f) systematycznie i terminowo usuwać z lasu w ramach cięć sanitarnych posusz czynny (dęby chore, osłabione, zamierające i martwe zasiedlone przez szkodniki wtórne), aby nie dopuścić do powstawania ognisk ich rozrodu; jeżeli nie można takich drzew usunąć w terminie, wówczas należy je okrzesać i okorować. Wyznaczanie drzew do śinki należy prowadzić od drugiej połowy sierpnia do początku września, ponieważ w tym okresie dobrze są widoczne oznaki ich zasiedlenia przez szkodniki wtórne (przerzedzenia korony, wytwarzanie mniejszych liści oraz przedwczesne ich żółknięcie, usychanie i opadanie, zwijanie się blaszek liściowych, usychanie gałęzi i grubszych konarów, ślady działalności dzięciołów, wysypywanie się brunatnych lub białych trzciniek z otworów wejściowych wygrzanych przez niektóre kambio- i ksylofagi w korze lub w drewnie, pojawianie się na korze ciemnych plam w miejscu składania jaj przez niektóre gatunki owadów, pęknięcia kory na pniu i wyciek soków),
- g) szybko i terminowo usuwać z lasu drzewa zamierające i obumarłe, jeszcze niezasiedlone przez szkodniki kambio- i ksylofagiczne,
- h) terminowo wywozić z lasu świeżo pozyskany surowiec dębowy (do połowy kwietnia) lub jeśli jest to z przyczyn technicznych niemożliwe, zabezpieczać go chemicznie (na początku maja) insektycydami kontaktowymi,
- i) pozostawiać jak najniższe pniaki po ściętych dębach, a następnie je okorować.

Metody ograniczania nadmiernej liczby szkodników wtórnych i niszczących drewno dębów powinny być dostosowane do ich fenologii, biologii i zróżnicowanych wymagań ekologicznych oraz mikrośrodowiskowo-troficznych (Starzyk 1977a,b, 1979, 1980, 1987b, 1988, 1999; Starzyk, Starzyk 1981; Starzyk i in. 1992; Starzyk, Kuśka-Ciba 1996; Instrukcja ochrony lasu 2012). Oprócz niektórych wymienionych zabiegów częściowo o charakterze profilaktycznym (terminowe i systematyczne usuwanie z lasu posuszu czynnego, terminowe wywożenie z lasu świeżo pozyskanego surowca dębowego lub jego chemiczne zabezpieczenie na składnicach, jak najszybsze usuwanie z drzewostanu pozostałości pozrębowych lub ich spalanie, korowanie pniaków) do zwalczania szkodników wtórnych żerujących początkowo lub przez cały czas pod korą należy również wykładać drzewa pułapkowe, a także wykorzystywać w charakterze pułapek świeże, nieokrzesane wałki i grubsze gałęzie oraz pniaki (Starzyk i in. 1992).

Ze względu na różne okresy pojawu i różki imagines gatunków owadów często i licznie występujących w poszczególnych miesiącach sezonu wegetacyjnego (IV-VII – *Stenostola dubia*; IV-VIII – *Saperda scalaris*; V-VII – *Agrilus biguttatus*, *A. sulci-collis*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*; V-VIII – *Agrilus angustulus*, *Rhagium mordax*, *Mesosa curculionoides*, *Leiopus* spp.; VI-VII – *Pogonocherus hispidulus*, *Scolytus inricatus*; VI-VIII – *Phymatodes testaceus*, *Xylotrechus antilope*), pułapki powinno się wykładać w trzech seriach:

- a) w połowie kwietnia,
- b) w połowie czerwca,
- c) w lipcu.

Biorąc pod uwagę zróżnicowane wymagania ekologiczne poszczególnych gatunków szkodników wtórnych dotyczące uwilgotnienia podłoża oraz nasłonecznienia stanowiska, pułapki powinny być wykładane w trzech typach środowisk:

- a) w miejscach bardziej wilgotnych i ocienionych – dla kontroli i zwalczania *Rhagium mordax*, *Mesosa curculionoides*, *Pogonocherus hispidulus*, *Leiopus* spp., *Saperda scalaris*, *Stenostola dubia*,
- b) w miejscach o przejściowym nasłonecznieniu i uwilgotnieniu podłoża – *Xylotrechus antilope*, *Scolytus intricatus*,
- c) w miejscach bardziej nasłonecznionych i nagrzanym – *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*.

Przy wykładaniu pułapek, a także podczas wyszukiwania zasiedlonych stojących dębów w drzewostanie (posusz czynny), należy kierować się stwierdzonymi preferencjami poszczególnych gatunków owadów odnośnie do wieku, wysokości i pierśnicy drzew. Dęby w wieku 10–40 lat najczęściej zasiedla *Pogonocherus hispidulus*, 21–40 lat – *Leiopus* spp. i *Stenostola dubia*, 21–80 lat – *Mesosa curculionoides*, 21–100 lat – *Rhagium mordax*, *Plagionotus arcuatus*, *Saperda scalaris* i *Scolytus intricatus*, 61–100 lat – *Phymatodes testaceus*, 81–100 lat – *Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *A. sulcicollis*, *Xylotrechus antilope* i *Plagionotus detritus*. Drzewa o wysokości 5,1–10 m są preferowane przez *P. hispidulus* i *S. dubia*, o wysokości 5,1–25 m przez *Leiopus* spp. i *S. scalaris*, 10,1–25 m przez *M. curculionoides*, 15,1–25 m przez *A. sulcicollis*, a o wysokości 15,1–20 m przez pozostałe gatunki szkodników. Najczęściej drzewa o pierśnicy 4–10 cm są zasiedlane przez *P. hispidulus* i *S. dubia*, 4–30 cm przez *Leiopus* spp., 4–40 cm przez *S. scalaris* i *S. intricatus*, 10,1–40 cm przez *A. sulcicollis*, *Ph. testaceus* i *M. curculionoides*, 10,1–50 cm przez *P. arcuatus*, 10,1–60 cm przez *A. angustulus*, 40,1–50 cm przez *A. biguttatus* i *X. antilope* oraz 40,1–60 cm przez *P. detritus*.

Również podczas kontrolowania stopnia zasiedlenia pułapek oraz drzew stojących powinno uwzględniać się w miarę możliwości zróżnicowane wymagania mikrośrodowiskowo-troficzne wyżej wymienionych gatunków szkodników i określać nasilenie ich występowania w miejscach przez nie preferowanych. Największe zagęszczenie żerowisk kambio- i ksylofagów obserwuje się najczęściej na fragmentach pni dębów o określonej średnicy: 2–10 cm – *Pogonocherus hispidulus*, *Stenostola dubia*; 2–20 cm – *Leiopus* spp.; 2–30 cm – *Xylotrechus antilope*, *Mesosa curculionoides*, *Scolytus intricatus*; 2–40 cm – *Saperda scalaris*; 10,1–40 cm – *Agrilus angustulus*, *A. sulcicollis*, *Phymatodes testaceus*, *Plagionotus arcuatus*; 10,1–50 cm – *Agrilus biguttatus*; 10,1–60 cm – *Rhagium mordax*. Omawiane gatunki szkodników wtórnych dębu preferowały również miejsca na pniu o określonej grubości korowiny: 0,5–5 mm



– *X. antilope*, *M. curculionoides*, *P. hispidulus*, *S. dubia*; 0,5–10 mm – *Leiopus* spp.; 0,5–15 mm – *A. angustulus*, *A. sulcicollis*, *S. intricatus*; 0,5–20 mm – *A. biguttatus*, *Ph. testaceus*; 0,5–25 mm – *Rh. mordax*; 5,1–20 mm – *P. arcuatus*, *P. detritus*.

Ponadto w charakterze pułapek mogą być wykorzystywane świeżo ścięte i nieokorowane wałki i grubsze gałęzie, a także pniaki.

Większość wyżej wymienionych gatunków kambio- i ksylofagów nie była dotychczas należycie doceniana w leśnictwie jako producenci posuszu dębowego, którzy biorą aktywny i znaczący udział w obumieraniu drzewostanów dębowych. Wynikało to z niewystarczającej znajomości ich biologii i ekologii oraz braku szczegółowych badań z tego zakresu.

## Podziękowania i źródła finansowania

Autorzy serdecznie dziękują pracownikom byłej Katedry Entomologii Leśnej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie: mgr. inż. Janowi Czechowiczowi, mgr inż. Małgorzacie Ossowskiej i mgr inż. Barbarze Wadze za udział i pomoc w badaniach terenowych, a prof. dr. hab. Tadeuszowi Kaźmierczakowi za oznaczenie parazytoidów z rodziny Ichneumonidae i Braconidae (Hymenoptera).

Badania zrealizowano w ramach tematu nr 600279101 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1991–1993, BLP-925 finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych oraz z badań statutowych Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (2006–2008).

## Literatura

- Aniščenko B.L., Flejšer O.G., Šipov V.P. 1982. Stvolovye vrediteli duba i mery borby s nimi. Lesnoe Hozājstvo, 10: 53.
- Anonym 1988. Dęby obumierają również w Holandii. Las Polski, 19: 20.
- Avramenko I.D. 1982. Usyhanie dubrav i predupreždenije etogo processa. Lesnoe Hozājstvo, 10: 46–47.
- Bart G.J., Griswold C.L. 1953. Recovery of variable spores of *Endoconidiophora fagacearum* from excrement of insects used in disease transmission studies. Phytopathology, 43: 466.
- Brauns A. 1975. Owady leśne. Tom I i II. PWRiL, Warszawa.
- Brodzikowski W. 1988. Obumieranie dębów w Europie – przyczyny i skutki. Las Polski, 2: 18.
- Buchanan W.D. 1956. Preliminary tests indicate that the small bark beetle be a vector of the oak wilt fungus. Plant Disease Reporter, 40: 455–458.

- Buchanan W.D. 1957. Brentids may be vector of the oak wilt disease. *Plant Disease Reporter*, 41: 707–708.
- Buchanan W.D. 1958. The small oak bark beetle transmits the oak wilt disease under caged conditions. *Plant Disease Reporter*, 42, 4: 546–547.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1990. Katalog fauny Polski. Część XXIII, tom 15. Chrząszcze Coleoptera, Cerambycidae i Bruchidae. PWN, Warszawa.
- Curl E.A. 1956. Experimental transmission of *Endoconidiophora fagacearum* by *Collembola*. *Plant Disease Reporter*, 40: 455–458.
- Čapek M., Findo S., Brutovsky D. 1987. Možnosti biologickej ochrany proti vektorom hromadného hnutia dubov. *Vedecké práce VULH vo Zvolene*, 32: 171–182.
- Čech T., Tomiczek C. 1986. Erste Erkenntnisse zum Eichensterben in Österreich. *Informationsdienst d. FBVA, Folge 235. Allgemeine Forstzeitung*, 97, 10: 309.
- Demelt C. 1966. Bockkäfer oder *Cerambycidae*. I. Biologie mitteleuropäischen Bockkäfer (*Col.*, *Cerambycidae*) unter besonderer Berücksichtigung der Larven. [w:] Dahl F., Peus F. *Die Tierwelt Deutschlands*, 52, VEB G. Fischer Verlag, Jena.
- Doganlar M., Schopf R. 1984. Some biological aspects of the European oak bark beetle, *Scolytus intricatus* (Ratz.) (*Col.*, *Scolytidae*) in the northern parts of Germany (BRD). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 97, 2: 153–162.
- Dominik J. 1971. Obserwacje nad występowaniem owadów niszczących drewno w lasach Beskidu Sądeckiego w latach 1945–1970. *Sylvan*, 115, 6: 11–16.
- Dominik J., Starzyk J.R. 2004. Owady uszkadzające drewno. PWRiL, Warszawa.
- Dominik J., Starzyk J.R. (tekst), Kinelski S. (fot.), Dzwonkowski R. (ryc.). 2010. Atlas owadów uszkadzających drewno. Tom 1 i 2. Oficyna Wydawnicza „Multico”, Warszawa.
- Edelman N.M., Malyševa M.S. 1959. K biologii žukov *Scolytus intricatus* Ratz. (Coleoptera, Scolytidae) v dubravach Savalskogo leshoza Voronežskoj oblasti. *Entomologičeskoe Obozrenie*, 38: 369–381.
- Ene M., Tudor F. 1957. Contributti la cunoasterea ai combaterea insectei *Phymatodes testaceus* L. *Revista Pădurilor*, 10: 648–656.
- Escherich K. 1916. Eine Clytus-Kalamität in der Pfalz, *Clytus (Plagionotus) arcuatus* L. (*Col.*, *Cerambycidae*), *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 3: 388–397.
- Gogola E. 1987. Podkornik dubov (*Scolytus intricatus* Ratz., Coleopt.) ako vector tracheomykozy dubov. [w:] *Internationale wissenschaftliche Konferenz, Sektion 2: Der Wald in der Landwirtschaft, VŠLD Zvolen (ČSSR)*: 45–52.
- Gogola E., Brutovský D. 1999. Eichensplintkäfer *Scolytus intricatus* Ratz. [w:] *Die Eichenschädlinge und ihre Feinde*. Patočka J., Krištín A., Kulfan J., Zach P. (red.). *Institut für Waldökologie der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Zvolen*: 131–151.
- Gogola E., Chovanec D. 1987. Podkornik dubov a tracheomykoza dubov. Bratislava. Vyd. Videopress MON.

- Górny M., Grüm L. (red.) 1981. Metody stosowane w zoologii gleby. PWN, Warszawa.
- Gruszczyk A. 1981. Gleby Puszczy Niepołomickiej. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej PAN, 9: 71–88.
- Gusev V.I. 1984. Opredelitel povreždenii lesnyh, dekorativnyh i plodovyh derevev i kustarnikov. Izd. Lesnaâ Promyšlennost, Moskva.
- Gutowski J.M., Hilszczański J., Kubisz J., Kurzawa J., Miłkowski M., Mokrzycki T., Plewa R., Przewoźny M., Wełnicki M. 2010. Distribution and host plants of *Leioptus nebulosus* (L.) and *L. linnei* Wallin, Nylander et Kvamme (Coleoptera: Cerambycidae) in Poland and neighbouring countries. Polish Journal of Entomology, 79: 271–282.
- Heško J. 1985. Tracheomykozy lesných drevin na Slovensku. Zprávy lesnického výzkumu, 30 (3): 14–17.
- Instrukcja ochrony lasu. Tom I i II. 2012. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Kiełczewski B., Wiśniewski J. 1977. Wprowadzenie do metod ekologicznych stosowanych w ochronie lasu. Skrypty AR w Poznaniu.
- Klausnitzer B., Sander F. 1981. Die Bockkäfer Mitteleuropas. (2 verbesserte Auflage). Die Neue Brem-Bücherei, 499. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg: 1–224.
- Kolk A. 1985. Rola owadów w zamieraniu dębów. Las Polski, 12: 15–18.
- Kolk A., Starzyk J.R. (tekst), Kinelski S. (fot.), Dzwonkowski R. (ryc.). 1996. Atlas owadów uszkadzających drzewa leśne. Tom 1 i 2. Oficyna Wydawnicza „Multico”, Warszawa.
- Kościelny S. 1955. Usychanie dębów. Rocznik Sekcji Dendrologicznej Polskiego Towarzystwa Botanicznego, 10: 39–52.
- Kozłowska C. 1985. Przyczyny i objawy zamierania dębów. Las Polski, 12: 10.
- Król A. 1982. Owady – szkodniki wtórne i techniczne dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w rejonie eksploatacji siarki w Tarnobrzegu. Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris, 21: 3–13.
- Kuźmiński R., Łakomy P., Mazur A. 2007. Zamieranie dębów – historia, przyczyny i objawy. [w:] Kannenberg K., Szramka H. (red.). Zarządzanie ochroną przyrody w lasach. Wydawnictwo WSZŚ, Tuchola: 194–208.
- Lindeman T.V. 1966. Zaselenije duba stvolovymi vreditelami v svâzi s jego oslableniem i otmiraniem v dubravah lesostepi (na primere Telermanovskogo lesa). [w:] Vliânie životnyh biogeocenzov. Izd. Nauka, Moskva: 75–96.
- Lobanov N.A. 1975. Usychanie dubovyh nasaždenii v stepnoj zone Ukrainy v konce 60-h i načale 70-h godov. [w:] Lesovodstvo i Agrolesomeliorsiya, 41: 56–64.
- Materna J., Jančarik V. 1985. Znečištene prostredí a šírení houbových chorob lesnich dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 30, 2: 1–5.
- Morall L., Hilszczański J. 2000. *Agrilus biguttatus* (Col.: Buprestidae) in relation with oak decline. [w:] Recent advances on oak helth in Europe. (red.) Oszako T., Delatour C. Forest Research Institute, Warsaw: 219–224.

- Nunberg M. 1964. Uszkodzenia drzew i krzewów leśnych wywołane przez owady. PWN, Warszawa.
- Oszako T. 1987. Choroby drzew leśnych wywołane przez patogeniczne grzyby – ważny problem w Rumunii. *Las Polski*, 6: 14–15.
- Oszako T. 2000. Oak declines in Europe's forests – history, causes und hypothesis. [w:] *Recent advances on oak helth in Europe*. (red.) Oszako T., Delatour C. Forest Research Institute, Warsaw: 11–40.
- Padij N.N. 1976. Priciny usyhaniâ dubovyh nasaždenii v lesoschozah USSR i rekomendacii po ih ozdorovleniju. *Informacjonnoje pismo*, Kiev, 40: 8.
- Patočka J. 1985. K bionomii a lesníckemu významu podkornika dubowego. *Zprávy lesnického výzkumu*, 30, 3:17–21.
- Patočka J., Krištín A., Kulfan J., Zach P. (red.) 1999. Die Eichenschädlinge und ihre Feinde. Institut für Waldökologie der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Zvolen.
- Rudnev D.F. 1935. Velikij dubovij skripun, *Cerambyx cerdo* L. Vidavn. Vseukrainsk. Akademii Nauk: 1–143.
- Rudnev D.F. 1957. Bolšoj dubovij usač v lesach Sovetskogo Sojuza. AN USSR, Kiev.
- Schimitschek, E. 1955. Die Bestimmung von Insektenschäden im Walde, nach Schadensbild und Schädling. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Schnaider Z. 1971. Podatność na żery owadów poszczególnych gatunków drzew i ich przydatność do przebudowy drzewostanów w rejonach przemysłowych. [w:] *Oddziaływanie przemysłu na lasy*, 4, 25; 105–121.
- Schnaider Z. 1974. Szkodniki drzew i krzewów liściastych zarejestrowane w GOP w latach 1965–1971. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 464: 61–95.
- Schnaider Z. 1976. Atlas uszkodzeń drzew i krzewów powodowanych przez owady i pajęczaki. PWN, Warszawa.
- Schwenke W. (red.). 1974. Die Forstschädlinge Europas. 2 Band, Käfer. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- Schwenke W. (red.). 1978. Die Forstschädlinge Europas. 3 Band. Schmetterlinge. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- Schwenke W. (red.). 1982. Die Forstschädlinge Europas. 4 Band. Hautflügler und Zweiflügler. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- Schwerdtfeger F. 1970. Waldkrankheiten. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- Skotnicki J. 2000. Przewodnik. *Las Wolski*. Studio Promocji i Reklamy TARGET, Kraków.
- Smólski S. 1965. Puszcza Niepołomska. [w:] *Dzieje lasów, leśnictwa i drzewnictwa* (red.) Żabko-Potopowicz A., PWRiL, Warszawa: 666–677.
- Smykała J. 1985. Sposoby przeciwdziałania zamieraniu dębów. *Las Polski*, 13/14: 15–16.
- Starzyk J.R. 1973. Kozioróg dębosz, *Cerambyx cerdo* L. w Puszczy Niepołomickiej. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 1: 22–30.

- Starzyk J.R. 1974. Badania nad występowaniem, biologią i ekologią *Mesosa nebulosa* (F.) (Coleoptera, Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej. *Polskie Pismo Entomologiczne*, 44: 661–672.
- Starzyk J.R. 1976. Obwężyn, *Stenostola dubia* (Laich.) (Col., Cerambycidae) w Polsce, jego morfologia i biologia. *Folia Forestalia Polonica, Seria A – Leśnictwo*, 22: 197–209.
- Starzyk J.R. 1977a. Wpływ nasłonecznienia drzewostanu na występowanie kózkowatych (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan*, 121, 6: 41–49.
- Starzyk J.R. 1977b. Wpływ wieku drzewostanu na skład gatunkowy i liczebność występowania kózkowatych (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 17: 117–135.
- Starzyk J.R. 1979. Rośliny żywicielskie, materiał lęgowy i powiązania troficzne kózkowatych (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 18: 139–160.
- Starzyk J.R. 1980. Znaczenie gospodarcze i rola biocenotyczna kózkowatych (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 19: 115–131.
- Starzyk J.R. 1987a. Methods of quantitative studies on cambio- and xylophagous insects. IV-th Symposium on the Protection of Forest Ecosystems. Warsaw Agricultural University – SGGW: 42–52.
- Starzyk J.R. 1987b. Rzemlik plamisty – groźny szkodnik dębów w Polsce. *Las Polski*, 2: 7–9.
- Starzyk J.R. 1988. Badania nad biologią i znaczeniem gospodarczym rzemlika plamistego, *Saperda scalaris* (L.) (Col., Cerambycidae) w Puszczy Niepołomickiej koło Krakowa. *Polskie Pismo Entomologiczne*, 58, 2: 465–487.
- Starzyk J.R. 1999. Bionomics, ecology, and economic importance of *Rhagium mordax* (Deg.) (Coleoptera: Cerambycidae) in oak stands. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 362, *Leśnictwo* 28: 69–89.
- Starzyk J.R., Kuśka-Ciba A. 1996. Bionomics, ecology, and economic importance of *Leipus nebulosus* (L.) (Coleoptera, Cerambycidae) in oak stands. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 308, *Leśnictwo* 25: 83–103.
- Starzyk J.R., Liszka M., Grabowski G. 1992. Zgrupowania i zespoły ekologiczne owadów kambio- i ksylofagicznych w młodszych drzewostanach dębowych Puszczy Niepołomickiej. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 270, *Leśnictwo* 23: 45–64.
- Starzyk J.R., Piszczek M., Tabor S. 1998. Cambio- and xylophagous insects developing in oak stumps. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 344, *Leśnictwo* 27: 87–101.
- Starzyk J.R., Skrzypczyńska M., Rossa R., Michalcewicz J. 2007. Klucze do oznaczania owadów leśnych. *Poradnik leśniczego*. PWRiL, Warszawa.

- Starzyk J.R., Starzyk K. 1981. Owady kambiofagiczne, kambioksylofagiczne i ksylofagiczne w drzewostanach Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej PAN*, 9: 255–291.
- Starzyk J.R., Witrylak M., Kubisz D., Ossowska M., Szwatko P., Waga B. 1989: Badania nad przyczynami zamierania dębów w Polsce południowej – Badania entomologiczne. Temat CPBR 15.3. Badania przyczyn zamierania drzew liściastych ze szczególnym uwzględnieniem dębu i buka oraz próby zapobiegania. Katedra Entomologii Leśnej Akademii Rolniczej w Krakowie, maszynopis, 136 s.
- Starzyk J.R., Witrylak M., Kubisz D., Szwatko P., Czechowicz J., Ossowska M., Waga B. 1993. Udział i rola owadów kambio- i ksylofagicznych w zamieraniu drzewostanów dębowych. Temat KBN.600279101. Katedra Entomologii Leśnej Akademii Rolniczej w Krakowie, maszynopis, 37 s.
- Strojny W. 1967. Kozioróg dębosz, *Cerambyx cerdo* L. (Col., Cerambycidae) na terenie Polski. *Przegląd Zoologiczny*, 11: 29–43.
- Strojny W. 1974. Kozioróg dębosz, *Cerambyx cerdo* L. (Col., Cerambycidae) na wybranych dębach we Wrocławiu. *Przegląd Zoologiczny*, 18: 373–380.
- Strojny W. 1985. Kozioróg dębosz najokazalszy chrząszcz Polski. KAW, Wrocław.
- Szujecki A. 1983. Ekologia owadów leśnych. PWN, Warszawa.
- Szujecki A. 1995. Entomologia leśna. Tom I i II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Thomas F.M., Blank R., Hartmann G. 2002. Abiotic and biotic and their interaction as causes of oak decline in central Europe. *Forest Pathology*, 32, 4/5: 277–307.
- Tramplera T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. Warszawa, PWRiL.
- Vasilev V.P. (red.). 1974. Vrednye členistonogie (prodolženie), pozvonočnye. T. 2. Izd. Urožaj, Kiev.
- Wallin H., Nýlander U., Kvamme T. 2010 (2009). Two sibling species of *Leiopus* Audinet-Serville, 1835 (Coleoptera: Cerambycidae) from Europe: *L. nebulosus* (Linnaeus, 1758) and *L. linnei* sp. nov., *Zootaxa*, 31–45.
- Wargo P.M. 1996. Consequences of environmental stresses in oak: predisposition to pathogens. *Annals of Forest Science*, 53, 2/3: 359–368.
- Wimmer W., Buczak J., Stec S., Młynarczyk B. 2006. Monografia Nadleśnictwa Niepołomice. Drukarnia NOVA. Niepołomice.
- Witkowski Z., Langer M. 1978. Zagrożenie drzewostanów dębowych Puszczy Niepołomickiej przez masowe pojawy zwójki zieloneczki *Tortrix viridana* L. (Lepidoptera, Tortricidae). *Studia Naturae, Ser. A*, 14, 6: 191–204.
- Yaes W.G. 1984. The biology of the oak bark beetle, *Scolytus intricatus* (Ratzeburg) (Coleoptera: Scolytidae) in southern England. *Bulletin of Entomological Research*, 74: 569–579.
- Zach P. 1999. Rinden- und Holzbrür [w:] Die Eichenschädlinge und ihre Feinde (red.) Patočka J., Krištín A., Kulfan J., Zach P. Institut für Waldökologie der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Zvolen: 66–85, 122–131.

## CZĘŚĆ II

# Biologia, prognozowanie pojawu i ograniczanie nadmiernej liczebności opiótków w drzewostanach dębowych\*

Part II. Biology, forecasting and limiting the excessive occurrence of jewel beetles in oak stands\*

Jacek Hilszczański<sup>1</sup>, Tomasz Jaworski<sup>2</sup>, Radosław Plewa<sup>3</sup>,  
Andrzej Kolk<sup>4</sup>, Andrzej Sierpiński<sup>5</sup>, Wojciech Janiszewski<sup>6</sup>

Institut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn;  
e-mail: <sup>1</sup> j.hilszczanski@ibles.waw.pl; <sup>2</sup> t.jaworski@ibles.waw.pl; <sup>3</sup> r.plewa@ibles.waw.pl;  
<sup>4</sup> a.kolk@ibles.waw.pl; <sup>5</sup> a.sierpinski@ibles.waw.pl; <sup>6</sup> w.janiszewski@ibles.waw.pl

\* Badania zostały wykonane w ramach tematu BLP-311, sfinansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych w Warszawie

\* The study was carried out as part of the grant BLP-311, financed by the General Directorate of State Forests

**Abstrakt.** Celem pracy było zbadanie biologii i ekologii opiótków *Agrilus* spp. (Coleoptera: Buprestidae), w tym zwłaszcza uzupełnienie luk dotyczących wiedzy na temat ich wymagań środowiskowych. Szczególnie ważnym zagadnieniem było określenie roli tych owadów w procesie zamierania drzewostanów dębowych oraz określenie możliwości ograniczania liczebności ich populacji. Podjęto również próbę opracowania metod prognozowania zagrożenia drzewostanów związanego z ich masowym występowaniem, a także ewentualnego wykorzystania atraktantów pokarmowych i/lub seksualnych. Badania dotyczące wykorzystania atraktantów i pułapek do odławiania opiótka dwupłatkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.), preferencji środowiskowych w tym zasiedlania i zabijania drzew przez opiótka oraz metod profilaktyki i zwalczania wykonano na stałych powierzchniach kontrolnych oraz w trakcie licznych lustracji terenowych przeprowadzanych w nadleśnictwach, w których sygnalizowano występowanie opiótków. W latach 2006–2009, a także w latach poprzedzających okres niniejszych badań lustrowano następujące nadleśnictwa: Białowieża, Browsk, Brzeg, Chojnów, Czarna Białostocka, Hajnówka, Jabłonna, Jarocin, Karczma Borowa, Krotoszyn, Łochów, Piaski, Pińczów, Puławy, Pułtusk, Rudka, Wołów i Żmigród. Na podstawie zebranych obserwacji

i otrzymanych wyników badań określono przyczyny zamierania drzew, a zwłaszcza rolę, jaką w tym procesie odgrywał opiętek dwuplamkowy. Przetestowano preparaty oparte na wyciągach z kory i liści oraz olejku eukaliptusowego w kontekście ich przydatności do wabięcia chrząszczy opiętków. Testowano także różne typy pułapek do odłowu chrząszczy. Na podstawie analiz żerowisk dokonanych w drzewostanie oraz dzięki analizie materiałów zebranych do hodowli laboratoryjnych (zasiedlona kora i wyrzynki drewna dębowego) określono skład gatunkowy i liczebność opiętków oraz towarzyszących im gatunków innych owadów, w tym parazytoidów i drapieźców. W drzewostanach, w których stwierdzano skutki działalności opiętków, oceniono skuteczność i możliwości usprawniania ograniczania liczebności tych chrząszczy poprzez usuwanie drzew zasiedlonych. Z uwagi na fakt, że największą trudność stanowi rozpoznanie zasiedlonych drzew, podjęto próbę weryfikacji cech świadczących o zasiedleniu przez opiętka. W trakcie lustracji terenowych sprawdzono około 200 drzew wykazujących różnorakie objawy uznawane za charakterystyczne dla drzew zasiedlonych. Do metod profilaktycznych przyczyniających się do zmniejszenia zagrożenia ze strony opiętka dwuplamkowego zaliczono metody oparte na: ograniczaniu działalności foliofagów i patogenów grzybowych, poprawie stosunków wodnych, utrzymywaniu odpowiedniego zwarcia i struktury drzewostanu oraz wspomaganiu występowania wrogów naturalnych, takich jak dzięcioły, parazytoidy czy drapieżne owady. Podsumowując ważniejsze wyniki badań stwierdzono, że opiętek dwuplamkowy jest najgroźniejszym szkodnikiem drzewostanów dębowych, przyczyniającym się do masowego ich zamierania w warunkach gradacji. W okresie tym zatracą on preferencje do zasiedlania wyłącznie starych, nasłonecznionych, osłabionych drzew i jest sprawcą zamierania dębów różnowiekowych (nawet kilkunastoletnich), rosnących zarówno w miejscach nasłonecznionych, jak i ocienionych, na obrzeżach i w głębi drzewostanu, dominujących, jak i przygłuszonych. Wzrost liczebności populacji opiętka dwuplamkowego uwidacznia się zwłaszcza w latach następujących po długotrwałych, powtarzających się przez kilka kolejnych sezonów wegetacyjnych okresach suszy, w drzewostanach rosnących zwłaszcza na siedliskach lasowych.

**Słowa kluczowe:** *Agrilus biguttatus*, gospodarczy drzewostan dębowy, gradacja, żer uzupełniający, tablica lepowa, pułapka barierowa, atraktant, hodowla laboratoryjna

**Abstract.** The aim of the study was to investigate the biology and ecology of jewel beetles *Agrilus* spp. (Coleoptera: Buprestidae), specifically to fill gaps in knowledge about their habitat requirements. A particularly important issue was the determination of the role of these insects in the decline of oak stands and the evaluation of possibilities to control their populations. An attempt was also made to develop methods for forecasting the threat to oak stands due to jewel beetle mass occurrence, and also for using feeding and/or sexual attractants to control these pests. Data on the use of attractants and traps for trapping the oak buprestid beetle *Agrilus biguttatus* (Fabr.), its habitat preferences, tree colonization and killing, as well as on the methods of pest control was collected on permanent research plots and during numerous field



inspections carried out in the forest districts from which jewel beetle effects were reported. In the years 2006–2009 and earlier, the following Forest Districts were inspected: Białowieża, Browsk, Brzeg, Chojnów, Czarna Białostocka, Hajnówka, Jabłonna, Jarocin, Karczma Borowa, Krotoszyn, Łochów, Piaski, Pińczów, Puławy, Pułtusk, Rudka, Wołów and Żmigród. Based on the results obtained, the causes of oak dieback were determined, above all – the role played by jewel beetles in this process. Dispensers containing compounds derived from bark and leaf extracts as well as eucalyptus oil were tested in the context of their suitability for attracting adult jewel beetles. Different types of traps designed for catching adult jewel beetles were also tested. The analysis of feeding sites performed in forest stands and the observations carried out under laboratory conditions (on colonized oak bark and wood cuttings) enabled the determination of jewel beetle species composition and population numbers as well as the species of accompanying insects, including other pest insects, parasitoids and predators. In the stands with visible effects of jewel beetle damage, the possibility to efficiently control pest populations by the removal of colonized trees was evaluated. Due to the fact that the greatest difficulty is the identification of colonized trees, an attempt was made to verify the features that confirm tree colonization by jewel beetles. During field inspections, about 200 trees with various symptoms considered characteristic of colonization by jewel beetles were checked. Recommended prophylactic methods contributing to oak jewel beetle control include: limiting the activity of foliophages and fungal pathogens; improving site water conditions; maintaining appropriate stand density and structure, as well as sustaining natural enemies, such as woodpeckers, insect parasitoids and insect predators. Summing up the crucial research results, it was found that the oak jewel beetle is the most important pest of oak stands, causative to mass oak dieback when its population reaches outbreak level. Then this species starts colonizing not only so far preferred old, weakened oak trees growing in sunny sites, but may cause the decline of oak trees (even several-year-old), growing in sunny and shadowed sites, on the edges and inside stands, both dominant and those in regression. The increase in oak jewel beetle population density is observed more than ever in the stands on fertile forest sites, in the years following the prolonged periods of drought for several successive growing seasons.

**Key words:** *Agrilus biguttatus*, commercial oak stand, outbreak, complementary feed, sticky board, barrier trap, attractant, laboratory breeding

## 1. Wstęp

Drzewostany dębowe w Polsce zajmują około 630 tys. ha, co stanowi 7% całkowitej powierzchni lasów. W Polsce, a także w innych krajach europejskich, stan zdrowotny znacznej części drzewostanów dębowych i innych drzewostanów liściastych jest od dłuższego czasu niezadowolający. Zamieranie dębów w Europie jest związane z kompleksowym oddziaływaniem wielu czynników, zarówno natury abiotycznej, jak

i biotycznej (Thomas i in. 2002). Wśród nich wymieniane są defoliacje powodowane przez owady, patogeniczne grzyby, fytoftorazy, przymrozki i susze (Wargo 1996). Niektóre z tych czynników powodują jedynie osłabienie drzew, a w przypadku ustania ich oddziaływania drzewostan wraca do pierwotnej kondycji. Problem pojawia się, gdy osłabione drzewa stają się obiektem ataku patogenów oraz owadów kambiofagicznych.

Obserwowane w ostatnich dekadach częste ciepłe zimy i suche okresy wegetacyjne, powiązane z obserwowanymi zmianami klimatu, powodują uaktywnianie się ciepłolubnych gatunków owadów, do których należą opiótki *Agrilus* spp. (Coleoptera: Buprestidae). Owady te, rozpowszechnione w drzewostanach liściastych na terenie całego kraju, są pospolitsze niż wynika to z informacji na temat ich rozprzestrzenienia. Największą rolę jako szkodniki, opiótki odgrywają w dębinach, co wynika głównie z biologii i strategii rozwojowych gatunków związanych z dębami. Jak okazało się w trakcie badań, dotyczy to zwłaszcza opiótka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.). Pozostałe gatunki opiótków występujące na dębach oraz gatunki opiótków związane z innymi gatunkami drzew liściastych mają zdecydowanie mniejsze znaczenie gospodarcze, gdyż większość z nich zasiedla materiał lęgowy o mniejszych rozmiarach, przede wszystkim gałęzie w koronach drzew. W Polsce występuje 30 gatunków opiótków, w tym 7 związanych z dębami (Gutowski 2005; Jendek, Grebennikov 2011). Gatunkiem o największym znaczeniu dla gospodarki leśnej jest wspomniany już opiótka dwuplamkowy, jednak w młodszych, osłabionych drzewostanach istotnymi z punktu widzenia gospodarki leśnej mogą być opiótki: zwężony *A. angustulus* (Ill.) i bruzdkowany *A. sulcicollis* Lac.

Pod koniec minionego i na początku bieżącego stulecia, z terenu nadleśnictw o znacznym udziale drzewostanów dębowych nadchodziły informacje o nasilającym się, masowym zamieraniu dębów. Zbiegło się to w czasie z długotrwałymi okresami suszy i częstymi doniesieniami o licznych znajdowaniu żerowisk opiótka dwuplamkowego pod korą zamarłych dębów. Należy podkreślić, że czas prowadzenia badań (lata 2006–2009) przypadł niefortunnie na okres, kiedy gradacja opiótka dwuplamkowego dobiegała końca. Wtedy to, m.in. dzięki bardziej sprzyjającym dla dębin warunkom atmosferycznym, zwłaszcza związanym z poprawą warunków wilgotnościowych, a także dzięki intensywnym działaniom leśników na rzecz ograniczenia liczebności populacji tego szkodnika, stan zdrowotny drzewostanów dębowych zaczął ulegać stopniowej poprawie.

## 2. Cel badań

Celem badań było poznanie biologii i ekologii opiótków *Agrilus* spp. (Coleoptera: Buprestidae), w tym zwłaszcza uzupełnienie luk dotyczących wiedzy na temat wymagań

środowiskowych tych owadów. Szczególnie ważnym zagadnieniem było określenie ich roli w procesie zamierania drzewostanów dębowych oraz możliwości ograniczania liczebności ich populacji. Podjęto również próbę opracowania metod prognozowania zagrożenia drzewostanów związanego z masowym występowaniem opiótków, a także ewentualnego wykorzystania atraktantów pokarmowych i/lub płciowych.

### 3. Stan wiedzy dotyczącej opiótka dwuplamkowego

#### 3.1. Rozmieszczenie geograficzne i rośliny żywicielskie

Opiótek dwuplamkowy jest gatunkiem palearktycznym, występującym w całej Europie, z wyjątkiem Finlandii (Bilý 1982; Curletti 1994). Poza Europą bogatek ten występuje w Turcji, północnej Afryce i na Syberii (Hellrigl 1978; Curletti 1994). Roślinami żywicielskimi są dęby: szypułkowy *Quercus robur* L., bezszypułkowy *Q. petraea* (Matt.) Liebl., omszony *Q. pubescens* Willd., kolcolistny *Q. ilex* L., korkowy *Q. suber* L., burgundzki *Q. cerris* L., a rzadko mogą nimi być buk *Fagus sylvatica* L. i kasztan jadalny *Castanea sativa* Mill. (Hellrigl 1978). Dane na temat występowania *A. biguttatus* na topolach *Populus* sp. są wątpliwe i prawdopodobnie dotyczą pokrewnego gatunku *A. ater* (L.) (Hellrigl 1978). Zasiedlanie przez *A. biguttatus* dębu czerwonego *Q. rubra* L. zdarza się rzadko.

#### 3.2. Biologia

Chrząższe opiótka dwuplamkowego, największego gatunku należącego do rodzaju *Agrilus* w Europie, osiągają długość od 8 do 13 mm. Kolorystycznie bogatek ten jest dosyć zmienny, ale z reguły charakteryzuje się zielonooliwkową lub niebieskawą barwą z charakterystycznymi kępkami białych włosków na pokrywach, tułowiu i odwłoku. Samice składają jaja w maju-czerwcu z reguły w grupach po 5–6 sztuk. Przy składaniu jaj, wybierają nasłonecznioną, „południową” stronę drzew (Wachtendorf 1955). Chrząższe preferują także drzewa o większych rozmiarach (ok. 30–40 cm pierśnicy) oraz starsze, powyżej 80 lat, charakteryzujące się grubą korą (Starzyk, dane niepubl.). Białokremowe, pozbawione nóg larwy są płaskie (fot. 1, 2, 3), z przedpleczem wyraźnie szerszym od reszty ciała. Segment końcowy odwłoka zaopatrzone jest w parę niewielkich kolców. Larwy opiótka dwuplamkowego charakteryzują się cechami morfologicznymi typowymi dla larw żyjących w wilgotnym materiale łęgowym (Mamaev, Semenova 1961), co wskazuje na związek z żywymi drzewami o świeżym łyku. Jak wynika z danych literaturowych, larwy opiótka nie rozwijają się w martwych, suchych drzewach. Szczegółowy opis larwy przedstawił Klausnitzer (1994).



**Fot. 1. Młoda larwa opiętka dwuplamkowego przy monecie 1 groszowej (oryg.)**

Photo 1. Young two-spotted oak borer with a penny coin (orig.)



**Fot. 2. Starsza larwa w żerowisku (oryg.)**

Photo 2. Older larva at the feeding site (orig.)



**Fot. 3. Dojrzała larwa w kolebce poczwarkowej (oryg.)**

Photo 3. Mature larva into larval cradle (orig.)

W ciągu całego życia larwa drąży pod korą długi, przeważnie zygzakowaty chodnik, który może osiągać do 160 cm długości (fot. 4, 5). Opiętek może mieć jednoroczny cykl rozwojowy, który w niesprzyjających warunkach wydłuża się do dwóch lat (na przykład w północnych Niemczech larwy zimują dwukrotnie). Średnia długość larwy w pierwszym roku wynosi około 10 mm, a u osobników półtorarocznych 25–43 mm (Kolk, Starzyk 1996). Larwy opiętka zimują w korze (Wachtendorf 1955; Hartmann, Kontzog 1994), w kolebkach poczwarkowych o wymiarach 10,4–14,8 × 3,0–4,5 mm (Kolk, Starzyk 1996) (fot. 6). Podczas rozwoju larwy przechodzą około 5 stadiów, ale dane na ten temat są niejasne. Młode chrząszcze w gryzają się, pozostawiając charakterystyczne otwory wylotowe w kształcie litery „D” o wymiarach około 2,5–4 do 2–3 mm (Kolk, Starzyk 1996) (fot. 7, 8). Na silnie zasiedlonych drzewach na powierzchni 0,5 m<sup>2</sup> kory można znaleźć do 38 otworów wylotowych (Wachtendorf 1955). W trakcie badań na terenach popowodziowych

nad Odrą analizowano 28-metrową dłużycę dębową (średnica 65 cm) zasiedloną jako drzewo stojące, z której wyleciało ponad 700 osobników opiótka (Hilszczański, dane niepubl.). Postacie doskonałe (imagines) odbywają żer uzupełniający na liściach w koronach drzew, ale intensywność i skala tego zjawiska są nieznanne (Wachtendorf 1955; Kolk, Starzyk 1996) (fot. 9, 10).



**Fot. 4 i 5. Żerowiska młodych larw opiótka dwuplamkowego w świeżym łyku (oryg.)**

Photo 4. & 5. Two-spotted oak borer young larvae feeding sites located into fresh phloem (orig.)



**Fot. 6. Poczwaraki w kolebkach (oryg.)**

Photo 6. Pupae at larval cradle (orig.)



**Fot. 7 i 8. Otwory wylotowe chrząszczy opiętka dwuplamkowego (oryg.)**

Photo 7. & 8. Two-spotted oak borer entrance holes (orig.)



**Fot. 9 i 10. Postać imaginalna podczas żeru uzupełniającego (oryg.)**

Photo 9. & 10. An adult individual during feeding (orig.)

### 3.3. Wrogowie naturalni

Zespół wrogów naturalnych opiótka dwuplankowego jest dosyć ubogi. Najbardziej widoczna jest działalność dzięciołów, które poszukują larw i poczwerek w korze, chociaż ich znaczenie w ograniczaniu populacji opiótków nie było badane. Spośród owadów pasożytniczych znanych jest zaledwie kilka gatunków męczelkowatych Braconidae, które związane są z opiótkami. Na przykład *Spathius curvicaudus* Ratz. jest zbiorowym parazytoidem, notowanym jako wróg naturalny opiótka dwuplankowego w Rosji, Azerbejdżanie, Czechach, Anglii i Holandii (Telenga 1941; Abdinbekova 1975; Čapek i in. 1982; Shaw 1988). Telenga (1941) podaje także *Spathius ligniarius* (Ratz.) i *S. radzayanus* Ratz. jako parazytoidy *A. biguttatus*, a *Atanycolus neesii* Marsh. wymieniany jest przez Tobiasa (za Medvedev 1986). Z Polski do tej pory jako parazytoid związany z opiótkiem dwuplankowym znany jest jedynie *Deuteroxorides elevator* (Panzer) (Kenis, Hilszczański 2004), który został znaleziony w trakcie lustracji drzew zasiedlonych. Z drapieżnych owadów, jako związany z opiótkiem, podawany był przekrasek mróweczka *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae) (Herting 1973).

### 3.4. Uszkodzenia powodowane przez larwy

Młode larwy zaczynają wygryzać chodniki w różnych kierunkach, często wzdłuż osi pnia (fot. 4, 5), natomiast larwy starsze wygryzają chodniki w poprzek pnia, często ze zmianą kierunku o 180°, co doprowadza do częściowego lub całkowitego „zaobrączkowania” drzewa (fot. 11, 12, 13). Wiadomo, że larwy bogatkowatych zasiedlające drzewa żywe powodują strukturalne zmiany w kambium zasiedlonego drzewa (Jacquot 1963). W wyniku działalności larw, w koronie drzew widoczne jest przeredzenie, następuje zamieranie gałązek i większych gałęzi, pojawia się tzw. pudłowatość koron (fot. 14) oraz wilcze pędy na pniach (fot. 15). W przypadkach całkowitego zaobrączkowania pnia drzewo zamiera. Drzewa nieosłabione, broniąc się przed atakiem młodych larw, reagują zwiększonym wytwarzaniem metabolitów, podobnie jak w przypadku powstania rany mechanicznej, co objawia się w postaci czarnych wycieków na pniach (Hartmann, Blank 1992; 1993) (fot. 16, 17). Prawidłowe rozpoznanie zasiedlenia drzew przez opiótka jest jednak trudne, gdyż wyżej wymienione objawy nie zawsze są utożsamiane z jego występowaniem. Istnieje potrzeba określenia bardziej specyficznych objawów zasiedlenia drzew przez opiótka, możliwych do zaobserwowania bez odsłaniania kory.



**Fot. 11. Chodniki larwalne na pniu 30-letniego drzewa (oryg.)**

Photo 11. Larval galleries on the trunk of a 30-year-old tree (orig.)



**Fot. 12. Silnie zasiedlony pień dębu (oryg.)**

Photo 12. Strongly settled oak trunk (orig.)



**Fot. 13. Żerowiska starszych larw (oryg.)**

Photo 13. Mature larvae feeding sites (orig.)





**Fot. 14. Pudlowate liście (E. Dmyterko)**  
Photo 14. Clusters of leaves in compact forms (E. Dmyterko)



**Fot. 15. „Wilki” na pniu (oryg.)**  
Photo 15. Water sprouts on the trunk (orig.)



**Fot. 16 i 17. Wycieki na pniach dębu (oryg.)**  
Photo 16. & 17. Oozing oak tree (orig.)



### 3.5. Uszkodzenia powodowane przez postacie doskonałe opiętek

Zjawisko uszkodzeń powodowanych przez postacie doskonałe opiętek wiąże się z przeprowadzaniem żeru uzupełniającego na liściach (fot. 18). Zjawisko to nie było jednak do tej pory przedmiotem badań.



**Fot. 18. Doświadczenie nad żerem uzupełniającym chrząszczy opiętka dwupłankowego (oryg.)**

Photo 18. Experiment of supplementary food of two-spotted oak borer (orig.)

### 3.6. *Agrilus biguttatus* jako szkodnik w Europie

W Niemczech *A. biguttatus* stał się w ostatnich latach gatunkiem pospolitym i uważany jest za ważny czynnik powodujący zamieranie drzew. W roku 1991, w rocznym raporcie dotyczącym stanu zdrowotnego lasu, opiętek wymieniony był tylko parokrotnie (Forstschutzsituation 1991/1992), ale już w latach 1996–97 podawano go bardzo często. Na przykład w roku 1996 w Badenii-Wirtembergii, chrząszcz ten zasiedlił 1929 ha dębów, w tym 125 ha w stopniu bardzo silnym. W Nadrenii-Palatynacie podobnie silnie zaatakowanych drzewostanów zaewidencjonowano 510 ha. Problemy z opiętkiem kojarzone są zwłaszcza ze wcześniejszymi defoliacjami powodowanymi przez brudnicę nieparękę *Lymantria dispar* (L.), piędzika przedzimka *Operophtera brumata* (L.) czy zimowka ogołotniaka *Erannis defoliaria* (Clerck) (Forstschutzsituation 1996/1997). Wśród innych czynników sprzyjających występowaniu opiętka wymieniane są szkody od mrozu oraz obniżenie poziomu wód gruntowych. Uważany jest on za najwcześniej pojawiający się i najbardziej agresywny wtórny czynnik związany z osłabieniem dębów. Zjawisko zamierania drzew bardzo często uzależnione jest od tego, czy zostaną one zasiedlone przez opiętka, czy nie. Ciepłe lata, w połączeniu z nasilonym osłabieniem drzew, sprzyjają rozwojowi tego ciepłolubnego owada (Hartmann, Blank 1993; Altenkirch, Hartmann 1995).

We Francji w latach 1994/1995, silne porażenie dębów przez opiótkę obserwowane było w północnej Alzacji. Pozyskano wówczas ponad 40 000 m<sup>3</sup> zasiedlonych drzew. Zasiedlane były drzewostany prawie wszystkich klas wieku i wiele z nich trzeba było usunąć, a powierzchnię zalesić ponownie. Jako przyczyny gradacji *A. biguttatus* wskazywano liczne czynniki natury biotycznej, ale dominującą rolę przypisano silnej gradacji brudnicy nieparki, która miała miejsce w latach poprzedzających gradację opiótkę (Landmann 1996).

W Anglii, jeszcze w roku 1987, *A. biguttatus* wymieniany był na Czerwonej Liście Zwierząt, jako gatunek zagrożony (Gibbs, Greig 1997). W latach późniejszych jego populacja notowała silne wzrosty, np. w okolicach Londynu obserwowano liczne ślady obecności tego owada w parkach i lasach na wielu zamierających i zamarłych dębach (Hackett 1995). W trakcie badań nad zamieraniem dębów w Wielkiej Brytanii opiótkę stwierdzono w 14 na 20 kontrolowanych powierzchni (Gibbs, Greig 1997).

W Holandii szkodniki owadzie monitorowane są od 1946 roku (Moraal 1991). W pierwszym okresie nie notowano szkód od opiótkę, dopiero w 1997 roku na kilkunastu stanowiskach zanotowano silne porażenie drzew różnych klas wieku (50–110 lat), a w niektórych przypadkach zabitych było ponad 70% drzew (Moraal 1997).

W Austrii i na Węgrzech szkody wiązano głównie z opiótkami *A. sulcicollis* i *A. angustulus*, natomiast nie obserwowano tam szkód od opiótkę dwuplamkowego (Schopf 1992; Bohàr 1993), jednakże Hartmann (inf. ustna) obserwował tam wiele drzew zasiedlonych przez ten gatunek.

W Polsce *A. biguttatus* występuje na obszarze całego kraju, z wyjątkiem gór (Burakowski i in. 1985). Owad ten uważany jest za szkodnika, który atakuje osłabione dęby jako pierwszy, preferując przy tym starsze – powyżej 80 lat drzewostany, ale notowany jest także w młodszych, np. 20–40-letnich (Starzyk, dane niepubl.). W Puszczy Niepołomickiej drzewostany dębowe osłabione przez imisje przemysłowe oraz defoliacje powodowane przez zwójkę zieloneczkę *Tortrix viridana* L. i inne gatunki foliofagów poddawane są ciągłej presji ze strony opiótkę (Starzyk, dane niepubl.). W 1997 roku, po powodzi w dolinie Odry, pozostało wiele drzewostanów dębowych osłabionych, odsłoniętych i rozluźnionych po usunięciu zamarłych drzew. Opiótek dwuplamkowy był głównym sprawcą dobijania tych drzewostanów w następnych latach (czasami wspólnie z *A. sulcicollis*, paśnikami *Plagionotus* spp. i ogłodkiem dębowcem *Scolytus intricatus* Ratz.). Wskutek tego w latach 1998–1999 usunięto około 40 tys. m<sup>3</sup> zasiedlonych dębów z nadleśnictw zlokalizowanych w dolinie Odry.

W Rosji, na Ukrainie i Białorusi opiótek notowany jest jako najważniejszy szkodnik dębów osłabionych przez wahania wód gruntowych i defoliacje (Zakharov, Levkovich 1951; Anishchenko i in. 1982). Na Ukrainie obserwowany był jako znacznie agresywniejszy od opieńki *Armillaria* sp. sprawca zamierania nieznacznie osłabionych dębów (Mezencev 1993).

## 4. Metodyka badań

### 4.1. Badania nad biologią opiętków

#### 4.1.1. Preferencje ekologiczne opiętków

Badania terenowe były prowadzone na terenie 3 regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w różnych regionach Polski, w drzewostanach dębowych charakteryzujących się zmiennością takich cech jak wiek, zwarcie, skład gatunkowy i struktura.

Późną jesienią 2005 roku założono powierzchnie obserwacyjne na terenie nadleśnictw: Pułtusk, Jabłonna, Łochów i Chojnów (RDLP w Warszawie), po 2 powierzchnie w każdym z nadleśnictw. Wiosną 2006 roku założone zostały kolejne powierzchnie: na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (RDLP w Poznaniu) – 4 powierzchnie oraz po 1 powierzchni w nadleśnictwach Rudka i Hajnówka (RDLP w Białymstoku).

Na wszystkich powierzchniach dąb był gatunkiem panującym, zarówno w składzie gatunkowym, jak i w strukturze biosocjalnej drzewostanu (fot. 19–24). Na każdej z nich lub na sąsiadujących z nimi dębach stwierdzono liczne żerowiska opiętka dwuplamkowego. Na każdej powierzchni obserwacyjnej wyznaczono transekty o długości 50 m i szerokości 10 m (0,50 ha) oraz scharakteryzowano piętrową strukturę, uwzględniając udział poszczególnych gatunków, wiek, zadrzewienie, zwarcie, pierśnicę i bonitację.

W pierwszym sezonie wegetacyjnym wszystkie drzewa o pierśnicy powyżej 7 cm, znajdujące się na powierzchniach, zostały zinwentaryzowane i opisane (szczegółowy raport opisu powierzchni został zarchiwizowany w IBL). W opisie uwzględniono:

- usytuowanie drzewa na powierzchni obserwacyjnej;
- gatunek;
- pierśnicę drzewa;
- stanowisko biosocjalne (panujące, współpanujące, opanowane, przygłuszone);
- stan drzewa (żywe, zabite przez opiętki, zabite przez grzyby lub obumarłe z innych powodów);
- stan zdrowotny drzew (A – zdrowe, żywotne, B – lekko osłabione, z pojedynczymi zamierającymi gałęziami, C – silnie osłabione, z hubami, dziuplami, wyciekami, „wilkami” na pniu, D – zamierające, zamierająca korona, liczne martwice, wycieki, dziuple itp.).

W kolejnych latach, najczęściej pod koniec okresu wegetacyjnego, przeprowadzano kontrolę drzew na każdej powierzchni i odnotowywano zmiany zachodzące w ich kondycji zdrowotnej w stosunku do lat poprzednich.

W badaniach dotyczących preferencji środowiskowych opiętka dwuplamkowego wykorzystano także wyniki obserwacji przeprowadzonych podczas lustracji terenowych w latach 2000–2005, czyli w okresie narastania i maksimum liczebności



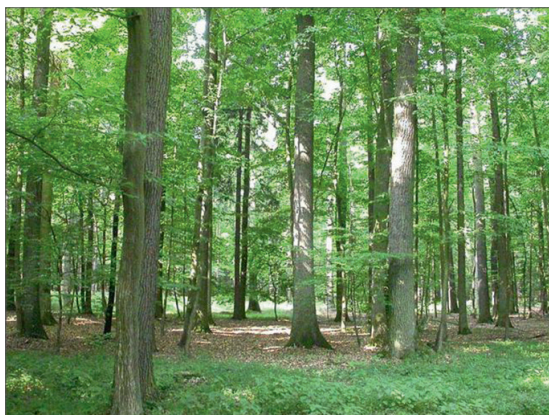
**Fot. 19. Powierzchnia doświadczalna na terenie Nadleśnictwa Łochów (oryg.)**

Photo 19. Experimental area in the Łochów Forest District (orig.)



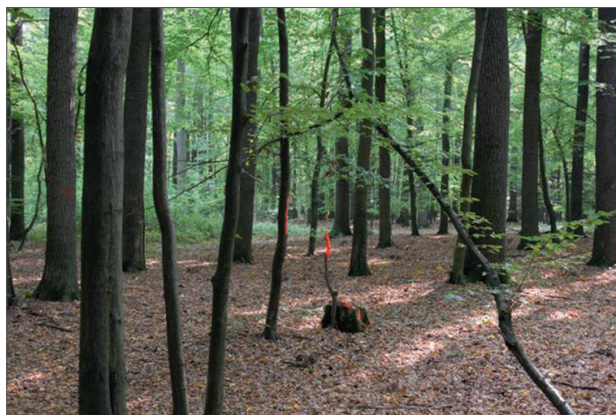
**Fot. 20. Powierzchnia doświadczalna na terenie Nadleśnictwa Pułtusk (oryg.)**

Photo 20. Experimental area in the Pułtusk Forest District (orig.)



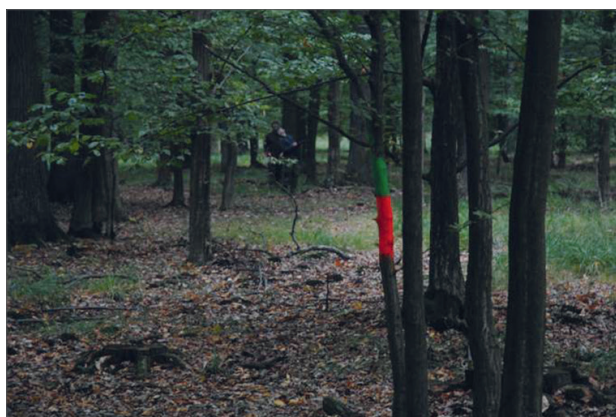
**Fot. 21. Powierzchnia doświadczalna na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (oryg.)**

Photo 21. Experimental area in the Krotoszyn Forest District (orig.)



**Fot. 22. Powierzchnia doświadczalna na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (oryg.)**

Photo 22. Experimental area in the Krotoszyn Forest District (orig.)



**Fot. 23. Powierzchnia doświadczalna na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (oryg.)**

Photo 23. Experimental area in the Krotoszyn Forest District (orig.)



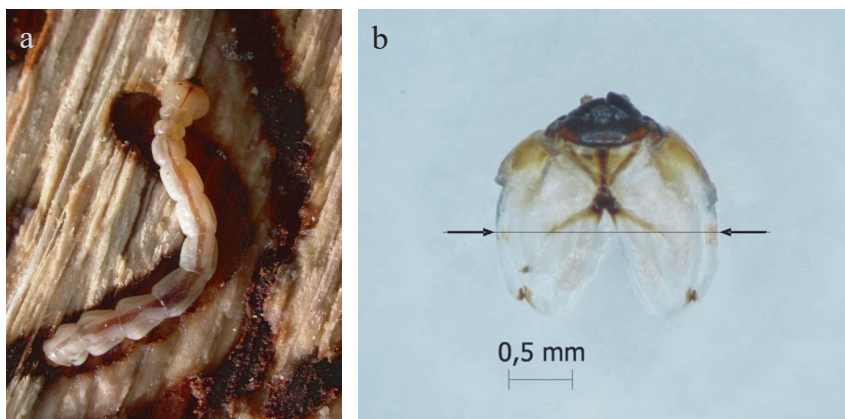
**Fot. 24. Powierzchnia doświadczalna na terenie Nadleśnictwa Rudka (oryg.)**

Photo 24. Experimental area in the Rudka Forest District (orig.)

populacji tego gatunku. Obserwacje przeprowadzano przede wszystkim w nadleśnictwach: Białowieża Brzeg, Chojnow, Czarna Białostocka, Hajnówka, Jabłonna, Krotoszyn, Łochów, Puławy, Pułtusk i Rudka. W sumie, podczas dokonywanych lustracji drzewostanów dębowych na terenie wielu regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w latach 2000–2009, przeprowadzono obserwacje związane z ekologią opiótków, przede wszystkim na podstawie oceny około 200 zasiedlonych drzew, zróżnicowanych pod względem wieku, stanu zdrowotnego, stanowiska biosocjalnego i zajmowanych siedlisk (zwłaszcza, jeśli chodzi o wilgotność). Bardzo ważnym elementem badań terenowych była weryfikacja cech świadczących o zasiedleniu drzew przez larwy opiótków, takich jak: wycieki, „wilki” na pniach, pudłowatość koron, działalność dzięciołów. Na podstawie zebranych obserwacji i otrzymanych wyników badań dokonano także weryfikacji dotychczasowych informacji dotyczących preferencji populacji opiótków w odniesieniu do zasiedlanych drzew i drzewostanów.

#### 4.1.2. Określenie liczby stadiów larwalnych opiótka dwuplamkowego na podstawie pomiaru szerokości puszek głowowych

Larwy opiótka dwuplamkowego, należące do różnych stadiów rozwojowych, pozyskano w latach 2008–2009 na terenie nadleśnictw: Krotoszyn, Puławy i Pińczów, spod kory dębów zasiedlonych przez ten gatunek (ryc. 1a). Zebrane larwy umieszczono w probówkach z 96% alkoholem etylowym, a następnie, po usunięciu fragmentów tkanki częściowo okrywającej głowę, określano szerokość ich puszek głowowych (ryc. 1b). Wykorzystano do tego celu mikroskop stereoskopowy Zeiss Stemi-2000C



Ryc. 1. Larwa opiótka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) w żerowisku (a) oraz puszka głowowa larwy (b) (strzałkami zaznaczono miejsce wykonywania pomiaru szerokości) (ryc.: a – J. Hilszczański, b – T. Jaworski) (oryg.)

Fig. 1. Two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) larva: (a) at the feeding site (b) head capsule (width measurement position marked with the arrow) (Fig. a – J. Hilszczański, b – T. Jaworski) (orig.)

z okularzem zaopatrzonym w podziałkę mikrometryczną. Pomiary wykonywano w najszerszym fragmencie puszki głowowej, przy powiększeniu 40×, a następnie uzyskaną wartość podziałki okularu przeliczano na milimetry.

#### **4.1.3. Analiza intensywności żeru uzupełniającego imagines opiętka dwuplankowego w warunkach laboratoryjnych**

Doświadczenie miało na celu określenie intensywności żerowania chrząszczy *A. biguttatus* na liściach dębu szypułkowego (*Quercus robur*), stanowiących ich pokarm w czasie rójki. Doświadczenie przeprowadzono w okresie od maja do sierpnia 2008 r. na 30 osobnikach (21 samic oraz 9 samców) uzyskanych w wyniku hodowli z zasiedlonego materiału lęgowego (wałki dębowe) zebranych na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn. Po wylęgu chrząszcze przenoszono do laboratorium, a następnie umieszczano osobno w szalkach Petriego zamykanych od góry szklaną płytką. Wewnątrz szalek umieszczano fragmenty liści dębu szypułkowego, przycięte wcześniej do wymiarów około 50 × 20 mm (fot. 18). Kontrolę uszkodzenia liści przeprowadzano codziennie, rzadziej w dłuższych odstępach czasu (2–6 dni). Podczas kontroli uszkodzone fragmenty liści usuwano z szalek, podając jednocześnie chrząszczom świeży pokarm. Nadgryzione fragmenty blaszek liściowych umieszczano w kopertach, zapisując za każdym razem datę kontroli oraz numer hodowli. Po zakończeniu doświadczenia oceniono wielkość żeru. Wykorzystano do tego celu program Digishape służący do pomiaru obiektów przedstawionych w postaci sylwetek w plikach graficznych. Powierzchnię blaszki liściowej skonsumowaną przez chrząszcze obliczano z różnicy pierwotnej powierzchni podawanego pokarmu (1000 mm<sup>2</sup>) i powierzchni uszkodzonego liścia obliczonej za pomocą programu Digishape. Określona w ten sposób powierzchnia fragmentu liścia stanowi dzienną konsumpcję jednego osobnika *A. biguttatus*. W przypadku fragmentów liści, które uzyskano po kilkudniowej przerwie w kontroli, dzienną konsumpcję określono, dzieląc powierzchnię uszkodzoną przez liczbę dni, które upłynęły od wcześniejszej kontroli.

## **4.2. Rola opiętków w procesie zamierania drzewostanów dębowych**

### **4.2.1. Obserwacje na powierzchniach kontrolnych**

Dane dotyczące zasiedlania i zabijania drzew przez opiętka zbierano na stałych powierzchniach kontrolnych oraz w trakcie licznych lustracji terenowych przeprowadzanych w nadleśnictwach, w których sygnalizowano występowanie opiętków. W latach 2006–2009, a także w latach poprzedzających okres realizacji tematu, lustrowano następujące nadleśnictwa: Białowieża, Browsk, Brzeg, Chojnów, Czarna Białostocka, Hajnówka, Jabłonna, Jarocin, Karczma Borowa, Krotoszyn, Łochów, Piaski, Pińczów,



Puławy, Pułtusk, Rudka, Wołów i Żmigród. Na podstawie zebranych obserwacji i otrzymanych wyników badań określono przyczyny zamierania drzew, a zwłaszcza rolę, jaką w tym procesie odgrywał opiótek dwuplamkowy.

#### **4.2.2. Ocena stanu populacji opiótek dwuplamkowego oraz gatunków towarzyszących**

Na zamartwych i ściętych drzewach na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (2008) przeprowadzono analizy entomologiczne w kilku strefach wysokości. W drzewostanie oznaczano żerowiska i stadia rozwojowe kambio- i ksylofagów, pobierano także do hodowli oprzędę parazytoidów znalezione w żerowiskach opiótek dwuplamkowego. Kora zdejmowana była z pnia na odcinku 1 metra i szerokości ok. 50 cm w 3 miejscach: przy odziomku, w środku i w górnej części pnia, a wszystkie znalezione żerowiska były liczone. Na podstawie analizy żerowisk dokonanej w drzewostanie oraz dzięki analizie materiałów zebranych do hodowli (zasiedlona kora i wyrzynki) określono skład gatunkowy, liczebność opiótek, jak również towarzyszące im inne gatunki szkodników oraz parazytoidy i drapieżce.

### **4.3. Naturalne czynniki ograniczające**

#### **4.3.1. Znaczenie dzięciołów w ograniczaniu liczebności opiótek dwuplamkowego**

W roku 2008 podjęto próbę oszacowania, w jakim stopniu dzięcioły ograniczają liczebność zimujących larw opiótek (fot. 25, 26 i 27). W Nadleśnictwie Krotoszyn na początku sezonu wegetacyjnego, czyli po pełnym okresie zimowego żerowania dzięciołów, zebrano korę ze ściętych dębów zasiedlonych przez opiótek dwuplamkowego, z miejsc z wyraźnymi śladami żerowania tych ptaków. Policzone zostały wszystkie widoczne miejsca, z których dzięcioły wybrały zimujące larwy. Kora została umieszczona w klatkach hodowlanych, a wszystkie opiótki, które ją opuściły, zostały policzone. Następnie określono średni procentowy udział larw zniszczonych przez dzięcioły.

#### **4.3.2. Parazytoidy**

Badania nad owadzimi wrogami naturalnymi opiótek dwuplamkowego prowadzono równoległe z oceną preferencji środowiskowych oraz rolę opiótek w zamieraniu drzew. W trakcie prowadzonych obserwacji i analiz entomologicznych zbierano stadia rozwojowe parazytoidów, zwłaszcza kokony, które następnie hodowano w warunkach laboratoryjnych, aż do uzyskania postaci dorosłych. Wszystkie zebrane w ten sposób oraz wyhodowane imagines preparowano i oznaczano do gatunku.



**Fot. 25. Charakterystyczne odbijanie wierzchniej warstwy kory przez dzięcioły (oryg.)**

Photo 25. Characteristic woodpecker damage – shallow holes drilled through the outer layer of bark (orig.)



**Fot. 26 i 27. Odbijanie wierzchnich warstw kory przez dzięcioły (oryg.)**

Photo 26. & 27. Woodpecker damage – shallow holes drilled through the outer layers of bark (orig.)

## 4.4. Metody prognozowania

### 4.4.1. Odłowy opiótka dwuplamkowego do pułapek feromonowych i na tablice lepowe

Z dębów zasiedlonych przez opiótki zbierano każdego roku korę na przełomie zimy i wiosny, a następnie w laboratorium wkładano ją do klatek hodowlanych i fotoeklektorów. Uzyskane z hodowli w fotoeklektorach i pojemnikach chrząszcze opiótka dwuplamkowego były wykorzystywane do dalszych doświadczeń i obserwacji ich rozwoju w warunkach laboratoryjnych. Część z nich przekazana została do Zakładu Doświadczalnego Instytutu Chemii Fizycznej i Instytutu Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk „Chemipan”, gdzie na podstawie umowy zawartej z Instytutem Badawczym Leśnictwa podjęta została próba identyfikacji substancji wydzielanych przez samice i samce opiótka dwuplamkowego, jako potencjalnych feromonów płciowych lub agregacyjnych tego szkodnika. Przekazana została również kora dębu szypułkowego – rośliny żywicielskiej opiótka dwuplamkowego, zarówno z drzew opianowanych przez opiótki (z wyciekami), jak i zdrowych (bez objawów zasiedlenia). W ZD „Chemipan” zidentyfikowano substancje lotne wydzielane przez korę pnia pod kątem wykorzystania ich jako atraktantów opiótka. Ze zidentyfikowanych substancji zapachowych sporządzone zostały dyspensery, których przydatność do przywabiania opiótka dwuplamkowego przetestowano w warunkach terenowych.

Pod koniec czerwca 2006 roku, na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn, w Leśnictwie Sokołówka, podjęto próbę odławiania opiótka dwuplamkowego na tablice posmarowane lepem (fot. 28). W dwóch lokalizacjach umieszczonych zostało po 5 tablic wykonanych z tekpolu i pokrytych lepem. Zastosowano tablice w różnych kolorach: białe, żółte, niebieskie, czerwone i czarne. Doświadczenie miało na celu sprawdzenie, czy opiótek reaguje na kolor tablic. Nie zastosowano wówczas żadnych atraktantów.

W maju 2007 roku podjęta została próba odłowu chrząszczy opiótka dwuplamkowego do pułapek barierowych oraz lepowych (czarnych) (fot. 29). Jako przynętę zastosowano atraktanty wyprodukowane przez ZD „Chemipan”, który dokonał identyfikacji oraz wyprodukował związki zapachowe wydzielane przez samice i samce opiótka dwuplamkowego. Zastosowane zostały pułapki typu IBL-3 oraz pułapki produkcji czeskiej, przeznaczone do odłowu korników. Doświadczenia prowadzono w leśnictwach Sokołówka i Smoszew na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn. Wybrane zostały powierzchnie różniące się zadrzewieniem. Ze względu na niskie zwarcie drzewostanu w Leśnictwie Sokołówka, pułapki znajdowały się na odkrytej przestrzeni w miejscach dobrze nasłonecznionych, a więc w miejscach preferowanych przez opiótka dwuplamkowego. W Leśnictwie Smoszew drzewostan był bardziej zwarty z większą ilością podszytu, a miejsc nasłonecznionych było znacznie mniej. Starano się ustawić pułapki tam, gdzie przynajmniej przez jakiś czas nasłonecznienie było



**Fot. 28. Tablica lepowa (oryg.)**  
Photo 28. Glue trap board (orig.)



**Fot. 29. Pułapki i tablica lepowa przeznaczone do odłowu opiętka dwupłatkowego na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (oryg.)**

Photo 29. Traps and a glue trap board intended for trapping a two-spotted oak borer in the Krotoszyn Forest District (orig.)

dość wysokie. W obu przypadkach wybrano drzewostany dębowe w podobnym wieku – około 150 lat. Pułapki zostały przymocowane do wbitych w ziemię słupków. Dodatkowo 3 zamierające dęby owinięte zostały folią pokrytą lepem, jednakże podczas kontroli nie znaleziono na nich przyklepionych opiętków.

W 2008 roku została podjęta kolejna próba odłowu chrząszczy opiętka dwupłatkowego do pułapek. Podobnie jak w roku poprzednim, jako przynętę zastosowano atraktanty wyprodukowane przez ZD „Chemipan”. Tym razem jednak bazowano na związkach zapachowych wydzielanych przez roślinę żywicielską opiętków. Zamiast pułapek zastosowano tablice lepowe, gdyż na podstawie przeprowadzonych

wcześniej obserwacji w warunkach laboratoryjnych stwierdzono, że opiótek, który bez problemów porusza się po szkle, nawet pokrytym preparatami zmniejszającymi przyczepność, nie wpada do pułapek stosowanych do odłowu korników. Doświadczenie ponownie zlokalizowano na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn w leśnictwach Sokołówka i Smoszew, w tych samych drzewostanach i w tych samych miejscach, co w roku poprzednim. Pułapki założone zostały w dniach 4 i 5 czerwca 2008 roku.

W roku 2009 zastosowano ponownie pułapki lepowe koloru czarnego, wyposażone w atraktanty oparte na wyciągach z rośliny żywicielskiej oraz na olejku eukaliptusowym, który wykazuje pewne właściwości wabiące w stosunku do pokrewnego gatunku opiótka związanego z jesionami, *Agrilus planipennis* (Fair.). Doświadczenie zlokalizowano ponownie na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn – w leśnictwach Smoszew i Jelonek.

#### 4.5. Profilaktyka i zwalczanie

Brak skutecznych metod odłowu chrząszczy oraz ograniczenia w stosowaniu zabiegów chemicznych powodują, że usuwanie zasiedlonych drzew jest najskuteczniejszą metodą ograniczania liczebności opiótka (Evans i in. 2004). W drzewostanach, w których stwierdzano skutki działalności opiótek, oceniano skuteczność i możliwości usprawniania ograniczania liczebności tych chrząszczy, czyli usuwania drzew zasiedlonych (Habermann, Preller 2003). Z uwagi na fakt, że największą trudność stanowi rozpoznanie zaatakowanych przez opiótka drzew, podjęto próbę weryfikacji cech świadczących o tym zjawisku. W trakcie lustracji terenowych sprawdzano zasiedlenie drzew wykazujących różnorakie objawy, uznawane za charakterystyczne dla drzew zasiedlonych. Ocenie poddano około 200 drzew na terenie kilkunastu nadleśnictw.

Do metod profilaktycznych przyczyniających się do zmniejszenia zagrożenia ze strony opiótka zaliczane są metody oparte na: ograniczaniu działalności foliofagów i patogenów grzybowych, poprawie warunków wodnych, zapewnieniu właściwego zwarcia i struktury drzewostanu, wspomaganie wrogów naturalnych, takich jak dzięcioły, parazytoidy i drapieżne owady. Wszystkie te elementy oceniano w trakcie lustracji terenowych oraz podczas cyklicznych obserwacji na powierzchniach obserwacyjnych w latach 2006–2009.

##### 4.5.1. Zastosowanie grzyba *Beauveria bassiana* do ograniczania liczebności opiótka dwuplamkowego

W 2008 roku sprawdzono w warunkach laboratoryjnych aktywność owadobójczą biopreparatu z grzybem owadobójczym *Beauveria bassiana* wobec chrząszczy opiótka dwuplamkowego (fot. 30). Zastosowany został preparat o nazwie „BotaniGard” zawierający konidia wspomnianego grzyba. Preparat ten został zarejestrowany w 1999 roku w USA. Chrząszcze opiótka dwuplamkowego do doświadczenia pozyskano



**Fot. 30. Imago *Agrilus biguttatus* porażone przez grzyba *Beauveria bassiana* (oryg.)**

Photo 30. *Agrilus biguttatus* imago infected by fungus *Beauveria bassiana* (orig.)

z kory dębowej zebranej w Nadleśnictwie Krotoszyn. Ponieważ chrząszcze opiętka dwupłamkowego prowadzą żer uzupełniający na liściach dębu, 10 zdrowych, dwuletnich drzewek tego gatunku, rosnących w doniczkach, zostało – po rozcieńczeniu preparatu zgodnie z instrukcją na etykiecie – opryskanych preparatem „BotaniGard”. Drzewka kontrolne (4 sztuki) opryskano wodą. Na każdym drzewku umieszczono po 5 chrząszczy. Następnie korony drzewek wraz ze znajdującymi się na nich owadami owinięto siatką o drobnych oczkach. Po trzech dniach żerowania na traktowanych preparatem „BotaniGard” drzewkach i na drzewkach kontrolnych wszystkie chrząszcze zostały przeniesione do szalek Petriego, gdzie były karmione nieopryskanymi liśćmi. Martwe chrząszcze sterylizowano powierzchniowo i umieszczano w wilgotnych, sterylnych komorach. Po 3 tygodniach inkubacji w temperaturze 22°C określono odsetek chrząszczy, które zginęły z powodu infekcji grzybem *B. bassiana*.

W 2009 roku napotkano duże trudności ze znalezieniem drzew zasiedlonych przez opiętka w celu pozyskania kory z zimującymi larwami do doświadczeń. Po dłuższych poszukiwaniach pozyskano korę zasiedloną przez opiętka dwupłamkowego na terenie nadleśnictw Pińczów i Hajnówka. W obu przypadkach była to kora pochodząca ze złomów dębowych powstałych najprawdopodobniej w zimie pod koniec 2008 roku lub na początku 2009 roku. Po zaobserwowaniu pierwszych wygryzających się z kory chrząszczy wykonano zabieg oprysku zasiedlonej kory preparatem „BotaniGard” w stężeniu zalecanym przez producenta. Następnie wszystkie wygryzające się chrząszcze systematycznie przenoszono do szalek Petriego i karmiono nieopryskanymi liśćmi. W dalszych etapach doświadczenia postępowano jak w roku poprzednim.

## 5. Wyniki badań i ich omówienie

### 5.1. Badania nad biologią opiótków

#### 5.1.1. Preferencje ekologiczne opiótków

Opiótki żerują głównie na dębie szypułkowym, zasiedlając zarówno drzewa żywe, jak i obumierające. Według dotychczasowej wiedzy chrząszcze spotykane są najczęściej w przeredzonych drzewostanach na nasłonecznionym materiale lęgowym. Uszkodzenia powodowane przez larwy mają charakter fizjologiczny, gdyż niszczą miążgę i łyko, głównie w dolnej i środkowej części pnia. Często chodniki larwalne przebiegają poprzecznie i obrączkują pień na całym obwodzie, co w ciągu kilku miesięcy doprowadza do obumarcia drzewa.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji rozwoju opiótka dwuplankowego stwierdzono, że rozwój tego szkodnika w większości przypadków skrócony jest do jednego roku. Jedynie osobniki pochodzące z jaj złożonych bardzo późno (pod koniec lipca lub nawet w sierpniu) mają generację dwuletnią.

Sposób żerowania larw opiótka (obrachkowanie pnia) powoduje, że już niewielka liczba larw żerujących na jednym, nawet grubym, drzewie może doprowadzić do jego śmierci (fot. 12, 13). W przypadku dużej liczebności populacji owad ten zasiedla drzewa w różnym wieku. Pomimo, że preferuje drzewa starsze, o grubszej korze, spotykany bywa licznie również na młodych, co najwyżej kilkunastoletnich dębach o stosunkowo cienkiej korze (fot. 11). W przypadku zasiedlenia młodych drzew może doprowadzić do znaczących strat w drzewostanie, gdyż niewielka liczba larw jest w stanie szybko zabić młode, cienkie drzewa. Jednakże pełny rozwój larw na młodych drzewach bywa zaburzony i często nie jest zakończony powodzeniem, z uwagi na zbyt cieką korę. Z tego powodu śmiertelność opiótka na młodych drzewach jest większa w porównaniu do drzew starych, gdzie jest stosunkowo niska.

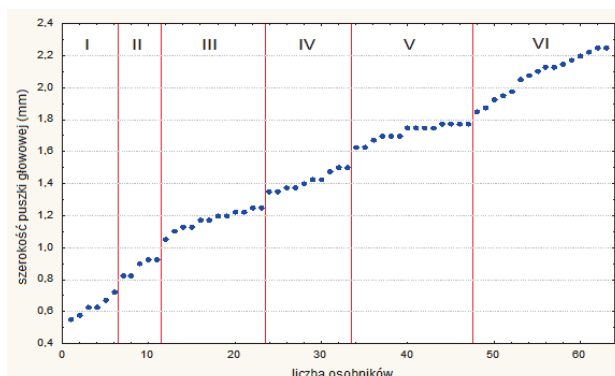
W przypadku masowego występowania opiótek dwuplankowy zasiedla zarówno drzewa dominujące, jak i przygłuszone, rosnące nie tylko w miejscach nasłonecznionych, ale także w zwarciu, w głębi drzewostanu i w ocienieniu.

Bardzo duży wpływ na stan zdrowotny drzewostanów dębowych, a także liczebność w nich populacji opiótka dwuplankowego, mają warunki atmosferyczne, zwłaszcza opady. Długotrwałe susze, mające wpływ na obniżenie poziomu wód gruntowych, a także na zmniejszenie wilgotności gleby i zanik wód powierzchniowych, w olbrzymim stopniu osłabiają drzewostany dębowe, czyniąc je podatniejszymi na masowe zasiedlanie przez tego szkodnika. Widoczne jest to zwłaszcza w drzewostanach rosnących na wilgotnych siedliskach, na których stres odczuwany przez dęby jest większy niż u drzew rosnących na siedliskach suchych, gdzie niedobór wody występuje stosunkowo często, a drzewa wykształciły odpowiedni, przystosowany do panujących warunków system korzeniowy.

### 5.1.2. Określenie liczby stadiów larwalnych opiętka dwuplamkowego na podstawie pomiaru szerokości puszek głowowych

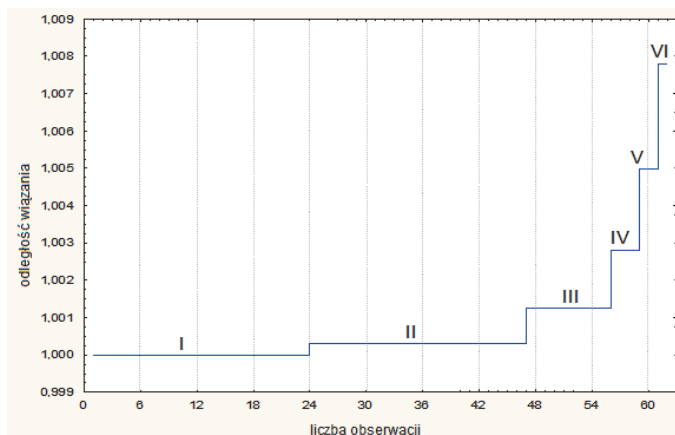
Pomiary wykonano na 63 larwach opiętka dwuplamkowego, znajdujących się w różnych stadiach rozwojowych.

Zróżnicowanie szerokości puszek głowowych larw opiętka, wynikające zarówno ze zmienności pomiędzy wymiarami larw będących w tym samym stadium rozwojowym, jak i osobników będących w różnych stadiach zilustrowano na ryc. 2. Graficzną interpretację wyników aglomeracji pomiarów puszek głowowych wykonano metodą analizy skupień na ryc. 3.



Ryc. 2. Szerokości puszek głowowych larw opiętka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) (pionowe linie rozgraniczają poszczególne stadia)

Fig. 2. Head capsule widths in two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) larvae (vertical lines separate larval instars)



Ryc. 3. Liczba stadiów larwalnych opiętka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) na podstawie wyników aglomeracji

Fig. 3. Number of larval instars in two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) based on results of individuals accumulation



### 5.1.3. Analiza intensywności żeru uzupełniającego imagines opiótka dwuplamkowego w warunkach laboratoryjnych

W tabeli 1 zestawiono liczby dni żerowania oraz powierzchnię liści uszkodzonych przez dorosłe osobniki *A. biguttatus* w warunkach laboratoryjnych.

**Tabela 1. Okres żerowania, konsumpcja całkowita oraz średnia dobowo konsumpcja chrząszczy opiótka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) w warunkach laboratoryjnych**

Table 1. Feeding period, total consumption and mean daily consumption in adults of two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) under laboratory conditions

Numer osobnika Specimen number	Płeć Sex	Liczba dni żerowania Days of feeding	Całkowita konsumpcja (mm <sup>2</sup> ) Total consumption (mm <sup>2</sup> )	Średnia konsumpcja (mm <sup>2</sup> /doba) Mean consumption (mm <sup>2</sup> /24h)
1	samica female	81	16930,48	209,02
2	samica female	72	13933,24	193,52
3	samica female	64	11997,63	187,46
4	samica female	52	9460,28	181,93
5	samiec male	38	7575,23	199,35
6	samiec male	17	2255,33	132,67
7	samica female	14	1829,54	130,68
8	samica female	46	7622,42	165,70
9	samica female	8	667,17	83,40
10	samica female	60	9778,08	162,97
11	samica female	32	5304,91	165,78
12	samica female	42	9788,70	233,06
13	samica female	73	14876,72	203,79
14	samica female	16	3383,91	211,49
15	samiec male	27	5647,61	209,17
16	samiec male	16	2819,34	176,21
17	samiec male	31	5252,10	169,42

Numer osobnika Specimen number	Płeć Sex	Liczba dni żerowania Days of feeding	Całkowita konsumpcja (mm <sup>2</sup> ) Total consumption (mm <sup>2</sup> )	Średnia konsumpcja (mm <sup>2</sup> /doba) Mean consumption (mm <sup>2</sup> /24h)
18	samica female	7	321,28	45,90
19	samica female	16	2532,17	158,26
20	samiec male	32	4826,97	150,84
21	samica female	16	2004,77	125,30
22	samiec male	10	1606,47	160,65
23	samica female	31	7032,72	226,86
24	samica female	40	8805,38	220,13
25	samiec male	10	902,02	90,20
26	samiec male	9	1393,96	154,88
27	samica female	27	4802,21	177,86
28	samica female	42	8291,07	197,41
29	samica female	65	12752,09	196,19
30	samica female	27	5641,17	208,93
Razem Total			190034,96	5129,03

Długość żerowania chrząszczy opiętka dwuplamkowego w warunkach laboratoryjnych wynosiła od jednego do siedmiu tygodni (7–81 dni), średnio około 34 dni. Dłuższym okresem żerowania charakteryzowały się samice (średnio około 40 dni), natomiast żer samców trwał o połowę krócej (21 dni).

Średnie wartości konsumpcji dobowej (powierzchni liści zjedzonych przez chrząszcze w ciągu jednej doby) dla obu płci opiętka dwuplamkowego były zbliżone (tab. 2) i wynosiły około 175 mm<sup>2</sup> dla samic i 160 mm<sup>2</sup> dla samców (średnio ok. 171 mm<sup>2</sup> dla wszystkich analizowanych osobników).

Całkowita konsumpcja, będąca sumaryczną wartością powierzchni wszystkich uszkodzonych liści, była wypadkową średniego (dobowego) spożycia pokarmu przez chrząszcze, jak również długości życia imagines. Średnia wartość omawianej cechy była ponad dwukrotnie większa dla samic i wynosiła ponad 7500 mm<sup>2</sup>, podczas gdy u samców nie przekroczyła ona 3600 mm<sup>2</sup>. Całkowita konsumpcja liści obliczona dla wszystkich badanych osobników wyniosła ponad 6300 mm<sup>2</sup>, czyli około 3–4 średniej wielkości liści dębowych.

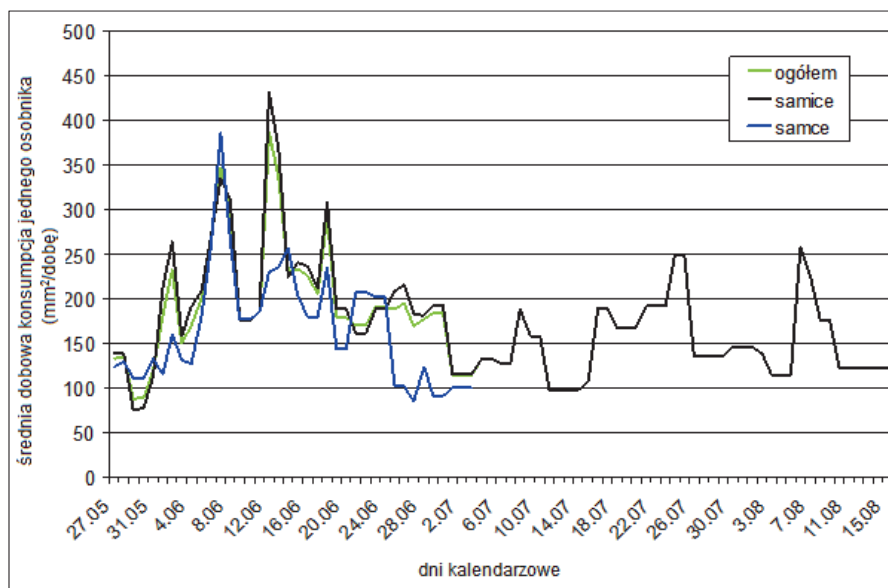
**Tabela 2. Wybrane wartości konsumpcji całkowitej i dobowej chrząszczy opiótka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) w warunkach laboratoryjnych**Table 2. Selected values of total and daily consumption in adults of two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) under laboratory conditions

		Samice Females	Samce Males	Ogółem In total
Średnia konsumpcja liści (mm <sup>2</sup> /dzień) Mean leaf consumption (mm <sup>2</sup> /24h)	Max.	233,06	209,17	233,06
	Min.	45,90	90,20	45,90
	Średnia mean	175,51	160,38	170,97
Całkowita konsumpcja liści (mm <sup>2</sup> ) Total leaf consumption (mm <sup>2</sup> )	Max.	16930,48	7575,23	16930,48
	Min.	321,28	902,02	321,28
	Średnia mean	7512,19	3586,56	6334,50

Ostatnim elementem badania było określenie nasilenia żeru uzupełniającego u postaci dorosłych opiótka dwuplamkowego w poszczególnych dniach trwania doświadczenia. Kształtowanie się średniej i sumarycznej wartości rozmiaru konsumpcji w okresie prowadzenia żeru przez chrząszcze przedstawiono na ryc. 4 i 5.

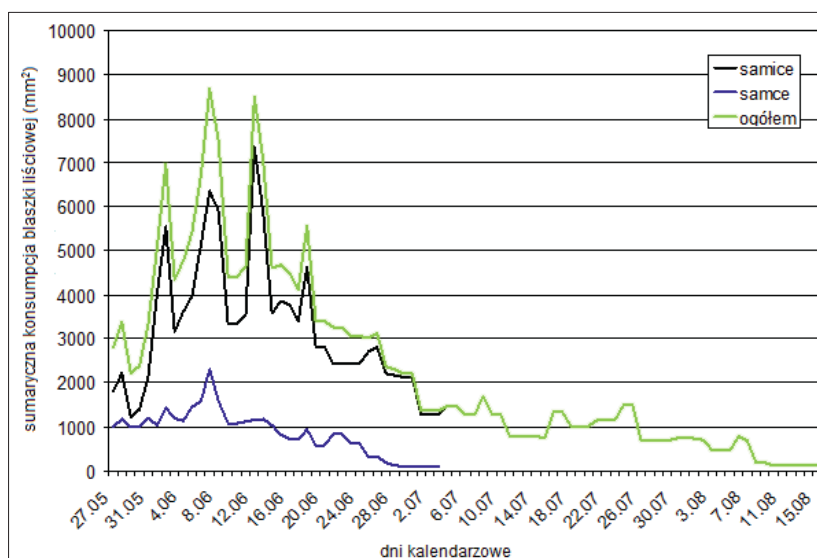
Największe nasilenie żeru chrząszczy *A. biguttatus* przypadało na pierwsze tygodnie czerwca. Średnia wartość konsumpcji liści dębu na jednego osobnika osiągała wówczas najwyższe wartości (ok. 430 mm<sup>2</sup> dla samic i 385 mm<sup>2</sup> w przypadku samców). W kolejnych tygodniach nastąpił wyraźny spadek średniej wartości uszkodzenia liści dębu w ciągu doby. Warto zaznaczyć, że w całym okresie prowadzenia badań nasilenie żerowania nie było równomierne. Analizując przebieg wykresu (ryc. 4), można zaobserwować występowanie okresów nasilenia konsumpcji przez chrząszcze w odstępach mniej więcej tygodniowych. Zjawisko to zaobserwowano zarówno u samców, jak i u samic. W okresie od początku lipca, kiedy żerowanie prowadziły wyłącznie samice, przebieg procesu konsumpcji u pojedynczego osobnika *A. biguttatus* miał charakter nieregularny i zawierał się w granicach 100–250 mm<sup>2</sup> blaszki liściowej w ciągu doby (ryc. 4).

Rozpatrując proces żerowania wszystkich osobników *A. biguttatus* łącznie, można zaobserwować podobne zależności, jak w przypadku żeru przypadającego na jednego osobnika. Konsumpcja sumaryczna była największa w pierwszej połowie czerwca, kiedy żerowała największa liczba chrząszczy, a dodatkowo natężenie żeru poszczególnych imagines osiągało najwyższe wartości (ryc. 5). W przebiegu żeru uzupełniającego występują cykliczne wzrosty i spadki konsumowanej powierzchni liści, widoczne szczególnie wyraźnie w przypadku samic. W późniejszym okresie, wraz ze spadkiem liczby żerujących imagines i ze zmniejszeniem dziennej konsumpcji pokarmu, nasilenie żeru sukcesywnie spada.



Ryc. 4. Nasilenie żeru uzupełniającego jednego osobnika opiętka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) w okresie badań

Fig. 4. Intensification of supplementary feeding in 1 adult of two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) in the study period



Ryc. 5. Nasilenie żeru uzupełniającego u 30 imagines opiętka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) w okresie badań

Fig. 5. Intensification of supplementary feeding in 30 adults of two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) in the study period

## 5.2. Rola opiótków w procesie zamierania drzewostanów dębowych

### 5.2.1. Obserwacje na powierzchniach doświadczalnych

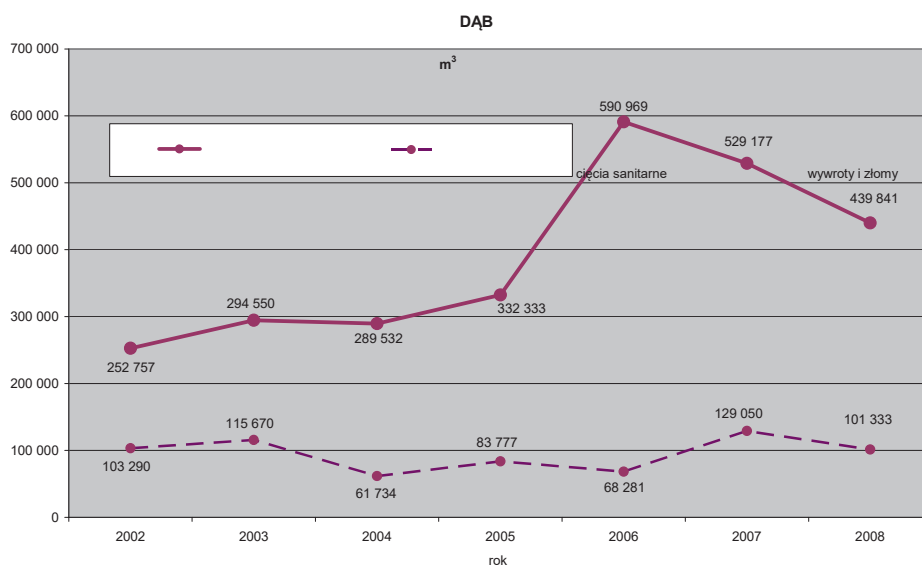
Spośród 280 badanych dębów, zinwentaryzowanych na wszystkich powierzchniach, 29 było martwych już w czasie zakładania powierzchni obserwacyjnych lub zamarło podczas pierwszego roku (2006) prowadzenia obserwacji. Były to drzewa zasiedlone przez opiótkę i wykazujące symptomy znacznego osłabienia. Do czasu kolejnej kontroli w roku 2007 zamarły następne 23 dęby. Podczas ostatniej kontroli, w 2008 r., jedynie 3 kolejne dęby okazały się martwe. W ostatnim roku badań (2009) na wszystkich powierzchniach nie zanotowano ani jednego zamarłego dębu. Po 4 latach obserwacji stwierdzono, że w sumie na wszystkich powierzchniach doświadczalnych około 20% dębów (55 sztuk) zamarło w wyniku żerowania opiótki dwuplamkowej.

Podczas pierwszych kontroli na powierzchniach obserwacyjnych stwierdzono drzewa z symptomami zamierania, cechujące się słabymi koronami zaliczonymi do najsłabszych klas zdrowotności. W trakcie następnych kontroli okazało się jednak, że część tych drzew nie tylko nie zamarła, ale ich stan zdrowotny się poprawił. W ciągu 4 lat obserwacji nie zamarło żadne ze zdrowych drzew, niewykazujących początkowo oznak osłabienia lub zasiedlenia przez szkodniki. Na stałych powierzchniach obserwacyjnych nie sprawdzano zasiedlenia żywych drzew poprzez zdejmowanie kory w celu uniknięcia ich osłabienia, a tym samym wpływania na ich stan zdrowotny. Analizy zasiedlenia drzew żywych, osłabionych wykonywano na drzewach podczas lustracji terenowych.

W trakcie lustracji terenowych często stwierdzano zasiedlanie przez opiótkę tylko części pnia. W następnych latach, przy spadku liczebności populacji szkodnika, drzewa częściowo zasiedlone żyły w dalszym ciągu, a oznaki osłabienia ustępowały.

W badanych drzewostanach zaobserwowano wyraźny stopniowy spadek aktywności opiótki dwuplamkowej. Zamieranie drzew będące wynikiem aktywności opiótki obserwowano przede wszystkim w roku 2006 i w mniejszej skali w roku 2007, co świadczy o znacznym spadku liczebności populacji tego owada. Należy przypuszczać, że lata 2005–2006 były przełomowe w dynamice liczebności jego populacji w Polsce, o czym świadczą także zmiany w pozyskaniu posuszu dębowego w ostatnich latach (ryc. 6).

Na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych stwierdzono wzrost liczby drzew zaliczanych do klasy zdrowotności A i B kosztem klasy C. Objawy osłabienia drzew, takie jak wycieki, „wilki” na pniach, redukcja aparatu asymilacyjnego obserwowane powszechnie w 2006 roku wystąpiły w mniejszym nasileniu w latach następnych, co sugeruje poprawę kondycji drzew. W trakcie analiz zasiedlenia pni, częściowo potwierdzono związki pomiędzy wymienionymi objawami osłabienia drzew a działalnością opiótki. Jeśli przyjąć, że wymienione wyżej symptomy osłabienia drzew związane są z występowaniem opiótki, to poprawa kondycji może mieć związek ze spadkiem liczebności tego owada.



**Ryc. 6. Pozyskanie drewna dębowego w latach 2002–2008 w skali kraju. Dane uzyskane z Lasów Państwowych**

Fig. 6. Oak harvest on a national scale in 2002–2008. Source: State Forests

Należy zaznaczyć, że ze względu na to, iż rozpoczęcie realizacji projektu, zbiegło się z okresem retrogradacji opiętka dwuplamkowego, na powierzchniach obserwacyjnych trudno było odnotować prawidłowości w jego preferencjach co do zwarcia, wieku zasiedlanych drzew, wpływu struktury gatunkowej drzewostanów itp. Tego typu dane mogłyby być zebrane w początkowych fazach rozwoju gradacji, kiedy następuje szybkie namnażanie się owadów zwłaszcza w najbardziej podatnych drzewostanach. W przypadku wszystkich powierzchni doświadczalnych skutki działalności opiętka były wyraźne już w momencie rozpoczęcia obserwacji (zasiedlone drzewa, pniaki po wyciętych drzewach), natomiast w następnych latach owad ten w niewielkim stopniu lub w ogóle nie zasiedlał kolejnych drzew.

### 5.2.2. Ocena stanu populacji opiętka dwuplamkowego oraz gatunków towarzyszących

Wyniki analiz entomologicznych – terenowych i laboratoryjnych (Nadleśnictwo Krotoszyn) – zostały przedstawione w tabeli 3. W wyniku kontroli zasiedlonych drzew oraz hodowli owadów z zebranych fragmentów kory i drewna określono gatunki towarzyszące opiętkowi dwuplamkowemu. Łącznie wyhodowano 1182 owady należących do 14 gatunków kambio- i ksylofagów oraz 7 gatunków parazytoidów.

**Tabela 3. Gatunek stwierdzonego lub wychodowanego owada na dębach w Nadleśnictwie Krotoszyn 2008**  
 Table 3. Species of insects found or bred on oaks in the Forest District Krotoszyn in 2008.

Nr drzewa/ piersńca/ położenie nad ziemią [m] analizowanego materiału Tree number/DBH/ position of the sample analyzed above the ground [m]	<i>Agrilus angustulus</i>	<i>Agrilus biguttatus</i>	<i>Agrilus sulcicollis</i>	<i>Aspicarpus sp.</i>	<i>Atanycolus sp.</i>	<i>Chrysobothris affinis</i>	<i>Coeloides sp.</i>	<i>Spathius sp.</i>	<i>Gasterocercus depressirostris</i>	<i>Letopus sp.</i>	<i>Neoxorides nitens</i>	<i>Phymatodes testaceus</i>	<i>Platyonotus arcuatus</i>	<i>Platyonotus detritus</i>	<i>Polystenus rugosus</i>	<i>Rhagium mordax</i>	<i>Rhagium sp.</i>	<i>Rhinphocoma sp.</i>	<i>Saperda scalaris</i>	<i>Scolytus intricatus</i>	<i>Xorides filiformis</i>	<i>Xyleborus monographus</i>	<i>Xylotrechus antlope</i>
1 / 43 / 2	51									2													
10							2																26
17		20																					
2 / 33 / 2		59					2		1														
7		2						26															
14									8	11													
3 / 44 / 2		120											3										52
14									7				3										40
20			6	1					5	1										1			14
4 / 47 / 3		78									2	6			1								20
10									115														16
17									96														7
5 / 39 / 5		16														1							39
10		30																			3		7
17																					3		16
6 / 21 / 1		16													6								1
7 / 24 / 1		7																					
5									1	3					3								3
8 / 24 / 1		15													3								2
4	1		1	1		1			8	1													3
9 / 19 / 1																					3		
10 / 22 / 1															3								
11 gal.	1	11	2						7	1	1	4			1								18
12 gal.	1	8	4	4					1	6	2				1								23
<b>Razem okazów</b>	<b>3</b>	<b>414</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>264</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>226</b>
Specimens in total																							121

Spośród wszystkich stwierdzonych gatunków jedynie opiętek dwuplamkowy zasiedlał większość z analizowanych drzew, tj. osiem z dziesięciu. W sumie stwierdzono 414 osobników należących do tego gatunku.

Spośród innych opiętków stwierdzono także opiętka bruzdkowanego *A. sulcicollis*, który został znaleziony na 2 drzewach; gatunek ten zasiedlał przede wszystkim gałęzie. Podobnie zachowywał się *A. angustulus*. Z innych owadów, występujących liczniej na uwagę zasługuje *Gasterocercus depressirostris* (Fabr.) (Coleoptera, Curculionidae) (fot. 31, 32) obecny na 3 drzewach w liczbie 258 okazów i na gałęziach jednego – 6 okazów. Gatunek ten zaliczany jest do reliktywów lasów pierwotnych i podawany jako bardzo rzadki. W ostatnich latach, wraz ze zjawiskiem zamierania dębów, odnotowuje się coraz liczniejsze występowanie tego ryjkowca. W trakcie przeprowadzanych badań stwierdzono liczne występowanie *G. depressirostris* w nadleśnictwach: Krotoszyn, Piaski, Rudka i Białowieża. Niewątpliwie rozwojowi populacji tego gatunku sprzyja zamieranie i osłabienie dębów powodowane przez opiętka dwuplamkowego i inne czynniki. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku rzadkiego gatunku *Clytus tropicus* (Panz.) (fot. 33), a także paśnika niszczyiciela *Plagionotus detritus* (L.) (Col., Cerambycidae) (fot. 34).



Fot. 31 i 32. *Gasterocercus depressirostris* (Coleoptera: Curculionidae) (oryg.)

Photo 31. & 32. Species *Gasterocercus depressirostris* (Coleoptera: Curculionidae) (orig.)





**Fot. 33. *Clytus tropicus***  
(Coleoptera: Cerambycidae)  
(oryg.)

Photo 33. Species *Clytus tropicus* (Coleoptera: Cerambycidae) (orig.)



**Fot. 34. *Plagionotus detritus*** (Coleoptera: Cerambycidae) (oryg.)

Photo 34. Species *Plagionotus detritus* (Coleoptera: Cerambycidae) (orig.)

Do charakterystycznych, licznych gatunków towarzyszących opiętkowi dwupłankowemu zaliczyć można rozwiertka większego *Xyleborus monographus* (Fabr.) (203 chrząszcze na 5 drzewach, w tym 23 na gałęziach jednego drzewa) oraz drzeworadka dębowego *Xylotrechus antilope* (Schönh.) (fot. 35), który towarzyszył opiętkowi głównie na gałęziach (52 sztuki na pniach 5 drzew i 69 na gałęziach 2 drzew). Pozostałe gatunki owadów spotykane były na pojedynczych drzewach lub gałęziach w liczbie co najwyżej kilku sztuk.

W Nadleśnictwie Brzeg (RDLP w Katowicach) stwierdzono inny gatunek chrząszcza z rodziny bogatkowatych, tj. *Coraebus undatus* (Fabr.) (fot. 36), który okazał się dominującym sprawcą zamierania dębów. Gatunek ten charakteryzuje się podobną do opiętka dwupłankowego biologią, jest jednak bardzo rzadko notowany w Polsce i zalicza się do gatunków o południowoeuropejskim rozprzestrzenieniu. Gatunek ten jest pospolitym szkodnikiem dębu korkowego w Hiszpanii (Evans i in. 2007).



**Fot. 35. *Xylotrechus antilope* (Coleoptera: Cerambycidae) (oryg.)**

Photo 35. Species *Xylotrechus antilope* (Coleoptera: Cerambycidae) (orig.)



**Fot. 36. *Coraebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae), Nadleśnictwo Brzeg (oryg.)**

Photo 36 Species *Coraebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae), Brzeg Forest District (orig.)

Jednak dominującą rolę w procesie zamierania drzewostanów dębowych odgrywa opiętka dwupłatkowy. W przypadku masowego pojawu tego szkodnika jest on praktycznie wyłącznym sprawcą powstawania posuszu. Z obserwacji poczynionych na początku gradacji, w latach 2000–2003, wynika, że porażane były nawet drzewa wyglądające na zupełnie zdrowe i żywotne, dopiero po zdjęciu kory okazywało się, że są one zasiedlone, czasami na całym obwodzie, wyłącznie przez larwy opiętka.

Inne gatunki szkodników nie występują na żywych drzewach, a większość z nich zasiedla drzewa opanowane już przez opiętka dwupłatkowego. Bardzo rzadko spotykane były zamarłe drzewa, na których nie było żerowisk opiętka, natomiast stwierdzano obecność innych szkodników lub nie stwierdzano żadnych. Prawdopodobną przyczyną zamarcia tych drzew mogły być grzyby, jak opieńka lub lęgniowce (fytoftoroza).

### 5.3. Naturalne czynniki ograniczające

#### 5.3.1. Znaczenie dzięciołów w ograniczaniu liczebności opiótka dwuplamkowego

Wyniki obserwacji zostały zamieszczone w tabeli 4. W badaniach stwierdzono redukcję zimujących stadiów larwalnych opiótka w wyniku żerowania dzięciołów o 18%. Spośród wszystkich wrogów naturalnych opiótka dwuplamkowego do redukcji jego populacji w największym stopniu przyczyniają się dzięcioły. Jednakże nawet one, zwłaszcza w okresie dużego nasilenia gradacji, nie są w stanie spowodować jej załamania. Wynika to przede wszystkim z ograniczonych możliwości pojedynczych ptaków, które będąc gatunkami terytorialnymi, nie dopuszczają do korzystania z bazy pokarmowej innych osobników tego samego lub pokrewnych gatunków. Według obserwacji na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn, głównym gatunkiem odżywiającym się zimującymi larwami opiótka jest dzięcioł duży *Dendrocopos major* (L.).

**Tabela 4. Udział dzięciołów w redukcji liczebności populacji opiótka dwuplamkowego na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn w 2008 roku**

Table 4. Woodpecker contribution to the reduction of two-spotted oak borer population of in the Forest District Krotoszyn in 2008

Nr drzewa Tree No.	Liczba otworów wylotowych imagines opiótków Number of two-spotted oak borer adult entrance holes	Otwory wykonane przez dzięcioły Woodpecker feeding holes
1	13	0
2	18	5
3	5	1
4	4	0
5	3	1
6	28	7
7	18	0
8	1	8
9	0	0
10	28	1
11	11	1
<b>Razem Total</b>	<b>129</b>	<b>24</b>

### 5.3.2. Parazytoidy

Przeprowadzone hodowle i obserwacje terenowe potwierdziły, że opiętek dwuplamkowy ma bardzo niewielu wrogów naturalnych w świecie owadów, nieodgrywających większej roli w ograniczaniu jego populacji (Moraal, Hilszczański 2000). Z materiałów pobranych z drzew poddanych analizom entomologicznym oraz z fragmentów żerowisk zebranych w trakcie licznych lustracji terenowych wyhodowano w warunkach laboratoryjnych następujące taksony parazytoidów.

#### *Ichneumonidae*

*Xorides filiformis* (Grav.) – gatunek związany głównie z płaskowiakiem zmiennikiem *Phymatodes testaceus* (L.) (Col., Cerambycidae). Jego związek z opiętkiem dwuplamkowym jest prawdopodobny, ale wymaga potwierdzenia (fot. 37).

*Rhimphoctona* sp. – gatunek związany przede wszystkim z młodszymi stadiami larwalnymi kózkowatych (*Tetropium* Kirby sp., *Xylotrechus antilope* (Schönh.)), najprawdopodobniej wyhodowany ze współwystępujących z opiętkiem kózek należących do gatunku *Xylotrechus antilope*.

*Deuteroxorides elevator* (Panzer) – gatunek wyhodowany z oprzędu znalezione go w chodniku larwalnym opiętka dwuplamkowego.



Fot. 37. *Xorides filiformis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) parazytoid larw kambiofagów dębu (oryg.)

Fig. 37. Species *Xorides filiformis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) – the parasitoid of oak cambiofages larvae (orig.)

#### *Braconidae*

*Polystenus rugosus* Foerst. – gatunek znany jako parazytoid bogatkowatych, w tym także należących do rodzaju opiętek. Pomimo nieświerdzenia jego bezpośrednio obecności w chodnikach larwalnych opiętka dwuplamkowego, można przypuszczać, że związany jest także z tym gatunkiem.

*Atanycolus* sp. – wyhodowany głównie z materiału zasiedlonego przede wszystkim przez *X. antilope* i raczej z tym gatunkiem związany (fot. 38).



**Fot. 38. *Atanycolus* sp.**  
(Hymenoptera: Braconidae)  
– parazytoid wyhodowany  
z materiału zasiedlonego  
przez kambio i ksylofagi dębu  
(oryg.)

**Fig. 38. *Atanycolus* sp.**  
(Hymenoptera: Braconidae)  
– the parasitoid grown from  
material inhabited by the oak  
cambio- and xylophagous  
(orig.)

*Aspicolpus* sp. – podobnie jak poprzedni gatunek wyhodowany z gałęzi zasiedlonych przez *X. antilope*.

*Spathius curvicaudis* Ratz. – znany, zbiorowy parazytoid opiótka dwupłatkowego. W trakcie badań wyhodowano tylko kilka osobników pochodzących prawdopodobnie z jednej larwy opiótka (Nadleśnictwo Jabłonna).

Nie udało się stwierdzić bezpośrednich związków owadów drapieżników z opiótkiem dwupłatkowym, chociaż na zasiedlonych kłodach dębowych obserwowano pojedyncze osobniki przekraska mróweczki *Thanasimus formicarius* (L.) (Col., Cleridae).

## 5.4. Metody prognozowania

### 5.4.1. Odłowu opiótka dwupłatkowego do pułapek feromonowych i na tablice lepowe

Dane literaturowe wskazują, że właściwości wabiące kolorów odnotowuje się głównie w stosunku do owadów antofilnych. Zwłaszcza muchówki i błonkówki wabione są przez kolory żółty i biały. Także wśród chrząszczy wiele taksonów bywa skutecznie odławianych do pułapek typu żółta miska (pułapka Moericke'go). Wcześniejsze badania nad owadami występującymi w koronach drzew (Hilszczański 1995) wykazały pewne własności wabiące żółtych misek także w stosunku do gatunków należących do rodzaju *Agrilus*. Jednakże na zastosowane w roku 2006 różnokolorowe tablice lepowe (białe, żółte, czarne) w prześwietlonym, starym drzewostanie, silnie zaatakowanym w poprzednich latach przez opiótka dwupłatkowego, odłowiono zaledwie 2 chrząszcze na jednej czarnej tablicy.

Z uwagi na dużą pracochłonność stosowania pułapek lepowych, w roku 2007 przeprowadzono próby odłowu do pułapek barierowych z jednoczesnym

wykorzystaniem potencjalnych substancji wabiących. Ponadto w trakcie doświadczeń laboratoryjnych testowano preparaty zmniejszające przyczepność powierzchni pułapek dla chrząszczy opiętka. Obserwacje potwierdziły, że owady te bardzo sprawnie poruszają się nawet po bardzo śliskich powierzchniach. Pułapki o numerach od 1 do 19 znajdowały się w Leśnictwie Sokołówka, natomiast pułapki o numerach od 20 do 38 – w Leśnictwie Smoszew (Nadleśnictwo Krotoszyn). W sumie do 38 pułapek odłowiono 79 chrząszczy opiętka dwuplamkowego (w tym 27 w Leśnictwie Sokołówka i 52 w Leśnictwie Smoszew), 13 okazów opiętka bruzdkowanego oraz 1 opiętka zielonego. Najwięcej chrząszczy odłowiono do pułapek z preparatami zawierającymi izoeugenol – 13 oraz zawierającymi n-heksadekan – 12 okazów. Do pozostałych pułapek zawierających ten sam dispenser nie odłowiono żadnych opiętków. Jednocześnie do pułapek kontrolnych, bez dispenserów odłowiono odpowiednio 6 i 8 chrząszczy opiętka dwuplamkowego. Żadne preparaty (7 rodzajów) sporządzone po analizie substancji wydzielanych przez samice i samce i umieszczone w pułapkach w doświadczeniach terenowych, nie wykazały zwiększonych własności wabiących w stosunku do pułapek kontrolnych – niezawierających żadnych atraktantów.

Przeprowadzone analizy substancji zapachowych wydzielanych przez samce i samice nie pozwoliły na identyfikację feromonów płciowych lub agregacyjnych u opiętka dwuplamkowego. Podobne wyniki dotyczące przyplaszczka granatka *Phaeonops cyaneus* (Fabr.), bogatka żerującego na sośnie, uzyskała Sowińska (2005).

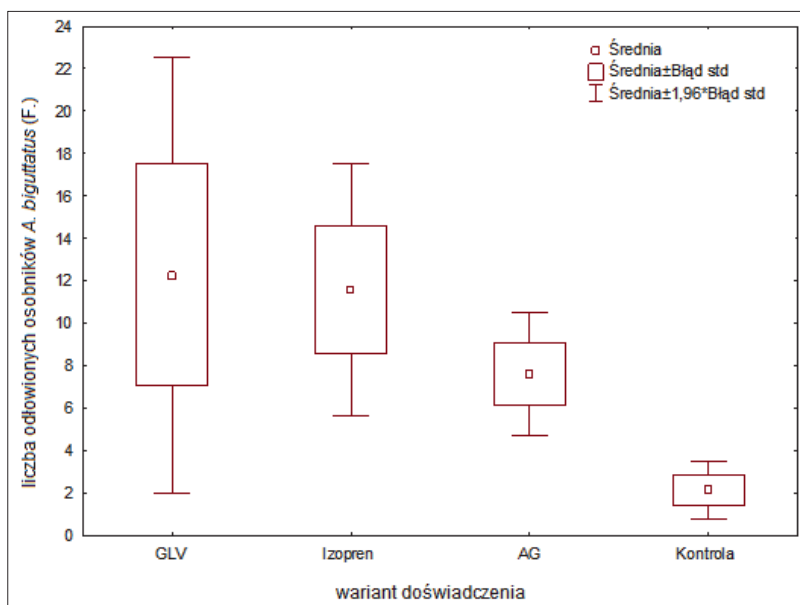
Niezadowolając wyniki odłowów z wykorzystaniem pułapek barierowych skłoniły do poszukiwania innych metod odłowu bogatkowatych. W 2008 roku zastosowano pułapki lepowe, które do tej pory charakteryzowały się wysoką skutecznością. Wyposażono je w nowe preparaty oparte na GLV (lotne substancje z liści) i wyciągach z kory dębowej, co wcześniej testowano w Stanach Zjednoczonych w odniesieniu do *Agrilus bilineatus* (Weber) (Dunn i in. 1986; 1990). Tablice lepowe o numerach od 1 do 17 znajdowały się w Leśnictwie Smoszew, natomiast od numeru 21 do 37 – w Leśnictwie Sokołówka (Nadleśnictwo Krotoszyn).

W sumie na 34 tablice, w tym 6 kontrolnych (bez atraktantów), odłowiono 312 chrząszczy opiętka dwuplamkowego (w tym 216 w Leśnictwie Sokołówka i 96 w Leśnictwie Smoszew) oraz 111 okazów opiętka bruzdkowanego i zwężonego.

Najwyższe odłowy odnotowano na tablicę z preparatami GLV+Ag1 (zawierającymi związki lotne z zielonych liści + E-2-heksenal w roztworze etanolu) – 58 chrząszczy (na drugą tablicę z tym samym preparatem tylko 2), Izopren – 28 okazów i Izopren + Ag4 (zawierającymi izopren + 2-metoksy-4-metylofenol w roztworze etanolu) – 26. Do 6 tablic kontrolnych w sumie odłowiono 13 opiętków dwuplamkowych. Na każdej tablicy z atraktantem znaleziono przynajmniej 1 chrząszcza opiętka dwuplamkowego.

Z uwagi na niewielkie odłowy, do analizy statystycznej zgrupowano liczbę osobników uzyskanych w pułapkach z preparatami opartymi na GLV, izoprenie i innych,

oznaczonych jako Ag, oraz z pułapek kontrolnych. W celu zweryfikowania hipotezy badawczej o braku różnic w odłowach chrząszczy w poszczególnych wariantach doświadczenia, przy niespełnieniu warunku normalności rozkładu, przeprowadzono nieparametryczny test Kruskala-Wallisa, będący odpowiednikiem jednoczynnikowej analizy wariancji. Analizę wykonano z wykorzystaniem programu Statistica 8 (Stat-Soft, Inc. 2007).



Ryc. 7. Średnie liczby osobników opiótka dwuplamkowego *Agrilus biguttatus* (Fabr.) odłowione do pułapek z różnymi substancjami wabiącymi oraz do pułapek kontrolnych

Fig. 7. Mean numbers of specimens of two-spotted oak borer *Agrilus biguttatus* (Fabr.) captured into traps with various baits and to control traps

Analiza statystyczna wskazała na występowanie istotnych różnic w liczbie odłowionych chrząszczy w różnych wariantach doświadczenia ( $H=9,02$ ,  $df=3$ ,  $P=0,0290$ ,  $N=34$ ) (Ryc. 7). W wyniku przeprowadzonego testu *post-hoc* stwierdzono, że różnice te występują jedynie między wariantem II (lep z dodatkiem Izoprenu), a wariantem IV (kontrola – lep bez dodatku substancji wabiącej). Uzyskane różnice ( $P=0,0332$ ) wskazują na większą skuteczność pierwszego z wymienionych preparatów w porównaniu z wariantem kontrolnym.

Rezultaty uzyskane w roku 2009 nie przyniosły lepszych wyników odłowów niż w latach poprzednich. Wydaje się, że pomimo pewnych właściwości wabiących wyciągów z kory czy olejku eukaliptusowego, trudno będzie uzyskać bardziej korzystne wyniki odłowów bez opracowania skuteczniejszej pułapki uwzględniającej behavior postaci doskonałych opiótka.

Zastosowane do odłowów opiętka dwuplamkowego tablice lepowe, z przymocowanymi do nich dyspenserami zawierającymi zidentyfikowane substancje lotne wydzielane przez korę pnia dębu, wykazały pewną skuteczność. Konieczne jest jednak powtórzenie doświadczeń na większą skalę w okresie wysokiej liczebności populacji opiętka. Niezbędnym warunkiem powodzenia zastosowania odłowów chrząszczy w celach monitoringowych jest także znalezienie skuteczniejszej metody odłowu.

## 5.5. Ograniczanie liczebności opiętka dwuplamkowego

### 5.5.1. Profilaktyka i zwalczanie

Usuwanie posuszu zasiedlonego, będące najkorzystniejszą metodą ograniczania liczebności opiętka z punktu widzenia skuteczności zabiegu, należy przeprowadzać w okresie zimowania larw w kolebkach poczwarkowych. W tym czasie drzewa zasiedlone „wskazywane” są przez dzięcioły, które odłupują wierzchnie warstwy kory, poszukując zimujących larw. Należy zwrócić uwagę, że w okresie zimowym dzięcioły stopniowo „pokazują” zasiedlone drzewa, co wynika z ich strategii żerowania oraz ograniczonej liczebności tych terytorialnych ptaków na danym obszarze. Dlatego zabiegi usuwania posuszu należy przeprowadzać w kilku nawrotach, co jest szczególnie ważne w okresie wysokiej liczebności populacji opiętków, kiedy ograniczenia logistyczne mogą wpłynąć na skuteczność akcji zwalczania. Wziąwszy pod uwagę jednoroczny cykl rozwojowy opiętka, ograniczenie liczby drzew zasiedlonych w wyniku prawidłowo przeprowadzonej akcji zwalczania może być bardzo skutecznym narzędziem redukującym liczebność szkodnika, co zaobserwowano w przypadku wielu nadleśnictw. Zabiegi usuwania drzew zasiedlonych razem z wywózką materiału lub utylizacją zasiedlonej kory należy przeprowadzić do końca kwietnia, co pozwoli uniknąć wylotu młodych chrząszczy.

Często przy zrywce drewna dochodzi do oderwania zasiedlonej kory, która pozostaje w drzewostanie. Dojrzałe chrząszcze bez problemów wygrzają się z niej, co może powodować znaczne ograniczenie skuteczności zabiegu zwalczania.

Oprócz śladów żerowania dzięciołów w wierzchnich warstwach kory, wymienia się także inne cechy świadczące o zasiedleniu drzewa przez opiętka dwuplamkowego, takie jak wycieki na korze, „wilki” na pniach i pudłowatość koron. Przeprowadzone analizy drzew osłabionych, wykazujących powyższe objawy, nie potwierdziły ich specyficzności w odniesieniu do zasiedlenia drzew przez opiętka. Wycieki łączone są także ze zjawiskiem embolii, „wilki” powstają na pniach, które zostały nagle wystawione na zwiększoną insolację, natomiast pudłowatość koron może być spowodowana przez szereg innych czynników osłabiających żywotność drzewa. W warunkach gradacji opiętka, drzewa charakteryzujące się wymienionymi cechami bardzo często są wybierane przez chrząszcze, jednak zwłaszcza w okresach retrogradacyjnych



nie należy się nimi kierować przy wyznaczaniu drzew do usunięcia w ramach walki z opiótkiem.

W trakcie trwania projektu trudno było wnioskować o znaczeniu metod profilaktycznych w odniesieniu do populacji opiótka, ponieważ rok 2006 był pierwszym rokiem spadku liczebności populacji tego owada. W tym kontekście obraz ewentualnego związku pomiędzy stanem populacji opiótka a rozpatrywanymi czynnikami takimi jak wiek i struktura drzewostanu, skład gatunkowy, defoliacja powodowana przez owady liściożerne, patogeny grzybowe, wrogowie naturalni czy stosunki wodne, byłyby zdecydowanie zaburzone.

Tym niemniej w okresie poprzedzającym, w latach 2000–2005, dało się zaobserwować pewne prawidłowości. Pierwsze sygnały o poważnych problemach powodowanych przez opiótka pochodziły z roku 2000 ze starych, jednowiekowych i mało urozmaiconych pod względem gatunkowym, przereźdzonych drzewostanów, jak np. drzewostany nasienne w Nadleśnictwie Krotoszyn i Nadleśnictwie Puławy. W następnych latach, wraz z rozwojem populacji szkodnika, owad ten był znajdowany praktycznie we wszystkich klasach wiekowych drzewostanów dębowych i mieszanych, łącznie z podrostami dębowymi w drzewostanach sosnowych (Nadleśnictwo Jabłonna). Drzewostany stare, o niskim zwarcie, stanowią zatem pierwszą bazę rozwojową opiótka, która aktywizuje się po 2–3 latach suszy. W takich drzewostanach powinny koncentrować się działania monitoringowe i ograniczające populacje opiótków, przede wszystkim w okresie progradacyjnym.

Wpływ defoliacji powodowanej przez owady liściożerne uznawany jest w literaturze przedmiotu jako jeden z ważnych czynników warunkujących poprawę warunków rozwojowych (naśloniecznienie) heliofilnych kambio- i ksylofagów, takich jak opiótki. Czynniki ten jednak, podobnie jak poprzedni, nie ma decydującego znaczenia w okresie gradacji, kiedy preferencje środowiskowe opiótka odbiegają zasadniczo od tych w okresie międzygradacyjnym. Wynika stąd, że ewentualne ograniczanie owadów foliofagicznych jest uzasadnione w okresie niskiej liczebności populacji opiótków lub na początku jej wzrostu.

Zmiany stosunków wodnych (zwłaszcza nagłe) powodują osłabienie drzew, co dało się zaobserwować na terenach popowodziowych nad Odrą oraz dotkniętych przez suszę na Płycie Krotoszyńskiej. W obu tych przypadkach zanotowano wyraźny wzrost liczebności populacji opiótków, trwający kilka lat. Regulowanie stosunków wodnych powinno mieć zatem charakter długotrwałych strategii, zakładających powolną adaptację, zwłaszcza starszych drzewostanów, do zmienionych warunków wodnych.

Wspomaganie wrogów naturalnych w profilaktyce „przeciwopiótkowej” wydaje się być uzasadnione, zwłaszcza w odniesieniu do dzięciołów, które są w stanie zredukować, jak wykazały niniejsze badania, do kilkunastu procent zimującej populacji opiótka. Zapewnienie odpowiedniej liczby drzew dziuplastych, a także utrzymanie w drzewostanie martwych, stojących drzew powinno być przestrzegane

w szczególności w starszych drzewostanach, stanowiących główną bazę rozwojową opiętka dwuplamkowego. Działalność dzięciołów, z uwagi na brak innych skutecznych metod, może być bardzo skutecznym narzędziem monitorowania stanu populacji opiętków. Po okresach suszy, z chwilą zaobserwowania wzrostu aktywności dzięciołów, objawiającej się odbijaniem wierzchnich warstw kory na drzewach żywych i pozornie zdrowych, należy spodziewać się wzrostu populacji opiętków, a tym samym zwiększonej śmiertelności drzew.

### 5.5.2. Wykorzystanie grzyba *Beauveria bassiana*

Informacje o pozytywnych wynikach zwalczania w Stanach Zjednoczonych opiętka jesionowego *Agrilus planipennis* preparatem „BotaniGard”, zawierającym konidia grzyba *Beauveria bassiana*, szczep GHA (Smitley 2005), zaowocowały w 2008 roku podjęciem próby sprawdzenia w warunkach laboratoryjnych aktywności owadobójczej tego biopreparatu wobec chrząszczy opiętka dwuplamkowego.

Spośród 50 chrząszczy opiętka dwuplamkowego umieszczonych na liściach dębów opryskanych preparatem „BotaniGard”, 35 okazów (70%) zostało porażonych grzybem *Beauveria bassiana*. Świadczy to o stosunkowo wysokiej aktywności owadobójczej grzyba. Wśród 19 owadów stanowiących kontrolę, jedynie 1 chrząszcz był zainfekowany, co sugeruje naturalną obecność patogena w środowisku.

Przeprowadzony w warunkach laboratoryjnych zabieg wykazał dużą zdolność preparatu „BotaniGard” do porażania opiętka. Wydaje się jednak, że przydatność biopreparatu w warunkach terenowych może być ograniczona do ochrony pojedynczych, szczególnie cennych drzewostanów. Otrzymane w 2008 roku rezultaty skłoniły do powtórzenia doświadczenia w roku następnym, tym razem w wersji „na wygryzającego się chrząszcza”.

W 2009 roku porażenie chrząszczy opiętka wygryzających się z zasiedlonej kory okazało się znacznie mniejsze niż w przypadku oprysku liści dębowych (jedynie 3 porażone chrząszcze na 21). Prawdopodobnie preparat nie wnika zbyt głęboko w korę i kontakt wygryzających się owadów z zarodnikami grzyba jest bardzo krótki. Podobne rezultaty uzyskiwano w przypadku prób ograniczania populacji korników (Kreutz i in. 2004).

## 6. Wnioski

- 1) Opiełek dwuplamkowy jest najgroźniejszym szkodnikiem drzewostanów dębowych, przyczyniającym się do masowego ich zamierania w warunkach gradacji.
- 2) Wzrost liczebności populacji opiętka dwuplamkowego uwidacznia się zwłaszcza w latach następujących po powtarzających się przez kilka kolejnych lat sezonów z niskimi opadami.

- 3) Najbardziej zagrożone są drzewostany dębowe rosnące na żyznych siedliskach, które w znacznie większym stopniu odczuwają skutki braku opadów, niż drzewostany na słabych siedliskach.
- 4) Opiótek dwuplamkowy w warunkach gradacji zatracą preferencje do zasiedlania wyłącznie starych, nasłonecznionych, osłabionych drzew i jest sprawcą zamierania dębów różnowiekowych (nawet kilkunastoletnich), rosnących zarówno w miejscach nasłonecznionych, jak i ocienionych; na obrzeżach i w głębi drzewostanu; dominujących, jak i przygłuszonych.
- 5) Rozpoznawanie drzew zasiedlonych przez opiótkę dwuplamkową jest bardzo trudne. Często drzewa pozornie zdrowe okazują się być zasiedlone. W tej sytuacji jedynym pewnym kryterium wyznaczania drzew zasiedlonych są ślady żerowania dzięciołów.
- 6) Larwy opiótki dwuplamkowej w trakcie życia przechodzą 6 stadiów rozwojowych.
- 7) Żer uzupełniający chrząszczy w warunkach laboratoryjnych przebiega z różnym natężeniem przez całe życie postaci doskonałych (do 2,5 miesiąca); w tym czasie pojedynczy osobnik zjada około 3–4 średniej wielkości liści dębowych.
- 8) Najskuteczniejszą metodą ograniczania liczebności populacji opiótki dwuplamkowej jest usuwanie zasiedlonych drzew i wywożenie ich z lasu lub utylizacja kory.
- 9) Atraktanty sporządzane na bazie wyciągów z kory dębowej wykazują właściwości wabiące. Trudności sprawia metoda odłowu chrząszczy opiótki, które niezbyt licznie odławiają się do pułapek barierowych, a pułapki lepowe są wobec nich mało skuteczne.
- 10) Laboratoryjne doświadczenia z wykorzystaniem grzyba *Beauveria bassiana* do porażania chrząszczy opiótki dwuplamkowej wykazały aktywność owadobójczą tego patogena, co wskazuje na potrzebę podjęcia badań terenowych nad ograniczaniem liczebności populacji gatunku.
- 11) W przypadku ponownego narastania liczebności populacji opiótki dwuplamkowej wskazane jest podjęcie badań w celu określenia różnic między preferencjami ekologicznymi gatunku w okresie retrogradacji i progradacji.

## Literatura

- Abdinbekova A.A. 1975. Brakonidy (*Hymenoptera, Braconidae*) Azerbajdzana. Izd."Elm" Baku, AN ASSR: 1–295.
- Altenkirch W., Hartmann G. 1995. Waldschutzsituation 1994/95 in Nordwestdeutschland. Forst und Holz, 50(8): 227–233.
- Anishchenko, B.I., Flejjsberg O.G., Shipov V.T. 1982. Stvolovye vrediteli duba i mery bop'by s nimi. Lesnoe Khozajstvo, 10: 53.
- Bily S. 1982. The Buprestidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Scandinavian Science Press, Klampenborg: 1–109.
- Bohàr G. 1993. Fusarium solani causing sapstreak in sessile and pedunculate oaks. [w:] N. Luisi, P. Lerario & A. Vannini (red.). Recent advances in studies on oak decline. Dipartimento di Patologia Vegetale, Università Degli Studi, Bari, Italy: 39–47.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefanska J. 1985. Katalog fauny Polski. PWN Warszawa, 23(10): 400 p.
- Čapek M., Hladil J., Šedivý J. 1982. Soznam blankokridlych parazitov (Hymenoptera) dochovaných z hmyzích hostitelov. Cast VI. Entomologické Problémy (Bratislava), 17: 325–371.
- Curletti G. 1994. I Buprestidi D'Italia. Catalogo-Tassonomico, Sinonimico, Biologico, Geonemico. Monografie Di "Natura Bresciana", 19: 1–318.
- Dunn J.P., Daniel A., Potter A., Kimmerer T.W. 1990. Attraction of the twolined chesnut borer (Coleoptera: Buprestidae) to scarlet oaks infected with chesnut blight fungus. Environmental Entomology, 19: 239–243.
- Dunn J.P., Thomas W., Kimmerer W., Nordin G.L. 1986. Attraction of the twolined chesnut borer, *Agrilus bilineatus* (Weber) (Coleoptera: Buprestidae), and associated borers to volatiles of stressed white oak. The Canadian Entomologist, 118(6): 503–509.
- Evans H.F., Moraal L.G., Pajares J.A. 2004. Biology, ecology and economic importance of Buprestidae and Cerambycidae. [w:] F. Lieutier, K.R. Day, A. Battisti, J.C. Gregoire and H.F. Evans (red.) European bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer, Dordrecht: 447–474.
- Forstschutzsituation 1991/1992. Allgemeine Forst Zeitschrift, 47(7): 313–359.
- Forstschutzsituation 1996/1997. Allgemeine Forst Zeitschrift, 52(7): 342–387.
- Gibbs J.N., Greig B.J.W. 1997. Biotic and abiotic factors affecting the dying back of pedunculate oak *Quercus robur* L. Forestry, 70(4): 399–406.
- Gutowski J.M. 2005. Bogatkowate (Buprestidae). [w:] W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Skibińska (red.). Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa. (2004), 1: 114–118, 132–133.
- Habermann M., Preller J. 2003. Untersuchungen zur Biologie und zur Bekämpfung des Zweifleckigen Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus* Fabr.). Forst und Holz, 58(8): 215–220.

- Hackett D.S. 1995. *Agrilus pannonicus* (Pill & Mitt.) (Col., Buprestidae) currently widespread in London. *Entomologist's Monthly Magazine*, 131: 166.
- Hartmann G., Blank R. 1992. Winterfrost, Kahlfrass und Prachtkäferbefall als Faktoren im Ursachenkomplex des Eichensterbens in Norddeutschland. *Forst und Holz*, 47: 443–452.
- Hartmann G., Blank R. 1993. Etiology of oak decline in northern Germany: History, symptoms, biotic and climatic predisposition, pathology. [w:] N. Luisi, P. Lerario & A. Vannini (red.). *Recent advances in studies on oak decline*. Dipartimento di Patologia Vegetale, Università Degli Studi, Bari, Italy: 277–284.
- Hartmann G., Kontzog H.G. 1994. Beurteilung des Gesundheitszustandes von Alteichen in vom Eichensterben geschädigten Beständen. *Forst und Holz*, 49(8): 216–217.
- Hellrigl K.G. 1978. Ökologie und Brutpflanzen europäischer Prachtkäfer (Col., Buprestidae). Teil 2. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 85: 253–275.
- Herting B. 1973. *A Catalogue of parasites and predators of terrestrial arthropods, Section A, Volume III, Coleoptera to Strepsiptera*. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux: 1–185.
- Hilszczański J. 1995. Badania nad kózkowatymi (Coleoptera, Cerambycidae) związanymi z warstwą koron drzewostanów sosnowych, przy użyciu pułapek Moericke'go. *Wiadomości Entomologiczne*, 14(4): 213–218.
- Houping L., Bauer L.S. 2005. Potential of *Beauveria bassiana* strain GHA for management of Emerald Ash Borer: Summary of field trials. Emerald Ash Borer research and technology development meeting, Pittsburg, Pennsylvania, 26–27 IX 2005: 42–44.
- Jacquot C. 1963. New studies on the anatomy of tree cambial tissue cultivated in vitro; comparison with some pathological structures. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 257(18): 2702–2703.
- Jendek E., Grebennikov V. 2011. *Agrilus* (Coleoptera, Buprestidae) of East Asia. Nakladatelství Jan Farkač, Czech Republic, Prague: 1–362.
- Kenis M., Hilszczański J. 2004. Natural enemies of Cerambycidae and Buprestidae in Europe. In *European bark and wood boring insects in living trees: a synthesis*, (red.). F. Lieutier, K. Day, A. Battisti, J.C. Gregoire and H. Evans. Kluwer, Dordrecht: 475–498.
- Klausnitzer B. 1994. *Die Larven der Käfer Mitteleuropas. Band 2, Teil 1. Myxophaga, Polyphaga*. Goecke & Evers, Krefeld: 1–325.
- Kolk A., Starzyk J.R., Kinelski S. (fot.), Dzwonkowski R. (ryc.) 2009. *Atlas owadów uszkadzających drzewa leśne*. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Kreutz J., Vaupel O., Zimmermann G. 2004. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. against the spruce bark beetle, *Ips typographus* L., in the laboratory under various conditions. *Journal Applied of Entomology*, 128(6): 384–389.
- Landmann G. 1996. *La santé des forêts, bilan annuel France Département de la santé des forêts. Les cahiers du DSF*, Paris: 1–80.

- Mamaev B.M., Semenova L.M. 1961. Osobennosti stroeniâ kutikuly i kutikulârnih obrazovaniy licinok nasekomyh-ksilobiontov kak prispособleniâ k usloviâm žizni v drevesine. Zool. Zhur., 40(3): 351–358.
- Medvedev G.S. 1986. Opredelitel' nasekomykh evropejskoj časti SSSR. Part III, Perepončatokrylye, 4: 1–501.
- Mezencev A.I. 1993. Stvolovye vrediteli i openok v ochagakh usykhaniâ duba. Izv. Khar'k. Entom., 1: 193–198.
- Moraal L.G. 1991. Aims of the annual survey of insect infestations on trees and shrubs in forests, roadside plantings and urban plantings in the Netherlands. Proceedings Experimental and Applied Entomology, N.E.V. Amsterdam, 2: 52–55.
- Moraal L.G. 1997. Eikenprachtkever, *Agrilus biguttatus*, en eikensterfte: een literatuurstudie over aantastingen, levenswijze en verspreiding. IBN-Rapport 320: 1–24.
- Moraal L.G., Hilszczański J. 2000. The oak buprestid beetle, *Agrilus biguttatus* (F.) (Col., Buprestidae), a recent factor in oak decline Europe. Anz. Schadlingsde., 73(5): 134–138.
- Schopf A. 1992. Rinden und holzbrütende Schädlinge an erkrankten Eichen in Österreich. Österreichischen Forstzeitung, 1: 33–35.
- Shaw M.R. 1988. *Spathius curvicaudis* Ratz. (Hym.: Braconidae) new to Britain and parasitizing *Agrilus pannonicus* (Piller and Mitterpacher) (Col.: Buprestidae). Entomological Research, 100: 215–216.
- Smitley D. 2005. Simulated aerial application of *Beauveria bassiana* for suppression of Emerald Ash Borer. Emerald Ash Borer research and technology development meeting, Pittsburg, Pennsylvania 26–27 IX 2005, 44–46.
- Sowińska A. 2005. Możliwości wykorzystania feromonów i kairomonów przyplaszczka granatka *Phaenops cyanea* (F.) (Coleoptera: Buprestidae) do prognozowania i ograniczania jego populacji. Rozprawa doktorska, IBL.
- Telenga N.A. 1941. Nasekomye pereponchatokrylye Sem. Braconidae: podsem. Braconinae i Sigalphinae. Fauna SSSR. Izd. A.N. SSSR. Moskva: 1–456.
- Thomas F.M., Blank R., Hartmann G. 2002. Abiotic and biotic and their interaction as causes of oak decline in central Europe. Forest Pathology, 32(4/5): 277–307.
- Wachtendorf W. 1955. Beiträge zur Kenntnis der Eichenprachtkäfer *Agrilus biguttatus* Fabr. und *Coraebus undatus* Fabr. (Col., Bupr.). Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 37: 327–339.
- Wargo P.M. 1996. Consequences of environmental stress in oak: predisposition to pathogens. Annals of Forest Science, 53(2/3): 359–368.
- Zakharov L.Z., Levkovič V.G. 1951. Vrednye nasekomye prirodnyh lesov i lesoposadok po gosudarstvennoj polose Saratov-Kamyshyn. Zool. Zhur., 30(4): 293–308.

### CZEŚĆ III

## Wymagania środowiskowe gatunków z rodzaju *Agrilus* Curtis (Coleoptera, Buprestidae) w drzewostanach dębowych na przykładzie Nadleśnictwa Krotoszyn\*

Part III. Habitat preferences of jewel beetles from the genus *Agrilus* Curtis (Coleoptera, Buprestidae) in oak stands of the Krotoszyn Forest District\*

Radosław Plewa<sup>1</sup>, Tomasz Jaworski<sup>1</sup>, Tomasz Jabłoński<sup>1</sup>,  
Jacek Hilszczański<sup>1</sup>, Jakub Horák<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ochrony Lasu, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn, e-mail: r.plewa@ibles.waw.pl; t.jaworski@ibles.waw.pl; t.jablonski@ibles.waw.pl; j.hilszczanski@ibles.waw.pl

<sup>2</sup> Faculty of Forestry and Wood Sciences, Department of Forest Protection and Entomology, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 1176, 165 21 Prague, Czech Republic

\* Badania sfinansowane zostały przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych w Warszawie w ramach projektu badawczego nr 500 315, pt. „Opracowanie metod postępowania ochronnego w drzewostanach dębowych chronicznie uszkodzonych przez miernikowce, zwójki dębowe i inne gatunki owadów”

\* The study was financed by the General Directorate of State Forests as part of the research project no. 500 315, „Development of protective methods in oak stands damaged chronically by geometer moths, leafroller moths and other insect species”

**Abstrakt.** Badania nad opiętkami (*Agrilus* spp.) związanymi z drzewostanami dębowymi prowadzono w latach 2008–2009 na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn w drzewostanie gospodarczym oraz w drzewostanie o ograniczonym użytkowaniu, tj. w otulinie Rezerwatu Smoszew. Celem badań było zbadanie preferencji środowiskowych gatunków z rodzaju *Agrilus*, a także porównanie struktury zgrupowań tych chrząszczy w badanych obiektach. Do odłowu chrząszczy wykorzystano pułapki Moerickego (tzw. żółte miski), które instalowano w koronach dębów na wysokości od 20 do 25 metrów. Łącznie odłowiono 2338 okazów chrząszczy z rodzaju *Agrilus*, należących do sześciu gatunków. Porównanie struktury zgrupowań

opiećków w dwóch badanych drzewostanach nie wykazało istotnych różnic. Odnotowano natomiast wyraźne różnice w preferencjach poszczególnych gatunków. Wszystkie gatunki, z wyjątkiem *A. sulcicollis* Lac., preferowały drzewostan stanowiący otulinę rezerwatu. Na podstawie obserwacji fenologii opiećków stwierdzono, że początek aktywności dorosłych chrząszczy może mieć miejsce już w drugiej dekadzie kwietnia, a kończyć się nawet we wrześniu (np. *A. olivicolor* Kies.). Spośród gatunków odłowionych w koronach drzewostanów dębowych wyodrębniono dwie podstawowe grupy opiećków charakteryzujących się odmiennymi terminami pojawu. Pierwszą grupę fenologiczną stanowiły gatunki tzw. wczesnowiosenne: *A. sulcicollis*, *A. laticornis* (Ill.) i *A. angustulus* (Ill.), zaś pozostałe zaliczono do grupy gatunków tzw. późnowiosennych, tj. *A. olivicolor*, *A. obscuricollis* Kies. i *A. graminis* Kies. Kulminacja występowania wszystkich gatunków opiećków w koronach drzewostanów dębowych przypadła od początku czerwca do końca lipca, co pokrywa się z czasem trwania rójki *A. biguttatus* (Fabr.).

**Słowa kluczowe:** *Agrilus*, drzewostan dębowy, korony drzew, las gospodarczy i ochronny, chrząszcze saproksyliczne, żółta miska (pułapka Moerickego)

**Abstract.** Research on jewel beetles (*Agrilus* spp.) associated with oak stands were carried out in 2008–2009, in the Krotoszyn Forest District – both in a managed forest stand and in that with restricted forest management activities, situated in the buffer zone of the Smoszew Nature Reserve. The aim of the study was to examine the habitat preferences of species from the genus *Agrilus*, as well as the comparison of the structure of their communities in the studied stands. Moericke (yellow pan) traps, installed in oak crowns at the height of 20–25 meters, were used to catch jewel beetle adults. In total, 2338 adults of six *Agrilus* species were collected. The comparison of the structure of jewel beetle communities in the two studied stands did not show any significant differences. However, there were clear differences in the preferences of individual species. Excluding *A. sulcicollis* Lac., all the observed species preferred the forest stand growing in the buffer zone of the Nature Reserve. Based on the observation of jewel beetle phenology, it was found that adult activity may begin as early as the second decade of April and end even in September (e.g. *A. olivicolor* Kies.). Among the jewel beetle species caught in oak crowns, there were distinguished two main groups, characterized by different dates of adult emergence. The first phenological group comprised the so-called early spring species: *A. sulcicollis*, *A. laticornis* (Ill.) and *A. angustulus* (Ill.). The remaining observed species, i.e. *A. olivicolor*, *A. obscuricollis* Kies. and *A. graminis* Kies. were included in the group of the so-called late spring jewel beetles. The culmination of the occurrence of all the jewel beetle species observed in the canopy of oak stands ranged from the beginning of June to the end of July, which coincides with the duration of *A. biguttatus* (Fabr.) swarming.

**Key words:** *Agrilus*, oak forests, forest canopy, managed and protected forests, saproxylic beetles, yellow pan trap (Moericke trap)



## 1. Wstęp

W Polsce występuje 30 gatunków bogatków należących do rodzaju *Agrilus Curtis* (Gutowski 2005; Jendek, Grebennikov 2011). Siedem gatunków jest troficznie związanych z dębem, choć niektóre z nich mogą też rozwijać się na innych gatunkach drzew liściastych. Największe zagrożenie dla drzewostanów dębowych, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach Europy, stwarza opiętek dwuplamkowy *Agrilus biguttatus* (Fabr.). Z tego względu gatunkowi temu poświęcono najwięcej badań, szczególnie dotyczących biologii i ekologii (Moraal, Hilszczański 2000; Evans i in. 2004; Vansteenkiste i in. 2005; Brown i in. 2015). Zdecydowanie mniejszym zainteresowaniem cieszą się pozostałe gatunki opiętków, których rozwój również odbywa się na dębach. Efekt ich żerowania i rozmiar wyrządzanych szkód jest o wiele mniejszy i zarazem mniej widoczny, ponieważ zasiedlają one cieńsze fragmenty drzew, tj. gałęzie znajdujące się w wierzchołkowych partiach korony, przyspieszając proces ich zamierania. Opiętki te mają w związku z tym mniejsze znaczenie dla gospodarki leśnej, ale jak wynika z badań przeprowadzonych w drzewostanach dębowych, nabierają one coraz większego znaczenia jako gatunki towarzyszące w okresie wzmożonego występowania opiętka dwuplamkowego (Moraal, Hilszczański 2000; Hilszczański, Sierpiński 2008).

W Polsce dotychczasowy stan wiedzy na temat preferencji środowiskowych opiętków związanych ze starszymi drzewostanami dębowymi, a tym samym towarzyszących *A. biguttatus*, jest bardzo ubogi. Większość istniejących prac opiera się jedynie na danych faunistycznych lub dotyczy obserwacji elementów biologii, przeprowadzanych najczęściej w warunkach laboratoryjnych (Gutowski, Szałko 1990; Gutowski 1992; Królik, Majewski 1994; Gutowski, Wanat 2002). Również w innych krajach Europy tematowi temu nie poświęcono wielu badań. Jedynie na Węgrzech, ze względu na wystąpienie zagrożenia drzewostanów dębowych ze strony tej grupy owadów, podjęto działania, które miały na celu opracowanie optymalnej metody odłowu bogatkowatych z wykorzystaniem różnych sygnałów wizualnych (tj. kolor pułapki) czy przynęt zapachowych (Domingue i in. 2013).

Celem niniejszych badań było określenie preferencji środowiskowych opiętków występujących w koronach drzewostanów dębowych, w okresie trwania retrogradacji *A. biguttatus* mającej miejsce w dolnej strefie drzewostanu. Badania dotyczą również porównania struktury zgrupowań *Agrilus* spp. w drzewostanie gospodarczym i drzewostanie o ograniczonym użytkowaniu, a także obserwacji fenologicznych tych gatunków.

## 2. Teren badań

Badania przeprowadzono w dwóch drzewostanach dębowych na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn (Leśnictwo Smoszew, kwadrat UTM: XT72) znajdujących się na tym samym siedlisku – lasu świeżego. Oba drzewostany od 2005 r. do 2008 r., z kulminacją w latach 2006–2007, były objęte gradacyjnym występowaniem opiętka dwuplamkowego. W tym czasie z różną intensywnością usuwano zasiedlone drzewa, co w wielu miejscach wpłynęło na znaczny spadek zadrzewienia, a w konsekwencji zwarcia drzewostanów. W drzewostanach tych założono dwie powierzchnie badawcze znajdujące się w odległości około 500 m od siebie i różniące się między sobą reżimem ochronnym.

Pierwsza powierzchnia została założona w otulinie Rezerwatu Smoszew (rok utworzenia: 1963). Drzewostan główny w 90% stanowił tu dąb szypułkowy *Quercus robur* L. w wieku około 135 lat. Świerk pospolity *Picea abies* (L.) H. Karst. (w wieku 115 lat) stanowił 10% składu gatunkowego. Miejscami występowały: buk zwyczajny *Fagus sylvatica* L. i grab zwyczajny *Carpinus betulus* L. (w wieku około 50 lat) oraz sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* L. (w wieku około 135 lat). Powierzchnia otuliny, z uwagi na sąsiedztwo rezerwatu, nigdy nie była poddawana żadnym zabiegom chemicznym ograniczającym liczebność populacji owadów liściożernych. Jedyne zabiegi, jakie wykonywano na tej powierzchni, to cięcia sanitarne pojedynczych drzew, aktualnie zasiedlonych lub zamarłych na skutek żerowania *A. biguttatus* lub/i innych szkodników wtórnych. W ten sposób utworzone zostały niewielkie luki w drzewostanie.

Druga powierzchnia badawcza znajdowała się w drzewostanie gospodarczym i charakteryzowała się podobnym składem i udziałem gatunków drzew jak drzewostan w otulinie rezerwatu. Różnica dotyczyła jedynie wieku drzew, który w przypadku dębu i świerka wynosił odpowiednio około 170 i 120 lat. W drzewostanie gospodarczym, w odróżnieniu od otuliny rezerwatu, wykonywano systematyczne zabiegi agrolotnicze przeciwko foliofagom dębu, głównie zwójce zieloneczce *Tortrix viridana* L. i piędzikom *Operophtera* spp. W latach 1988–2002 zabiegi przeprowadzano co kilka lat, a od 2003 r. do 2007 r. – corocznie, stosując preparaty: Thuricide (w 2003 r.), Alfazot (w 2004 r.) i Foray (w latach 2005–2007). Ponadto, w drzewostanie tym prowadzono systematyczne zabiegi sanitarne oraz rębnie gniazdowe, usuwając grupowo zasiedlone lub osłabione drzewa stanowiące potencjalną bazę lęgową dla *A. biguttatus*, czego efektem było powstanie kilkuarowych gniazd.

## 3. Metodyka

Badania prowadzono w ciągu dwóch lat (2008–2009), za każdym razem w tych samych okresach, tj. od 14 kwietnia do 27 sierpnia. Do odłowu opiętków wykorzystano żółte miski (tzw. pułapki Moerickęgo) o średnicy 23 cm. Pułapki zawieszano

w połowie długości koron dębów, na wysokości od 20 do 25 metrów – w zależności od wysokości drzew. Pułapki umieszczano w miejscach nasłonecznionych, tj. na wewnętrznych krawędziach gniazd bądź luk, które oddalone były od siebie o ok. 150 metrów. W obrębie każdego gniazda bądź luki instalowano po trzy żółte miski, w odległości około 20–25 metrów od siebie (fot. 1). Pułapki wypełniano wodnym roztworem glikolu etylenowego z dodatkiem detergentu (objętość cieczy w każdej pułapce wynosiła około 250 ml). W otulinie Rezerwatu Smoszew założono 3 powierzchnie (łącznie 9 pułapek), zaś w drzewostanie gospodarczym – 6 powierzchni (18 pułapek). Kontrole pułapek wykonywano co 3–4 tygodnie.



Fot. 1. Przykład rozmieszczenia żółtych misek, zwanych pułapkami Moericke'go, w koronach dębów (fot. R. Plewa) (oryg.)

Phot. 1. Location of yellow pan traps, known as Moericke traps in the canopy of oaks (orig.)

Analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą programu EstimateS 8.2 i R 3.0.2. Do analiz wykorzystano metody statystyczne opierające się na randomizacji danych (Gotelli, Colwell 2001; Oksanen 2001; Horák, Safarova 2015).

Do porównania bogactwa gatunkowego w klasach badanej zmiennej (tj. drzewostan gospodarczy i ochronny) zastosowano liczbę pułapek w zależności od liczby gatunków i osobników (model rarefakcji – funkcja Mao Tau) z 95% przedziałami ufności. W stosunku do klasycznej formuły Chao 1 i Chao 2 użyto korekty zaproponowanej przez Colwella (2006). Analizy porównujące preferencje poszczególnych gatunków z rodzaju *Agrilus* przeprowadzono w programie R ( $p < 0.05$ ).

Intensywność występowania wszystkich gatunków z rodzaju *Agrilus* w koronach drzewostanów dębowych określono na podstawie liczby osobników odłowionych w poszczególnych terminach kontroli. Łącznie dla dwóch badanych drzewostanów zastosowano proporcjonalny podział liczby odłowionych osobników wszystkich gatunków w stosunku do stałej liczby dni w każdym miesiącu badań.

## 4. Wyniki

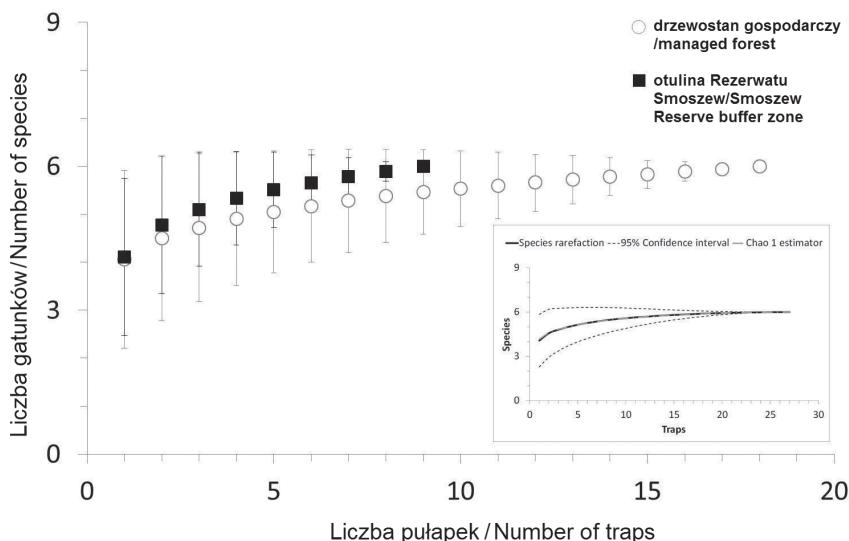
Podczas dwuletnich badań odłowiono 2338 okazów chrząszczy należących do 6 gatunków z rodzaju *Agrilus* (tab. 1). W otulinie Rezerwatu Smoszew odłowiono łącznie 723 osobniki, zaś w drzewostanie gospodarczym 1615 osobników. Najwyższą frekwencją osobników wśród odłowionych gatunków charakteryzowały się: *A. laticornis* – 940 osobników (tj. 40,2% wszystkich odłowionych okazów), *A. sulcicollis* – 914 osobników (39,1%) i *A. angustulus* – 295 osobników (12,6%).

**Tabela 1. Wykaz gatunków opiętków (*Agrilus* spp.) odłowionych w koronach dębów w otulinie Rezerwatu Smoszew i w otaczającym drzewostanie gospodarczym na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn w latach 2008–2009**

Table 1. Buprestid beetles of the genus *Agrilus* collected in the canopy of oaks in the buffer zone of the Smoszew Reserve and in managed forest of the Krotoszyn Forest District in 2008–2009

Gatunek Species	Otulina Rezerwatu Smoszew Smoszew Reserve buffer zone	Drzewostan gospodarczy Managed forest
	Liczba osobników Number of individuals	
<i>Agrilus sulcicollis</i> Lac.	330	584
<i>Agrilus laticornis</i> (Ill.)	282	658
<i>Agrilus angustulus</i> (Ill.)	83	212
<i>Agrilus obscuricollis</i> Kies.	5	24
<i>Agrilus olivicolor</i> Kies.	22	135
<i>Agrilus graminis</i> Kies.	1	2

Krzywe rarefakcji na podstawie liczby gatunków i osobników osiągnęły asymptotę (ryc. 1), co wskazuje, że w doświadczeniach zastosowano wystarczającą liczbę pułapek na badanych powierzchniach. Porównanie zgrupowań wszystkich gatunków opiętków odłowionych w koronach dębów, zarówno w drzewostanie gospodarczym, jak i w drzewostanie o ograniczonym użytkowaniu, nie wykazało istotnych różnic (ryc. 1).



Ryc. 1. Krzywe rarefakcji liczby gatunków *Agrilus* spp. w dwóch badanych typach drzewostanu (koła i kwadraty oznaczają wartości średnie; wąsy oznaczają 95% przedział ufności; w ramce przedstawiono krzywą rarefakcji dla obu badanych obiektów łącznie)

Fig. 1. Rarefaction curves of number of *Agrilus* species collected in managed and unmanaged forests (circles and squares are means; whiskers are 95% confidence intervals; frame indicates pooled rarefaction for all study sites)

Przeprowadzone analizy dotyczące porównania preferencji poszczególnych gatunków opiętków odłowionych w gospodarczym i objętym ochroną drzewostanie dębowym wykazały, że jedynie *A. sulcicollis* preferował drzewostan gospodarczy (tab. 2). Natomiast pozostałe gatunki, tj. *A. laticornis*, *A. angustulus*, *A. obscuricollis* i *A. olivicolor* preferowały drzewostan o ograniczonym użytkowaniu (*A. graminis* pominięto ze względu na zbyt małą liczbę odłowionych osobników).

Tabela 2. Preferencje gatunków chrząszczy z rodzaju *Agrilus* względem gospodarczego (-) i ochronnego drzewostanu dębowego (+)

Table 2. Preferences of jewel beetles of genus *Agrilus* in comparison between of management (-) and protected forests (+)

Gatunek Species	t	p
<i>Agrilus sulcicollis</i>	-5,48	< 0.001
<i>A. laticornis</i>	5,48	< 0.001
<i>A. angustulus</i>	5,48	< 0.001

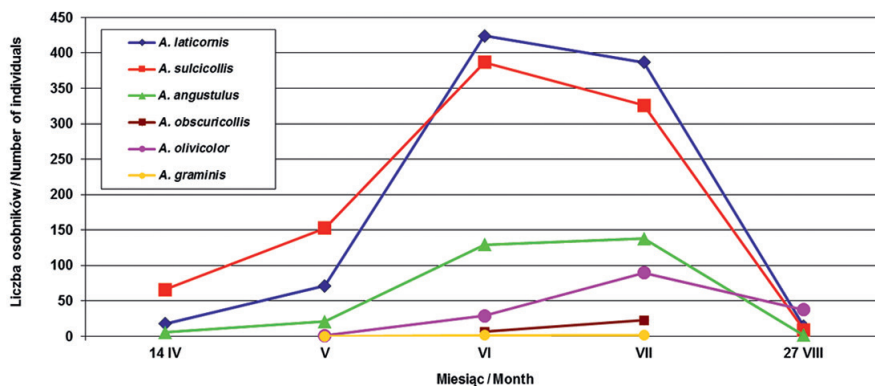
Gatunek Species	t	p
<i>A. obscuricollis</i>	5,47	< 0.001
<i>A. olivicolor</i>	5,48	< 0.001
<i>A. graminis</i>	n.a.	n.a.

Kulminacja występowania wszystkich gatunków z rodzaju *Agrilus* w strefie koron drzewostanów dębowych przypadła na okres od początku czerwca do końca lipca (tab. 3, ryc. 2). Najwcześniej rozpoczynającymi swój pojaw i jednocześnie najdłużej występującymi w strefie koron drzew były: *A. sulcicollis*, *A. laticornis* i *A. angustulus* (od kwietnia do końca sierpnia). Późniejszym pojawem charakteryzował się *A. olivicolor*, którego początek odnotowano w maju, zaś w końcu sierpnia był on jeszcze najliczniej odławianym gatunkiem spośród wszystkich stwierdzonych opiętków. Najpóźniej rozpoczynającym swój pojaw (czerwiec) i zarazem najkrótszym występowaniem charakteryzował się *A. obscuricollis*, który swój lot kończył już w lipcu. W tym samym czasie koniec aktywności stwierdzono też u *A. graminis*. Jednak zbyt mała liczba osobników tych dwóch gatunków wskazuje na potrzeby kolejnych badań dotyczących dokładniejszego sprecyzowania terminu występowania.

**Tabela 3. Średnia liczba osobników opiętków (*Agrilus* spp.) odłowionych w poszczególnych miesiącach w latach 2008–2009 w koronach drzewostanów dębowych na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn**

Table 3. Mean number of *Agrilus* spp. specimens collected in 2008–2009 in the canopy of oak forests of Krotoszyn Forest District

Gatunek Species	Średnia liczba osobników opiętków ( <i>Agrilus</i> spp.) odłowionych w poszczególnych miesiącach Mean number of <i>Agrilus</i> spp. specimens collected in months					
	IV	V	VI	VII	VIII	Suma Total
<i>Agrilus laticornis</i>	17,85	71,20	424,15	386,55	14,25	914
<i>A. sulcicollis</i>	65,85	152,50	386,70	325,95	9,00	940
<i>A. angustulus</i>	5,45	21,00	129,05	138,00	1,50	295
<i>A. obscuricollis</i>	0	0	6,20	22,80	0	29
<i>A. olivicolor</i>	0	1,00	29,00	89,50	37,50	157
<i>A. graminis</i>	0	0,10	1,30	1,60	0	3
<b>Suma Total</b>	<b>89,15</b>	<b>245,80</b>	<b>976,40</b>	<b>964,40</b>	<b>62,25</b>	<b>2338</b>



Ryc. 2. Intensywność występowania poszczególnych gatunków z rodzaju *Agrilus* w koronach drzewostanów dębowych na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn w latach 2008–2009

Fig. 2. Occurrence of *Agrilus* jewel beetles in the canopy of oak stands in the Krotoszyn Forest District in 2008–2009

## 5. Dyskusja

### 5.1. Preferencje środowiskowe opiętków

Opiećki, podobnie jak i wszystkie inne gatunki z rodziny bogatkowatych (Buprestidae), jako miejsca rozwoju preferują ciepłe i nasłonecznione stanowiska. Dlatego też, z jednej strony dużym ryzykiem jest silne przerzedzanie drzewostanów dębowych wpływające na redukcję zadrzewienia i zwarcia drzewostanu, które prowadzi do zwiększania dopływu światła (nasłonecznienia) w całej pionowej strukturze drzewostanu. Z drugiej strony podejmuje się wszelkie starania, aby zachować odpowiedni stan sanitarny lasu, przede wszystkim przed tak groźnym gatunkiem, jakim jest np. *Agrilus biguttatus*. Jednak umiarkowane (posztuczne) i systematyczne prowadzenie zabiegów sanitarnych w drzewostanach gospodarczych mających na celu usuwanie drzew zasiedlonych przez *A. biguttatus* w sytuacji zagrożenia ze strony tego gatunku jest koniecznością. Przeprowadzone badania pokazały, że cięcia sanitarne nie stymulowały wyższej liczebności populacji sześciu gatunków opiętków w koronach drzew w obrębie drzewostanu gospodarczego. Otrzymane wyniki nie w pełni korespondują jednak z wynikami uzyskanymi w sąsiednich krajach Europy, ponieważ wynika z nich, że największy udział bogatkowatych (Buprestidae) w różnych warstwach (strefach) drzewostanów gospodarczych wzrastał wraz ze stopniem ich nasłonecznienia (Wermelinger i in. 2007; Vodka i in. 2009; Jonsson, Stokland 2012).

Na podstawie sumarycznych liczebności opiótków odłowionych zarówno w drzewostanie gospodarczym, jak i w drzewostanie o ograniczonym użytkowaniu nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy całymi zgrupowaniami tych chrząszczy. Analizując jednak poszczególne gatunki opiótków względem preferencji w stosunku do obu kategorii badanych drzewostanów stwierdzono, że jedynie *A. sulcicollis* preferował drzewostan gospodarczy. Jedną z przyczyn takiego zjawiska może wynikać z biologii gatunku, ponieważ *A. sulcicollis* zasiedla grubszy materiał drzewny niż pozostałe gatunki opiótków (Burakowski i in. 1985; Jendek, Grebennikov 2009). Larwy *A. sulcicollis* rozwijają się w warstwie kambialnej między korowiną a drewnem na osłabionych przez różne czynniki drzewach. W innych źródłach można też znaleźć informacje o rozwoju tego gatunku na usychających gałęziach dębowych, a nawet młodych drzewach (Kuźmiński i in. 2006). Kolejnym zagadnieniem, pomijanym jak dotąd w europejskich badaniach i związanym z bionomią gatunku, jest relacja wielkości ciała poszczególnych gatunków opiótków do grubości zasiedlanego materiału drzewnego. Badania z tego zakresu przeprowadzono na rodzimych gatunkach opiótków w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, stwierdzając, że chrząszcze o większych rozmiarach ciała preferowały grubszy materiał łęgowy (Hespenheide 1969, 1976). W Polsce *A. sulcicollis* jest drugim co do wielkości ciała gatunkiem opiótka (po *A. biguttatus*), który troficznie związany jest z dębem, co wskazuje również, że osobniki tego gatunku mogą wykazywać preferencje w stosunku do grubszych fragmentów drzew.

Kolejnym aspektem związanym z preferencją *A. sulcicollis* w stosunku do drzewostanu gospodarczego były uszkodzenia pni drzew spowodowane przez żerowanie larw opiótka dwupłatkowego w dolnej strefie drzew. W ten sposób stworzyły się odpowiednie warunki do rozwoju dla *A. sulcicollis* w górnej ich części. Dodatkowym czynnikiem przemawiającym za atrakcyjnością gospodarczego drzewostanu dla tego gatunku był z pewnością większy dostęp światła w strefie koron. Grube gałęzie w koronach drzew czy też górne części pni zostały częściowo odślonięte podczas przeprowadzanych wcześniej zabiegów sanitarnych redukujących między innymi zadrzewienie i zwarcie drzewostanu.

Pozostałe opiótki, które wykazały preferencje w stosunku do drzewostanu objętego ochroną, należą do najmniejszych pod względem rozmiarów ciała gatunków związanych pokarmowo z dębem. Dominacja tej grupy chrząszczy (*A. laticornis*, *A. angustulus*, *A. obscuricollis* i *A. olivicolor*) mogła być podyktowana jednym decydującym czynnikiem, tj. obfitością odpowiedniej bazy łęgowej w postaci zamierających, drobnych gałęzi w obrębie drzew znajdujących się w drzewostanie objętym ochroną. Potwierdzeniem tej tezy może być fakt, że w drzewostanie o ograniczonym użytkowaniu nie prowadzono tak intensywnych zabiegów sanitarnych jak w drzewostanie gospodarczym, przez co drzewa te cechowały się większym udziałem martwych i zamierających gałęzi stanowiących bazę łgową tych chrząszczy.



## 5.2. Żer uzupełniający opiętków związanych z drzewostanami dębowymi

Wszystkie opiętki przeprowadzają tzw. żer uzupełniający na blaszkach liściowych, co jest niezbędne do osiągnięcia dojrzałości płciowej przez chrząszcze. Podjęte wcześniej badania laboratoryjne z tego zakresu przeprowadzili Hilszczański i in. (2009), stwierdzając, że jeden osobnik *Agrilus biguttatus* w ciągu swojego życia zjada średnio 6334,5 mm<sup>2</sup> świeżych liści, a największa konsumpcja przez jednego chrząszcza, przypadająca w pierwszych tygodniach czerwca, wyniosła średnio 171 mm<sup>2</sup> blaszki liściowej na dobę. W związku z tym, że największa baza liści znajduje się w koronach drzew wydaje się, że poza opiętkami bytującymi w tej strefie, powinien z niej korzystać również *A. biguttatus*. Jednak podczas niniejszych badań w ciągu dwóch lat nie odnotowano żadnego okazu należącego do tego gatunku. Fakt niestwierdzenia go w niniejszych badaniach może wynikać z dwóch powodów. Po pierwsze można uznać, że dostateczna baza liści znajdująca się w podokapowych częściach lasu, np. na tzw. koronie wtórnej (wytwarzanej przez gwałtowne odślanianie pni dębowych), podroście, podszycie czy wyjątkowo w drugim piętrze drzewostanu, jest wystarczająca i zaspokaja te potrzeby na tyle, że gatunek ten nie musi migrować w poszukiwaniu liści w korony dębów. Wśród owadów nadzwyczaj często spotyka się podobne zachowania, kiedy postaci doskonale niechętnie przemieszczają się w celu poszukiwania pokarmu szczególnie wtedy, gdy zapewniona jest jego wystarczająca baza żerowa wokół miejsc jego potencjalnego rozrodu. Również w przypadku *A. biguttatus* taka hipoteza jest wysoce prawdopodobna, choć udowodnienie jej wymaga kolejnych, dodatkowych badań z tego zakresu. Drugim powodem niestwierdzenia *A. biguttatus* w koronach drzew, jest brak wykazywania odpowiednio silnej reakcji wizualnej postaci doskonałych na żółty kolor pułapek Moericke'go w połączeniu z ich umiejscowieniem zbyt wysoko w koronach drzew. Potwierdzeniem tej tezy są inne badania przeprowadzone w strefie koron w drzewostanach dębowych, w tym również na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn. Stwierdzono wówczas, że frekwencja *A. biguttatus* w tego typu pułapkach (żółte miski) była bardzo niska (Plewa i in. 2014; 2017). Podobne wyniki otrzymano również na Węgrzech, gdzie spośród wszystkich gatunków opiętków związanych z dębami *A. biguttatus* charakteryzował się najmniejszą liczebnością odławianych okazów (Domingue i in. 2013). Połączenie wyżej opisanych faktów może w przyszłości okazać się przydatne z punktu widzenia dalszych badań nad monitoringiem populacji tego gatunku.

Konsumpcja aparatu asymilacyjnego przez opiętki stawia tę grupę chrząszczy w opozycji do innych owadów foliofagicznych dębu, przede wszystkim ze względu na konkurencję o pokarm. Drzewostan o charakterze ochronnym, który nigdy nie był poddawany żadnym zabiegom chemicznym przeciwko gąsienicom motyli, powinien cechować się większym ubytkiem aparatu asymilacyjnego niż drzewostan

gospodarczy. Jednak niniejsze badania wykazały, że mimo konkurencji o pokarm liczba okazów zdecydowanej większości gatunków opiótków była wyższa w otulinie Rezerwatu Smoszew.

Na podstawie otrzymanych wyników badań i odniesieniu ich do dostępnej wiedzy o bionomii *A. biguttatus* można stwierdzić, że wśród opiótków troficznie związanych z dębem zaznacza się wyraźna granica związana z penetracją pionową drzewostanów dębowych. *A. biguttatus* pomimo potrzeby znacznej konsumpcji aparatu asymilacyjnego (Hilszczański i in. 2009), nie penetruje w takim stopniu środowiska koron drzew dębowych, jak pozostałe gatunki opiótków. Strategia życiowa tego gatunku, a dokładnie zjawisko żerowania larw opiótka dwupłatkowego można zaobserwować m.in. z dolnej strefy lasu, np. na podstawie śladów obicia kory przez dzięcioły czy wyraźnych czarnych wycieków widocznych na zewnętrznej powierzchni korowiny drzewa. Zatem z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że chrząszcze korzystają z aparatu asymilacyjnego zgromadzonego w strefach podokapowych drzewostanu, a szczególnie w miejscach bliskich potencjalnemu rozwojowi, tj. w pobliżu nasłonecznionych pni drzew. Natomiast wszystkie pozostałe gatunki opiótków, towarzyszące *A. biguttatus*, zajmują niszę stratocenozy koron drzewostanów dębowych, niezależnie od tego czy mamy do czynienia z drzewostanami o charakterze gospodarczym czy ochronnym, ponieważ zasiedlają one cienki materiał drzewny, którego największy potencjalny zasób zgromadzony jest w koronach drzew.

Podobne obserwacje dotyczące penetracji pionowej wybranych stref drzewostanów przez opiótki poczyniono także w amerykańskich badaniach dotyczących jesionów. Opiótek jesionowy (*A. planipennis* Fair.), obecnie najgroźniejszy szkodnik drzewostanów jesionowych, odbywa swój rozwój głównie na pniach drzew różnej grubości. Na obszarze Stanów Zjednoczonych, podobnie jak *A. biguttatus* w drzewostanach dębowych w Europie, w szybkim tempie doprowadza do zamierania jesionów (Francese i in. 2005; 2010; 2011; Lelito i in. 2007; 2008). Ze względu na szybkie tempo rozprzestrzeniania się tego gatunku, nabrał on dużego znaczenia gospodarczego również na terenie Europy. Pierwsze informacje pochodzące z badań nad tym gatunkiem w drzewostanach jesionowych w europejskiej części Rosji przedstawili Mozolevskaya i Izhevskiy (2007), Baranchikov i in. (2008), Orlova-Bienkowskaja, Marina (2014) oraz Orlova-Bienkowskaja, Volkovitsh (2015). Zaobserwowano wówczas, że pnie drzew zasiedlane przez opiótka jesionowego były chętniej atakowane przez inny, towarzyszący gatunek żerujący wyłącznie na cienkich gałęziach drzew – *A. convexicollis* Redt.

### 5.3. Fenologia opiótków w koronach drzewostanów dębowych

Obserwacja fenologii badanych gatunków z rodzaju *Agrilus* wykazała, że początek aktywności chrząszczy w zachodniej części Polski przypada na drugą dekadę kwietnia,

co częściowo skorelowane jest z początkiem rozwoju liści dębów. Z kolei koniec aktywności tych chrząszczy może mieć miejsce nawet we wrześniu, co potwierdzają również inne obserwacje (Burakowski i in. 1985). Na podstawie niniejszych badań można wyodrębnić dwie grupy fenologiczne tych chrząszczy, różniące się terminem pojawu. Pierwszą grupę stanowią tzw. wczesnowiosenne gatunki, tj.: *A. sulcicollis*, *A. laticornis* i *A. angustulus*, zaś pozostałe gatunki można uznać za późnowiosenne, tj. *A. olivicolor*, *A. obscuricollis* i *A. graminis*, przy czym dwa ostatnie z uwagi na niską liczebność wymagają dalszych obserwacji związanych z pojawem imagines. W Polsce gatunki zaliczone do pierwszej grupy odgrywają większą rolę w drzewostanach gospodarczych, w odróżnieniu od gatunków należących do drugiej grupy opiótków (Instrukcja ochrony lasu 2012). Wyniki uzyskane z badań nad określeniem fenologii opiótków związanych z dębem pozwoliły dodatkowo sprecyzować okres kulminacji ich występowania. Największa frekwencja osobników wszystkich badanych gatunków, mająca miejsce od czerwca do końca lipca wykazała, że okres ten częściowo pokrywa się z kulminacją pojawu *A. biguttatus* w drzewostanach dębowych (tj. druga połowa maja, czerwiec i lipiec) (Moraal, Hilszczański 2000). Mając na uwadze współwystępowanie wszystkich gatunków opiótków w jednym czasie, niewątpliwie stwarza to większe zagrożenie dla drzewostanów dębowych ze strony tej grupy chrząszczy.

Jednym z przedstawicieli opiótków, o którego biologii wiadomo niewiele jest *A. laticornis*. Na przykładzie badań przeprowadzonych w Szwajcarii udowodniono, że gatunek ten odgrywa znaczącą rolę z punktu widzenia ochrony lasu, dobijając osłabione wcześniej drzewa. Badania te pokazały, że jako jedyny przedstawiciel opiótków wykazuje silną reakcję w stosunku do drzew uszkodzonych przez pożar, przeprowadzając swój rozwój w okresie krótszym niż 1 rok po wystąpieniu zaburzenia (Moretti, Barbalat 2004). Również obserwacje poczynione na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn mogą potwierdzać to zjawisko, ponieważ w czasie prowadzonych doświadczeń badane drzewostany dębowe były wciąż atakowane przez *A. biguttatus* (okres retrogradacji).

Spśród wszystkich gatunków opiótków zakwalifikowanych do drugiej grupy fenologicznej, tj. gatunków późnowiosennych, największą frekwencją charakteryzował się *A. olivicolor*. W Polsce gatunek ten jest jednym z najczęściej spotykanych opiótków, szczególnie w części nizinnej Polski. *A. olivicolor* swój pojaw rozpoczyna na przełomie maja i czerwca, a kończy swoją aktywność najpóźniej ze wszystkich krajowych gatunków związanych z dębem. Nieco mniejsza liczebność *A. olivicolor* w przeprowadzonych badaniach może wynikać z faktu, że jego roślinami żywicielskimi, oprócz dębu, mogą być też inne gatunki drzew i krzewów liściastych, najczęściej leszczyna i grab (Bílý 2002; Brechtel, Kostenbader 2002; Siitonen, Salokannel 2015). Podobne wyniki uzyskano podczas badań w koronach dębów na Węgrzech, gdzie okazy tego gatunku reprezentowane były w około 10% w porównaniu do wszystkich odłowionych osobników z rodziny bogatkowatych (Domingue i in. 2013). Wobec powyższego istnieje duże prawdopodobieństwo, że w trakcie prowadzonych badań

na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn populacja tego gatunku mogła ulec rozproszeniu w poszukiwaniu innych roślin żywicielskich.

Kolejne dwa gatunki, które charakteryzowały się najniższą frekwencją, tj. *A. obscuricollis* i *A. graminis* należą do stosunkowo rzadko spotykanych i z pewnością nie należy ich traktować jako mające istotne znaczenie dla gospodarki leśnej. Należy raczej uznawać je jako element przyrody świadczący o zachowaniu bogactwa gatunkowego na danym terenie. Potwierdzają to badania, które dowodzą, że oba te gatunki charakterystyczne są dla miejsc będących ostojami rzadkich i ginących gatunków chrząszczy (Przewoźny 2007; Gutowski, Miłkowski 2008; Mokrzycki i in. 2008).

## 6. Wnioski

- a) Systematyczne usuwanie drzew zasiedlonych przez opiótka dwuplamkowego *A. biguttatus* w gospodarczych drzewostanach dębowych wpływa na redukcję liczebności populacji pozostałych gatunków opiótków związanych z dębami.
- b) Wykonywane zabiegi sanitarne prawdopodobnie stymulują wzrost liczebności populacji *A. sulcicollis*, będącego jednym z najgroźniejszych gatunków wśród opiótków towarzyszących opiótkowi dwuplamkowemu.
- c) Fauna opiótków bytujących w starszych drzewostanach dębowych zasiedla dwie strefy drzewostanu w strukturze pionowej lasu. Chrząszcze *A. biguttatus* preferują miejsca wokół przyszłej bazy rozwojowej (nisza stref pni), a pozostałe gatunki opiótków koncentrują się w obrębie cieńszych gałęzi w strefie koron drzew.
- d) Kulminacja występowania wszystkich gatunków opiótków w strefie koron drzewostanów dębowych pokrywa się częściowo z okresem trwania rójki *A. biguttatus* (dane literaturowe), co może stanowić dodatkowe zagrożenie dla drzewostanów dębowych.
- e) Żółte miski (tzw. pułapki Moericke'go) mogą stanowić skuteczne narzędzie do odłowu niektórych opiótków związanych z koronami dębów. Istnieje jednak potrzeba wykonania większej ilości badań wykorzystujących te pułapki w celu ustalenia ich przydatności do przyszłego monitoringu tej grupy chrząszczy.
- f) Strefy koron drzewostanów dębowych, zarówno w drzewostanie gospodarczym, jak i w drzewostanie o ograniczonym użytkowaniu na terenie Nadleśnictwa Krotoszyn, stanowią również miejsce występowania rzadkich gatunków opiótków (tj. *A. obscuricollis* i *A. graminis*).

## Podziękowania

Autorzy składają podziękowania pracownikom Nadleśnictwa Krotoszyn za pomoc okazaną w trakcie realizacji badań.

## Literatura

- Barančikov Y., Mozolevskaâ E., Yurčenko G., Kenis M. 2008. Occurrence of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* in Russia and its potential impact on European forestry. OEPP/EPPO Bulletin, 38(2): 233–238.
- Bílý S. 2002. Summary of the bionomy of the Buprestid beetles of Central Europe (Coleoptera: Buprestidae). Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae Supplements, 10: 1–104.
- Brechtel F., Kostenbader H. 2002. Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württenbergs. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1–632.
- Brown N., Inward D.J.G., Jeger M., Denman S. 2015. A review of *Agrilus biguttatus* in UK forests and its relationship with acute oak decline. Forestry, 88(1): 53–63.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1985. Chrząszcze Coleoptera, Buprestoidea, Elateroidea i Cantharoidea, Katalog fauny Polski, Warszawa, XXIII, 10: 1–401.
- Colwell R.K. 2006. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Accessed: 05.05.2010.
- Domingue M.J., Imrei Z., Lelito J.P., Muskovits J., Janik G., Csóka G., Mastro V.C., Baker T.C. 2013. Trapping of European buprestid beetles in oak forests using visual and olfactory cues. Entomologia Experimentalis et Applicata, 148: 116–129.
- Evans H.F., Moraal L.G., Pajares J.A. 2004. Biology, ecology and economic importance of Buprestidae and Cerambycidae. [w:] F. Lieutier, K.R. Day, A. Battisti, Gregoire J.C. and H.F. Evans [red]. Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer, Dordrecht: 447–474.
- Francese J.A., Crook D.J., Fraser I., Lance D.R., Sawyer A.J., Mastro V.C. 2010. Optimization of trap color for emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). Journal of Economic Entomology, 103(4): 1235–1241.
- Francese J.A., Fraser I., Lance D.R., Mastro V.C. 2011. Efficacy of multifunnel traps for capturing emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae): Effect of color, glue, and other trap coatings. Journal of Economic Entomology, 104(3): 901–908.
- Francese J.A., Mastro V.C., Oliver J.B., Lance D.R., Youssef N., Lavalley S.G. 2005. Evaluation of colors for trapping *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). Journal of Entomological Science, 40(1): 93–95.

- Gotelli N.J., Colwell R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4): 379–391.
- Gutowski J.M. 1992. Bogatkowate (Coleoptera: Buprestidae) Roztocza. *Fragmenta Faunistica*, 35(23): 385–396.
- Gutowski J.M. 2005. Bogatkowate (Buprestidae). [w:] Bogdanowicz W., Chudzicka E., Pilipiuk I., Skibińska E. (red.). *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków*. MiIZ PAN, Warszawa. (2004), 1: 114–118, 132–133.
- Gutowski J.M., Miłkowski M. 2008. Bogatkowate (Coleoptera: Buprestidae) Puszczy Kozienskiej. *Parki Narodowe i Rezerwy Przyrody*, 27(2): 49–85.
- Gutowski J.M., Szwalko P. 1990. Nowe stanowiska *Agrilus derasofasciatus* Lacord. (Coleoptera, Buprestidae) w Polsce oraz uwagi o jego występowaniu. *Wiadomości Entomologiczne*, 9(3–4): 89–90.
- Gutowski J.M., Wanat M. 2002. *Agrilus guerini* Lacordaire in Boisduval et Lacordaire, 1835 (Coleoptera: Buprestidae) – gatunek nowy dla fauny Polski. *Wiadomości Entomologiczne*, 20(3–4): 131–136.
- Hespenheide H.A. 1969. Larval feeding site of species of *Agrilus* (Coleoptera) using a common host plant. *Oikos*, 20(2): 558–561.
- Hespenheide H.A. 1976. Patterns in the use of single plant hosts by wood-boring beetles. *Oikos*, 27(1): 161–164.
- Hilszczański J., Kolk A., Sierpiński A., Jaworski T., Plewa R., Janiszewski W., Kurkowska T. 2009. Opiętki – nowe i mało poznane szkodniki drzewostanów dębowych (biologia, prognozowanie i zwalczanie). [Sprawozdanie końcowe w ramach tematu BLP-311]. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary [mscr.].
- Hilszczański J., Sierpiński A. 2008. *Agrilus* spp. the main factor of oak decline in Poland. Proceedings of the Workshop 2006, IUFRO, 7 March 2010, Gmunden/Austria: 121–125.
- Horák J., Safarova L. 2015. Effect of reintroduced manual mowing on biodiversity in abandoned fen meadows. *Biologia*, 70(1): 113–120.
- Instrukcja ochrony lasu. 2012. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Jendek E., Grebennikov V.V. 2009. *Agrilus sulcicollis* (Coleoptera: Buprestidae), a new alien species in North America. *The Canadian Entomologist*, 141(3): 236–245.
- Jendek E., Grebennikov V. 2011. *Agrilus* (Coleoptera, Buprestidae) of East Asia. Nakladatelství Jan Farkač, Czech Republic, Prague.
- Jonsson B.G., Stokland J.N. 2012. The surrounding environment. [w:] Stokland J. N., Siitonen J., Jonsson B. G. (red.). *Biodiversity in Dead Wood*. Cambridge University Press, New York. 194–217.
- Królik R., Majewski T. 1994. *Agrilus ribesi* Schaffer, 1946 (Coleoptera, Buprestidae) – nowy dla fauny Polski gatunek chrząszcza. *Wiadomości Entomologiczne*, 13(2): 107–113.

- Kuźmiński R., Łakomy P., Mazur A. 2006. Zamieranie dębów – historia, przyczyny i objawy [w:]: Kannberg K., Szramka H. (red.). Zarządzanie ochroną przyrody w lasach. Wydawnictwo WSZŚ, Tuchola: 194–208.
- Lelito J.P., Fraser I., Mastro V.C., Tumlinson J.H., Baker T.C. 2008. Novel visual-cue-based sticky traps for monitoring of emerald ash borers, *Agrilus planipennis* (Col., Buprestidae). *Journal of Applied Entomology*, 132(8): 668–674.
- Lelito J.P., Fraser I., Mastro V.C., Tumlinson J.H., Böröczky K., Baker T.C. 2007. Visually Mediated ‘Paratrooper Copulations’ in the Mating Behavior of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae), a Highly Destructive Invasive Pest of North American Ash Trees. *Journal of Insect Behavior*, 20(6): 537–552.
- Mokrzycki T., Byk A., Borowski J. 2008. Rzadkie i reliktowe saproksyliczne chrząszcze (Coleoptera) starych dębów Rogalińskiego Parku Krajobrazowego. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 27(4): 43–56.
- Moraal L.G., Hilszczański J. 2000. The buprestid beetle, *Agrilus biguttatus* (F.) (Col., Buprestidae), a recent factor in oak decline in Europe. *Journal of Pest Science*, 5: 134–138.
- Moretti M., Barbalat S. 2004. The effects of wildfires on wood-eating beetles in deciduous forests on the southern slope of the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management*, 187: 85–103.
- Mozolevskaâ E.G., Izhevskiy S.S. 2007. The foci of the ash buprestid in the Moscow region. *Quarantine and Plant Protection*, 5: 28–29.
- Oksanen L. 2001. Logic of experiments in ecology: is pseudoreplication a pseudoissue? *Oikos*, 94(1): 27–38.
- Orlova-Bienkowskaâ M.J., Marina J. 2014. Ashes in Europe are in danger: the invasive range of *Agrilus planipennis* in European Russia is expanding. *Biological Invasions*, 16(7): 1345–1349.
- Orlova-Bienkowskaâ M.J., Volkovitš M.G. 2015. Range expansion of *Agrilus convexicollis* in European Russia expedited by the invasion of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). *Biological Invasions*, 17(2): 537–544.
- Plewa R., Jaworski T., Hilszczański J. 2014. Martwe drewno a jakościowa i ilościowa struktura chrząszczy (Coleoptera) saproksylicznych w drzewostanach dębowych. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 41(4): 279–299.
- Plewa R., Jaworski T., Hilszczański J., Horák J. 2017. Investigating the biodiversity of the forest strata: The importance of vertical stratification to the activity and development of saproxylic beetles in managed temperate deciduous forests. *Forest Ecology and Management*, 402: 186–193.
- Przewoźny M. 2007. Nowe dla Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej i rzadkie gatunki bogatków (Coleoptera: Buprestidae). *Wiadomości Entomologiczne*, 26(1): 59–60.
- Siitonen J., Salokannel J. 2015. Beetle (Coleoptera) species new for Estonia found in Saaremaa island 2. *Sahlbergia*, 21(1): 6–11.

- Vansteenkiste D., Tirry L., Acker J.V., Stevens M. 2005. Predispositions and symptoms of *Agrilus* borer attack in declining oak trees. *Annals of Forest Science*, 61: 815–823.
- Vodka S., Konvicka M., Cizek L. 2009. Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. *Journal of Insect Conservation*, 13(5): 553–562.
- Wermelinger B., Flückiger P.F., Orbist M.K., Duelli P. 2007. Horizontal and vertical distribution of saproxylic beetles (Col., Buprestidae, Cerambycidae, Scolytinae) across section of forest edges. *Journal of Applied Entomology*, 131(2): 104–114.



(...) przedstawione do recenzji opracowanie stanowi kompendium wiedzy o zasiedlaniu dębów przez szkodliwe owady kambio- i ksylofagiczne. Do dnia dzisiejszego większość przeprowadzonych w Polsce badań omawiających przedstawione w opracowaniu zagadnienia, można traktować, jako rozpoznawcze lub przyczynkarskie. Przedstawione opracowanie uzupełnia braki wiedzy na temat znaczenia w leśnictwie owadów kambio- i ksylofagicznych dębów, wskazuje kierunki działań gospodarczych, a także wytycza kierunki dalszych badań.

Prof. dr hab. Jerzy Borowski

Przedłożona do recenzji praca dotyczy ważnej z gospodarczego punktu widzenia problematyki występowania oraz prognozowania i ograniczania liczebności owadów z grupy kambio- i ksylofagów, stwarzających zagrożenie dla drzewostanów dębowych. Zagadnienia te są niezmiernie istotne i aktualne, bo-



wiem na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci zarówno w Polsce, jak i w Europie doszło do wzrostu frekwencji i znaczenia tych owadów w procesie zamierania dębów, który lokalnie znacznie zyskał na intensywności. Z tego względu wyniki badań nad tą grupą owadów, oprócz istotnego wkładu do wiedzy, mogą dostarczyć podstaw do planowania i realizacji postępowania gospodarczego zmierzającego do ograniczenia zagrożenia drzewostanów dębowych ze strony kambio- i ksylofagów.

Prof. dr hab. Wojciech Grodzki

