

Parazytoidy i drapieżce owadów kambio- i ksylofagicznych oraz patogeny grzybowe na osłabionych i zamierających jodłach *Abies alba* MILL. w Pienińskim Parku Narodowym

The role of parasitoids and predators of cambio- and xylophagous insects living on *Abies alba* MILL. and the effect of fungal pathogens on the health status and threats to the Silver fir stands of the Pieniny National Park

WOJCIECH GRODZKI¹, JERZY R. STARZYK²,
MIECZYSLAW KOSIBOWICZ¹, RAFAŁ WAŻNY³

¹*Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Lasów Górskich, ul. Fredry 39, 30-605 Kraków*

²*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*

³*Uniwersytet Jagielloński, Małopolskie Centrum Biotechnologii, ul. Gronostajowa 7A, 30-387 Kraków*

Abstract. In 2012–2014 investigations on cambio- and xylophagous insects and their natural enemies, as well as on fungal pathogens of fir, were carried out in two stands located within the active protection zone of the Pieniny NP. Insect material comprised rearing records by eclector traps from 18 fir bolts. Bark and wood boring insects (*Scolytinae* and *Cerambycidae*) were the most numerous group of 3377 insect specimens collected. Whereas, parasitoids and predators were not abundant. The main pathogens responsible for fir mortality were fungi that cause root diseases, while the role of insects was secondary. The supposed high diversity of entomophagous insects and their role as bioregulators of bark beetle populations was not confirmed.

Key words: bark beetles, natural enemies, pathogens, forest health, protected areas

WSTĘP

Od około 200 lat obserwowany jest w Europie proces stopniowego ubywania jodły pospolitej z drzewostanów. Tylko w okresie ubiegłego stulecia jest on szacowany na około 50%, przy czym w niektórych terenach dochodzi nawet do około 70% (Twaróg 1980). Podobna tendencja zaznacza się także w Polsce (Grodzki 1999). Ważną rolę

predyspozycyjną w zamieraniu jodły w Karpatach odegrały takie czynniki, jak: przerzedzenie drzewostanów wynikające z prowadzonej gospodarki leśnej, szkody od wiatru, zachwianie stosunków wodnych oraz zmiany mikrosiedliskowe.

Jednym z czynników powodujących osłabienie drzewostanów jodłowych, a w konsekwencji ich zamieranie, są owady fitofagiczne żerujące na pączkach, pędach, igliwiu oraz w łyku

i miazdze. Na jodle pospolitej żeruje stosunkowo niewielka liczba gatunków owadów fitofagicznych (ryzofagi, seminifagi, konofagi, foliofagi, kambio- i ksylofagi), w porównaniu z entomofauną występującą na sośnie zwyczajnej lub świerku pospolitym (Zieliński 1952, Nunberg 1964).

Entomofauna kambio- i ksylofagiczna stwierdzona na jodle pospolitej liczy 74 gatunki i jest znacznie mniej zróżnicowana aniżeli występująca na świerku (107 gat.) i sośnie (101 gat.) (Nunberg 1964; Gusev 1984; Kolk, Starzyk 2009). Należy jednak zaznaczyć, że szereg gatunków owadów występuje na wyżej wymienionych drzewach sporadycznie lub bardzo rzadko. W przypadku jodły na terenie naszego kraju najczęściej i najliczniej rozwijają się następujące gatunki: *Pityokteines curvidens* (GERM.), *P. spinidens* (REITT.), *P. vorontzowi* (JACOBS.), *Pissodes piceae* (ILL.), *Cryphalus piceae* (RATZ.), *Rhagium inquisitor* (L.), *Pityophthorus pityographus* (RATZ.), *Obrium brunneum* (FABR.), *Xyloterus lineatus* (OLIV.), *Serropalpus barbatus* (SHALL.), *Urocera augur* (KLUG.), *Xeris spectrum* (L.) i *Elatroides dermestoides* (L.) (Capecki 1974, 1976; Król, Ząbecki 1976; Capecki, Tuteja 1982; Starzyk, Łuszczak 1982; Huruk, Kuśka 1983; Starzyk, Styczyński 1984; Starzyk, Wójcik 1985; Starzyk, Kułaczek 1987; Gądek 1992, 1995; Starzyk 1996; Król 2012).

Owady kambio- i ksylofagiczne występujące na jodle tworzą trzy grupy fenologiczne: zespół wczesnowiosenny (*P. curvidens*, *P. spinidens*, *P. vorontzowi*, *X. lineatus*), zespół wiosenny (*P. piceae*, *C. piceae*, *P. pityographus*, *R. inquisitor*, *E. dermestoides*) i zespół letni (*X. lineatus*, *E. dermestoides*, *S. barbatus*, *Siricidae*) (Capecki 1976).

Spośród wszystkich kambiofagów jodły najbardziej wszechstronnym gatunkiem jest smolik jodłowiec (*P. piceae*) opanowujący drzewa stojące oraz powalone różnego wieku i grubości. Podobny charakter ma występowanie wgrzyzonia jodłowca (*C. piceae*), rozwijającego się na cieńszym materiale leżącym i odpadach, cechującego się bardzo dużą energią rozrodu. Jodłowce (*Pityokteines* spp.) występują liczniej tylko lokalnie. Zasiedlają głównie drzewa stojące, rzadziej i mniej licznie powalone, co ogranicza ich możliwości masowego rozrodu. W drzewostanach silnie przerzedzonych, rosnących na wzniesieniach,

gęstość zasiedlenia przez korniki jest mniejsza, natomiast liczniej występują tam trzpienniki (*Siricidae*) i głąszczyn brodaty (*S. barbatus*) (Capecki, Tuteja 1982).

Udział powierzchniowy jodły w drzewostanach na całym obszarze Pienińskiego Parku Narodowego (PPN) wynosi 51,7%, a na gruntach Skarbu Państwa 47,4%. Udział miąższościowy tego gatunku jest wyższy i wynosi odpowiednio 63,9% oraz 60,0%, przy przeciętnej zasobności ponad 300 m³/ha (Murzynowski, Szmigiel 2009). Obecnie w PPN monitoringiem i badaniami naukowymi objęte są głównie przebudowywane drzewostany świerkowe z uwagi na zachodzące w nich (jak w znacznej części Karpat Zachodnich) procesy gwałtownego rozpadu. W niedostatecznym stopniu poznana jest natomiast entomofauna jedlin. Owady foliofagiczne żerujące na jodle, w warunkach PPN nie odgrywają praktycznie żadnej roli, w przeciwieństwie do kambio- i ksylofagów.

Stan rozpoznania owadów kambio- i ksylofagicznych związanych z jodłą jest stosunkowo dobry (Capecki, Tuteja 1974, 1977, 1982; Capecki 1976; Król, Ząbecki 1976; Gądek 1992, 1995; Król 2012), choć pewne dane mogły ulec dezaktualizacji. Natomiast znajomość składu gatunkowego i liczebności ich entomofagów (drapiezców i parazytoidów) jest niewystarczająca. Skład gatunkowy owadów kambio- i ksylofagicznych, występujących na jodle w Pienińskim Parku Narodowym, jest typowy dla jedlin górskich, jednak zespół ich wrogów naturalnych (entomofagów) poznany jest w niewielkim stopniu. Bardzo fragmentaryczne dane na ten temat znaleźć można w pracy Capeckiego (1974), poświęconej wyłącznie PPN oraz w późniejszej publikacji dotyczącej szkodników wtórnych jodły (Capecki 1982).

Tymczasem w warunkach Pienińskiego Parku Narodowego, z uwagi na wysoki stopień różnorodności biologicznej ekosystemów (leśnych, ale przede wszystkim łąkowych), wielokrotnie stwierdzano znaczny, wyższy niż w innych terenach górskich, poziom oporu środowiska. Wyraża się on w wysokiej frekwencji, różnorodności gatunkowej i efektywności wrogów naturalnych owadów kambio- i ksylofagicznych, w tym gatunków żyjących na świerku

pospolitym (Każmierczak 1992; Grodzki 1997, 2010). Można przypuszczać, że podobnie istotną rolę w ograniczaniu zagrożenia drzew i drzewostanów odgrywają parazytoidy i drapieżce związane z kambio- i ksylofagami żyjącymi na jodle pospolitej. Hipoteza ta wymaga jednak potwierdzenia drogą badań naukowych.

W ostatnich latach w drzewostanach jodłowych obserwuje się miejscowe, pojedyncze i grupowe zamieranie drzew (Grodzki 2010). Nasilenie tego zjawiska jest niewielkie, jednakże jego przyczyna jest dotychczas niewyjaśniona i wymaga gruntownego rozpoznania. Przypuszcza się, że być może drzewa osłabione przez uderzenie pioruna zostały następnie zaatakowane przez dobijające je owady kambio- i ksylofagiczne, jednak jest to tylko jedna z hipotez, którą należałoby zweryfikować. Hipotezą alternatywną jest osłabienie drzew przez infekcje grzybów patogennych (zwłaszcza patogenów korzeni), których charakterystyka jakościowa i ilościowa nie jest rozpoznana. Nieznany pozostaje zatem zarówno mechanizm infekcji i będącej jej skutkiem choroby, jak i gatunki grzybów patogennych, które są przyczyną obserwowanych symptomów chorobowych. Zainfekowane drzewa są także bardziej podatne na złamania (wskutek występujących wewnątrz strzał zgnilizn), co przy powtarzających się ostatnio gwałtownych wichurach staje się główną przyczyną ich uszkodzenia. Przeprowadzenie takiego rozpoznania, poza niewątpliwymi walorami poznawczymi, pozwoli na lepszą ocenę i prognozę stanu zdrowotnego lasów PPN, umożliwiając wychwycenie przyczyn niekorzystnych zjawisk już na samym początku ich powstawania. Wyniki badań mogą także mieć zastosowanie w ocenie zdrowotności i zagrożenia drzewostanów jodłowych objętych gospodarką leśną poza terenami parków narodowych.

CEL BADAŃ

Celem badań entomologicznych było poznanie składu gatunkowego i frekwencji parazytoidów oraz innych owadów związanych z owadami kambio- i ksylofagicznymi występującymi na jodle pospolitej, jako podstawy określenia ich znaczenia w kształtowaniu się zagrożenia

jedlin Pienińskiego Parku Narodowego. Natomiast celem badań fitopatologicznych było określenie składu gatunkowego grzybów patogennych wpływających na stan zdrowotny jodły w PPN oraz nasilenia występowania objawów chorobowych.

TEREN I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na obszarze objętym ochroną czynną w Pienińskim Parku Narodowym (Obwód Ochronny „Pieninki”), w drzewostanach jodłowych, w których grupowo występowały drzewa posuszowe, wykazujące oznaki zasiedlenia przez owady kambio- i ksylofagiczne. Były to drzewostany w oddziałach 34j i 36b (Tab. I).

Badania entomologiczne

W 2012 r. do badań wybrano gniazdo posuszu jodłowego w oddz. 36b (pow. A), w którym występowały zamarłe jodły ze śladami uderzenia pioruna, jodły bez takich oznak oraz drzewa w trakcie zamierania. W lipcu 2012 r., po uzyskaniu zezwolenia Ministra Środowiska¹, w drzewostanie tym ścięto trzy zamarłe jodły (nr 1–3), na których dokonano oceny występowania owadów kambio- i ksylofagicznych. Wykonano je przy pomocy sekcyjnych analiz entomologicznych, określając gatunki stwierdzone w poszczególnych charakterystycznych sekcjach strzał (I – odziomek, II – połowa między odziomkiem a koroną, III – pod koroną, IV – w połowie korony). Następnie z zasiedlonych partii strzał pobrano dziewięć półmetrowych wyrzynków w korze, które umieszczono w fotoeklektorach z agrotkaniny (Fot. 1). Fotoeklektory zaopatrzone były w pojemniki z płynem konserwującym, do których odławiały się wychodzące do światła owady. Fotoeklektory oraz ścięte drzewa pozostawiono w terenie na okres zimowy (Fot. 2). W 2013 r. kontrolowano hodowle założone w 2012 r., dokonując zbioru i oznaczenia owadów lęgących się z wyrzynków.

W 2013 r. badaniami (według tej samej metodyki) objęto kolejne gniazdo posuszowe w oddziale 34j. W gnieździe tym w dniu 1 lipca ścięto kolejne trzy jodły (nr 4–6), dokonano oceny ich

¹ Decyzja nr DLPpn-4102-217/29075/12/RS z dn. 24.07.2012.

Tabela I. Skrócona charakterystyka drzewostanów objętych badaniami w Pienińskim Parku Narodowym**Table I.** Brief characteristics of studied stands in the Pieniny National Park

Powierzchnia Plot	Oddział Comp.	Siedliskowy typ lasu Forest site type	Typ ochrony Protection regime	Wys. m n.p.m. Altitude m a.s.l.	Wystawa stoku Slope exposition	Wiek jodły (lat) Age of fir (years)
A	36b	Las górski świeży (LGśw) Fresh deciduous forest	czynna active	560–680	E	100–140
B	34j			600–710	S	125

**Fot. 1.** Fotoeklektory terenowe z agrotkaniny z pojemnikami z płynem konserwującym na lęgące się owady**Phot. 1.** Electors made from agrotissue with the containers filled with the liquid preserving emerged insects

zasiedlenia przez owady kambio- i ksylofagiczne według opisanej wyżej metodyki, a następnie pobrano z nich po trzy półmetrowe wyrzynki do hodowli.

Część wyrzynków, wykazujących oznaki zasiedlenia przez owady kambio- i ksylofagiczne, umieszczono w fotoeklektorach z agrotkaniny, a pozostałe zawieszono na linie rozpiętej między drzewami (Fot. 3), aby umożliwić ich zasiedlenie

w dalszej części sezonu wegetacyjnego. W dniu 1 sierpnia 2013 r. dokonano kontroli założonych hodowli, a wyrzynki pozostawione do zasiedlenia umieszczono w fotoeklektorach. Owady wyhodowane w fotoeklektorach zebrano i umieszczono w płynie konserwującym w celu ich oznaczenia w warunkach laboratoryjnych.

W 2014 r. kontynuowano założone wcześniej hodowle fotoeklektorowe, okresowo je kontrolując i dokonując zbioru wylęgłych owadów. Ostatnią kontrolę przeprowadzono 3 września 2014 r. Po zebraniu owadów hodowle zlikwidowano.

Ogółem w całym okresie badań pobrano do hodowli 18 wyrzynków jodłowych, zgodnie z limitem określonym w zezwoleniu Ministra Środowiska.

Badania fitopatologiczne

Ocenę objawów chorobowych występujących na jodle w Pienińskim Parku Narodowym przeprowadzono na dwóch powierzchniach badawczych zlokalizowanych w oddziałach: 36b (pow. A) oraz 34j (pow. B), w dwóch kolejnych latach 2013 i 2014. Na każdej powierzchni dokonano oceny stanu zdrowotnego grupy chorych i sąsiadujących z nimi zdrowych drzew oraz wykonano analizę fitopatologiczną pniaków, złomów i wywrotów według przedstawionej poniżej metodyki.

Ocena ubytku aparatu asymilacyjnego według następującej klasyfikacji (Borecki, Keczyński 1992):

- Klasa 0 – uiglenie korony pełne, żywozielone; ubytek aparatu asymilacyjnego do 10%
- Klasa 1 – ubytek aparatu asymilacyjnego od 11 do 25%, igliwie zielone
- Klasa 2 – ubytek aparatu asymilacyjnego od 26 do 60%, igliwie przebarwione



Fot. 2. Fotoeklektory wywieszone w oddz. 36b i pozostawione na zimę

Phot. 2. Eclectors suspended in comp. 36b and left for winter



Fot. 3. Wyrzynki jodłowe pozostawione do zasiedlenia przez owady

Phot. 3. Fir bolts exposed for infestation by the insects

- Klasa 3 – ubytek aparatu asymilacyjnego powyżej 60%, igliwie silnie przebarwione
- Klasa 4 – igliwie martwe.

Stopnie nasilenia występowania symptomów chorobowych w postaci zamaryłych całych gałęzi:

- Stopień 1 – pojedyncze martwe gałęzie do 10%
- Stopień 2 – martwe gałęzie od 11 do 25%
- Stopień 3 – martwe gałęzie od 26 do 50%
- Stopień 4 – martwe gałęzie od 51 do 75%
- Stopień 5 – martwe gałęzie powyżej 75%.

Ocena stanu zdrowotnego gałęzi drzew:

- obecność „czarcich mioteł”
- obecność raków drzewnych
- inne.

Ocena stanu zdrowotnego pnia:

- raki drzewne
- owocniki *Phellinus hartigii* (ALLESCH. et SCHNABL) PAT. z określeniem ich liczby i lokalizacji na pniu (góra, środek, dół)
- oznaki etiologiczne *Armillaria* sp. oraz *Heterobasidion* sp.
- inne.

Analiza pniaków:

- obecność zgnilizny z określeniem miejsca występowania (drewno bielaste, twarde)
- oznaki etiologiczne grzybów z rodzaju *Armillaria* i *Heterobasidion*
- owocniki *P. hartigii* i innych grzybów zgniliznowych.

W 2013 r. przeanalizowano 40 drzew na powierzchni w oddziale 34j i 25 drzew na powierzchni w oddziale 36b, natomiast w 2014 r. odpowiednio 60 i 40 drzew.

WYNIKI BADAŃ

Ocena zasiedlenia drzew na powierzchniach

W sekcjach strzał trzech jodeł analizowanych w 2012 r. stwierdzono występowanie owadów kambio- i ksylofagicznych należących do czterech gatunków (Tab. II). Najliczniej występującymi były jodłowce: kolcozębny *Pityokteines spinidens* i Woroncowa *P. vorontzowi*. W chodnikach spotykano żerujące larwy przekraska mróweczki *Thanasimus formicarius* (L.). Natomiast

w sekcjach strzał trzech jodeł analizowanych w 2013 r. stwierdzono oznaki zasiedlenia przez dwa gatunki jodłowców: krzywozębny *P. curvidens* i kolcozębny *P. spinidens*, których żerowiska (niezbyt liczne) znajdowały się na strzałach oraz w strefie koron jodeł, podczas gdy w częściach odziomkowych stwierdzano wgryzienia drwalnika paskowanego *Trypodendron lineatum* lub brak zasiedlenia przez owady (Tab. II).

W roku 2014 oceniono zasiedlenie leżącej jodły ściętej w 2013 r., stwierdzając na niej obecność *P. vorontzowi* w zagęszczeniu od 3,5 (w sekcji dolnej) do 7 (w sekcji pod koroną) żerowisk na 1 dm² oraz jedno żerowisko tycza jodłowca *Acanthocinus reticulatus* (RAZOUN.) w sekcji środkowej. Część żerowisk jodłowca Woroncowa wykazywała oznaki silnego zagryzienia. Wszystkie stwierdzone taksony należą do typowej entomofauny kambio- i ksylofagicznej jodły, znanej z terenu PPN.

Hodowle fotoeklektorowe

Podczas trzyletnich badań prowadzonych na powierzchniach A i B zebrano ogółem 3377 okazów owadów, które oznaczono do poziomu gatunku, a część do rodzaju, rodziny bądź rzędu ze względu na uszkodzenie okazów i/lub brak kluczy przeznaczonych do determinacji postaci przedimaginalnych. Większość (3170 okazów) stanowiły owady oznaczone do 27 gatunków, 5 okazów należało do czterech rodzajów, 52 okazy zaliczono do jednej z sześciu rodzin, a pozostałe 149 okazów – do dwóch rzędów (Tab. III).

W zebranym materiale dominowały chrząszcze *Coleoptera*, które stanowiły 93,3% ogólnej liczby okazów, muchówki *Diptera* – 4,5%, błonkoskrzydłe *Hymenoptera* – 1,6%, a pozostałe owady zaliczono do mszyc *Aphididae* (*Hemiptera*) i wielbłądek *Rhaphidioptera* – odpowiednio 0,5% i 0,1%.

Wśród zebranych chrząszczy zdecydowanie przeważały korniki *Curculionidae*: *Scolytinae* należące do 8 gatunków, które stanowiły 96,8% liczby okazów, a z pozostałych rodzin – śniadkowate *Melandryidae* z 1 gatunkiem (1,9%), kózkowate *Cerambycidae* z 3 gatunkami (0,5%) i kusakowate *Staphylinidae* z 2 gatunkami (0,3%), a w mniejszym udziale także przedstawiciele

Tabela II. Zestawienie gatunków owadów kambio- i ksylofagicznych stwierdzonych na analizowanych zamarłych jodłach w Pienińskim Parku Narodowym w 2012 r. (drzewa 1–3) i 2013 r. (drzewa 4–6)**Table II.** Species of cambio- and xylophagous insects found on analyzed dead firs in the Pieniny National Park in 2012 (trees 1–3) and 2013 (trees 4–6)

Numer drzewa No of tree	Gatunek / Species	Numer sekcji / Section number			
		I	II	III	IV
1	Obwód sekcji (cm) Section circumference (cm)	98	78	75	72
	<i>Pityokteines vorontzowi</i>				X
	<i>Pissodes piceae</i>	X			
	<i>Tetropium castaneum</i>	X		X	
2	Obwód sekcji (cm) Section circumference (cm)	135	124	120	95
	<i>Pityokteines spinidens</i>			X	
	<i>Pityokteines vorontzowi</i>				X
	<i>Tetropium castaneum</i>		X		
3	Obwód sekcji (cm) Section circumference (cm)	108	100	94	76
	<i>Pityokteines spinidens</i>			X	
	<i>Cryphalus piceae</i>				X
	<i>Pissodes piceae</i>			X	
	<i>Xyloterus lineatus</i>	X			
4	Obwód sekcji (cm) Section circumference (cm)	90	74	62	58
	<i>Pityokteines spinidens</i>		X	X	X
	<i>Pityokteines curvidens</i>		X		
	<i>Xyloterus lineatus</i>	X			
5	Obwód sekcji (cm) Section circumference (cm)	96	81	69	56
	<i>Pityokteines curvidens</i>				X
6	Obwód sekcji (cm) Section circumference (cm)	97	89	71	54
	<i>Pityokteines spinidens</i>				X

rodzin: *Buprestidae*, *Cantharidae*, *Anaspidae*, *Byturidae*, *Cryptophagidae*, *Nitidulidae* i *Cerylonidae*. Natomiast błonkoskrzydłe należały do 6 rodzin – najliczniejszą grupę stanowiły trzpiennikowate *Siricidae*, obejmujące 29,6% okazów z tego rzędu, gąsienicznikowate *Ichneumonidae* – 22,2%, męszelkowate *Braconidae* – 20,4% oraz mrówkowate *Formicidae* – 18,5%, a pojedynczo także przedstawiciele rodzin *Ibaliidae* i *Torymidae*. Wśród muchówek przeważały saprofagiczne, nieoznaczone do gatunku okazy z rodzin *Tipulidae*, *Sciaridae*, *Tephritidae* i *Syrphidae*. Zebrano także 5 okazów gatunku drapieżnego z rodziny *Stratiomyidae*.

Z ogólnej liczby 3377 owadów, 3228 okazów zaliczono do jednej z pięciu wyróżnionych grup troficznych, obejmujących: kambiofagi, ksylofagi, saprofagi, gatunki drapieżne oraz parazytoidy. Pozostałą liczbę stanowiły gatunki mniej lub bardziej przypadkowo odłowione. Zdecydowanie dominującą grupę (93,9%) tworzyły kambio- i ksylofagi (odpowiednio 78,7% i 15,3%), natomiast udział stanowiących główny przedmiot badań parazytoidów i drapieżców wyniósł odpowiednio 0,4% i 0,8% – w sumie było to 37 okazów owadów (Tab. IV). Rozkład procentowy owadów należących do poszczególnych grup nie różnił się zasadniczo pomiędzy powierzchniami

Tabela III. Liczba okazów owadów odłowionych na powierzchniach badawczych w Pienińskim Parku Narodowym według wyróżnionych grup troficznych**Table III.** Number of insect specimens captures on the research plots in the Pieniny National Park by distinguished trophic groups

Takson / Taxon	Grupa troficzna Trophic group	Pow. A Plot A	Pow. B Plot B	Razem Sum
<i>Cryphalus piceae</i> (RATZ.)	K	718		718
<i>Cryphalus intermedius</i> FERR.	K	78		78
<i>Pityokteines curvidens</i> (GERM.)	K	101		101
<i>Pityokteines vorontzowi</i> (JACOBS.)	K	219	874	1093
<i>Pityokteines spinidens</i> (REITT.)	K	19	629	648
<i>Pityophthorus pityographus</i> (RATZ.)	K	2		2
<i>Hylastes</i> sp.	K		1	1
<i>Rhagium inquisitor</i> (L.)	K	8		8
<i>Xyloterus lineatus</i> (OL.)	X	127	283	410
<i>Serropalpus barbatus</i> (SCHALL.)	X	46	14	60
<i>Acanthocinus reticulatus</i> (RAZOUN.)	X		2	2
<i>Anastrangalia dubia</i> SCOP.	X	5		5
<i>Anthaxia quadripunctata</i> (L.)	X	1		1
<i>Xeris spectrum</i> (L.)	X	11		11
<i>Urocerus gigas</i> (L.)	X	4		4
<i>Sirex noctilio</i> FABR.	X	1		1
<i>Rhagonycha fulva</i> (SCOP.)	S	1		1
<i>Anaspis</i> sp.	S	1		1
Byturidae	S	6		6
<i>Cryptophagus denticulatus</i> HEER	S	1		1
<i>Eपुरaea</i> sp.	S	1	1	2
<i>Cerylon histeroides</i> (FABR.)	S		1	1
<i>Quedius xanthopus</i> ER.	D	2		2
<i>Dinaraea arcana</i> (ER.)	D	1		1
Staphylinidae inne – larwy others – larvae	D	6	1	7
<i>Ipidia binotata</i> REITT.	D	1	1	2
<i>Zabrachia tenella</i> (JAENNICKE)	D	5		5
<i>Rhyssa persuasoria</i> (L.)	P	9		9
<i>Neoxorides nitens</i> (GRAV.)	P		1	1
<i>Poemenia hectica</i> (GRAV.)	P	1		1
<i>Rhimphoctona</i> sp.	P	1		1
<i>Coeloides forsteri</i> HAESEL.	P		1	1
<i>Ibalia leucospoides</i> (HOCH.)	P	3		3
Braconidae (szczytka) (residuals)	P	10		10
Formicidae		10		10
Torymidae		1		1
Hymenoptera inne other		1		1
Diptera		79	68	147
Aphidiidae		18		18
Rhaphidioptera		2		2
Razem / Total		1500	1877	3377

K – kambiofagi cambiophages, X – ksylofagi xylophages, S – saprofagi saprophages, D – drapieżce predators, P – parazytoidy parasitoids

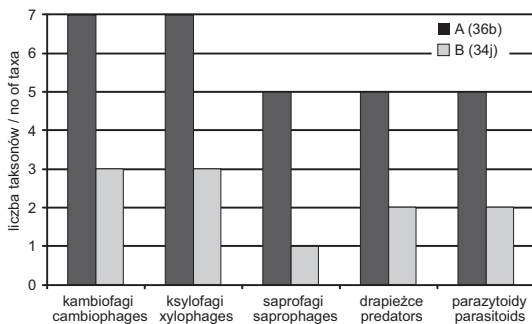
Tabela IV. Liczba i udział owadów zebranych na powierzchniach badawczych w Pienińskim Parku Narodowym według wyróżnionych grup troficznych**Table IV.** Number and share of insects collected on research plots in the Pieniny National Park by distinguished trophic groups

Grupa troficzna Trophic group	Pow. A / Plot A		Pow. B / Plot B		Razem / Sum	
	szt. no	%	szt. no	%	szt. no	%
Kambiofagi / Cambiophages	1044	76,7	1504	80,2	2548	78,7
Ksylofagi / Xylophages	195	14,3	299	15,9	494	15,3
Saprofagi / Saprophages	89	6,5	70	3,7	159	4,9
Drapieżce / Predators	10	0,7	2	0,1	12	0,4
Parazytoidy / Parasitoids	24	1,8	1	0,1	25	0,8
Razem / Total	1362	100,0	1876	100,0	3238	100,0

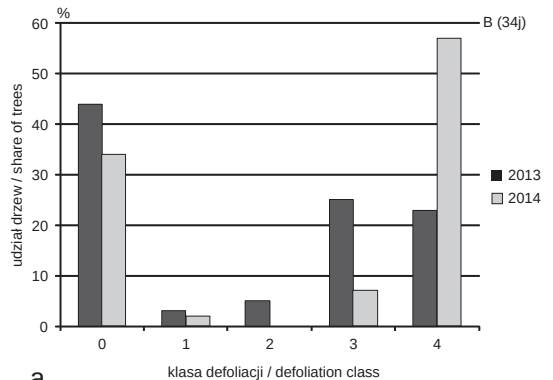
badawczymi, chociaż na powierzchni A udział parazytoidów i drapieżców (w sumie 2,5%) był wyższy niż na powierzchni B (0,2%).

Wśród zebranych owadów kambiofagicznych najliczniejszymi były: *Pityokteines vorontzowi* – 1093 szt. (41%), *Cryphalus piceae* – 718 szt. (27%) oraz *P. spinidens* – 648 szt. (24%). W grupie ksylofagów dominował *Trypodendron lineatum* – 410 szt. (83%), liczny był też *Serropalpus barbatus* – 60 szt. (12%). Owady z pozostałych grup troficznych odławiano zwykle pojedynczo, maksymalnie w liczbie do 10 szt., a żaden z gatunków entomofagicznych nie wystąpił z wyraźną przewagą liczebną.

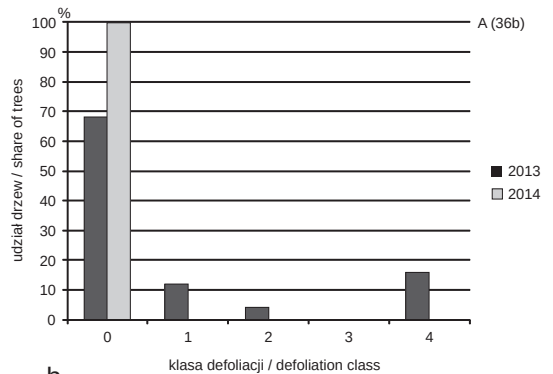
Badana fauna owadów cechowała się większą różnorodnością na powierzchni A niż na powierzchni B, co zaznaczyło się w obrębie wszystkich pięciu wyróżnionych grup troficznych (Ryc. 1). W grupie kambio- i ksylofagów

**Ryc. 1.** Liczba taksonów owadów należących do poszczególnych grup troficznych, stwierdzona na powierzchniach w Pienińskim PN**Fig. 1.** Number of insect taxa belonging to individual trophic groups, found on the plots in the Pieniny NP

stwierdzono tu bowiem po 7 gatunków (wobec 3 na pow. B), a w pozostałych trzech grupach – po 5 gatunków (wobec 1–2 na powierzchni B). Obrazujący różnorodność gatunkową wskaźnik



a



b

Ryc. 2. Udział procentowy drzew w poszczególnych klasach uszkodzenia aparatu asymilacyjnego jodeł na powierzchniach badawczych B (a) i A (b) w roku 2013 oraz 2014**Fig. 2.** Share of fir trees in individual defoliation classes on the research plots B (a) and A (b) in 2013 and 2014

Shannona-Wienera, obliczony dla taksonów zaliczonych do pięciu wyróżnionych grup troficznych, osiągnął wyższą wartość na powierzchni A (1,65) niż na powierzchni B (1,08).

Ocena stanu zdrowotnego jodeł

Na podstawie oceny uszkodzenia aparatu asymilacyjnego u drzew na powierzchni B w oddziale 34j stwierdzono wzrost liczby chorych drzew (klasy uszkodzenia 1–4) z 22 w roku 2013, do 39 sztuk w roku 2014. W 2014 r. zaobserwowano również istotnie wyższy (57%) udział drzew w najwyższej klasie uszkodzenia aparatu asymilacyjnego (igłowie martwe) niż w roku 2013 – 23% (Ryc. 2a). Natomiast podczas analiz przeprowadzonych na powierzchni A w oddziale 36b w 2014 r. nie zaobserwowano drzew z ubytkiem aparatu asymilacyjnego powyżej 10% (Ryc. 2b).

Na obu powierzchniach badawczych występowały drzewa z martwymi gałęziami. Na powierzchni B nie stwierdzono istotnych zmian pomiędzy dwoma okresami badawczymi. Z kolei na powierzchni A w 2014 r. nastąpiło przesunięcie blisko 20% drzew z martwymi gałęziami ze stopnia 1 do stopnia 2 (Tab. V).

W ocenie symptomów chorobowych występujących na gałęziach badanych drzew stwierdzono jedynie objawy rdzy jodły i goździkowatych, powodowane przez *Melampsorella caryophyllacearum* (DC) SCHROET. Były to czarcie miotły

i raki drzewne występujące w niewielkich ilościach (Tab. VI).

W roku 2013 symptomy chorobowe na pniach drzew na powierzchni B występowały bardzo

Tabela V. Udział procentowy jodeł w poszczególnych stopniach nasilenia występowania martwych gałęzi na powierzchniach badawczych w Pienińskim Parku Narodowym

Table V. Share of firs in individual levels of the occurrence of dead branches on research plots in the Pieniny National Park

Nasilenie występowania martwych gałęzi	Pow. A / Plot A		Pow. B / Plot B	
	2013	2014	2013	2014
Stopień Level 1	32,0	12,5	15,0	16,7
Stopień Level 2	36,0	55,0	27,5	23,3
Stopień Level 3	28,0	27,5	40,0	36,7
Stopień Level 4	4,0	5,0	10,0	16,7
Stopień Level 5	0,0	0,0	7,5	6,7

Tabela VI. Liczba drzew z objawami chorobowymi *Melampsorella caryophyllacearum* na gałęziach na powierzchniach badawczych w Pienińskim Parku Narodowym

Table VI. Number of trees with *Melampsorella caryophyllacearum* symptoms on the branches on research plots in the Pieniny National Park

Objawy chorobowe Symptoms	Pow. A / Plot A		Pow. B / Plot B	
	2013	2014	2013	2014
Czarcie miotły Witches' broom	0	0	2	2
Raki drzewne Wood canker	4	4	0	3

Tabela VII. Liczba jodeł z objawami chorobowymi stwierdzonymi na pniach analizowanych drzew na powierzchniach badawczych w Pienińskim Parku Narodowym

Table VII. Number of firs with disease symptoms on stems of analyzed trees on research plots in the Pieniny National Park

Objawy chorobowe / Symptoms	Pow. A / Plot A		Pow. B / Plot B	
	2013	2014	2013	2014
Rak drzewny (<i>M. caryophyllacearum</i>) Wood canker (<i>M. caryophyllacearum</i>)	5	3	2	1
Owocniki <i>Phellinus hartigii</i> <i>Phellinus hartigii</i> fruiting bodies	1	1	1	3
Grzybnia i ryzomorfy <i>Armillaria</i> sp. <i>Armillaria</i> sp. mycelium and rhizomorphs	6	2	1	17
Owocniki <i>Heterobasidion</i> sp. <i>Heterobasidion</i> sp. fruiting bodies	0	0	0	2
Listwa / Ledge	3	3	0	0
Dziupla / Hollow	1	1	0	0
Inne / Other	0	4	6	8
Brak symptomów / No symptoms	9	26	30	29
Razem / Total	25	40	40	60



Fot. 4. Symptomy chorobowe występujące na chorych jodłach: a – zamieranie igieł, b – ryzomorfy podkorowe *Armillaria*, c – owocnik *Phellinus hartigii*

Phot. 4. Disease symptoms present on the firs: a – needle mortality, b – subcortical *Armillaria* rhizomorphs, c – *Phellinus hartigii* fruiting body

rzadko, w porównaniu z powierzchnią A (Tab. VII). Tutaj zaobserwowano stosunkowo wysoki udział drzew z grzybnią i ryzomorfami *Armillaria* sp. – 24% (6 drzew) oraz z rakami zamkniętymi na pniu powodowanymi przez *M. caryophyllacearum* – 20% (5 drzew). W roku 2014 sytuacja była odmienna. Na powierzchni B stwierdzono wzrost liczby drzew z objawami opieńkowej zgnilizny korzeni w postaci grzybni i ryzomorf na pniu i w szyi korzeniowej z 1 do 17 sztuk, podczas gdy na powierzchni A liczba takich drzew uległa obniżeniu z 6 do 2 sztuk (Fot. 4, Tab. VII).

W wyniku analizy pniaków, przeprowadzonej w 2013 i 2014 r. na powierzchni B, stwierdzono pojedyncze występowanie grzybni i ryzomorf *Armillaria* oraz owocników *Heterobasidion* sp. (Tab. VIII). Na powierzchni A odnotowano owocniki *Heterobasidion* sp. na 15–17% przeanalizowanych pniaków, natomiast na 50–55% pniaków

stwierdzono obecność symptomów chorobowych w postaci grzybni i ryzomorf tworzonych przez opieńkę (Tab. VIII). Na złomach i wywrotach stwierdzono owocniki *Phellinus hartigii*, *Trichaptum abietinum* (Fr.) Ryv. i *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. KARST.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYKUSJA

Podczas trzyletnich badań z założonych hodowli fotoeklektorowych uzyskano w sumie niemal 3,4 tys. okazów owadów, wśród których wyraźnie dominowały gatunki kambio- i ksylofagiczne, stanowiące około 94%. Najliczniej stwierdzane gatunki, zwłaszcza korniki (łącznie z ksylofagicznym drwalnikiem paskowanym *T. lineatum*) oraz głąszczyn brodaty *S. barbatus*, to owady bardzo silnie związane z jodłą pospolitą, a jednocześnie wchodzące w skład typowego dla tego

gatunku drzewa zespołu owadów (Capecki, Tuteja 1974; Capecki 1982; Gądek 1992). Ich liczne występowanie stwierdzano już wielokrotnie w obszarach chronionych (Król, Ząbecki 1976; Capecki, Tuteja 1977; Gądek 1995), w tym również w Pienińskim Parku Narodowym (Capecki 1974; Grodzki 2010).

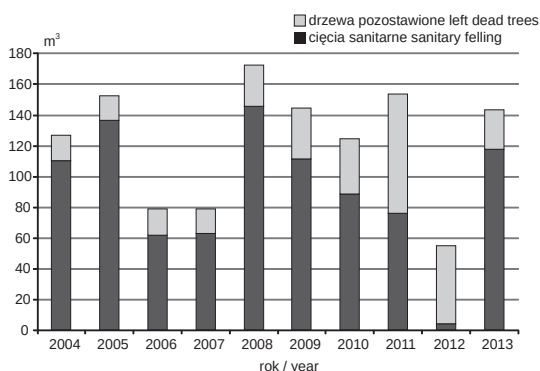
Przeprowadzone badania terenowe wykazały jednak, że w obserwowanych drzewostanach PPN frekwencja tych owadów była w ostatnich latach stosunkowo niska, a rola w zamieraniu jodeł – niewielka i raczej wtórna (Ryc. 3). Może na to wskazywać stosunkowo silne zasiedlenie przez jodłowce i wgryzonia jodłowca drzewa leżącego, ściętego w roku poprzedzającym

wykonane obserwacje i nie posiadającego praktycznie żadnego potencjału obronnego (Christiansen i in. 1987).

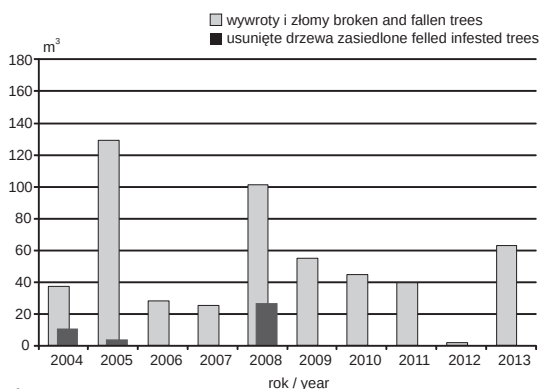
Nieco zaskakuje brak w zebranych materiale smolika jodłowca *Pissodes piceae*, który wcześniej był wykazywany z Parku (Capecki 1974, Grodzki 2010), znanego jako ważny gatunek powodujący wydzielanie się posuszu jodłowego (Capecki 1982; Capecki, Tuteja 1982). Może to być związane z ekologią tego gatunku kambiofaga, którego liczebność ulega w kolejnych latach znacznym wahaniom. Wielokrotnie, zarówno w Beskidzie Sądeckim jak i w Górach Świętokrzyskich, obserwowano naprzemienne wahania liczebności tego gatunku oraz jodłowców, zwłaszcza *P. curvidens* oraz wgryzonia jodłowca *C. piceae* (Starzyk 1996), co może tłumaczyć niski poziom populacji smolika w okresie prowadzenia badań. Natomiast liczniejsze występowanie gatunków ksylofagicznych, o charakterze wybitnie wtórnym (*Serropalpus barbatus*, *Trypodendron lineatum*, *Siricidae*), można uznać za typowe dla drzewostanów objętych reżimem ochronnym, które oferują tym owadom stosunkowo obfitą bazę lęgową (Capecki 1974, 1976).

Udział procentowy entomofagów (parazytoidów i drapieżców) był bardzo niski i wynosił 1,2%. Generalnie można domniemywać, że jest to pochodna stosunkowo niskiego poziomu populacji kambio- i ksylofagów, będących ich żywicielami. Mimo, że zespół znanych dotychczas entomofagów tych owadów jest dość liczny (Tab. IX), to w zebranych materiale stwierdzono zaledwie kilka gatunków owadów z tych grup troficznych (Tab. III).

Spośród parazytoidów znanych wcześniej z terenu PPN stwierdzono tylko 2 gatunki: *Coeloides forsteri* HAESEL. i *Rhyssa persuasoria* (L.), a spośród gatunków wykazanych spoza terenu Pienin nie zebrano żadnego okazu. Według informacji z literatury, *C. forsteri* jest parazytoidem smolika jodłowca *P. piceae* (Capecki 1982), którego nie zebrano podczas badań. Natomiast *R. persuasoria* jako parazytoid ma stosunkowo szerokie spektrum żywicieli, obejmujące poza trzpienikowatymi *Siricidae* także *Serropalpus barbatus* (Capecki 1982, Kaźmierczak 1981), które były stwierdzone w zebranych materiale.



a



b

Ryc. 3. Miąższość drewna jodłowego pozyskanego w cięciach sanitarnych oraz pozostawionego w lesie (a) oraz wywrotów, złomów i pozyskanych drzew zasiedlonych (b) w drzewostanach Pienińskiego PN w dziesięciolecie 2004–2013

Fig. 3. Volume of fir wood processed in sanitary felling and left in the stands (a) and of processed broken/fallen/infested trees (b) in the stands of the Pieniny NP in 2003–2013

Tabela VIII. Liczba pniaków, złomów i wywrotów z objawami grzybów patogenicznych**Table VIII.** Number of stumps, broken and uprooted trees with the symptoms of pathogenic fungi on research plots in the Pieniny National Park

Grzyby patogeniczne na pniakach, złomach i wywrotach Pathogenic fungi on stumps, broken and uprooted trees	Pow. A / Plot A		Pow. B / Plot B	
	2013	2014	2013	2014
Liczba pniaków / No of stumps	20	24	19	14
Grzybnia i ryzomorfy <i>Armillaria</i> sp. <i>Armillaria</i> sp. mycelium and rhizomorphs	11 (55%)	12 (50%)	0	1
Owocniki <i>Heterobasidion</i> sp. <i>Heterobasidion</i> sp. fruiting bodies	3 (15%)	4 (17%)	1	0
Liczba złomów i wywrotów No of broken and uprooted trees	0	1	1	6
<i>Phellinus hartigii</i>				2
<i>Trichaptum abietinum</i>				1
<i>Fomitopsis pinicola</i>				1

Gąsienicznik *Neoxorides nitens* (GRAV.) jest znanym parazytoidem kózkowatych (Kenis, Hilszczański 2004), w tym tycza jodłowca *Acanthocinus reticulatus* (Sláma 1998), który został stwierdzony w zebranych materiale. Inne zebrane gatunki gąsieniczników: *Poemenia hectica* (GRAV.) i *Rhimphoctona* sp., a także jeden gatunek z rodziny *Ibaliidae* – *Ibalia leucospoides*, związane są z gatunkami ksylofagicznymi, głównie z *Siricidae* (Hymenoptera) oraz *Cerambycidae* (Coleoptera) (Capecki 1982; Gądek 1992; Kenis, Hilszczański 2004), bądź też – jak *P. hectica* – także z błonkówkami żyjącymi w chodnikach larw kózkowatych (J. Hilszczański, inf. ustna). Nie zebrano natomiast okazów *Eubazus semirugosus*, będącego efektywnym i często wykazywanym parazytoidem smolika jodłowca (Capecki, Tuteja 1977; Gądek 1992; Kenis, Mills 1992). O gatunku tym w kontekście Pienin wspomina Capecki (1974), jednak w formie dość ogólnej wzmianki sugerującej jego obecność. Oczekiwano zatem, że założone hodowle pozwolą potwierdzić jego występowanie w PPN, co jednak nie nastąpiło, prawdopodobnie wskutek wzmiankowanego wcześniej niskiego stanu populacji jego żywiciela – smolika jodłowca.

Spotykany w żerowiskach korników i kózek na analizowanych w terenie jodłach przekrasków mróweczka jest znanym drapieżcą owadów podkorowych o bardzo szerokim spektrum troficznym, który żeruje zarówno w stadium larwy, jak i imago (Michalski, Mazur 1999). *Ipidia binotata* REITT.,

chrząszcz z rodziny *Nitidulidae*, a także imagines i larwy kusakowatych *Staphylinidae* (np. z rodzaju *Quedius*) to generalni drapieżcy drobnych owadów podkorowych, zwłaszcza korników (Gądek 1992; Mazur, Michalski 2013), podobnie jak drapieżca korników *Dinaraea arcana* (ER.) – gatunek borealno-górski, występujący pod korą drzew iglastych (Horák, Nakládal 2008), bardzo rzadko spotykany w Polsce, a z Pienin dotychczas nie wykazany (Burakowski i in. 1981). Stwierdzona w zebranych materiale muchówka *Zabrachia tenella* (JAENNICKE) jest rzadko spotykanym gatunkiem, jeszcze do niedawna nie wykazywanym z Polski. Larwy, poczwarki i puparia tej muchówki znajdowane były pod korą martwych sosen, świerków i jodeł oraz w chodnikach korników (Greve, Hanssen 1994; Alexander 2002), natomiast gatunki z rodzaju *Zabrachia* znane są jako drapieżce amerykańskich korników z rodzaju *Ips* (Kulhavy i in. 1989). Gatunek stwierdzony zatem gatunek w PPN może zatem być drapieżcą korników występujących na jodle.

Warto także zwrócić uwagę na to, że kryterium wybierania powierzchni badawczych w PPN były występujące grupowo, zamierające i świeżo zamarłe jodły. Były to fragmenty drzewostanów o dość dużym zwarcie koron drzew, a zatem stosunkowo ciemne i chłodne. Miało to niewątpliwie wpływ na proces zasiedlania drzew przez kambio- i ksylofagi i ich entomofagi, a także na późniejszy rozwój owadów, co przełożyło się na uzyskane wyniki. Prawdopodobnie ważnym czynnikiem

Tabela IX. Dotychczas stwierdzone parazytoidy kambiofagów jodły na podstawie przeglądu literatury**Table IX.** Known parasitoids of cambiofages living on Silver fir, based on the literature review

Gatunki parazytoidów Parasitoid species	Gatunki żywicieli Host species
Braconidae	Curculionidae, Scolytinae ¹
<i>Coeloides melanostigma</i> STRAND	<i>Pityokteines spinidens</i>
<i>Dendrosoter middendorfi</i> (RATZ.)	<i>Pityokteines curvidens</i> , <i>P. spinidens</i> , <i>P. vorontzowi</i>
<i>Dendrosoter hartigii</i> (RATZ.)	<i>Pityokteines spinidens</i> , <i>P. vorontzowi</i>
<i>Dendrosotinus</i> sp.	<i>Pityokteines vorontzowi</i> , <i>Cryphalus piceae</i>
<i>Ecphylys hylesini</i> (RATZ.)	<i>Pityokteines vorontzowi</i> , <i>Cryphalus piceae</i>
<i>Spathius exarator</i> (L.)	<i>Pityokteines curvidens</i> , <i>P. spinidens</i>
Pteromalidae	
<i>Dinotiscus eupterus</i> (WALK.) HEDQV.	<i>P. curvidens</i> , <i>P. spinidens</i> , <i>P. vorontzowi</i> , <i>C. piceae</i>
<i>Metacolus unifasciatus</i> THOMS.	<i>Pityokteines curvidens</i>
<i>Nosonia ventripennis</i> (WALK.)	<i>Cryphalus piceae</i>
<i>Ropalicus ventricornis</i> THOMS.	<i>Pityokteines curvidens</i> , <i>P. spinidens</i> , <i>Cryphalus piceae</i>
<i>Roptrocercus xylophagorum</i> (RATZ.)	<i>P. curvidens</i> , <i>P. spinidens</i> , <i>P. vorontzowi</i> , <i>C. piceae</i>
Braconidae	Curculionidae, Molytinae, Pissodini ²
<i>Eubazus semirugosus</i> (NEES)	<i>Pissodes piceae</i>
<i>Eubazus</i> sp.	<i>Pissodes piceae</i>
<i>Coeloides forsteri</i> HAESELB.	<i>Pissodes piceae</i>
Ichneumonidae	
<i>Dolichomitus terebrans</i> (RATZ.)	<i>Pissodes piceae</i>

Gatunki parazytoidów stwierdzone w Pienińskim Parku Narodowym³
Parasitoid species found in the Pieniny National Park³

Pteromalidae	
<i>Roptrocercus xylophagorum</i> (RATZ.)	<i>Cryphalus piceae</i>
Braconidae	
<i>Coeloides forsteri</i> HASELB.	<i>Pissodes piceae</i>
<i>Helconidea dentator</i> (F.)	<i>Pissodes piceae</i> (?)
Ichneumonidae	
<i>Phygadenon parvipennis</i> THS.	?
<i>Stenarella gladiator</i> SCOP.	?
<i>Rhyssa persuasoria</i> (L.)	<i>Siricidae</i> , <i>Serropalpus barbatus</i>

¹ Michalski, Mazur 1999² Alauzet 1987; Kenis, Mills 1994³ Capecki 1982

była także liczba założonych hodowli (18), która wynikała z ograniczeń zawartych w zezwoleniu na prowadzenie badań. Można przypuszczać, że zwiększenie liczby wyrzynków jodłowych pobranych do hodowli oraz liczby stanowisk badawczych, przyczyniłoby się do zwiększenia obfitości zebranych materiałów entomologicznych i wpłynęło na rezultaty badań. Natomiast uzyskane wyniki nie dają podstaw do potwierdzenia roboczej hipotezy sugerującej – analogicznie jak

w przypadku świerka pospolitego (Grodzki 1997) – wysoką różnorodność entomofagów owadów kambio- i ksylofagicznych występujących na jodle pospolitej oraz ich znaczącej roli jako regulatorów liczebności ich populacji.

Wyniki oceny stanu zdrowotnego jodły na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w oddziale 34j oraz 36b w Pienińskim Parku Narodowym wskazują, że sprawcą zamierania drzew są grzyby patogeniczne z rodzaju *Armillaria*.

Z literatury wynika, że jodła w Polsce jest kolonizowana głównie przez dwa gatunki grzybów z tego rodzaju – *A. ostoyae* (ROMAGN.) HERINK oraz *A. cepistipes* VELENOVSKÝ (Żółciak 2003). U jodły pospolitej rosnącej w Pirenejach stwierdzano również *A. gallica* MARXMÜLLER ET ROMAGNESI (Oliva i in. 2009).

W 2013 r. symptomy chorobowe stwierdzone u jodeł na powierzchni w oddziale 36b wyraźnie wskazywały, że przyczyną zamarcia grupy drzew była opieńkowa zgnilizna korzeni. Oznaki etiologiczne w postaci grzybni i ryzomorf *Armillaria* sp. stwierdzono na 24% wszystkich i 75% chorych drzew oraz na 55% badanych pniaków. Przebarwienia igliwia w koronach jodeł były również charakterystyczne dla porażenia drzew przez opieńkową zgniliznę korzeni. Usytuowanie powierzchni w oddziale 36b w bezpośrednim sąsiedztwie gruntów porolnych było jednym z istotnych czynników sprzyjających występowaniu *Armillaria*. Obecność opieńki na drzewach posuszowych była stwierdzana również w poprzednich latach na jodle w lasach własności prywatnej w Małopolsce (Król 2012). W 2014 r. objawy opieńkowej zgnilizny korzeni stwierdzono tylko na 5% badanych w PPN jodeł, najprawdopodobniej w wyniku usunięcia w międzyczasie drzew chorych.

W oddziale 34j w 2013 r. oznaki etiologiczne grzybów z rodzaju *Armillaria* stwierdzono tylko na jednym drzewie. U drzew chorych występowały głównie przebarwienia igliwia na kolor brązowy, postępujące od zewnątrz do wewnątrz oraz od góry do dołu korony. Przypuszczenia, że może mieć to związek z zaburzeniami gospodarki wodnej, spowodowanymi zamieraniem korzeni, znalazły potwierdzenie w wynikach badań przeprowadzonych w 2014 r. Objawy w postaci grzybni i ryzomorf *Armillaria* zaobserwowano na 17 chorych drzewach. Ponadto wielkość powierzchni, na której zamierały drzewa, uległa w 2014 r. powiększeniu postępującemu w górę stoku.

Gatunki grzybów z rodzaju *Armillaria* są uważane za patogeny słabości i porażają drzewa poddane wcześniej warunkom stresowym (Fox 2000). Nie bez znaczenia dla osłabienia drzew na powierzchni w oddziale 36b są występujące na kilku jodłach listwy, wskazujące na uderzenia

pioruna. Zwrócił na to uwagę również Grodzki (2010) w ostatniej ocenie stanu zdrowotnego jodły w Pienińskim Parku Narodowym.

Symptomy chorobowe sprawcy *Melampsorella caryophyllacearum* w postaci czarcich mioteł, stwierdzone na gałęziach drzew na obu powierzchniach badawczych, nie miały znaczącego wpływu na proces zamierania drzew.

Sezon wegetacyjny w 2014 r. w terenach górskich obfitował w opady. Warunki wilgotnościowo-termiczne najprawdopodobniej miały stymulujący wpływ na rozwój chorób grzybowych, co znalazło odbicie we wzroście stopnia porażenia jodeł przez chorobę opieńkową. Jednocześnie stanowiły one czynnik ograniczający wobec owadów kambio- i ksylofagicznych i ich entomofagów, wpływając – mimo zastosowania sprawdzonych metod hodowli i odłowu owadów – na niewielką liczbę odłowionych okazów.

WNIOSKI

1. Wyniki badań entomologicznych wykazały na powierzchniach badawczych znaczną różnorodność owadów kambio- i ksylofagicznych występujących na jodłach. Stosunkowo niska frekwencja tych owadów, wtórny charakter zasiedlania drzew oraz niewielki udział rejestrowanego przez PPN zasiedlonego posuszu, dowodzi ich niewielkiej roli w drzewostanach jodłowych.

2. Niewielka liczba analizowanych drzew oraz zebranego materiału rzutowała na stosunkowo niewielkie zróżnicowanie gatunkowe i ilościowe owadów entomofagicznych (parazytoidów, drapieżców), co nie pozwala na potwierdzenie ich roli jako efektywnych bioregulatorów liczebności populacji kambio- i ksylofagów.

3. Istotną rolę w kształtowaniu zdrowotności jodły pospolitej w badanych drzewostanach odgrywają patogeny grzybowe – sprawcy chorób korzeni (zwłaszcza *Armillaria* spp.), których występowanie pozostaje pod znacznym wpływem warunków wilgotnościowo-termicznych.

PODZIĘKOWANIA. Serdecznie dziękujemy Panu prof. dr. hab. Jackowi Hilszczańskiemu za pomoc w oznaczeniu parazytoidów z rodziny *Ichneumonidae*, a Panu dr. hab. Andrzejowi Mazurowi – chrząszczom z rodziny *Staphylinidae*.

PIŚMIENICTWO

- Alauzet C. 1987. Bioecologie de *Eubazus semirugosus*, *Coeloides abdominalis* et *C. sordidator* (Hym.: Braconidae) parasites de *Pissodes notatus* (Col.: Curculionidae) dans le sud de la France. — *Entomophaga*, **32**(1): 39–47.
- Alexander K.N.A. 2002. The invertebrates of living and decaying timber in Britain & Ireland. A provisional annotated checklist. — *English Nature Research Reports*, **467**.
- Borecki T., Keczyński A. 1992. Atlas ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych. — Agencja Reklamowa „Atut”, Warszawa.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1981. Chrzęszcze – *Coleoptera*. Kusakowate – *Staphylinidae*, część 3: *Aleocharinae*. Katalog Fauny Polski, tom XXIII, zeszyt 8. — PWN Warszawa.
- Capecki Z. 1974. Stan zdrowotny lasów Pienińskiego Parku Narodowego. — *Ochrona Przyrody*, **40**: 163–187.
- Capecki Z. 1976. Badania nad występowaniem szkodników wtórnych niszczących drewno i ich pasożytów na surowcu skladowanym w górach. — *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, **515**: 3–26.
- Capecki Z. 1982. Badania nad szkodnikami wtórnymi jodły i ich zwalczaniem. — *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, **593**: 3–94.
- Capecki Z., Tuteja W. 1974. Usychanie jodły w lasach południowej Polski. — *Sylvan*, **12**: 1–16.
- Capecki Z., Tuteja W. 1977. Ocena stanu zdrowotnego oraz zagrożenie przez szkodniki lasów Ojcowskiego Parku Narodowego. — *Sylvan*, **3**: 33–50.
- Capecki Z., Tuteja W. 1982. Biologiczne podstawy profilaktycznej ochrony drzewostanów jodlowych przed szkodnikami. — *Postępy Techniki w Leśnictwie*, **34**: 40–46.
- Christiansen E., Waring R.H., Berryman A.A. 1987. Resistance of Conifers to Bark Beetle Attack: Searching for General Relationships. — *Forest Ecology and Management*, **22**: 89–106.
- Fox R.T.V. 2000. Pathogenicity. *Armillaria* root rot: biology and control of honey fungus, [W:] R.T.V. Fox (red.) — Intercept, Andover, UK, ss. 113–138.
- Gądek K. 1992. Stan zagrożenia jodły na wschodniej granicy jej naturalnego zasięgu na terenie Polski oraz udział entomofauny w tym zespole. [W:] Aktualne problemy ochrony lasa a polownictwa. Sympozjum. — Zvolen, ss. 93–99.
- Gądek K. 1995. Kambiofagi i ksylofagi jodły (*Abies alba* MILL.) oraz ich rola w procesie regresu tego gatunku na terenie Gór Świętokrzyskich. [W:] Szkodniki wtórne, ich rola oraz znaczenie w lesie. — Wydawnictwo „Acarus”, Poznań: 15–22.
- Greve D., Hanssen O. 1994. *Zabrachia tenella* (JAENNICKE, 1866) (Dipt., Stratiomyidae) new to Norway. — *Fauna Norvegica*, Ser. B, **41**(1): 47–48.
- Grodzki W. 1997. Parazytoidy, drapieżce i komensale kambiofagów świerka w warunkach zubożenia różnorodności biologicznej ekosystemów leśnych Sudetów. — *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, Ser. A, **841**: 193–213.
- Grodzki W. 1999. Zamieranie drzew i drzewostanów na pogórzu i w górach – przyczyny, skutki, perspektywy. [W:] Problematyka zamierania drzew leśnych w Polsce. — *Postępy Techniki w Leśnictwie*, **69**: 31–38.
- Grodzki W. 2010. Stan zdrowotny i zagrożenie jodły *Abies alba* i świerka *Picea abies* w Pienińskim Parku Narodowym. — *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, **11**: 55–67.
- Gusev V.I. 1984. Operedelitel povrezhdenii leśnych, dekorativnykh i plodovoykh derevev i kustarnikov. — *Lesnaja promyshlennost*, Moskva.
- Horák J., Nakládal O. 2008. Beetles associated with trees and predation between them: Part I. General knowledge and major representatives of potential predators. — *Lesnícky Časopis – Forestry Journal*, **54**(3): 291–302.
- Huruk S., Kuśka A. 1983. Masowe występowanie smolika jodłowca *Pissodes piceae* w Świętokrzyskim Parku Narodowym. — *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, **39**(6): 75–81.
- Kaźmierczak T. 1981. Polskie zgłębcze – *Rhyssini* (Hymenoptera, Ichneumonidae). Monografie Fauny Polski. Tom 12. — PWN Warszawa – Kraków.
- Kaźmierczak T. 1992. Gąsienicznikowate (Hymenoptera, Ichneumonidae) wybranych zbiorowisk łąkowych Pienińskiego Parku Narodowego. — *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, **2**: 71–84.
- Kenis M., Hilszczański J. 2004. Natural enemies of *Cerambycidae* and *Buprestidae* infesting living trees. [W:] F. Lieutier i in. (red.), *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe*, A Synthesis. — Kluwer Academic Publishers, Dordrecht – Boston – London, ss. 475–498.
- Kenis M., Mills J. 1994. Parasitoids of European species of the genus *Pissodes* (Col.: Curculionidae) and their potential for the biological control of *Pissodes strobi* (PECK) in Canada. — *Biological Control*, **4**(1): 14–21.
- Kolk A., Starzyk J.R. 2009. Atlas owadów uszkadzających drzewa leśne. T. 2. — Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Król A. 2012. Aktualne problemy ochrony jodły (*Abies alba* MILL.) w lasach prywatnych Małopolski. — *Acta Agraria et Silvicultura*, Ser. Silvestris, **50**: 71–82.
- Król A., Ząbecki W. 1976. Szkodniki wtórne i techniczne drzewostanów jodlowych w Ojcowskim Parku Narodowym. — *Sylvan*, **5**: 1–10.
- Kulhavy D.L., Goyer R.A., Bing J.W., Riley M.A. 1989. *Ips* spp. Natural Enemy Relationships in the Gulf Coastal States. [W:] D.L. Kulhavy, M.C. Miller (red.) Potential for biological control of *Dendroctonus* and *Ips* bark beetles. — Stephen F. Austin State University, ss. 157–167.
- Mazur A., Michalski J.B. 2013. Drapieżne bezkręgowce. [W:] W. Grodzki (red.) *Kornik drukarz i jego rola*

- w ekosystemach leśnych. — Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, ss. 57–73.
- Michalski J., Mazur A. 1999. Korniki. Praktyczny przewodnik dla leśników. — Oficyna Wydawnicza „Wydawnictwo Świat”, Warszawa.
- Murzynowski K., Szmigiel D. 2009. Operat ekosystemów leśnych Pienińskiego Parku Narodowego. Dokumentacja do Planu Ochrony Pienińskiego Parku Narodowego na lata 2011–2030. — Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w Krakowie, m-pis, 148 s.
- Nunberg M. 1964. Uszkodzenia drzew i krzewów leśnych wywołane przez owady. — PWN, Warszawa.
- Oliva J., Suz L.M., Colinas C. 2009. Ecology of *Armillaria* species on silver fir (*Abies alba*) in the Spanish Pyrenees. — *Annals of Forest Science*, **66**: 603.
- Sláma M.E.F. 1998. Tesaříkovití – *Cerambycidae* České republiky a Slovenské republiky (Brouci – *Coleoptera*). — Tercie spol. s.r.o.
- Starzyk J.R. 1996. Bionomics, ecology and economic importance of the fir weevil, *Pissodes piceae* (ILL.) (*Coleoptera*, *Curculionidae*) in the mountain forest. — *Journal of Applied Entomology*, nr 120, 2: 65–75.
- Starzyk J.R., Kułaczek J. 1987. Studies on the infestation of boles and branches of *Abies alba* MILL. with cambio- and xylophagous insects at the Forest Experimental Station in Krynica (Beskid Sądecki Mts.). IVth Symposium on the Protection of Forest Ecosystems. — Warsaw Agricultural University – SGGW-AR, ss. 153–164.
- Starzyk J.R., Łuszczak M. 1982. Owady floemokambio- i ksylofagiczne spalowanych drzew iglastych i liściastych na wybranych powierzchniach w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. — *Acta Agraria et Silvicultura*, Ser. Silvestris, **21**: 99–119.
- Starzyk J.R., Styczyński M. 1984. Owady kambio- i ksylofagiczne w tyczkowinach i drągowinach jodłowych Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy (Beskid Sądecki). — *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, nr 184, *Leśnictwo* **15**: 103–112.
- Starzyk J.R., Wójcik G. 1985. Badania nad owadami kambio- i ksylofagicznymi świerka i jodły w różnych fazach rozwojowych drzewostanu w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. — *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, nr 197, *Leśnictwo* **16**: 119–132.
- Twaróg J. 1980. Zjawisko ustępowania jodły na tle jej roli w lasach polskich Karpat. Materiały na konferencję „Problem zagospodarowania jodły w Karpatach” 4 września 1980. — Polskie Towarzystwo Leśne Oddz. w Krakowie, ss. 1–18.
- Zieliński T. 1952. Jodła pospolita. — Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Żółciak A. 2003. Rozmieszczenie grzybów z rodzaju *Armillaria* w Polsce oraz ich rośliny żywicielskie. — *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, ser. A, 3(956): 7–22.

SUMMARY

During the last years individual or clustered tree mortality has been observed in Silver stands of Pieniny National Park (PNP). It is not very intense but its cause is not fully known and needs to be more deeply recognized. The aim of this study was to recognize the species composition and frequency of cambio- and xylophagous insects and related parasitoids and predators, as well as of pathogenic fungi, which may affect the health status of Silver fir in the PNP. The investigations were carried out in 2012–2014 in two stands located in the active protection zone on plots A and B (Tab. I), where the presence of clustered dead trees infested by insects was registered (Phot. 2). The investigations of those insects were done by entomological analyses and by elector rearing of 18 fir bolts (Phot. 1, 2, 3), and the occurrence of pathogenic fungi was assessed based on selected disease symptoms on the trees (Phot. 4).

A total of 7 insect species were found in the sections of analyzed trees during 2012–2013 (Tab. II), while in 2014 only two species (*Pityokteines vorontzowi* and *Acanthocinus reticulatus*) were identified. During the 3-years rearing 3377 insects were collected; the majority of them (3170 specimens) was determined as belonging to 27 species (Tab. III). In the collected materials *Coleoptera* dominated (93,3%), while *Diptera* (4,5%) and *Hymenoptera* (1,6%) were much less abundant. 3228 insects were distinguished among 5 trophic groups, where cambio- and xylophages dominated (93,9%), but the share of parasitoids and predators (main investigated groups) was very low – 0,4% and 0,8%, respectively, 37 specimens in total (Tab. IV). The species diversity of all 5 groups varied between 2 investigated stands (Fig. 1).

The level of crown defoliation was higher on plot A (Fig. 2a) than on plot B (Fig. 2b), although the share of trees with dead branches increased during 2 years on plot A (Tab. V). The abundance of *Melampsorella caryophyllacearum* symptoms was low (Tab. VI). On plot B the number of trees with root rot increased, while on plot A – decreased due to sanitary

felling (Tab. VII). However, on plot B the trees with *Armillaria* mycelium and rhizomorphs as well as with *Heterobasidion* sp. fruiting bodies occurred only individually (Tab. VIII). The fruiting bodies of *Phellinus hartigii*, *Trichaptum abietinum* and *Fomitopsis pinicola* were found on stumps and broken and fallen trees.

The presented results show high diversity of cambio- and xylophagous insects on studied firs, although their low frequency, secondary kind of infestation and low share of infested trees

registered by the PNP (Fig. 3) indicate their low importance in the fir stands. This affects relatively low qualitative and quantitative diversity of their natural enemies in PNP in comparison with literature data (Tab. IX), which does not allow to confirm their role as bioregulators. The main factor influencing Silver fir health in investigated stands is the complex of pathogenic fungi, especially those causing root rot (*Armillaria* spp.), which occurrence is strongly affected by weather conditions (temperatures, humidity).