

POLSKA AKADEMIA NAUK — ODDZIAŁ W KRAKOWIE
KOMISJA NAUK ROLNICZYCH I LEŚNYCH

ACTA
AGRARIA ET SILVESTRIA

SERIES SILVESTRIS

Vol. XLVII, 2009

WYDAWNICTWO ODDZIAŁU POLSKIEJ AKADEMII NAUK
KRAKÓW

KOMITET REDAKCYJNY
Władysław Filek, Andrzej Jaworski, Janusz Rząsa,
Jerzy Starzyk, Kazimierz Zarzycki — przewodniczący

REDAKTOR SERII
Andrzej Jaworski

ADRES REDAKCJI
Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
31-425 Kraków, ul. 29 Listopada 46

REDAKTOR TOMU
Krystyna Duszyk

© *Copyright by Authors, Polska Akademia Nauk — Oddział w Krakowie*
Kraków 2009

Wydawnictwo Oddziału Polskiej Akademii Nauk
31-018 Kraków, ul. św. Jana 28
tel.: (012) 422-64-34 w. 12, 15; fax: (012) 422-27-91
Objętość ark. wyd. 6; ark. druk. 5,75
Druk i oprawa: FALL, ul. Garczyńskiego 2, 31-524 Kraków

MOŻLIWOŚCI PRODUKCYJNE DRZEWOSTANU LIPOWEGO W REZERWACIE „LAS LIPOWY OBROŻYSKA”

Kamil Grałek
Andrzej Jaworski
Zbigniew Kołodziej
Kazimierz Majerczyk

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
ajaworski@ar.krakow.pl

ABSTRACT

K. Grałek, A. Jaworski, Z. Kołodziej, K. Majerczyk 2009. *The productive potentiality of the little leaf linden stand in the Obrożyska nature reserve*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 47: 3–26.

The aim of this study was to determine the productive potentiality (stand volume, basal area, and their increments) of the natural little leaf linden stand 26.68 ha in area. This stand is a part of the Obrożyska nature reserve of the total forest area of 98.25 ha. Measurements were carried out in 1995 and 2005 on 26 4-are sample plots established according to the statistical-mathematical system of forest inventory and control, and in 1999 and 2000 on three permanent sample plots which represented different developmental stages and phases of the virgin forest. Between 1990 and 2005, the mean volume of the entire stand increased from 538 to 567 m³/ha. In the growing up stage it increased from 554 to 584 m³/ha, while in the optimum stage from 510 to 541 m³/ha. The volume increment in these two stages was 66 and 51 m³/ha/10 years respectively. Volume of the stand representing the growing up stage in transition to the optimum stage (Obrożyska I classical permanent sample plot) increased during the 10-year period from 700 to 768 m³/ha, while in the stand representing the initial phase of the optimum stage (Obrożyska II) it increased from 797 to 861 m³/ha, and in the stand representing the growing up stage (Obrożyska III) from 696 to 761 m³/ha. The volume increment in these three plots was almost 80, 96, and 82 m³/ha/10 years respectively. The stand volume per hectare of the little leaf linden forest in the Obrożyska reserve is one of the highest among stands of natural character in the Polish part of the Carpathians. A very high productive potentiality of the investigated little leaf linden stand permits to accept this tree species as the main species in stands of the submontane zone as well as in the lower part of the lower montane zone in the Poprad river valley and in the climate close to that of the surroundings of the town of Muszyna.

KEY WORDS: *Tilia cordata*, natural forest, developmental stages and phases, stand volume, basal area, current volume increment, basal area increment

SŁOWA KLUCZOWE: lipa drobnolistna, las naturalny, stadia i fazy rozwojowe, zasobność, pole powierzchni przekroju pierścnicowego, przyrost bieżący miąższości, przyrost pola powierzchni przekroju pierścnicowego

I. WSTĘP

W badaniach lasów pierwotnych i naturalnych zwraca się najczęściej uwagę na poznanie budowy, struktury, dynamiki i możliwości produkcyjnych drze-

wostanów (Leibundgut 1959, Pintarič 1978, Korpel 1989, 1995, Mayer i in. 1987, Pruša 1985, Bernadzki i in. 1998, Chernyawskyy 2005).

Obiektami badań były na ogół naturalne lub pierwotne drzewostany występujące w piętrze regla dolnego, złożone z jodły, buka i świerka lub górnoregłowe bory świerkowe i limbowe (Korpel 1982, 1989, 1995, Mayer i in. 1987). Zachowały one swój pierwotny charakter głównie dzięki niedostępności lub objęciu ich stosunkowo wcześniej ochroną, jak np. Boubin (Kubany) w Czechach chroniony od roku 1851 (Vyskot i in. 1981) oraz Rajhenavski Rog w Słowenii pozostający pod ochroną od końca XIX wieku (Hartman 1987).

Na niżu europejskim zachowało się bardzo niewiele lasów naturalnych. Wyjątkiem jest Puszcza Białowieska, której fragment objęto ochroną w 1921 roku (Leśnictwo Rezerwat), a w 1932 roku przekształcono w Białowieski Park Narodowy, a także las łęgowy na Morawach — Lanžhotský prales (Ranšpurk) (Vyskot i in. 1981).

W wymienionych lasach naturalnych i tych o charakterze pierwotnym spotyka się, chociaż wyjątkowo, lipę drobnolistną, np. w grądach Puszczy Białowieskiej (Sokołowski 2004). Z obszaru Polski znane są większe kompleksy z udziałem tego gatunku. W Wielkopolsce bardzo cenny, zajmujący naturalne stanowisko las lipowy znajduje się w Bodzewku k. Gostynina oraz w rezerwach „Promno” w Nadleśnictwie Czerniejewo i w „Czeszewo” nad Wartą. Na Kielecczyźnie znane są lasy ze znacznym udziałem lipy drobnolistnej w pobliżu Bliżyna i w rezerwacie „Czarny Las” w Świętokrzyskim Parku Narodowym (Boratyńska i Dolatowski 1991). Charakterystykę takich drzewostanów w Polsce i Europie zawiera m.in. opracowanie Fabijanowskiego (1961).

Do unikatowych drzewostanów należy „Las Lipowy Obrożyska” leżący nad Popradem k. Muszyny, uważany za pozostałość obfitego w tej części Karpat występowania lipy w okresie polodowcowego optimum klimatycznego (okres atlantycki 7700–5100 BP) (Pawłowski 1921, Środoń 1991). „Las Lipowy Obrożyska” w trakcie swego rozwoju filogenetycznego przetrwał m.in. zmiany klimatu jakie miały miejsce od okresu subborealnego, kiedy zasięg lipy zaczął zmniejszać się do chwili obecnej (Środoń 1991). Były to lata ochłodzenia w okresie subborealnym i w małej epoce lodowej (od końca XV do połowy XIX wieku) i ponownego ocieplenia od około 1850 roku (Stachlewski 1978).

Pierwsze wzmianki o istnieniu lasu lipowego w Obrożyskach spotykamy w literaturze stosunkowo późno, bo dopiero w drugiej połowie XIX wieku (Böhm 1866, Grzegorzek 1868). O występowaniu drzewostanów lipowych w lasach funduszu religijnego w okolicach Muszyny wspomina również Raciborski (1910). Nieco później ukazał się w Sylwaniu dosyć obszerny artykuł poświęcony temu interesującemu obiektowi (Malitowski 1916).

Drzewostany lipowe występowały również i w innych miejscach nad Popradem, o czym mogą świadczyć m.in. kępy i grupy starszych oraz młodszych lip rosnących na stromym stoku na lewym brzegu Popradu, naprzeciw góry Mikowej (Fabijanowski 1961). Lasy lipowe były ponadto spotykane w okolicach Krynicy i Żegiestowa, a także na górze Baszta w Muszynie (Pawłowski 1921).

Rezerwat „Las Lipowy Obrożyska” został utworzony w 1919 roku w celu ochrony drzewostanu z przeważającym udziałem lipy drobnolistnej. Ochroną rezerwatową objęto wówczas część lasu o powierzchni 17,80 ha. Obecnie powierzchnia rezerwatu wynosi 101,74 ha, w tym 98,25 ha powierzchni leśnej, z czego 26,68 ha drzewostanów o charakterze pierwotnym znajduje się pod ochroną ścisłą (*Plan urządzenia... 1999*).

Rezerwat ten doczekał się licznych opracowań, m.in. fitosocjologicznych (Fabijanowski 1961), glebowych (Januszek i in. 2006), a także dotyczących budowy, struktury i zasobności drzewostanu (Jaworski i in. 1993, Jaworski i in. 2005).

Celem niniejszych badań było poznanie możliwości produkcyjnych drzewostanu w rezerwacie (zasobności, pola powierzchni przekroju pierśnicowego i ich przyrostu).

Lipa drobnolistna należąca do grupy gatunków drzew o strategii konkurencyjnej (Brzeziecki i Kienast 1994, Brzeziecki 2000) jest drzewem panującym lub współpanującym na siedliskach bardzo produkcyjnych (grądy). W związku z tym nasuwają się pytania:

- Czy drzewostan lipy drobnolistnej przewyższa dolnoreglowe drzewostany bukowe i wielogatunkowe z udziałem jodły, buka i świerka pod względem cech produkcyjnych?
- Czy lipa drobnolistna, uważana w krajowej praktyce leśnej za gatunek domieszkowy, może być uznana także za gatunek główny, wysoko produkcyjny w piętrze pogórza i dolnej części regla dolnego w Beskidzie Sądeckim?

II. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ I POWIERZCHNI BADAWCZYCH

Rezerwat „Las Lipowy Obrożyska” położony jest w Beskidzie Sądeckim obniżeniu Muszyny, na południowy zachód od pasma Jaworzyny (Obrębska-Starkłowa 1967).

Usytuowany jest na zachodnich i południowo-zachodnich zboczach Góry Mikowej (641 m n.p.m). Względna różnica wysokości na terenie rezerwatu wynosi 191 m (450–641 m n.p.m).

Obniżenie Muszyny charakteryzuje się łagodniejszymi warunkami termicznymi niż położone bardziej na północ wzniesienia Krynicy. Średnia temperatura roczna (za lata 1957–1962) wynosi dla Muszyny 6,7°C, najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą 16,2°C, najchłodniejszym zaś styczeń (–3,8°C). Średnia roczna amplituda temperatury kształtuje się na poziomie 20,0°C. Okres bezprzymrozkowy trwa 141 dni, a okres wegetacyjny — 210 dni (Obrębska-Starkłowa 1967).

Roczna suma opadów, która zależy od wysokości n.p.m i wystawy w stosunku do wiatrów deszczonośnych, wynosi dla Muszyny 757 mm — maxi-

mum 144 mm przypada w czerwcu, minimum 23 mm — w lutym. Dni z opadem śniegu to w Muszynie 28% ogółu wszystkich dni z opadem. Okres bez pokrywy śnieżnej trwa 210 dni (Obrębska-Starkłowa 1967).

Rezerwat znajduje się na obszarze występowania serii magurskiej. Trzeciorzędowy piaskowiec magurski składa się z grubych ławic piaskowcowych oraz zlepieńców poprzegradzanych łupkami ilastymi.

Większą część rezerwatu pokrywają gleby brunatne kwaśne, na grzbietach występują gleby brunatne właściwe wyługowane, a w dolinie potoku niewielkie fragmenty zajmują gleby szarobrunatne (*Plan urzędzenia...* 1999).

Główne zbiorowisko leśne stanowi grąd lipowy *Tilio-Carpinetum*, określane jako grąd subkontynentalny, odmiana małopolska, forma podgórska (Matuszkiewicz 2007).

W górnej części rezerwatu pojawiają się fragmenty nawiązujące do buczyny karpackiej *Dentario glandulosae* — *Fagetum*. Ponadto wzdłuż potoku występuje olszynka karpacka *Alnetum incanae*, jak również wilgotne i podmokłe zbiorowiska łąkowe (Staszkiwicz 2000).

W rezerwacie drzewostan lipowy o cechach lasu naturalnego objęty ochroną ścisłą zajmuje powierzchnię 26,68 ha. W części ścisłej rezerwatu zlokalizowano 26 kołowych powierzchni próbnych, które omówiono niżej.

III. METODYKA BADAŃ

Pomiary drzewostanu znajdującego się w części ścisłej rezerwatu o powierzchni 26,68 ha wykonano zgodnie z zasadami statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji (Rutkowski 1989) w latach 1995 i 2005 na 26 powierzchniach badawczych, z których każda składała się ze współśrodkowych powierzchni kołowych dużej (4 ary) i małej (1 ar), założonych w siatce kwadratów 100×100 m.

W celu określenia zasobności, pola powierzchni przekroju pierśnicowego i składu gatunkowego wykonano odpowiednie pomiary wysokości i pierśnicy. Pomiar pierśnic ($d_{1,3} \geq 6$ cm) wszystkich drzew przeprowadzono na czteroarowych powierzchniach. Pomiarom wysokości, do którego wykorzystano wysokościomierz typu Vertex, objęto drzewa w małym kole, ale także część drzew z dużego koła, tak aby reprezentowane były wysokości wszystkich stopni grubości. Ponadto zmierzono wysokości drzew będących jedynymi okazami gatunków na badanej powierzchni. Tak wykonane pomiary pozwoliły na obliczenie krzywej wysokości dla każdego gatunku w całym zakresie stopni grubości.

Drzewa silnie pochylone nie zostały objęte pomiarem. Z kolei drzewa o pierśnicy 6,0–7,9 cm zaliczono do podrostu wyrosniętego i nie uwzględniono w niniejszej pracy. W każdym fragmencie drzewostanu, gdzie zlokalizowano powierzchnie próbne, określono stadia i fazy rozwojowe na podstawie kryteriów podanych przez Korpela (1989).

Zasobność drzewostanu obliczono za pomocą programu komputerowego „Zasoby”, opartego na ukraińskich tablicach miąższości drzew stojących

w przypadku lipy (Anonim 1987) i tablic Czuraja (1991) w przypadku pozostałych gatunków drzew. Do określenia zasobności w 1995 roku i miąższości ubytków z lat 1995–2005, wykorzystano krzywe wysokości wyrównane funkcją Michajłowa (Korf i in. 1972), wykreślone na podstawie pomiarów w 1995 roku, natomiast zasobność drzewostanu w 2005 roku, w tym miąższość dorostu, określono na podstawie tej krzywej dla danych z 2005 roku.

Zasobność obliczono odrębnie dla każdego ze stadiów rozwojowych (wyjątek: stadium rozpadu, które było reprezentowane tylko przez jedną powierzchnię), opierając się na miąższościach określonych na każdej z 26 powierzchni próbnych.

Obliczenia przyrostu miąższości drzewostanu w okresie kontrolnym 1995–2005 dokonano według wzoru Gurnaude-Biolley'a (Grochowski 1973):

$$I_v = V_k - V_p + V_u - V_d \text{ (m}^3\text{/ha/10lat)},$$

gdzie:

I_v — przyrost miąższości,

V_k — miąższość na końcu okresu (2005 r.),

V_p — miąższość na początku okresu (1995 r.),

V_u — miąższość ubytku,

V_d — miąższość dorostu.

Przyrost pola powierzchni przekroju pierśnicowego obliczono za pomocą analogicznego wzoru z odpowiednio zmienionymi symbolami.

W pracy wykorzystano także wyniki badań uzyskane na 3 stałych powierzchniach próbnych, na których pomiary wykonano w latach 1990 i 2000. Reprezentują one różne stadia i fazy rozwojowe lasu naturalnego: Obrożyska I (0,25 ha) — stadium dorastania na przejściu do stadium optymalnego, Obrożyska II (0,5 ha) — początkową fazę stadium optymalnego i Obrożyska III (0,5 ha) — stadium dorastania fazę przerębową (Jaworski i in. 2005).

IV. WYNIKI BADAŃ

Stadia i fazy rozwojowe

W 1995 roku na wyznaczonych powierzchniach kołowych wykonano pomiary oraz określono na każdym z nich stadium i fazę rozwojową. Analiza drzewostanu na tych powierzchniach w 2005 roku wykazała, że na żadnej z nich nie nastąpiła zmiana stadiów i faz rozwojowych.

Założywszy, że liczba poletek reprezentujących dane stadium była proporcjonalna do powierzchni tych stadiów, należy przyjąć, że stadium dorastania zajmowało 77% powierzchni rezerwatu, stadium optymalne — 19%, a stadium rozpadu — 4%.

Liczba drzew (N), pole powierzchni przekroju pierścieniowego (G), zasobność (V) i skład gatunkowy ($d_{1,3} \geq 8$ cm) w latach 1995 i 2005 (wyniki z 26 czterorowych powierzchni próbnych)
 Number of trees (N), basal area (G), stand volume (V), and species composition ($d_{1,3} \geq 8$ cm) in 1995 and 2005 (results 26 4-are sample plots)

Gatunek Species	1995					2005						
	N		G		V		N		G		V	
	[szt./ha] [No./ha]	[%]	[m ² /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]	[szt./ha] [No./ha]	[%]	[m ² /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]
stadium dorastania — growing up stage												
<i>Abies alba</i>	70	10,6	6,91	16,2	100,58	18,2	68	11,5	7,95	17,6	107,03	18,3
<i>Acer platanoides</i>	9	1,4	0,32	0,8	3,94	0,7	9	1,5	0,35	0,8	4,35	0,7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	72	10,9	2,77	6,5	34,21	6,2	62	10,5	3,10	6,9	40,79	7,0
<i>Betula pendula</i>	4	0,6	0,24	0,6	2,35	0,4	1	0,2	0,17	0,4	2,80	0,3
<i>Carpinus betulus</i>	182	27,6	4,82	11,3	47,49	8,6	172	29,0	5,52	12,2	56,53	9,7
<i>Fagus sylvatica</i>	26	3,9	1,39	3,3	18,90	3,3	28	4,6	1,71	3,8	27,25	4,7
<i>Larix europaea</i>	3	0,5	0,14	0,3	1,92	0,3	3	0,5	0,17	0,4	2,50	0,4
<i>Picea abies</i>	29	4,4	2,60	6,1	38,63	7,0	21	3,5	1,55	3,4	22,03	3,8
<i>Pinus sylvestris</i>	1	0,1	0,20	0,5	2,21	0,4	1	0,2	0,21	0,5	2,31	0,4
<i>Tilia cordata</i>	264	40,0	23,12	54,4	303,45	54,8	228	38,5	24,30	54,0	319,24	54,7
Razem — Total	660	100,0	42,51	100,0	553,68	100,0	592	100,0	45,03	100,0	583,83	100,0

Tabela 1 cd. — Table 1 cont.

Gatunek Species	1995				2005							
	N		G		V		N		G		V	
	[szt./ha] [No./ha]	[%]	[m ² /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]	[szt./ha] [No./ha]	[%]	[m ² /ha]	[%]	[m ³ /ha]	[%]
stadium optymalne — optimum stage												
<i>Abies alba</i>	15	4,0	0,29	0,7	2,55	0,5	20	5,6	0,45	1,1	4,15	0,8
<i>Acer platanoides</i>	15	3,9	0,57	1,5	7,10	1,4	15	4,1	0,84	2,0	11,18	2,1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5	1,3	0,09	0,2	1,04	0,2	5	1,4	0,15	0,4	1,78	0,3
<i>Alnus glutinosa</i>	5	1,3	0,76	1,9	8,96	1,8	5	1,4	0,80	1,9	9,38	1,7
<i>Carpinus betulus</i>	90	23,7	3,73	9,5	41,50	8,1	85	23,6	4,04	9,6	44,90	8,3
<i>Picea abies</i>	5	1,3	0,58	1,5	9,00	1,8	—	—	—	—	—	—
<i>Tilia cordata</i>	245	64,5	33,27	84,7	440,06	86,2	230	63,9	35,66	85,0	469,36	86,8
Razem — Total	380	100,0	39,29	100,0	510,21	100,0	360	100,0	41,94	100,0	540,75	100,0
stadium rozpadu — break up stage												
	[szt./1pp]* [No./plot]	[%]	[m ² /1pp] [m ² /plot]	[%]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	[%]	[szt./1pp] [No./plot]	[%]	[m ² /1pp] [m ² /plot]	[%]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	[%]
<i>Abies alba</i>	4	30,8	0,25	21,9	3,37	23,0	5	41,67	0,32	26,8	4,18	27,0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	7,7	0,09	7,9	1,24	8,4	1	8,33	0,12	9,6	1,67	10,7
<i>Carpinus betulus</i>	7	53,8	0,79	69,3	10,02	68,3	6	50,00	0,77	63,6	9,66	62,3
<i>Picea abies</i>	1	7,7	0,01	0,9	0,05	0,3	—	—	—	—	—	—
Razem — Total	13	100,0	1,14	100,0	14,68	100,0	12	100,0	1,21	100,0	15,51	100,0

* pp — powierzchnia próbna — sample plot

Rozkład mąższości drzew w klasach grubości (1995) (wyniki z 26 czterorowych powierzchni próbnych)
 Distribution of tree volume in diameter classes (1995) (results from 26 4-are sample plots)

Klasa grubości Diameter class [cm]	<i>Tilia cordata</i>		<i>Abies alba</i>		<i>Carpinus betulus</i>		Inne — Rother		Ogółem — Total					
	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]				
8,0–35,9	194	46,62	44	8,10	8,1	175	31,92	67,2	128	49,67	48,6	541	136,31	24,6
36,0–51,9	34	66,43	17	37,09	36,9	6	10,98	23,1	12	28,41	27,8	69	142,91	25,8
52,0–71,9	22	91,78	5	23,67	23,5	1	4,59	9,7	4	24,08	23,6	32	144,12	26,0
≥ 72,0	14	98,62	4	31,72	31,5	—	—	—	—	—	—	18	130,34	23,5
Razem — Total	264	303,45	70	100,58	100,0	182	47,49	100,0	144	102,16	100,0	660	553,68	100,0
stadium dorastania — growing up stage														
8,0–35,9	115	72,81	15	2,55	100,0	80	22,45	54,1	20	8,14	31,2	230	105,95	20,8
36,0–51,9	90	181,59	—	—	—	10	19,05	45,9	10	17,96	68,8	110	218,60	42,8
52,0–71,9	30	122,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	122,28	24,0
≥ 72,0	10	63,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	63,38	12,4
Razem — Total	245	440,06	15	2,55	100,0	90	41,50	100,0	30	26,10	100,0	380	510,21	100,0
stadium optymalne — optimum stage														
8,0–35,9	115	72,81	15	2,55	100,0	80	22,45	54,1	20	8,14	31,2	230	105,95	20,8
36,0–51,9	90	181,59	—	—	—	10	19,05	45,9	10	17,96	68,8	110	218,60	42,8
52,0–71,9	30	122,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	122,28	24,0
≥ 72,0	10	63,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	63,38	12,4
Razem — Total	245	440,06	15	2,55	100,0	90	41,50	100,0	30	26,10	100,0	380	510,21	100,0
stadium rozpadu — break up stage														
8,0–35,9	1	1,24	3	0,96	28,5	2	1,16	11,7	1	0,05	100,0	7	3,41	23,4
36,0–51,9	—	—	1	2,41	71,5	4	5,96	59,0	—	—	—	5	8,25	56,7
52,0–71,9	—	—	—	—	—	1	2,90	29,3	—	—	—	1	2,90	19,9
≥ 72,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Razem — Total	1	1,24	4	3,37	100,0	7	10,02	100,0	1	0,05	100,0	13	14,68	100,0
Ogółem														
<i>Abies alba</i>														
<i>Carpinus betulus</i>														
<i>Picea abies</i>														
Ogółem														

Tabela 3 — Table 3

Rozkład miazgzości drzew w klasach grubości (2005) (wyniki z 26 czteroarowych powierzchni próbnych)

Distribution of tree volume in diameter classes (2005) (results from 26 4-are sample plots)

Klasa grubości Diameter class [cm]	<i>Tilia cordata</i>			<i>Abies alba</i>			<i>Carpinus betulus</i>			Inne — Other				Ogółem — Total	
	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	%	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	%	N [szt./ha] [No./ha]	V [m ³ /ha]	%	N [No./ha]	V [m ³ /ha]	%	N [No./ha]	V [m ³ /ha]	%
stadium dorastania — growing up stage															
8,0-35,9	161	49,39	15,5	44	8,67	8,1	163	33,33	59,0	108	52,77	52,2	476	144,16	24,7
36,0-51,9	30	62,86	19,7	10	19,88	18,6	7	13,95	24,7	14	33,16	32,8	61	129,85	22,2
52,0-71,9	21	85,37	26,7	9	37,18	34,7	2	9,25	16,4	2	15,10	14,9	34	146,90	25,2
≥ 72,0	16	121,62	38,1	5	41,30	38,6	—	—	—	—	—	—	21	162,92	27,9
Razem — Total	228	319,24	100,0	68	107,03	100,0	172	56,53	100,0	124	101,03	100,0	592	583,83	100,0
stadium optymalne — optimum stage															
8,0-35,9	90	54,51	11,6	20	4,15	100,0	75	23,5	52,3	15	5,08	22,7	200	87,24	16,1
36,0-51,9	90	186,44	39,7	—	—	—	10	21,4	47,7	10	17,26	77,3	110	225,10	41,6
52,0-71,9	40	160,17	34,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	160,17	29,6
≥ 72,0	10	68,24	14,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	68,24	12,6
Razem — Total	230	469,36	100,0	20	4,15	100,0	85	44,9	100,0	25	22,34	100,0	360	540,75	100,0
stadium rozpadu — break up stage															
			<i>Acer pseudoplatanus</i>			<i>Abies alba</i>			<i>Carpinus betulus</i>			Ogółem			
	[szt./1pp] [No./plot]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	%	[szt./1pp] [No./plot]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	%	[szt./1pp] [No./plot]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	%	[szt./1pp] [No./plot]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	%	[szt./1pp] [No./plot]	[m ³ /1pp] [m ³ /plot]	%
8,0-35,9	—	—	—	4	0,95	22,7	2	1,32	13,7	6	2,27	14,6	—	—	—
36,0-51,9	1	1,67	100,0	—	—	—	3	5,35	55,4	4	7,02	45,2	—	—	—
52,0-71,9	—	—	—	1	3,23	77,3	1	2,99	31,0	2	6,22	40,1	—	—	—
≥ 72,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Razem — Total	1	1,67	100,0	5	4,18	100,0	6	9,66	100,0	12	15,51	100,0	—	—	—

Tabela 4 — Table 4
 Przyrost miąższości drzewostanu w wyróżnionych stadiach rozwojowych (1995–2005) (wyniki z 26 czteroarowych powierzchni próbnych)
 Stand volume increment in individual developmental stages (1995–2005) (results from 26 4-are plots)

Gatunek Species	1995			2005					przyrost increment [m ³ /ha/10 lat] [m ³ /ha/10 years]
	drzewa żywe living trees			ubytki losses		dorost recruitment			
	[szt./ha] [No./ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [No./ha]		
stadium dorastania — growing up stage									
<i>Abies alba</i>	70	100,58	68	107,03	6	5,44	4	0,05	11,84
<i>Acer platanoides</i>	9	3,94	9	4,35	—	—	—	—	0,41
<i>Acer pseudoplatanus</i>	72	34,21	62	40,79	10	1,71	—	—	8,29
<i>Betula pendula</i>	4	2,35	1	1,80	3	0,70	—	—	0,15
<i>Carpinus betulus</i>	182	47,49	172	56,53	20	2,26	9	0,29	11,01
<i>Fagus sylvatica</i>	26	18,90	28	27,25	—	—	1	0,01	8,34
<i>Larix europaea</i>	3	1,92	3	2,50	—	—	—	—	0,58
<i>Picea abies</i>	29	38,63	21	22,03	8	18,66	—	—	2,06
<i>Pinus sylvestris</i>	1	2,21	1	2,31	—	—	—	—	0,10
<i>Tilia cordata</i>	264	303,45	228	319,24	38	8,00	2	0,08	23,71
Razem — Total	660	553,68	592	583,83	84	36,77	16	0,43	66,49

Tabela 4 cd. — Table 4 cont.

Gatunek Species	1995				2005					
	drzewa żywe living trees		ubytki losses		dorost recruitment		przyrost increment			
	[szt./ha] [No./ha]	[m ³ /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ³ /ha]	[m ³ /ha]	[m ³ /ha]	[m ³ /ha/10 lat] [m ³ /ha/10 years]			
stadium optymalne — optimum stage										
<i>Abies alba</i>	15	2,55	20	4,15	—	5	0,03	1,57		
<i>Acer platanoides</i>	15	7,10	15	11,18	—	—	—	4,08		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5	1,04	5	1,78	—	—	—	0,74		
<i>Alnus glutinosa</i>	5	8,96	5	9,38	—	—	—	0,42		
<i>Carpinus betulus</i>	90	41,50	85	44,90	5	0,15	—	3,55		
<i>Picea abies</i>	5	9,00	—	—	5	9,75	—	0,75		
<i>Tilia cordata</i>	245	440,06	230	469,36	15	10,50	—	39,80		
Razem — Total	380	510,21	360	540,75	25	20,40	5	50,91		
stadium rozpadu — break up stage										
<i>Abies alba</i>	4	3,37	5	4,18	—	1	0,01	0,80		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	1,24	1	1,67	—	—	—	0,43		
<i>Carpinus betulus</i>	7	10,02	6	9,66	1	1,28	—	0,92		
<i>Picea abies</i>	1	0,05	—	—	1	0,06	—	0,01		
Razem — Total	13	14,68	12	15,51	2	1,34	1	2,16		

Przyrost pola powierzchni przekroju piersńcowego w wyróżnionych stadiach rozwojowych (1995–2005)
(wyniki z 26 czteroarowych powierzchni próbnych)

Basal area increment in individual developmental stages (1995–2005) (results from 26 4-are plots)

Gatunek Species	1995				2005				przyrost increment
	drzewa żywe living trees		ubytki losses		dorost recruitment		L _G		
	N	G	N	G	N	G			
	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]			
stadium dorastania — growing up stage									
<i>Abies alba</i>	70	6,91	68	7,95	6	0,52	4	0,02	1,54
<i>Acer platanoides</i>	9	0,32	9	0,35	—	—	—	—	0,03
<i>Acer pseudoplatanus</i>	72	2,77	62	3,10	10	0,17	—	—	0,50
<i>Betula pendula</i>	4	0,24	1	0,17	3	0,10	—	—	0,03
<i>Carpinus betulus</i>	182	4,82	172	5,52	20	0,31	9	0,05	0,96
<i>Fagus sylvatica</i>	26	1,39	28	1,71	—	—	1	0,01	0,31
<i>Larix europaea</i>	3	0,14	2	0,17	—	—	—	—	0,03
<i>Picea abies</i>	29	2,60	21	1,55	8	1,19	—	—	0,14
<i>Pinus sylvestris</i>	1	0,20	1	0,21	—	—	—	—	0,01
<i>Tilia cordata</i>	264	23,12	228	24,30	38	0,86	2	0,01	2,03
Razem — Total	660	42,51	592	45,03	84	3,15	16	0,09	5,58

Tabela 5 cd. — Table 5 cont.

Gatunek Species	1995				2005				przyrost increment	
	drzewa żywe living trees				ubytki losses		dorost recruitment			
	N	G	N	G	N	G	N	G		
	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]	[szt./ha] [No./ha]	[m ² /ha]		
stadium optymalne — optimum stage										
<i>Abies alba</i>	15	0,29	20	0,45	—	—	5	0,05	—	0,11
<i>Acer platanoides</i>	15	0,57	15	0,84	—	—	—	—	—	0,27
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5	0,09	5	0,15	—	—	—	—	—	0,06
<i>Alnus glutinosa</i>	5	0,76	5	0,80	—	—	—	—	—	0,04
<i>Carpinus betulus</i>	90	3,73	85	4,04	5	0,03	—	—	—	0,34
<i>Picea abies</i>	5	0,58	—	—	5	0,63	—	—	—	0,05
<i>Tilia cordata</i>	245	33,27	230	35,66	15	0,98	—	—	—	3,37
Razem — Total	380	39,29	360	41,94	25	1,64	5	0,05	—	4,24
stadium rozpadu — break up stage										
		[m ² /1pp] [m ² /plot]	[szt.] [No.]	[m ² /1pp] [m ² /plot]	[szt.] [No.]	[m ² /1pp] [m ² /plot]	[szt.] [No.]	[m ² /1pp] [m ² /plot]	[m ² /1pp] [m ² /plot]	[m ² /1pp/10 lat] [m ² /plot/10 years]
<i>Abies alba</i>	4	0,25	5	0,32	—	—	1	0,005	—	0,07
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0,09	1	0,12	—	—	1	—	—	0,02
<i>Carpinus betulus</i>	7	0,79	6	0,77	1	0,11	—	—	—	0,08
<i>Picea abies</i>	1	0,01	—	—	1	0,01	—	—	—	0,00
Razem — Total	13	1,14	12	1,21	2	0,12	1	0,005	—	0,18

Liczba drzew, zasobność, pole powierzchni przekroju piersńnicowego oraz przyrost miąższości na trzech stałych powierzchniach doświadczalnych (Jaworski i in. 2005)

Number of trees, stand volume, basal area, and volume increment on three permanent experimental plots (Jaworski et al. 2005)

Gatunek Species	N [szt./ha] [No./ha]		V [m ³ /ha]		G [m ² /ha]		I _v przyrost miąższości volume increment 1990–2000 [m ³ /ha]	V [%]		G [%]	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000		1990	2000	1990	2000
Obrożyska I											
<i>Tilia cordata</i>	432	408	679,85	747,90	52,62	56,92	77,17	97,2	97,4	94,9	95,1
<i>Abies alba</i>	36	40	11,13	12,06	1,52	1,62	1,73	1,6	1,6	2,7	2,7
<i>Carpinus betulus</i>	84	100	4,84	6,20	0,81	1,00	1,04	0,7	0,8	1,5	1,7
Inne — Other	20	20	3,69	1,61	0,48	0,31	0,04	0,5	0,2	0,9	0,5
Razem — Total	572	568	699,51	767,77	55,43	59,85	79,98	100,0	100,0	100,0	100,0
Obrożyska II											
<i>Tilia cordata</i>	446	418	773,30	833,89	56,36	59,57	91,81	97,0	96,9	95,8	95,7
<i>Abies alba</i>	50	52	11,02	13,55	1,23	1,45	2,69	1,4	1,6	2,1	2,3
<i>Carpinus betulus</i>	38	42	9,20	10,12	0,80	0,90	0,86	1,1	1,2	1,4	1,5
Inne — Other	16	12	3,82	2,98	0,43	0,32	0,42	0,5	0,3	0,7	0,5
Razem — Total	550	524	797,34	860,54	58,82	62,24	95,78	100,0	100,0	100,0	100,0
Obrożyska III											
<i>Tilia cordata</i>	190	186	532,10	584,93	36,85	40,13	53,77	76,5	76,8	73,0	73,3
<i>Abies alba</i>	262	276	121,36	135,62	9,87	11,16	24,46	17,4	17,8	19,6	20,4
<i>Carpinus betulus</i>	58	58	33,48	32,44	3,01	2,92	3,04	4,8	4,3	6,0	5,3
Inne — Other	14	8	9,11	8,22	0,69	0,56	0,48	1,3	1,1	1,4	1,0
Razem — Total	524	528	696,05	761,21	50,42	54,77	81,75	100,0	100,0	100,0	100,0

Liczba drzew, zasobność, pole powierzchni przekroju pierśnicowego i ich przyrosty oraz skład gatunkowy drzewostanu określone na 26 kołowych powierzchniach próbnych

Stadium dorastania

W okresie kontrolnym w stadium dorastania liczba drzew zmniejszyła się z 660 do 592 szt./ha (tab. 1).

Zasobność drzewostanu w okresie kontrolnym zwiększyła się z około 554 do 584 m³/ha. Była ona większa od średniej zasobności całego drzewostanu, która wyniosła 538 m³/ha i 567 m³/ha (tab. 1). O tak dużej zasobności zdecydowała lipa, której udział był znaczący (prawie 55% w 1995 i 2005 r.) (tab. 1). Zarówno na początku, jak i na końcu okresu kontrolnego rozkład miąższości drzew w klasach grubości był zbliżony — 22–28% (tab. 2 i 3).

Przyrost drzewostanu wyniósł 66,49 m³/ha/10 lat, a miąższość ubytków 36,77 m³/ha (84 szt./ha); największą liczbę ubytków odnotowano wśród lipy (38 szt./ha). Dorost tworzyło 16 szt./ha (w tym 9 szt./ha to grab), a miąższość dorostów wyniosła 0,43 m³/ha (tab. 4).

Pole powierzchni przekroju pierśnicowego nieznacznie wzrosło (tab. 1 i 5), a przyrost osiągnął 5,58 m²/ha/10 lat (tab. 5).

Stadium dorastania było reprezentowane przez 10 gatunków. Skład gatunkowy określony na podstawie udziału miąższościowego uległ niewielkim zmianom. Dominowała lipa, której udział się nie zmienił, natomiast znacznie zmniejszył się udział świerka — z 7,0 do 3,8% (tab. 1). Pod względem liczby drzew lipa stanowiła 40,0% i 38,5%.

Zmiany składu gatunkowego określone na podstawie pola przekroju pierśnicowego układały się podobnie jak zmiany określone na podstawie udziału miąższościowego (tab. 1).

Stadium optymalne

Liczba drzew w ciągu 10 lat zmniejszyła się z 380 do 360 szt./ha, natomiast zasobność zwiększyła się z około 510 do 541 m³/ha (tab. 1). Zarówno w 1995, jak i 2005 roku o zasobności drzewostanu decydowała lipa (odpowiednio 86,2% i 86,8%) (tab. 1). Na miąższość drzewostanu na początku i na końcu okresu kontrolnego największy wpływ miały klasy grubości od 36 do 51,9 cm, stanowiące odpowiednio 42,8% i 41,6% zasobności (tab. 2 i 3).

Przyrost miąższości drzewostanu w stadium optymalnym wyniósł 50,91 m³/ha/10 lat, a miąższość ubytków wyniosła 20,40 m³/ha (25 drzew na hektar), przy czym największą liczbę ubytków odnotowano wśród lipy (15 szt./ha). Dorost tworzyło 5 szt./ha, były to jodły, a ich miąższość wyniosła 0,03 m³/ha (tab. 4).

Pole powierzchni przekroju pierśnicowego nieznacznie wzrosło (tab. 1). Przyrost osiągnął 4,24 m²/ha/10 lat (tab. 5).

Stadium optymalne reprezentowane było w 1995 roku przez 7 gatunków, ale w 2005 roku już tylko przez 6, z powodu wydzielenia się świerka. W składzie gatunkowym, określonym zarówno na podstawie liczby drzew, udziału miąższościowego, jak i pola przekroju pierśnicowego dominowała lipa (tab. 1).

Liczba drzew, zasobność, pole powierzchni przekroju pierśnicowego i ich przyrosty oraz skład gatunkowy drzewostanu na 3 klasycznych powierzchniach badawczych

Na powierzchniach Obrożyska I oraz II liczba drzew zmalała odpowiednio o 4 i 26 szt./ha, natomiast wzrosła nieznacznie na powierzchni Obrożyska III o 4 szt./ha. W okresie kontrolnym zasobność drzewostanu na badanych powierzchniach zwiększyła się jak następuje: Obrożyska I z 700 m³/ha do 768 m³/ha, Obrożyska II z 797 m³/ha do 861 m³/ha i Obrożyska III z 696 m³/ha do 761 m³/ha (tab. 6). Przyrost miąższości w ciągu 10 lat wyniósł na: Obrożyskach I — 79,98 m³/ha, na Obrożyskach II — 95,78 m³/ha, na Obrożyskach III — 81,75 m³/ha. Pole powierzchni przekroju pierśnicowego wzrosło w ciągu 10 lat na wszystkich trzech powierzchniach o około 3,4–4,4 m²/ha, osiągając w 2000 roku około 55 m²/ha na powierzchni Obrożyska III i nieco ponad 62 m²/ha na powierzchni Obrożyska II (tab. 6). Skład gatunkowy określony na podstawie udziału miąższościowego oraz pola powierzchni przekroju pierśnicowego nie uległ zasadniczym zmianom. Lipa dominuje na wszystkich powierzchniach zarówno pod względem miąższości jak i pola powierzchni przekroju pierśnicowego (tab. 6).

Maksymalny wiek lip wyniósł na powierzchniach: I — 180 lat, II — 200 lat i III (wiek pierśnicowy) — 230 lat, a najwyższe lipy osiągnęły odpowiednio: 35 m, 37 m i 36,5 m (Jaworski i in. 2005).

V. DYSKUSJA

Drzewostan lipowy w rezerwacie ścisłym „Las Lipowy Obrożyska” w okresie 10 lat badań charakteryzował się mało zróżnicowaną dynamiką przebiegu stadiów i faz rozwojowych. Przeważało w nim stadium dorastania (77% powierzchni).

Zasobność lasu lipowego w rezerwacie (powierzchnia Obrożyska I) w 2000 roku wyniosła 860 m³/ha (Jaworski i in. 2005). Pozwala to uznać go za jeden z najzasobniejszych drzewostanów naturalnym w polskiej części Karpat. Dla porównania:

— przeciętna zasobność gospodarczych drzewostanów lipowych w Krainie Karpackiej (120–140 lat) wynosi 468 m³/ha (Głaz 1985);

— według tablic Żyłkina (Czuraj 1990) lite drzewostany lipowe I bonitacji w wieku 120 lat osiągają zasobność 455 m³/ha.

Większość wyników badań (np. Leibundgut 1959, Pintarič 1978, Korpel 1989) dotyczących zasobności i przyrostu drzewostanów w lasach pierwotnych opiera się na stałych, subiektywnie wybranych powierzchniach próbnych, reprezentujących określone stadia i fazy rozwojowe. Dlatego wyniki uzyskane w rezerwacie Obrożyska porównano z takimi właśnie rezultatami.

Zastanawia wysoka zasobność opisywanego drzewostanu lipowego, która jest większa od drzewostanów bukowych w lasach naturalnych Bieszczadów (578 do 610 m³/ha) (Jaworski i Kołodziej 2002) czy drzewostanów z udziałem buka i jodły z Babiogórskiego Parku Narodowego (505 do 693 m³/ha) (Jaworski i Paluch 2001). Wysoko produkcyjne drzewostany z udziałem świerka w Beskidzie Żywieckim (Oszast III — 642,90 m³/ha, Śrubita III — 693,53 m³/ha) (Jaworski i in. 2001a i 2001b) i Gorcach (Turbacz, rezerwat Wł. Orkana — 501,77 m³/ha) (Dziewolski i Rutkowski 1991) również wykazują mniejszą zasobność.

Pod względem zasobności „Las Lipowy Obrożyska” przewyższa słowackie bukowe drzewostany dolnoregłowe w stadium dorastania (Rožok — 776 m³/ha, Stužica — 564 m³/ha) i stadium optymalnym (Rožok — 794 m³/ha, Havešova — 719 m³/ha) (Korpel 1989).

Przytoczone wyniki nie potwierdzają badań Mayera (1992), który podaje, że do około 50. roku lipa rośnie szybciej w porównaniu z bukiem lub tak samo szybko jak on. Natomiast w wieku 100 lat buk osiąga zasobność o około 30% większą niż lipa, której zasobność przy podobnych pierśnicach kształtuje się w granicach 300 m³/ha.

Badany drzewostan lipowy ustępuje jednak pod względem miąższości najzasobniejszym drzewostanom z udziałem jodły, buka i świerka ze Słowacji (np. Dobročský Prales — od 1046 do 1366 m³/ha) (Korpel 1989), a także najzasobniejszym zagospodarowanym drzewostanom bukowym, znanym z literatury: Oltárc na Węgrzech (1067 m³/ha w wieku 122 lat) i Freienwalde w Niemczech (945 m³/ha w wieku 148 lat) oraz dębowym takim jak Forêt de Berce we Francji (972 m³/ha — miąższość całych drzew) (Šmelko i in. 1992).

Średnia zasobność całego drzewostanu w 2005 roku w rezerwacie „Las Lipowy Obrożyska”, obliczona na podstawie założonych 26 powierzchni kołowych wyniosła 568 m³/ha. W stadium dorastania zasobność osiągała prawie 584 m³/ha, a w stadium optymalnym — 541 m³/ha (tab. 3).

W rezerwacie Łopuszna (Gorce) zasobność drzewostanów z przewagą buka określona na podstawie badań opartych na statystyczno-matematycznym systemie inwentaryzacji kontroli lasu (Rutkowski 1989) (a więc analitycznie jak w Obrożyskach) wynosiła 482 i 414 m³/ha (Przybylska i in. 1995), a w rezerwacie Łabowiec (Beskid Sądecki) — w stadium dorastania 545 m³/ha, natomiast w stadium optymalnym w fazie starzenia — 465 m³/ha (Jaworski i in. 1994).

W przypadku obu dominujących w rezerwacie Obrożyska stadiów zastanawia większa średnia zasobność w stadium dorastania niż w stadium optymal-

Tabela 7 — Table 7

Miąższość na poszczególnych 26 czteroarowych powierzchniach próbnych
w latach 1995 i 2005

Volume in individual 26 4-are sample plots in 1995 and 2005

Powierzchnia próbna Sample plot	1995	2005
	[m ³ /1pp] — [m ³ /plot]	
stadium dorastania — growing up stage		
Powierzchnie z przestojami Plots with veterans		
1/2	14,96	16,02
2/2	22,27	23,49
2/3	32,68	34,14
2/4	28,83	30,59
2/5	14,60	16,30
4/4	25,67	28,73
4/5	25,47	20,80
5/2	21,73	25,56
5/3	20,61	23,65
5/4	25,24	27,67
6/1	19,79	23,30
Razem — Total	251,85	270,25
[m ³ /ha]	572,43	614,20
Udział miąższości w stadium [%] Volume proportion in the stage [%]	56,85	57,86
Powierzchnie bez „prze stojów” Plots without veterans		
2/6	23,37	25,50
3/1	17,21	19,99
3/2	20,39	23,41
3/5	16,87	9,14
3/6	23,26	26,30
4/1	19,62	14,55
4/2	31,48	34,36
4/3	15,65	18,77

Tabela 7 cd. — Table 7 cont.

Powierzchnia próbna Sample plot	1995	2005
	[m ³ /1pp] — [m ³ /plot]	
stadium dorastania — growing up stage		
Powierzchnie bez „przestojów” Plots without veterans		
7/1	23,24	24,81
Razem — Total	191,09	196,83
[m ³ /ha]	530,81	546,75
Udział miąższości w stadium [%] Volume proportion in the stage [%]	43,15	42,14
stadium optymalne — optimum stage		
1/1	22,13	24,36
2/1	19,07	20,78
3/3	20,32	21,86
1/4	23,51	23,07
5/1	17,01	18,08
Razem — Total	102,04	108,15
[m ³ /ha]	510,20	540,75
stadium rozpadu — break up stage		
3/7	14,68	15,51
Średnia zasobność drzewostanu [m ³ /ha] Mean volume of stand [m ³ /ha]	538,13	568,02

nym. Cykl lasu naturalnego wyróżniony przez Korpela (1989) ukazuje stadium optymalne jako najzasobniejsze. Dla przykładu Korpel podaje, że w rezerwacie Dobrońsky Prales zasobność w stadium optymalnym wynosiła od 766,3 do 1366,0 m³/ha, a w stadium dorastania — od 544,0 do 843,4 m³/ha. Większa zasobność drzewostanu w stadium dorastania niż w stadium optymalnym wiąże się z budową drzewostanu w rezerwacie „Las Lipowy Obrożyńska”. W stadium dorastania przeważa budowa dwupiętrowa (10 powierzchni z 20): w dolnym piętrze dominuje drągowina złożona z lipy, grabu i jodły, natomiast w górnym potężne „przestaje” jodeł i lip, które decydują o zasobności w tym stadium i stanowią prawie 58% jego udziału miąższości (tab. 7).

Pod względem przyrostu miąższości (od 5,1 m³/ha/rok w stadium optymalnym do 6,6 m³/ha/rok w stadium dorastania) opisywany drzewostan jest

podobny do bieszczadzkich drzewostanów bukowych (od 3,9 do 8,8 m³/ha/rok) (Jaworski i in. 2002).

Pole powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanów na stałych powierzchniach badawczych jest bardzo wysokie (od 55 do 62 m²/ha w 2000 r.). Przewyższa ono wartości podane w tablicach Czura (1991) nie tylko dla drzewostanów lipowych według Żyłki (120 lat — 42,6 m²/ha), ale także dębowych I bonitacji (180 lat — 39,8 m²/ha), bukowych (wg Schwappacha 140 lat — 33,4 m²/ha), świerkowych (wg Schwappacha 140 lat — 40,6 m²/ha), a nawet jodłowych (wg Haussera 160 lat — 49 m²/ha). Wartość pola powierzchni przekroju pierśnicowego analizowanych drzewostanów była większa niż ta wartość w jednym z najzasobniejszych drzewostanów dębowych, pomierzonych przez Schwappacha na terenie Niemiec (190 lat — 54,7 m²/ha) oraz wspomnianych drzewostanów bukowych w Oltàrc (45,1 m²/ha) i Freienwalde (48,1 m²/ha) (Šmelko i in. 1992). Mniejszym polem przekroju pierśnicowego charakteryzują się także drzewostany bukowe w Bieszczadach (33–35 m²/ha) (Jaworski i Kołodziej 2002), z udziałem buka i jodły w rejonie Babiej Góry (35–44 m²/ha) (Jaworski i Paluch 2002) oraz wielogatunkowe drzewostany o charakterze naturalnym z udziałem lipy w Białowieskim Parku Narodowym (od 33 do 52,4 m²/ha) (Bernadzki i in. 1998). Trzeba jednak zaznaczyć, że pewien wpływ na tak wysoką miąższość i powierzchnię przekroju pierśnicowego może mieć stosunkowo mała wielkość powierzchni próbnych.

Skład gatunkowy w badanym okresie uległ niewielkim zmianom. Nadal dominuje lipa (2005 r.) zarówno pod względem udziału liczby drzew (stadium dorastania prawie 39%, stadium optymalne 64%), jak i miąższości (odpowiednio 55% i 87%). Gdy porównuje się skład gatunkowy na podstawie udziału miąższościowego z 1945 roku (Witowski 1945) z obecnym, zwraca uwagę spadek udziału świerka (z 24,8% w 1945 r. do około 0,2% w 2005 r.). Zmniejszanie się udziału świerka na korzyść buka obserwowane jest także w innych karpaccich lasach naturalnych (Jaworski i in. 2001a, 2001b, Jaworski 2004).

Opierając się na długoletnich badaniach w Puszczy Białowieskiej Faliński i Pawlaczyk (1991) stwierdzili, że swoją trwałą pozycję w środowisku leśnym lipa ma zapewnioną dzięki dużej żywotności i zdolności adaptacji (plastyczności ekologicznej) do zmieniających się warunków, a zwłaszcza dzięki „strategii oczekiwania” i „strategii trwania” na zdobytych stanowiskach.

Analiza możliwości produkcyjnych drzewostanu lipowego koło Muszyny wykazała, że drzewostany lipowe są bardzo zasobne. Wysoka produktywność tego drzewostanu może być wynikiem korzystnego ukształtowania terenu, żyznej gleby i łagodnego klimatu (Fabijanowski 1961).

VI. WNIOSKI

Badany drzewostan lipowy w okolicach Muszyny zalicza się do najzasobniejszych liściastych drzewostanów naturalnych w Karpatach Zachodnich.

Lipa drobnolistna znalazła w analizowanym rezerwacie wyjątkowo korzystne warunki wzrostu, dzięki którym ukształtował się drzewostan o bardzo dużych możliwościach produkcyjnych

Bardzo duże możliwości produkcyjne drzewostanu lipowego pozwalają uznać ten gatunek za główny w drzewostanie w piętrze Pogórza i dolnej części regla dolnego w Dolinie Popradu i klimacie zbliżonym do klimatu okolic Muszyny.

LITERATURA

- Anonim 1987. *Normatywno spravochnyje materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii*. Kiev, Urozhai.
- Bernadzi E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998. *Rozwój drzewostanów naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego w okresie od 1936 do 1996 roku*. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.
- Böhm V.M. 1866. *Tabellaryczny przegląd nadzwyczaj starych oraz rzadkich drzew w lasach Zachodniej Galicji, z krótkimi objaśnieniami co do miejsc, na których rosną, ich wieku, wysokości i grubości, jak niemniej z innemi potrzebnymi uwagami*. Osobna odbitka z Dziennika Rolniczego. Wyd. C.K. Tow. Gospod.-Rolnicze Krakowskie: 62–65 i 82–91.
- Boratyńska K., Dolatowski J. 1991. *Systematyka i geograficzne rozmieszczenie*. [W:] *Lipy*. S. Białobok (red.). Arkadia, Poznań.
- Brzeziecki B. 2000. *Strategie życiowe gatunków drzew leśnych*. Sylwan 144, 8: 5–14.
- Brzeziecki B., Kienast F. 1994. *Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model*. For. Ecol. Manage, 69: 167–187.
- Chernyavskyy M. 2005. *The dynamics of virgin beech forests in the Ukrainian Carpathians*. [W:] *Natural Forests in the Temperate Zone of Europe — Values and Utilisation. Conference 13–17 October 2003 Mukachevo, Ukraine*: 100–107.
- Czuraj M. 1991. *Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów*. PWRiL, Warszawa.
- Dziewolski J., Rutkowski B. 1991. *Tree mortality, recruitment and increment during the period 1969–1986 in a Reserve at Turbacz in the Gorce Mountains*. Fol. Forest. Pol. ser. A, 31: 37–48.
- Fabijanowski J. 1961. *Roślinność rezerwatu lipowego „Obrożyska” koło Muszyny*. Ochr. Przyr. 27: 109–159.
- Faliński J.B., Pawlaczyk P. 1991. *Zarys ekologii*. [W:] *Lipy*. S. Białobok (red.). Arkadia, Poznań.
- Głaz J. 1985. *Występowanie i niektóre cechy taksacyjne drzewostanów lipy w Lasach Państwowych*. Sylwan 129, 2: 54–66.
- Grochowski J. 1973. *Dendrometria*. PWRiL, Warszawa.
- Grzegorzek W. 1868. *Spis roślin w różnych okolicach Galicji zebranych*. Kom. Fizjogr. 2.
- Hartman T. 1987. *Pragozd Rajhenaški Rog*. Univerza E. Kardelja, Biotehniška Fakulteta, Ljubljana.
- Januszek K., Lasota J., Wiślak A. 2006. *The evaluation of quality of soils of the carpathian lime forest and beech forests on the basis of some chemical and biochemical properties*. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 5, 5: 71–87.
- Jaworski A. 2004. *Badania nad budową, dynamiką i strukturę lasów o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu modelu gospodarki leśnej w górach*. Rocz. Bieszczadzkie 12: 103–139.
- Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J. 1994. *Dynamika, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie „Łabowiec”*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 32: 3–26.
- Jaworski A., Kołodziej Z. 2002. *Natural loss of trees, recruitment and increment in stand of primeval character in selected areas of the Bieszczady Mountains National Park (South-Eastern Poland)*. J. For. Sci. 48, 4: 141–149.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Bartkowiec L. 2005. *Structure and dynamics of stands of primeval character composed of the little-leaf linden (Tilia cordata Mill.) in the „Las Lipowy Obrożyska” reserve (southern Poland)*. J. For. Sci. 51, 7: 283–304.

- Jaworski A., Kołodziej Z., Pach M. 2001a. *Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Śrubita*. Sylwan 145, 6: 21–48.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Porada K. 2002. *Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park*. J. For. Sci. 48, 5: 185–201.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Strząska T. 2001b. *Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Oszaśt*. Sylwan 145, 4: 5–32.
- Jaworski A., Paluch J. 2001. *Structure and dynamics of the lower mountain zone forests of primeval character in the Babia Góra Mt. National Park*. J. For. Sci. 47, 2: 60–74.
- Jaworski A., Paluch J. 2002. *Factors Affecting the Basal Area Increment of the Primeval Forests in the Babia Góra National Park, Southern Poland*. Forstw. Cbl. 121: 97–108.
- Jaworski A., Skrzyszewski J., Karczmarski J. 1993. *Budowa i struktura lasu lipowego w rezerwacie „Obrożyska”*. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 31: 54–79.
- Korf V., Hubač K., Šmelko Š., Wolf J. 1972. *Dendrometrie*. SZN, Praha,
- Korpel S. 1982. *Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia*. Acta Fac. Forest. Zvolen 24: 9–31.
- Korpel S. 1989. *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Korpel S. 1995. *Die Urwälder der Westkarpaten*. G. Fischer-Verlag, Stuttgart.
- Leibundgut H. 1959. *Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern*. Schweiz. Z. Forstwes. 110, 3: 111–124.
- Malitowski J. 1916. *Lipa ponnikiem przyrody w Karpatach Zachodnich*. Sylwan 34, 10–12: 166–191.
- Matuszkiewicz M.J. 2007. *Zespoły leśne Polski*. PWN, Warszawa.
- Mayer H. 1992. *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Mayer H., Zukrigl K., Schrempf W., Schlager G. i in. 1987. *Urwaldreste, Naturwaldreserovate und schützenswerte Naturwälder in Österreich*. Universität für Bodenkultur, Wien.
- Obębka-Starkłowa B. 1967. *Badania mikroklimatyczne w rezerwacie lipowym „Obrożyska” w Miliku koło Muszyny*. Ochr. Przyr. 32: 277–354.
- Pawłowski B. 1921. *Lipa lipowy w dolinie Popradu*. Ochr. Przyr. 2: 49–59.
- Pintarič K. 1978. *Urwald Peručica als natürliches Forschungslaboratorium*. Allg. Forstzeitschr. 24: 702–707.
- Plan urządzania...* 1999. *Plan Urządzenia Gospodarstwa Rezerwatowego „Obrożyska” na okres gospodarczy 1.01.1999–31.12.2009*.
- Pruša E. 1985. *Die böhmischen und mährischen Urwälder- ihre Struktur und Ökologie*. Vegetace ČSSR A 15. Academia, Praha.
- Przybylska K., Fujak J., Myčka P. 1995. *Dynamika zmian zasobów leśnych w rezerwacie „Dolina Łopusznej” Gorczańskiego Parku Narodowego w okresie kontrolnym 1981–1992*. Parki Narod. i Rezerw. Przyr. 4, 3: 23–31.
- Raciborski M. 1910. *Ochrony godne drzewa i zbiorowiska roślin*. Kosmos 35: 352–366.
- Rutkowski B. 1989. *Urządzanie lasu*. Wyd. AR, Kraków.
- Sokołowski A.W. 2004. *Lasy Puszczy Białowieskiej*. CILP, Warszawa.
- Stachlewski W. 1978. *Klimat. Przeszłość, terażniejszość, przyszłość*. PWN, Warszawa.
- Staszkiwicz J. 2000. *Przyroda Popradzkiego Parku Krajobrazowego*. Popradzki Park Krajobrazowy, Stary Sącz.
- Środoń A. 1991. *Lipa w minionych krajobrazach Polski*. [W:] *Lipy*. S. Białobok (red.). Arkadia, Poznań.
- Šmelko Š., Wenk G., Antanaitis V. 1992. *Rast, štruktura a produkcia lesa*. Priroda, Bratislava.
- Vyskot M., Benko J., Hauck O. 1981. *Českoslovesnke pralesy*. Academia, Praha.
- Witowski M. 1945. *Wstępne badania nad strukturą drzewostanu lipowego w Muszynie — oddział 107d*, rkp.

Summary

Kamil Grałek, Andrzej Jaworski, Zbigniew Kołodziej, Kazimierz Majerczyk

The productive potentiality of the little leaf linden stand in the Obrożyska nature reserve

Near the town of Muszyna, situated in the Beskid Sądecki mountain range of the Carpathians, there is a unique little leaf linden (*Tilia cordata* Mill.) stand recognized as a relict of the Atlantic period. To protect this stand a nature reserve "Las Lipowy Obrożyska", 17.8 ha in area, was established in 1919. At the present time the forest area of this reserve is 98.28 ha, including a strictly protected stand of natural character 26.68 ha in area.

Most of the reserve's area is covered with the acid brown soil, while on ridges there is the leached brown soil and in the stream's valley the grey brown soil. The linden-hornbeam forest (*Tilio-Carpinetum*) is the main forest association of the reserve. This association is described as a sub-continental hornbeam forest of the Małopolska variety and submontane form.

In the strictly protected part of the reserve (26.68 ha) two series of sample plots were established. The first one was set according to principles of the statistical-mathematical system of forest inventory and control. Measurements of dbh and height were carried out in 1995 and 2005 on 26 4-are circular sample plots including 20 plots in the stand representing the growing up stage, 5 in the stand representing the optimum stage, and 1 in the stand representing the break up stage. The plots were located within a network of squares 100 × 100 m.

The second series of plots was formed by three permanent sample plots where measurements were carried out in 1990 and 2000. They represented the following three different stages and phases of forest development: the growing up stage in transition to the optimum stage — Obrożyska I (0.25 ha); the initial phase of the optimum stage — Obrożyska II (0.5 ha); and the selection forest phase of the growing up stage — Obrożyska III (0.5 ha).

The aim of the study was to determine the productive potentiality (stand volume, basal area, and increments) of the natural little leaf linden strictly protected stand. The study was also going to answer the following questions:

- Whether the little leaf linden stand is better in respect of the productive characteristics than common beech and mixed stands with silver fir, common beech, and Norway spruce of the lower montane zone?
- Whether the little leaf linden, recognized in Polish forestry as an admixture tree species, may also be considered as the main highly productive species in stands of the submontane belt as well as in the lower part of the lower montane zone in the Beskid Sądecki mountain range?

The mean volume of the entire stand (determined on the basis of 26 circular sample plots) increased from 538 m³/ha to 568 m³/ha during the period between 1995 and 2005. In the growing up stage it increased from 554 m³/ha to 584 m³/ha, while in the optimum stage from 510 m³/ha to 541 m³/ha. The volume increment in these two stages was 66 m³/ha and 51 m³/ha/10years respectively (Tabs. 1, 2, 3, and 4). The measurements of basal area and its increment are summarized in Tables 1 and 5.

In the permanent classical sample plots the volume of the stand representing the growing up stage in transition to the optimum stage (Obrożyska I) increased from 700 m³/ha to 768 m³/ha during the 10-year period, while in the stand representing the initial phase of the optimum stage (Obrożyska II) it increased from 797 m³/ha to 861 m³/ha, and in the stand representing the growing up stage (Obrożyska III) from 696 m³/ha to 761 m³/ha. The volume increment was almost 80, 96, and 82 m³/ha/10 years respectively, while the basal area in 2000 was 60, 62, and 55 m²/ha respectively (Tab. 6).

The stand volume per hectare in the investigated little leaf linden stand is one of the highest among natural broadleaf stands in the Western Carpathians. It is higher than that of common beech stands and mixed stands with silver fir, common beech and Norway spruce.

The little leaf linden found in the Obrozyska nature reserve exceptionally favorable growing conditions and formed a stand of a very high productive potentiality.

A very high productive potentiality of the little leaf linden stand permits to consider this tree species as the main species in stands of the submontane zone as well as in the lower part of the lower montane zone in the Poprad river valley and in the climate close to that of the Muszyna surroundings.

*Department of Silviculture
University of Agriculture in Krakow*

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WSKAŹNIKÓW INTENSYWNOŚCI TRZEBIEŻY W KATEGORYZACJI WARUNKÓW PRACY DLA WYBRANYCH TECHNOLOGII POZYSKIWANIA DREWNA NA RĘCZNO-MASZYNOWYM POZIOMIE ZMECHANIZOWANIA*

Grzegorz Szewczyk

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
rlszewcz@cyf-kr.edu.pl

ABSTRACT

G. Szewczyk 2009. *Possibilities of using thinning intensity indexes in classification of work conditions for selected timber harvesting technologies at the manual-machine mechanization level.* Acta Agr. Silv. ser. Silv. 47: 27–45.

The purpose of this study was to determine models of labor consumption characteristics at the work station of a power chain saw operator in the following timber harvesting technologies: with horse skidding, using the Multi FKS winch, and using the NIAB 5–15 processor. The mean level of labor consumption was 22.66 min/m³. Six equations of a multiple regression were approximated. The coefficient of determination varied from 0.4 to 0.6, and this indicated a good fitting. The factors affecting the labor consumption level were as follows: characteristics of the harvested timber, thinning intensity indexes, and elements of the workday structure. The variation of thinning intensity indexes, determined on the basis of tabular data, was used to determine intervals of timber harvesting labor consumption according to stand age classes (degrees of difficulty) 30 and 40 years.

KEY WORDS: technology, difficulty zones, work efficiency

SŁOWA KLUCZOWE: technologia, strefy utrudnień, wydajność pracy

I. WSTĘP

Realia ekonomiczne polskiego leśnictwa sprawiają, że czynności związane z pozyskiwaniem drewna będą zapewne jeszcze długo wykonywane przy zastosowaniu pilarek spalinowych. Taki stan rzeczy uwarunkowany jest wieloma przyczynami, wśród których wymienić należy relatywnie niski koszt pracy ludzkiej oraz niedoinwestowanie podmiotów gospodarczych realizujących zlece-

* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2009 jako projekt badawczy N N309 4246 33.

nia na rzecz Lasów Państwowych. Nurek (2005) podaje, że ok. 95% prac związanych ze ścinką, okrzesywaniem i przerzynką odbywa się za pomocą pilarek spalinowych.

Problem nakładu pracy — pracochłonności pozyskiwania drewna, rozpatrywano najczęściej w kontekście interakcji między wybranymi dwoma grupami cech dendrometrycznych drzew — pierśnicą i wysokością oraz stopniem ugałęzienia drzew a czasem pracy.

Grodecki (1988) zauważył, że w trzebieżach sosnowych II klasy wieku istnieje ścisła zależność prostoliniowa pomiędzy pierśnicą drzewa a czasem wykonywania rządu ścinającego. Podobnie przedstawia się sytuacja w drzewostanach rębnych (Bojarewicz 1981). W tym ostatnim przypadku zależności powyższe dotyczyły również okrzesywania i manipulacji (Porter 1992). Potwierdziły się w ten sposób badania Kubiaka (1978), który dla podobnych drzewostanów uzyskał zbliżone wielkości. Wykazano również występowanie liniowych zależności pomiędzy pierśnicą pozyskiwanych drzew w drzewostanach jodłowych trzebieży późnych a czasem trwania operacji technologicznych ścinki i okrzesywania (Porter i Strawa 2006). Autorzy zwrócili uwagę, że czas okrzesywania, którego udział w głównym czasie zmiany był największy i wyniósł ponad 36%, uzależniony był od długości korony drzew i grubości odcinanych gałęzi. Zmiany tych parametrów budowy morfologicznej pnia można w takich drzewostanach powiązać z pierśnicą drzew. W trzebieżach wczesnych i późnych wykonywanych w drzewostanach jodłowych i daglezjowych zaobserwowano hiperboliczną zależność między pierśnicą drzew a pracochłonnością prac pozyskaniowych (Piegai 1990, Nikolić i Bajić 1991). Warto zwrócić uwagę, że jest to tendencja odmienna od zaprezentowanych powyżej, charakterystycznych dla sosny i buka. W przypadku jodły należy spodziewać się, że w niższych klasach grubości drzew wzrost nakładu czasu na ścinkę i obróbkę surowca jest dużo większy w porównaniu z klasami wyższymi.

Zależności liniowe między pierśnicą drzew a czasem ścinki, okrzesywania oraz wyrzynki zostały stwierdzone również podczas trzebieży drzewostanów liściastych. Według Kubiaka (1980) w sześćdziesięciopięcioletnim drzewostanie bukowym, w miarę wzrostu grubości drzew, największego wzrostu nakładu czasu pracy spodziewać się należy podczas wyrzynki, następnie okrzesywania i ścinki. W pięćdziesięciopięcioletnich drzewostanach bukowych Zečić i Marenče (2005) oszacowali równanie pracochłonności w czasie efektywnym, w którym model regresji wielokrotnej opisuje zmiany nakładu czasu pracy na jednostkę wyrobu wymiarami pozyskiwanych drzew — pierśnicą i wysokością. Dominujący wpływ miała według tych autorów grubość. Również Rebula (2002) podkreślił istotność pierśnicy i wysokości drzewa do określenia pracochłonności jego obróbki. W trzebieżowych drzewostanach liściastych autor ten oszacował kilka równań opisujących udział produktywnego czasu obróbki jednego drzewa w zależności od jego pierśnicy, wysokości oraz miąższości grubizny. Warto zwrócić uwagę, że krzywe o charakterze wykładniczym, a więc inaczej niż poprzednio, wyjaśniały obserwowaną zmienność w ponad 80%.

Odnotowany przez niektórych badaczy (Martinić 1992, Jakubowski i in. 2005) największy spośród operacji obróbczych drewna udział czasu okrzesywania, skłonił Sztybera (2005) do opisanie czynników budowy morfologicznej pnia oraz korony wpływających na pracochłonność tej czynności. Były to: długość bezszęcnego odcinka pnia, długość i średnice sęków oraz gałęzi, wymiary i kąty osadzenia nasad gałęzi, liczba sęków i gałęzi a także sumaryczna powierzchnia okrzesywania. Czynnikiem dodatkowo utrudniającym odcinanie była również większa gęstość sęków 1,2–1,88. We wszystkich tych przypadkach autor wykazał trend wstępujący — zbliżony do funkcji liniowej.

Problemem oceny sękatości surowca sosnowego w kontekście technicznych uwarunkowań operacji okrzesywania zajmowali się również Z. Muszyński i J. Muszyński (1999). Problematykę sękatości odnieśli oni nie do ilościowego występowania sęków, ale do ich powierzchniowego udziału w poboczniczy drzewa. Wskaźnik współzależności między sumą powierzchni po odciętych gałęziach a miąższością drewna okrągłego kształtuje się pomiędzy 0,1 a 0,25.

Według Rebuli (2002) ilość gałęzi czy sęków na pniu drzewa jako miara zmienności czasu jego okrzesywania i co za tym idzie pracochłonności pozyskiwania drewna powinna być łatwa do skwantyfikowania. W górskich drzewostanach liściastych przeznaczonych do trzebieży autor ten wyróżnił trzy klasy ugałęzienia pni drzew. Porównując czasy obróbki drzew z małą i średnią ilością gałęzi, odnotowano 20–25% krótsze czasy w przypadku krótszych koron. Jeszcze większe różnice — na poziomie 30–50%, zaobserwowano pomiędzy średnio i bardzo ugałęzionymi pniami. Duże zróżnicowanie warunków pracy uniemożliwia jednak, zdaniem tego autora, matematyczne opisanie powyższych zależności.

II. CEL PRACY

Przedstawione powyżej modele szacowania pracochłonności rozdzielają wpływ poszczególnych czynników na szacowaną zmienną. Analizowane czynniki mogą być związane z cechami pozyskiwanego surowca (pierśnica i wysokość drzew, miąższość drewna) i drzewostanów (intensywność wyznaczenia trzebieży) oraz elementami struktury dnia roboczego (czas trwania poszczególnych kategorii operacyjnego czasu pracy). Dopiero wielokryterialne rozpatrywanie analizowanych zależności pokazuje rzeczywisty obraz zjawiska.

W pracy przyjęto założenie, że możliwe jest określenie właściwej, optymalnej z punktu widzenia organizacji i wykorzystania czasu, struktury zmiany roboczej. Tak więc zmiany poziomu pracochłonności (wobec stałych wartości zmiennych związanych z czasami pracy) powinny być związane ze zmiennością innego czynnika, obrazującego cechy pozyskiwanego surowca czy drzewostanów. Znajomość przebiegu jego zmienności można będzie wykorzystać do określenia przedziałów pracochłonności (klas trudności) pozyskania drewna.

Celem pracy było określenie parametrów równań opisujących poziom pracochłonności na stanowisku pracy drwala operatora pilarki spalinowej. Aproxymowano funkcje matematyczne o postaci:

$$\text{ESTPIL} = f(\text{kategoria trzebieży, współczynniki intensywności cięć, elementy struktury dnia roboczego}),$$

gdzie: ESTPIL — syntetyczny wskaźnik Empirycznej Sprawności Technologicznej na stanowisku pracy drwala operatora pilarki spalinowej — PILARZA.

III. MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono w drzewostanach sosnowych, jodłowych, świerkowych i bukowych, w których wykonano wczesne (TW) i późne (TP) trzebieże selekcyjne. Powierzchnie manipulacyjne objęte badaniami zlokalizowano na terenie RDLP w Krakowie, Katowicach oraz w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy (tab. 1).

Prace pomiarowe prowadzono na półhektarowych powierzchniach doświadczalnych. Badaniami objęto łącznie 66 powierzchni, z tego 54 w drzewostanach iglastych i 12 w liściastych. Na założonych w ramach każdej powierzchni doświadczalnej 32 pólkowych powierzchniach kołowych pomierzono pierśnice wszystkich drzew o grubości ≥ 7 cm. Na każdej powierzchni manipulacyjnej pomierzono również wysokości drzew w ilości wystarczającej do wykreślenia krzywych wysokości.

Analizowano prace na stanowisku drwala operatora pilarki spalinowej w trzech technologiach pozyskiwania drewna, różniących się co do stosowanego systemu pozyskiwania i poziomu zmechanizowania prac: ścinka, obalanie i okrzesywanie w technologii ze zrywką konną (KON) i wciągarką Multi FKS (FKS) oraz ścinka w technologii z zastosowaniem procesora NIAB 5–15 zagregowanego z ciągnikiem rolniczym (NIAB). Podczas wykonywania prac zrębowych prowadzony był chronometraż czynności obserwowanych w zmianie roboczej (Monkielewicz i Czereyski 1971). Pomiar czasu wykonano z wykorzystaniem komputera PSION Workabout z oprogramowaniem „Timing” do prowadzenia chronometraży (Sowa i Szewczyk 2005).

Rejestrowany w trakcie badań czas trwania poszczególnych czynności zaliczano do określonych kategorii przyjętych za BN-76/9195-01 w Krajowym Systemie Maszyn Leśnych (Botwin 1993, Laurow 1994). Schemat klasyfikacji czasu pracy oraz przyjętych oznaczeń zamieszczono w tabeli 2.

Po zakończeniu pozyskania przeprowadzono inwentaryzację pozostałych na powierzchniach kołowych drzew i obliczono miąższość drewna pozyskaną na każdej powierzchni badawczej.

Intensywność wykonania trzebieży prowadzonych na powierzchniach manipulacyjnych przedstawiono w układzie ilościowym, miąższościowym oraz mieszanym ilościowo-miąższościowym, oddającym przestrzenne rozmieszcze-

Tabela 1 — Table 1

Charakterystyka drzewostanów na powierzchniach badawczych
Characteristics of stands in sample plots

Nadleśnictwo Forest Inspectorate	Trzebież Thinning	Leśnictwo Forest district	Oddział Compartment	Siedliskowy typ lasu Forest site type	Powierzchnia [ha] Forest area [ha]	Skład gatunkowy* Stand composition	Wiek [lata] Age [years]	Zadrzewienie Stocking of stand	Zwarcie Crown density	Pierśnica [cm] D.B.H. [cm]	Wysokość [m] Height [m]	Boniacja Stand quality
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dąbrowa Tarnowska	TW Early	Wal Ruda	68 d	LMśw Fresh Mixed broadleaved forest	5,19	So	25	0,9	Pełne Full crown closure	13	12	Ia
	TP Late			45 45			0,7					
Nowy Targ	TW Early	Stańcowa	253 d	LMG Mixed mountain forest	4,58	4Św 2Jd 2Św 1Św 1Jd	35 35 45 30 30	0,8	Umiarkowane Moderaty crown closure	13 8 16 8 7	14 10 17 12 7	I I I I I
							40 40 50 50 60 30					
	TW Early	Stańcowa	245 b	LMG Mixed mountain forest	12,95	3Św 2Jd 2Jd 1Św 1Jd 1Św	40 40 50 50 60 30	1,0	Umiarkowane Moderaty crown closure	35 30 24	30 23 25	I I I
							80 60 60					
	TP Late	Stańcowa	250 b	LMG Mixed mountain forest	4,67	6Św 2Jd 2Św	60 60 60	1,0	Umiarkowane Moderaty crown closure	35 30 24	30 23 25	I I I

Tabela 1 cd. — Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Nowy Targ	TP Late	Stanicowa	250 d	LMG Mixed mountain forest	1,74	8Św	60	1,2	Umiarkowane Moderaty crown closure	24	23	I			
						1Św	50			15	20	I			
						1Jd	50			19	18	I			
Gromnik	TW Early	Kaźna Górna	307 a	LWyz Upland forest	10,65	4Jd	37	0,9	Pełne Full crown closure	13	12	I			
						2Bk	37			14	12	I			
						2Jd	47			21	17	I			
						1Bk	47			18	15	I			
						1Jd	27			7	6	I			
Sucha	TP Late	Kaźna Górna	303 a	LWyz Upland forest	12,16	4Jd	52	0,6	Umiarkowane Moderaty crown closure	24	18	I			
						1Bk	52			20	17	I			
						3Jd	62			39	22	I			
						1Bk	62			30	22	I			
						3Bk	35			1,0	Pełne Full crown closure	8	5	6	II
						2Jd	35								
	TW Early	Juszczyn	Juszczyn	21 b	LMG Mixed mountain forest	9,47	1Św	35	1,0	Pełne Full crown closure	8	9	I		
							2Św	45			13	14	I		
							1Bk	45			8	11	II		
							1Jd	45			10	11	I		
LZD w Krynicy	TW Early	Juszczyn	20 d	LMG Mixed mountain forest	7,41	3Bk	40	0,9	Pełne Full crown closure	10	5	I,5			
						1Jd	40						8	12	I
						1Św	40								
						2Bk	30						4	13	I
						2Jd	30								
						1Jd	50						13	13	I
LZD w Krynicy	TP Late	Tylicz	152 a	LG Mountain forest	6,49	Bk	70	1,1	Umiarkowane Moderaty crown closure	30	26	I			

*So — sosna — pine, Jd — jodla — fir, Św — świerk — spruce, Bk — buk — common beech

nie pozyskiwanej masy na powierzchni manipulacyjnej (równanie 1–3) (Szewczyk 2007).

$$W_{iip} = \frac{I}{P} * 100\% , \quad (1)$$

gdzie:

W_{iip} — wskaźnik ilościowej intensywności pozyskania,

I — liczba drzew usuniętych z powierzchni kołowych,

P — liczba drzew przed wykonaniem cięć na powierzchniach kołowych.

$$W_{mip} = \frac{m_i}{m_p} * 100\% , \quad (2)$$

gdzie:

W_{mip} — wskaźnik miąższościowej intensywności pozyskania,

m_i — miąższość drewna usunięta z powierzchni kołowych,

m_p — miąższość drewna przed wykonaniem cięć na powierzchniach kołowych.

$$W_{sip} = \frac{W_{iip}}{W_{mip}} , \quad (3)$$

gdzie:

W_{sip} — wskaźnik sumarycznej intensywności pozyskania,

W_{iip} — wskaźnik ilościowej intensywności pozyskania,

W_{mip} — wskaźnik miąższościowej intensywności pozyskania.

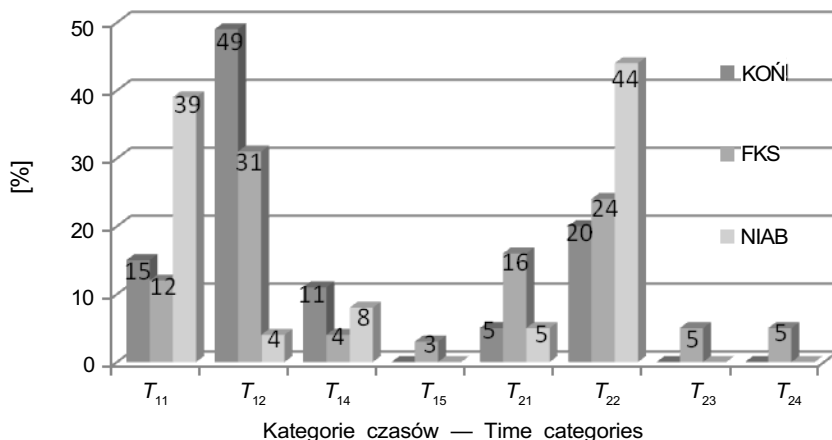
Pracochłonność określoną na podstawie danych empirycznych obliczono odnosząc pozyskaną miąższość drewna do czasu operacyjnego (Giefing i Gackowski 2001). Analizę różnic średnich wartości pracochłonności poprzedzono badaniem normalności rozkładów analizowanej zmiennej losowej testem zgodności W Shapiro-Wilka. Stwierdzono, że pracochłonności wyróżnionych grup drzewostanów czy kategorii trzebieży mają rozkłady zgodne z rozkładem normalnym. Badanie istotności różnic ich średnich wartości przeprowadzono w oparciu o test parametryczny t -Studenta.

Podzielenie czasu wykonywania prac na poszczególnych powierzchniach badawczych na stałą liczbę pięciu części pozwoliło na uchwycenie zmienności pracochłonności związanej między innymi z narastającym zmęczeniem (Oberegner 1993, Kowal 2002, Sowa i in. 2007). Liczba sekwencji pomiarowych, dla których w dalszym ciągu pracy określono pracochłonności, wyniosła dla analizowanego stanowiska pracy 330.

Badania zależności czasochłonności obserwowanej na stanowisku roboczym drwala operatora pilarki spalinowej w zależności od kategorii trzebieży, wskaźników intensywności cięć oraz czynników struktury dnia roboczego, przeprowadzono wykorzystując procedury regresji wielokrotnej. Istotność hipotez zerowych H_0 , ustalano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Obliczenia statystyczne wykonano przy pomocy programu STATISTICA 6 PL.

IV. WYNIKI

Na strukturę czasów pracy (ryc. 1) wpłynął zasadniczo charakter stosowanych technologii pozyskiwania drewna. Widać wyraźne zróżnicowanie w grupie czynności pomocniczych pomiędzy technologiami KONÍ ($T_2 = 25\%$) oraz FKS i NIAB ($T_2 = 50\%$).



Ryc. 1. Struktura dnia roboczego w operacyjnym czasie pracy

Fig. 1. Structure of worktime in operational time

Niewątpliwie na taki obraz technologii FKS wpłynęły czynności związane ze zrywką. W wariacie ze zrywką wciągarką (FKS) pilarz pełnił niejednokrotnie rolę pomocnika operatora wciągarki, co widoczne jest w 10% udziale czynności związanych bezpośrednio ze zrywką. Spore utrudnienia polegały na zakleszczaniu się zrywanych dźwicz i konieczności podejścia do czoł drewna zablokowanych na przeszkodach terenowych czy pozostających drzewach, co widoczne jest w znacznym, 24% udziale czasu T_{22} . Wobec ręcznego sterowania zrywką konieczne było opisane powyżej współdziałanie pilarza i operatora wciągarki, stąd kilkunastoprocentowy udział czasu T_{21} .

Udział czynności pomocniczych na stanowisku PILARZ w technologii NIAB był niemal identyczny jak w FKS i wyniósł 49%. Zasadniczym elementem tej grupy czynności były przejścia (T_{22}). Niewielki, 5% udział czasu oczekiwania T_{21} oraz stosunkowo niewielkie zróżnicowanie wyszczególnionych kategorii czynności obrazuje samodzielną pracę w ramach tego stanowiska. Charakterystyczny był znaczny udział czasu przerzynki T_{14} — 8%. Świadczył on o niezależnej pracy pilarza i operatora procesora.

W technologiach FKS i KONÍ charakterystyczny był duży udział czasu okrzyszowania, wynoszący 31–49%. W technologii NIAB dominujący udział w ogólnym czasie pracy miały przejścia (44%) oraz ścinka i obalanie (39%).

Wykorzystanie operacyjnego czasu pracy kształtowało się na poziomie od 0,8 w technologii NIAB, poprzez 0,77 w technologii KONÍ do 0,75 w technologii

FKS. Wskazuje to na bardzo dobre wykorzystanie czasu zmiany roboczej we wszystkich analizowanych technologiach.

Pracochłonność na stanowisku pracy PILARZ rozpatrywana łącznie dla wszystkich analizowanych technologii, kształtowała się na poziomie 22,66 min/m³, przy czym najniższa była dla technologii NIAB — 11,47 min/m³, natomiast najwyższa w technologii FKS — 36,07 min/m³ (tab. 3).

Tabela 3 — Table 3

Pracochłonność w czasie operacyjnym
Time consumption in operational time

PILARZ $P_0 = 22,66$																					
Technologia KOŃ $P_0 = 17,67$				Technologia FKS $P_0 = 36,07$								Technologia NIAB 5–15 $P_0 = 11,47$									
TW $P_0 = 22,37$				TP $P_0 = 12,73$				TW $P_0 = 41,68$				TP $P_0 = 30,37$				TW $P_0 = 13,84$			TP $P_0 = 9,09$		
				So + Bk $P_0 = 11,08$		Jd + Św $P_0 = 14,21$		So + Bk $P_0 = 30,80$		Jd + Św $P_0 = 52,93$		So + Bk $P_0 = 20,28$		Jd + Św $P_0 = 39,80$							
So	Bk	Jd	Św	So	Bk	Jd	Św	So	Bk	Jd	Św	So	Bk	Jd	Św	So	Jd	Św	So	Jd	Św
$P_0 = 20,45$	$P_0 = 21,40$	$P_0 = 23,75$	$P_0 = 23,88$	$P_0 = 10,91$	$P_0 = 11,23$	$P_0 = 14,23$	$P_0 = 14,19$	$P_0 = 26,50$	$P_0 = 35,10$	$P_0 = 36,52$	$P_0 = 68,25$	$P_0 = 16,19$	$P_0 = 24,36$	$P_0 = 34,25$	$P_0 = 45,34$	$P_0 = 14,67$	$P_0 = 14,40$	$P_0 = 12,50$	$P_0 = 10,10$	$P_0 = 7,33$	$P_0 = 9,91$

P_0 — pracochłonność — time consumption; σ — odchylenie standardowe — standard deviation; $v\%$ — wsp. zmienności — coefficient of variability; So — sosna — pine, Jd — jodła — fire, Św — świerk — spruce, Bk — buk — common beech

Technologia KOŃ z pracochłonnością na poziomie 17,67 min/m³ plasowała się w pobliżu NIAB — różnice wyniosły ok. 40%. W tej technologii pracochłonność pozyskiwania drewna w trzebieżach wczesnych była wyższa o prawie 100% w porównaniu z trzebieżami późnymi i wynosiła 22,37 min/m³. Nieprzypadkowość tych różnic potwierdzają wyniki testów ($t = 9,89$; $p = 0,00$). Analizując wyniki uzyskane dla poszczególnych drzewostanów można stwierdzić, że w obydwu kategoriach najniższe wartości zaobserwowano w drzewostanach sosnowych, jednak pracochłonność w drzewostanach bukowych młodszych i starszych klas wieku odbiegała tylko nieznacznie od poziomów minimalnych: TW — ok. 5%, TP — 3%. Pracochłonność w drzewostanach jodłowych i świerkowych w obydwu kategoriach użytkowania była wyraźnie większa. Układała się na poziomie od 23,75 min/m³ w TW do 14,19 min/m³ w TP. Różnica w pracochłonnościach w drzewostanach So + Bk w porównaniu z Jd + Św była wyraźnie większa w trzebieżach późnych — ok. 22%. Celowe wobec tego było wyróżnienie grup drzewostanów sosnowo-bukowych ($t = -0,23$; $p = 0,82$) oraz jodłowo-swierkowych ($t = -0,03$; $p = 0,97$) w trzebieżach późnych.

Pracochłonność na stanowisku pracy PILARZ w technologii FKS układała się w trzebieżach późnych w podobnych grupach jak w przypadku technologii

KOŃ. Jednak różnice pomiędzy grupami drzewostanów sosnowo-bukowych i jodłowo-świerkowych były większe i sięgały ok. 50%. W drzewostanach trzebieży wczesnych stwierdzono większe zróżnicowanie pracochłonności w porównaniu z technologią KOŃ: obliczone wartości wahały się od 26,50 min/m³ w drzewostanach sosnowych do 68,25 min/m³ w drzewostanach świerkowych. Analiza różnicowania się średnich wartości pracochłonności pozwoliła na wyróżnienie drzewostanów bukowych w kategorii trzebieży wczesnych. Drzewostany sosnowe, w których pracochłonność była najmniejsza, odbiegały w najmniejszym stopniu od buczyn ($t = -2,18$; $p = 0,04$). Średnie wartości analizowanej cechy wyniosły odpowiednio 26,50 min/m³ oraz 35,10 min/m³. Stąd zdecydowano się na łączne rozpatrywanie pracochłonności uzyskanych w drzewostanach So + Bk oraz Jd + Św ($t = 4,00$; $p = 0,00$). Różnice w pracochłonnościach w wyróżnionych podobnie jak w przypadku technologii KOŃ drzewostanach sosnowych i bukowych oraz jodłowych i świerkowych w kategorii trzebieży późnych sięgały ok. 50% i były statystycznie istotne ($t = 4,63$; $p = 0,00$). Również w tej technologii obserwowano różnicowanie się trzebieży wczesnych i późnych, widoczne w wyraźnie wyższych poziomach pracochłonności w młodszych klasach wieku. Statystycznie istotne różnice ($t = 2,85$; $p = 0,00$) wyniosły ok. 25%, co było jednak znacząco mniej w porównaniu z technologią KON.

W technologii NIAB pracochłonności różnicowały się w ramach kategorii pozyskiwania drewna — różnice wyniosły ok. 30% i były statystycznie istotne ($t = -5,70$; $p = 0,00$). Najmniejsze wartości analizowanej cechy odnotowano w trzebieżach późnych drzewostanów jodłowych — 7,33 min/m³, natomiast największe w drzewostanach sosnowych podczas trzebieży wczesnych — 14,67 min/m³. Różnice w pracochłonnościach pomiędzy poszczególnymi drzewostanami w ramach kategorii trzebieży wczesnych oraz późnych nie były istotne statystycznie. Odnotowano natomiast zróżnicowanie poziomów czasochłonności pomiędzy kategoriami trzebieży wczesnych (13,84 min/m³) oraz późnych (9,09 min/m³). Różnice te były statystycznie istotne ($t = -5,70$; $p = 0,00$).

W obydwu kategoriach najmniejsza pracochłonność została stwierdzona w drzewostanach sosnowych — w kategorii trzebieży wczesnych wyniosła ona 41,28 min/m³, natomiast w trzebieżach późnych 18,85 min/m³. Jednak różnice pomiędzy drzewostanami były nieistotne statystycznie oraz na tyle niewielkie — ok. 16% w TW i ok. 40% w TP, że w dalszej części opracowania na omawianym stanowisku pracy traktowano łącznie wszystkie drzewostany w których przeprowadzono trzebieże wczesne i późne. Średnia pracochłonność wyniosła dla wszystkich testowanych wariantów 33,20 min/m³.

Poziom pracochłonności jest jednym z czynników pozwalających określić przydatność danej technologii do wykonywania określonych zabiegów gospodarczych. Z tego względu w dalszej części opracowania zastąpiono określenie pracochłonności na proponowany w pracy EST — syntetyczny wskaźnik Empirycznej Sprawności Technologicznej. Równania opisujące zmienność pracochłonności na analizowanym stanowisku roboczym powinny uwzględniać łączny wpływ czynników drzewostanowych (intensywność trzebieży) oraz

Analiza regresji
Analysis of regression

Technologia Technology	Trzebież Thinning	Parametry równania (zmienna/wartość) Parameters of equation (variable/value)							Dokładność dopasowania Exactitude of adjustment		
		Wyraz wolny Constant	X ₁		X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		X ₆	X ₇
KOŃ FKS	TW	80,96	So + Bk = 0	Jd + Św = 1	T ₁₂	w _{hip}					R = 0,72; F = 41,74; p = 0,00
				-8,16	-80,04	-1,97					
NIAB	TP	47,27	So + Bk = 1	Jd + Św = 0	T ₁₂	W _{hip}					R = 0,77; F = 53,72; p = 0,00
			-11,00	-11,00	-79,17	3,72					
Ogółem Total	TW	15,69	TW = 1	TP = 0	T ₁₁						R = 0,80; F = 76,10; p = 0,00
			15,69	15,69	-20,13						
Ogółem Total	TP	65,59		T ₁₁	T ₁₂	w _{hip}					R = 0,65; F = 39,95; p = 0,00
				-96,65	-42,46	-1,17					
Ogółem Total	TP	43,41	So + Bk = 1	Jd + Św = 0	T ₁₁	T ₁₂	W _{hip}				R = 0,63; F = 25,15; p = 0,00
				-7,28	-70,05	-27,48	-0,53				
Ogółem Total	TP	20,71	TW = 1	TP = 0	T ₁₁	T ₁₂	T ₂₁	T ₂₃	T ₂₄	W _{hip}	R = 0,74; F = 46,51; p = 0,00
				11,98	-58,37	-30,24	48,23	-107	71,57	5,54	

TW — trzebież wczesna — early, TP — trzebież późna — late, So — sosna — pine, Jd — jodła — fire, Św — świerk — spruce, Bk — buk — common beech

elementów struktury dnia roboczego wyrażonych jako udział procentowy danej kategorii czasu w czasie operacyjnym. Modele regresji wskaźnika EST przedstawione w tabeli 4 uwzględniają powyższe czynniki oraz zmienne jakościowe — kategorie trzebieży wczesnych i późnych oraz grupy drzewostanów: sosnowych i bukowych oraz jodłowych i świerkowych.

Wskaźnik EST został wyrażony w postaci kilku funkcji liniowych wielu zmiennych. W zastosowanym garniturze czynników występują każdorazowo dwie grupy zmiennych. Z jednej strony są to wskaźniki charakteryzujące cechy taksacyjne drzewostanu oraz charakter cięć, takie jak intensywność zabiegu pielęgnacyjnego wyrażona odsetkiem usuwanej liczby lub miąższości drzewostanu oraz miąższość zrywanego i obrabianego surowca drzewnego. Kolejną grupą czynników są udziały procentowe wybranych elementów struktury dnia roboczego w czasie operacyjnym. Ich zmiany wynikają ze zróżnicowania cech drzewostanów, a ponieważ badane czasy są zasadniczo czasami obróbki surowca drzewnego, stanowią niejako uzupełnienie zmiennych wymienionych w pierwszej grupie.

V. DYSKUSJA

Przy analizowaniu zależności przestrzennych (wiele zmiennych niezależnych) najprostszą i najczęściej rozważaną zależnością jest wielomian stopnia pierwszego wielu zmiennych. Wielomian taki wyrażony jest jako suma wyrazu wolnego oraz szeregu składników typu <parametr * zmienna>. Teoria dopasowywania współczynników wielomianu została dokładnie opracowana, a sama postać funkcji wielomianowej jest łatwa w interpretacji. W warunkach szacowania czasochłonności na stanowiskach pracy w leśnictwie model regresji liniowej jest najczęściej stosowany przez badaczy (Häberle 1990, Samset 1990, Messingerová 2005, Lukáč i in. 2000, Bibliuk 2004, Ozturk i Senturk 2006). Czasochłonność sumaryczna technologii pozyskiwania drewna, uwzględniająca różne stanowiska pracy, może być oszacowana poprzez zsumowanie odpowiednich równań regresji wielokrotnej. Taki sposób postępowania jest spotykany również w innych tego typu badaniach (Zečić i Marenče 2005). Powyższa koncepcja, znajdująca swoje odzwierciedlenie w niniejszej pracy, pozwala na elastyczne konstruowanie równań aproksymujących pracochłonność w różnych (logicznych z punktu widzenia organizacji pracy) wariantach technologicznych.

Oszacowane równania regresji dają możliwość określenia poziomu wydajności (sprawności techniczno-technologicznej) na poszczególnych etapach procesu pozyskiwania drewna prowadzonego przy zastosowaniu określonych w pracy technologii. Jednak dla celów praktycznych wygodnie byłoby wprowadzić pewne uogólnienia w postaci oszacowania poziomów EST, w obrębie których pracochłonności nie różnią się istotnie.

W najprostszym wariantcie, zakładając normalne rozkłady przedstawionych w pracy zmiennych niezależnych, poszukiwane granice mogłyby stanowić po

trzy odchylenia standardowe poniżej i powyżej średniej badanych czynników. W efekcie średnia pracochłonność mogłaby być przedstawiona w postaci dwukierunkowej tablicy. Dla przykładowo obliczonych wartości W_{iip} w „modelowych” trzebionych drzewostanach sosnowych bonitacji Ia obliczono wielkość EST na stanowisku pracy PILARZ w punktach określonych poprzez podział opisany powyżej (tab. 5). W przykładzie tym dla zmiennej T_{12} (czas okrzyszowania) uwzględniono wartości statystyk pozycyjnych obliczone dla danych empirycznych uzyskanych w toku niniejszych badań.

Tabela 5 — Table 5

Przykładowe tabelaryczne wartości EST na stanowisku pracy PILARZ w drzewostanach sosnowych bonitacji Ia określone dla wskaźnika ilościowej intensywności pozyskania W_{iip} obliczonego na podstawie zmian liczby pni w pięcioletnich okresach wg Szymkiewicza (1971) oraz empirycznych wartości czasu okrzyszowania T_{12}

Exemplary tabular values of EST at the SAWMAN work station in quality Ia Scots pine stands determined for the index of quantitative harvesting intensity W_{iip} calculated on the basis of changes of the number of stems in 5-year periods according to Szymkiewicz (1971) and the empirical values of the debarking time T_{12}

W_{iip}		0	0,06	0,19	0,31	0,43	0,55	0,67
T_{12}		$m - 3\sigma$	$m - 2\sigma$	$m - \sigma$	m	$m + \sigma$	$m + 2\sigma$	$m + 3\sigma$
0,99	$m - 3\sigma$	70,83975	66,03717	55,63158	46,02642	36,42126	26,8161	17,21094
9,25	$m - 2\sigma$	54,52625	49,72367	39,31808	29,71292	20,10776	10,5026	0,89744
17,51	$m - \sigma$	38,21275	33,41017	23,00458	13,39942	3,79426		
25,77	m	21,89925	17,09667	6,69108				
34,03	$m + \sigma$	5,58575	0,78317					

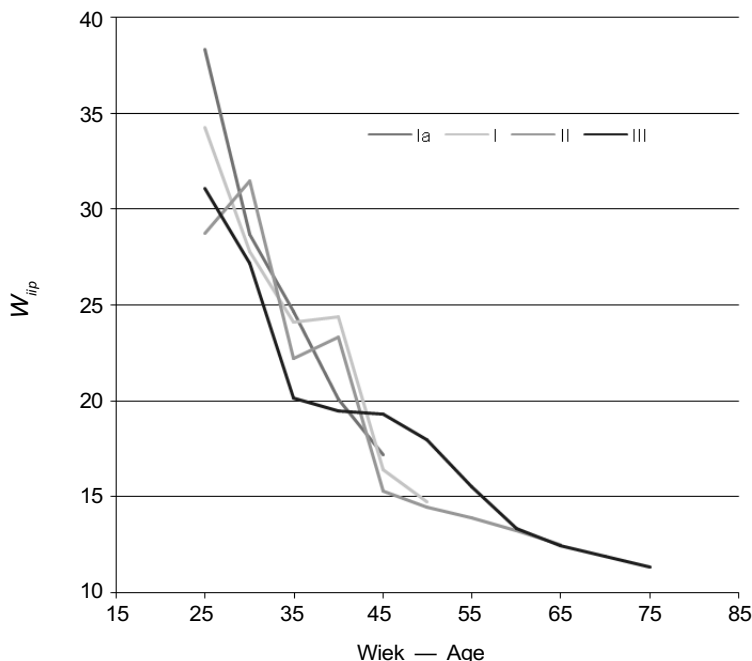
m — średnia — average; σ — odchylenie standardowe — standard deviation

W_{iip} → W Shapiro-Wilka = 0,95; $p = 0,74$; średnia — average = 25,77; odch. Standardowe — standard deviation = 8,26
 T_{12} → W Shapiro-Wilka = 0,96; $p = 0,08$; średnia — average = 0,31; odch. Standardowe — standard deviation = 0,12

Pierwsze analizy wskazują na możliwość przyjęcia innego jeszcze rozwiązania. W związku z tym, że przedstawione równania regresji aproksymują wartość EST w sposób liniowy (zależność proporcjonalna), zmiany tego wskaźnika powinny zostać przebadane pod kątem określenia charakteru krzywych charakteryzujących przebieg zmienności poszczególnych wpływających na niego czynników. Odnalezione w ten sposób punkty przegięcia funkcji opisujących poszczególne zmienne mogłyby odzwierciedlać granice klas utrudnień procesów pozyskiwania drewna (zamiast przyjętych arbitralnie w poprzednim przykładzie wartości odchyłeń standardowych).

Uważam, że istnieje możliwość określenia przebiegu zmian przedstawionych w pracy wskaźników intensywności wykonania trzebieży oraz cech ugałęzie-

nia drzew, wpływających na udział czasu okrzyszowania, w kolejnych latach rozwoju drzewostanów. Poznanie tych prawidłowości umożliwi łatwe skwantyfikowanie poziomu pracochłonności (wskaźnika EST) w zależności od wieku drzewostanów. Określenie punktów przegięcia można przeprowadzić w oparciu o przedstawione na rycinie 2 przykładowe wykresy obrazujące zmiany wskaźnika W_{iip} w zależności od wieku „modelowych” drzewostanów sosnowych. Podobnie można by postąpić w przypadku pozostałych wskaźników charakteryzujących intensywność trzebieży.



Ryc. 2. Wskaźnik ilościowej intensywności pozyskania wiip dla różnych bonitacji sosny obliczony na podstawie zmian liczby pni w pięcioletnich okresach wg Szymkiewicza (1971)

Fig. 2. The index of the quantitative harvesting intensity wiip for Scots pine stands of different quality calculated on the basis of changes of the number of stems in 5-year periods according to Szymkiewicz (1971)

Bez wnikania w matematyczne ustalenie krzywoliniowej zależności, interesujące na dalszym etapie badań, dla przedstawionego powyżej przykładu można przyjąć jako umowne granice klas wiek 30 i 40 lat. W_{iip} w ich obrębie należałoby przyjąć jako wartości średnie. Otwartym problemem jest konieczność uwzględnienia dodatkowo udziału czasu okrzyszowania mającego istotny wpływ na szacowany wskaźnik EST. Trudność przy rozwiązywaniu tego zagadnienia stanowić będzie zmienność czasu okrzyszowania, kształtującego się pod wpły-

wem wielu czynników, związanych z wiekiem drzewostanów, bonitacją, przeprowadzonymi w przeszłości zabiegami hodowlanymi itd.

Przedstawione powyżej rozważania, ukierunkowane na określenie opisanych zmiennych (W_{iip} , W_{sip} , ..., T_{12} , ...) w „modelowych” drzewostanach różnych gatunków drzew, stanowić mogą punkt wyjścia do sporządzenia uproszczonych normatywnych tabel czasochłonności pozyskiwania drewna. Tabele takie, uwzględniające sprawność nowoczesnych, stosowanych aktualnie w leśnictwie systemów technologicznych, mogłyby być bardzo przydatne dla przedsiębiorców leśnych i administracji Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe.

VI. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania upoważniają do sformułowania następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Średni poziom pracochłonności kształtował się na poziomie 22,66 min/m³, przy czym dla technologii NIAB wyniósł 11,47 min/m³, w technologii ze zrywką konną 17,67 min/m³, natomiast dla technologii FKS — 36,07 min/m³.

2. Wysoki poziom współczynnika wykorzystania operacyjnego czasu pracy, który dla analizowanych technologii kształtował się na poziomie od 0,8 do 0,75, wskazuje na określenie właściwej, optymalnej z punktu widzenia organizacji i wykorzystania czasu, struktury zmiany roboczej.

3. Poziom pracochłonności w trzebieżach wczesnych różnił się istotnie od trzebieży późnych. Brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy poziomem pracochłonności w określonych drzewostanach pozwolił na wyróżnienie grup drzewostanów sosnowych i bukowych oraz jodłowych i świerkowych w trzebieżach późnych w technologii ze zrywką konną oraz w trzebieżach wczesnych i późnych w technologii ze zrywką wciągarką.

4. Aproksymowano sześć równań regresji wielokrotnej. Czynniki wpływającymi na poziom pracochłonności wyrażonej syntetycznym wskaźnikiem Empirycznej Sprawności Technologicznej (EST), były cechy pozyskiwanego surowca (pierśnica i wysokość drzew, miąższość drewna), charakter zabiegów pielęgnacyjnych (intensywność wyznaczenia trzebieży) oraz elementy struktury dnia roboczego (czas trwania poszczególnych kategorii operacyjnego czasu pracy).

5. Wobec stałych wartości czynników związanych z czasami pracy zmienność poziomu wskaźnika EST powiązano z czynnikami obrazującymi cechy pielęgnowanych drzewostanów — współczynnikiem ilościowej intensywności pozyskania wskazującym procent pobieranej z drzewostanu ilości drzew. Określoną na podstawie danych tabelarycznych zmienność opisanego wskaźnika wykorzystano do określenia przedziałów pracochłonności pozyskania drewna według klas wieku drzewostanów (stopni trudności), których granice ustalono na 30 i 40 lat.

LITERATURA

- Bibliuk N.I. 2004. *Forestry transport in Ukrainian Carpathians: main stages and tendencies of development*. [W:] *Forest engineering: new techniques, technologies and the environment*: 183–191. Lwów.
- Bojarewicz J. 1981. *Pracochłonność podstawowych operacji pozyskania drewna w rębnych drzewostanach sosnowych*. Sylwan 125, 7/8: 173–177.
- Botwin M. 1993. *Podstawy użytkowania maszyn leśnych*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Giefing D.F., Gackowski M. 2001. *Ekonomiczna efektywność pozyskiwania drewna krótkiego w drzewostanach III kl. wieku w zależności od zastosowanych urządzeń zrywkowych*. Polska Akademia Umiejętności, Pr. Komis. Nauk Rol. i Komis. Nauk Leś. PTPN 3: 17–26.
- Grodecki J. 1988. *Analiza pracochłonności pozyskiwania drewna z wczesnych trzebieży drzewostanów sosnowych*. Pr. Komis. Nauk Rol. i Komis. Nauk. Leś. PTPN. Wyd. 1990, 66: 23–29.
- Häberle S. 1990. *IUFRO — Symposium „Time Study — Measurement and Terminology”*. Forst und Holz. 47, 15: 471.
- Jakubowski M., Bembenek M., Mederski P. 2005. *Struktura czasu pracy pracowników zatrudnionych przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach dotkniętych kłeską wiatrołomów i wiatrowałów*. [W:] *Zagadnienia współczesnej ergonomii w sektorach leśnym, drzewnym i rolnym*. D.F. Giefing, P. Mederski (red). Polskie Towarzystwo Ergonomiczne, Akademia Rolnicza w Poznaniu: 48–51.
- Kowal E. 2002. *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*. PWN, Warszawa–Poznań.
- Kubiak M. 1978. *Pracochłonność podstawowych operacji pozyskiwania drewna w rębnym drzewostanie sosnowym*. Sylwan 122, 10: 31–36.
- Kubiak M. 1980. *O pracochłonności pozyskiwania drewna bukowego w trzebieżach*. Las Pol. 9: 14.
- Laurow. Z. 1994. *Pozyskiwanie drewna i podstawowe wiadomości o jego przerobie*. 1–345. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Lukáč T., Tajboš J., Koreň J. 2000. *Analýza prevádzkových parametrov traktora LKT 81 Turbo Eko*. J. For. Sci. 46, 6: 265–274.
- Martinić I. 1992. *Interakcije metoda rada, radnih uvjeta i proizvodnosti pri sjeci i izradi drva u proredama sastojina*. Glas. Šum. Pokuse 28: 133–176.
- Messingerová V. 2005. *Technológia vzdušnej dopravy dreva v lesníctve*. Technická Univerzita vo Zvolene, Lesnícka Fakulta: 81–87.
- Monkielewicz L., Czereyski K. 1971. *Analiza metod ustalania technicznych norm pracy przy pozyskaniu i transporcie drewna*. Pr. IBL 390: 1–77.
- Muszyński Z., Muszyński J. 1999. *Wybrane zagadnienia okrzesywania drzew sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.)*. [W:] *Tendencje i problemy mechanizacji prac leśnych w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego*. Akademia Rolnicza w Poznaniu: 100–105.
- Nikolić S., Bajić V. 1991. *Prilog studiji vremena radnih operacija sece i izrade. Rezultati istrazivanja*. Glas. Šum. Pokuse 73: 311–319.
- Nurek T. 2005. *Badania organizacji pracy nowoczesnych maszyn do pozyskiwania drewna — model matematyczny*. [W:] *Procesy produkcyjne w leśnictwie — technika, technologia, organizacja*. Cz. Waszkiewicz, Z. Majewski, R. Kozłowski, W. Zychowicz (red.). SGGW w Warszawie.
- Obereigner B. 1993. *Pausengestaltung bei der Waldarbeit*. Öster. Forstztg 104, 12: 36.
- Ozturk T., Senturk N. 2006. *Extraction of spruce timber by Gantner cable crane from selective forests of Artvin region*. Croatian Journal of Forest Engineering 1: 59–65.
- Piegai F. 1990. *Tempi di lavoro e produttività nelle operazioni di abbattimento ed allestimento in soprassuoli di abete bianco e di douglasia*. Ann. Accad. Ital. Sci. For. 39: 3–32.
- Porter B. 1992. *Pracochłonność ścinki i okrzesywania drzew w rębnym drzewostanie sosnowym*. Sylwan 136, 4: 57–61.
- Porter B., Strawa P. 2006. *Analiza pozyskiwania i zrywki drewna w drzewostanach jodłowych*. Sylwan 150, 1: 67–72.
- Rebula E. 2002. *Vpliv prehodnosti sveta, vejnatosi drevoja in izkoristka lesa na as se nje ter izdelave drevoja listavcev*. Zbornik Gozd. Les. 69: 215–235.

- Samset I. 1990: *Some observations on time and performance studies in forestry*. Meddeleser fra Norsk Institut for Skogforskning 43, 5: 1–80.
- Sowa J.M., Szewczyk G. 2005. *The analysis of the relationship between the structure of a workday and the actual skidding distance in selected timber harvesting technologies during thinnings*. [W:] *Ecological, Ergonomic and Economical Optimization of Forest Utilization in Sustainable Forest Management*. J.M. Sowa, A. Barszcz, J. Sosnowski (red). Materiały Międzynarodowego Sympozjum Kraków–Krynica 2005: 283–290. Akademia Rolnicza w Krakowie.
- Sowa J., Kulak D., Leszczyński K., Szewczyk G. 2007. *Związki struktury dnia roboczego z fizjologiczną gotowością do pracy na stanowisku operatora pilarki spalinowej*. Pr. Komis. Nauk Rol. i Komis. Nauk Leś. PTPN 101: 205–216.
- Szewczyk G. 2007. *Model kategoryzacji warunków pracy dla wybranych technologii pozyskiwania drewna w drzewostanach trzebieżowych*. Praca doktorska. Ms. KULiD UR w Krakowie.
- Szyber J. 2005. *Zmienność właściwości drzew a energochłonność ich okrzesywania*. Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna 2: 24–26.
- Szymkiewicz B. 1971. *Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów*. PWRiL, Warszawa.
- Zečić Ž., Marenče J. 2005. *Mathematical models for optimization of group work in harvesting operation*. Croatian Journal of Forest Engineering 26, 1: 29–37.

Summary

Grzegorz Szewczyk

Possibilities of using thinning intensity indexes in classification of work conditions for selected timber harvesting technologies at the manual-machine mechanization level

The work of a power chain saw operator in three timber harvesting technologies was analyzed during this study. Felling and debranching were observed during the following technologies: with horse skidding, using the Multi FKS winch, and using the NIAB 5–15 processor aggregated with a farm tractor. Works were carried out during early and late thinning in Scots pine, silver fir, Norway spruce, and common beech stands (Tab. 1).

The purpose of this study was to determine models of labor consumption characteristics during the operational time (Tab. 2, Fig. 1). The mean level of labor consumption at the analyzed work station was 22.66 min/m³. The lowest level was observed for the NIAB technology — 11.47 min/m³, while the highest one for the FKS technology — 36.07 min/m³ (Tab. 3). The labor consumption level for the technology with horse skidding was 17.67 min/m³, i.e. about 40% higher than that for NIAB. In all investigated technologies the labor consumption level during early thinning was significantly different from that during late thinning. A lack of significant differences in the labor consumption level between some stands permitted to distinguish stand groups during approximation of regression equations. This concerned Scots pine and common beech stands, and silver fir and Norway spruce stands during late thinning in the technology with horse skidding, and during early and late thinning in the technology with the winch.

Six equations of a multiple regression were approximated (Tab. 4). The factors affecting the labor consumption level were as follows: characteristics of the harvested timber (dbh and height of trees, timber volume), character of the tending treatment (thinning intensity), and elements of the workday structure (duration of individual categories of the operational work time). The proper structure of the working shift, optimal from the point of view of organization and time utilization, was determined. The utilization of the operational work time varied from 0.8 to 0.75. Because of the stabilization of variables associated with work times the variation

of the labor consumption level was connected with factors reflecting characteristics of the tended stands, e.g. with the coefficient of quantitative intensity of harvesting indicating the percent of trees harvested in a stand. The variation of the described factor, determined on the basis of tabular data, was used to determine the labor consumption intervals (degrees of difficulty) of timber harvesting (Tab. 5, Fig. 2).

*Department of Forest and Wood Utilisation
University of Agriculture in Krakow*

ENTOMOFAUNA SZYSZEK I NASION ŚWIERKA POSPOLITEGO *PICEA ABIES* (L.) KARST. W WYBRANYCH DRZEWOSTANACH GORCZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO* Część I. Charakterystyka grup cenotycznych

Krzysztof Witteczek

Katedra Entomologii Leśnej
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
e-mail: kwitteczek@op.pl
krzysztof.witteczek@krakow.lasy.gov.pl

ABSTRACT

K. Witteczek 2009. *Cone- and seed entomofauna of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in the selected stands of the Gorce National Park. Part I. Characterization of the coenotic groups.* Acta Agr. Silv. ser. Silv. 47: 47–72.

A study of the insects inhabiting of cones of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in the Gorce National Park was conducted during 1998–2000. As a result of breeding and analyses of the cones from 180 trees at various altitudes above sea level, 17,803 specimens of cono- and seminiphagous insects and their parasitoids were collected. The insects belonging to 34 species from 5 orders. Coenotic groups of insects were distinguished, which were characterized with use of ecological indicators. Damage to cones and the losses of spruce seeds caused by pests were measured, with regard both to a variable cone crop abundance and to different altitudes above sea level.

KEY WORDS: *Picea abies*, Gorce Mts., cones, insects, coenotic groups, seed losses

SŁOWA KLUCZOWE: *Picea abies*, Gorce, szyszki, owady, grupy cenotyczne, straty w nasionach

I. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Świerk pospolity *Picea abies* (L.) Karst. jest jednym z głównych gatunków lasotwórczych w Europie. Na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego świerk stanowi dominujący gatunek lasotwórczy i zajmuje 55% powierzchni leśnej Parku. Świerk ten jest zagrożony przez owady, co niekiedy doprowadza do wylesienia dużych połaci leśnych. Zagrożenia lasów Gorczańskiego Parku Narodowego wskazują na celowość prowadzenia systematycznych badań nad dynamiką rozwoju populacji owadów oraz efektami stosowania różnych metod zapobiegania ich nadmiernemu rozwojowi (Capecki i Starzyk 2006). Również

* Praca oparta na wynikach rozprawy doktorskiej wykonanej w Katedrze Entomologii Leśnej UR w Krakowie.

dla oceny efektów prowadzonych działań ochronnych, konieczne jest kontynuowanie prac monitoringowych i badawczych (Tomasiewicz 2006). Przedmiotem tych badań są również owady zasiedlające szyszki świerka, dla pełniejszego poznania ich entomofauny.

Od ponad dwustu lat w wielu krajach prowadzone są badania dotyczące entomofauny szyszek świerka. Prekursorami tych badań byli niewątpliwie Skandynawowie, a zwłaszcza Trägårdh (1917) a także Holste (1922), który stwierdził w szyszkach świerka 35 gatunków owadów. Kolejnymi badaczami tych specyficznych owadów byli w byłej Czechosłowacji — Čermak (1952), Kelbel (2001), na Węgrzech — Györfi (1956), w Niemczech — Arend (1967), na Litwie — Saksons (1973), który uzyskał z szyszek świerka 60 gatunków owadów. Z Karelii Jakovlev (1961) z wymienionych szyszek podał 23 gatunki owadów. W Norwegii Bakke (1955) i Skrzypczyńska (1987) stwierdzili łącznie 20 gatunków kono- i seminifagów świerka oraz ich parazytoidów.

Szczególny wkład do poznania entomofauny szyszek świerka wniósł Stadnickij (1969, 1971), Stadnitzky (1969), który uzyskał 135 gatunków tych owadów z terenu europejskiej części b. ZSRR. Również Stadnickij i in. (1978) podali nie tylko przegląd entomofauny szyszek świerka, ale także wzajemne powiązania między tymi gatunkami.

W Polsce informacje na temat entomofauny szyszek świerka można znaleźć w opracowaniach takich autorów jak: Szmidt (1953), Skrzypczyńska (1982a, 1984) i Kozioł (2000, 2007).

Wiadomości dotyczące szkodliwości owadów zasiedlających szyszki świerka, a także parazytoidów tych owadów podają m.in. Čermak (1952), Bakke (1955, 1963), Kapuściński (1966), Cankov (1974), Favero i Masutti (1974), Annila (1981), Skrzypczyńska (1982b, 1996, 2001), Roques (1983) oraz Nanu i in. (1986).

Również w piśmiennictwie ukazało się wiele prac na temat taksonomii oraz opisu poszczególnych gatunków seminifagów oraz konofagów. W przypadku często wymienianego seminifaga — znamionka świerkowca *Megastigmus strobilobius* Ratz. informacje podali m.in. Trägårdh (1917), Holste (1922), Bouček (1970), Schwenke (1982), Skrzypczyńska i Roques (1987), Roques i Skrzypczyńska (2003).

Odnosnie do seminifaga — plemeliówki świerkówki *Plemeliella abietina* Se-itn., informacje o jej występowaniu, biologii, morfologii i szkodliwości zamieścili m.in. Seitner (1908), Čermak (1952), Annila (1966), Skrzypczyńska (1996), Roques (1983), Skuhrová i Roques (2000).

Spośród konofagów jednym z najczęściej wykazywanych gatunków, z uwagi na jego szkodliwość, jest szyszkówka świerkóweczka *Cydia strobilella* L. Konofag ten jest na ogół dobrze poznany i opisywany przez wielu zagranicznych autorów: Trägårdh (1917), Lovaszy (1941), Bakke (1955), Györfi (1956), Zašev (1959), Saksons (1973), Turgeon i de Groot (1992), Bédard i in. (2002).

W naszym kraju o szkodliwości tego gatunku wiadomości podali m.in. Szmidt (1953), Madziara-Borusiewicz (1961), Kapuściński (1966), Skrzypczyńska i in. (1994), Kozioł (1998) i Witteczek (1998).

Spośród muchówek konofagicznych jednym z najgroźniejszych gatunków jest śmietka świerkowa *Strobilomyia anthracina* Czerny. O jej szkodliwości pisali m.in. Stadnickij i in. (1978), Roques (1983), a w naszym kraju m.in. Kapuściński (1966), Kozioł (1995), Skrzypczyńska (1996). Informacje o charakterze aplikacyjnym dotyczące zwalczania podają m.in. Miller i Hutcheson (1981).

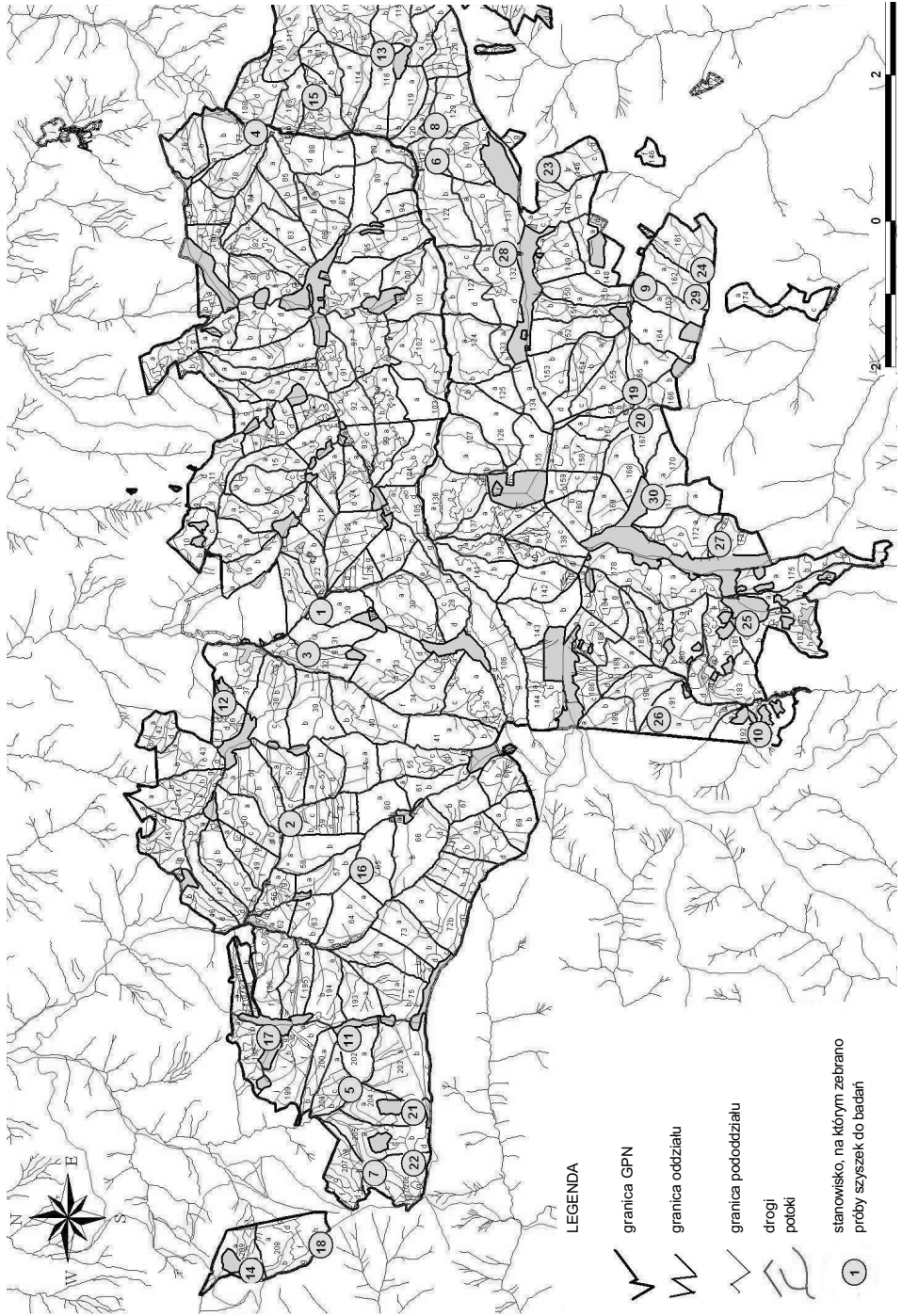
Inna muchówka konofagiczna — kaltenbachówka świerkowa *Kaltenbachiola strobi* (Winnertz) jest również często wymienianym szkodnikiem. Wiadomości o morfologii i biologii tego gatunku podali m.in. Trägårdh (1917), Bakke (1955, 1963), Kapuściński (1948, 1966), Skrzypczyńska (1996), Kozioł (1998), Skuhřavý i Skuhřavá (1998). O znaczeniu gospodarczym *Kaltenbachiola strobi* informacje zostały zamieszczone w publikacjach autorów zagranicznych (Saksons 1973; Stadnickij i in. 1978) oraz w publikacjach krajowych (Szmidt 1953, Madziara-Borusiewicz 1961, 1965, Kapuściński 1966, Skrzypczyńska 1980, 1982a, 1986, 1996, Witteczek 1998, 2000).

Z szyszek świerka wykazano liczne gatunki parazytoidów, głównie błonkówek z nadrodziny bleskotkowców Chalcidoidea (Trägårdh 1917, Holste 1922, Čermak 1952, Bakke 1963, Györfi 1956, Madziara-Borusiewicz 1961, 1965, 1967, Bouček 1966, Skrzypczyńska 1980, Dumčius 1986, Kozioł 1998). Odnotowano również wiele gatunków parazytoidów z rodziny Braconidae i Ichneumonidae (Bakke 1955, 1963, Čapek 1972, Tobias 1986, Skrzypczyńska 1992, 1996, Witteczek 1998, Kozioł 2000).

II. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Gorczański Park Narodowy zajmuje centralną i północnowschodnią część Gorców. Świerk w Gorcach występuje w reglu dolnym jako domieszka w buczynie karpackiej oraz tworzy też *montanum* — zespół dolnoregłowego boru jodłowo-świerkowego *Abieti-Piceetum*. W reglu górnym występuje bór górnoregłowy *Plagiothecio-Piceetum* na najwyższych szczytach i grzbietach oraz schodzący zboczami do zimnych dolin. Są to lasy naturalne, a miejscami nawet pierwotne oraz lasy sztuczne wprowadzone przez człowieka (Medwecka-Kornaś 2006).

W aktualnym *Planie Ochrony Gorczańskiego Parku Narodowego* (1998) przyjęto nowe kategorie ochronności, tj. ochronę bierną i ochronę czynną. Ochroną bierną objęto regiel górny oraz górną część regła dolnego, m.in. oddziały, w których prowadzono badania (65b, 165a, 167a i 171a). Ochrona czynna obejmuje: ochronę czynną zachowawczą (m.in. oddziały: 29a, 121a, 132b, 146b i 163a); ochronę czynną stabilizacyjną (m.in. oddziały: 59a, 77c, 182a, 192b, 198d, 204b, 206a, 206b, 208h, 209b) oraz ochronę czynną denaturalizacyjną (m.in. oddziały: 32f, 36b, 110a, 116a, 120a, , 161c, 162b, 173b, 191a, 201d, 202a) (ryc. 1).



III. CEL I METODYKA BADAŃ

Aby opracować skuteczne metody ochrony szyszek świerka i zawartych w nich nasion przed szkodliwymi owadami, konieczne jest prowadzenie wszechstronnych badań na temat biologii, ekologii, wzajemnych powiązań oraz roli owadów związanych pokarmowo z szyszkami świerka. Z terenu Gorczańskiego Parku Narodowego fragmentaryczne wiadomości o tych owadach można znaleźć w opracowaniach autora (Witteczeck 1998, 2000, 2001).

- Dlatego uzasadnione było przeprowadzenie badań, których celem było:
- określenie składu gatunkowego i ilościowego owadów zasiedlających szyszki i nasiona świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. w wybranych drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego;
 - wyróżnienie grup cenotycznych owadów oraz podanie ich charakterystyki;
 - ustalenie strat w nasionach spowodowanych przez wybrane gatunki owadów.

Wobec głównego celu badań, jakim było poznanie składu gatunkowego i ilościowego owadów zasiedlających szyszki świerka w kolejnych latach i na różnych wysokościach n.p.m. przyjęto następującą hipotezę: entomofauna nasion i szyszek świerka różni się pod względem składu gatunkowego i ilościowego w zależności od obradzania świerka i od wysokości n.p.m.

Badany materiał stanowiły próby szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst., które pobierano na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1998–2000. Szyszki uzyskano z drzew rosnących na 30 wybranych stałych powierzchniach próbnych w danych pododdziałach. Stanowiska wyznaczono z odstopniowaniem co 100 m pionowego wzniesienia od 700 do 1200 m n.p.m. Stanowiska zaznaczono na mapie (ryc. 1).

Każdego roku oceniano w przybliżeniu intensywność obradzania świerka według metody Kapera. Okazało się, że urodzaj szyszek świerka w Gorczańskim Parku Narodowym w 1998 roku był słaby; w 1999 roku — średni, natomiast w 2000 roku — bardzo dobry.

W każdym roku zbierano szyszki w dwu etapach: letnim — na przełomie lipca i sierpnia oraz jesiennym — na przełomie września i października. W każdym roku przeznaczono do badań 60 prób szyszek; łącznie 180 prób.



Ryc. 1. Stanowiska w Gorczańskim Parku Narodowym, na których pobierano do badań próby szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. w latach 1998–2000. Numery oznaczają stanowiska (oddziały): 1 — 29a; 2 — 59a; 3 — 32f; 4 — 77c; 5 — 201d; 6 — 121a; 7 — 206b; 8 — 120a; 9 — 163a; 10 — 192b; 11 — 202a; 12 — 36b; 13 — 116a; 14 — 209b; 15 — 110a; 16 — 65b; 17 — 198d; 18 — 208h; 19 — 165a; 20 — 167a; 21 — 204b; 22 — 206a; 23 — 146b; 24 — 161c; 25 — 182a; 26 — 191a; 27 — 173b; 28 — 132d; 29 — 162b; 30 — 171a

Fig. 1. Localization of plots in the Gorce National Park where spruce *Picea abies* (L.) Karst. cone samples in the study were collected in 1998–2000. Numbers mean sites (sections): 1 — 29a; 2 — 59a; 3 — 32f; 4 — 77c; 5 — 201d; 6 — 121a; 7 — 206b; 8 — 120a; 9 — 163a; 10 — 192b; 11 — 202a; 12 — 36b; 13 — 116a; 14 — 209b; 15 — 110a; 16 — 65b; 17 — 198d; 18 — 208h; 19 — 165a; 20 — 167a; 21 — 204b; 22 — 206a; 23 — 146b; 24 — 161c; 25 — 182a; 26 — 191a; 27 — 173b; 28 — 132d; 29 — 162b; 30 — 171a

Tabela 1 — Table 1

Wyniki analizy metodą krajania nasion uzyskanych z dojrzwających i dojrzałych szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1998–2000

The results of the analyse seeds by dissecting, obtained from maturing and mature cones of spruce *Picea abies* (L.) Karst. collected in the area of the Gorce National Park in 1998–2000

Rok Year	Liczba analizowanych nasion — Number of analysed seeds							Łącznie uszkodzonych nasion Total damaged seeds	Razem Total
	pełne viable	płonne infertile	z larwą with larva of			uszkodzonych przez damaged by			
			<i>Megastigmus strobilobius</i>	<i>Plectiella abietina</i>	<i>Anognus</i> sp.	<i>Cydia strobilella</i>	<i>Strobilomyia anthracina</i>		
1998	3595	11 358	185	42	0	2408	412	3047	18 000
%	19,97	63,10	1,03	0,23	0,00	13,38	2,29	16,93	100,00
1999	1435	16 110	118	35	9	190	103	455	18 000
%	7,97	89,50	0,66	0,19	0,05	1,06	0,57	2,53	100,00
2000	1499	16 264	71	148	0	14	4	237	18 000
%	8,33	90,36	0,39	0,82	0,00	0,08	0,02	1,32	100,00
Ogółem Total 1998–2000	6529	43 732	374	225	9	2612	519	3739	54 000
%	12,09	80,99	0,69	0,42	0,02	4,84	0,96	6,92	100,00

Z każdego drzewa pobierano po 20 szyszek; łącznie w ciągu trzech lat zgromadzono 3600 szyszek ze 180 świerków (w tym z 90 drzew zebrano 1800 dojrzewających szyszek).

Z każdej próby, 5 szyszek przeznaczono do analizy metodą krajania, a pozostałe 15 szyszek — do hodowli masowej w słoikach szklanych.

Jak już wspomniano, 5 szyszek z każdej próby — łącznie 180 szyszek rozcinano wzdłuż trzpienia, a następnie oddzielano łuski nasienne i liczono znajdujące się na nich nasiona (ogółem 242 043 nasiona). Z uzyskanych nasion — z każdej próby wybierano losowo 300 nasion, które również analizowano metodą krajania; łącznie 54 tys. nasion (tab. 1). Podczas analizy wyróżniano nasiona „pełne”, tj. zdolne do kiełkowania, płonne — puste lub niedorozwinięte, uszkodzone bądź zasiedlone przez larwy owadów (tab. 1). Pozostałe nasiona przechowywano w pojemnikach — podobnie jak łuski nasienne — przez okres 2,5 roku, ponieważ w ich wnętrzu mogły znajdować się diapauzujące larwy owadów. Znajdowane podczas analiz larwy owadów umieszczano w probówkach, w lodówce, a następnie oznaczano.

Hodowle masowe od października do końca lutego danego roku umieszczano w warunkach zbliżonych do naturalnych (nieogrzewany budynek gospodarczy), a następnie przenoszono do warunków laboratoryjnych. Obserwacje wylęgu imagines prowadzono przez 2 miesiące, po czym hodowle dokładnie przeglądano, a następnie po upływie 2,5 roku, po powtórnej kontroli, hodowle zlikwidowano. Następnie uzyskany materiał został przeznaczony do oznaczania przy użyciu odpowiednich kluczy do oznaczania owadów.

Wyróżnione grupy cenotyczne owadów charakteryzowano przy zastosowaniu wskaźników ekologicznych: dominacji (*D*), stałości występowania (*C*) oraz zróżnicowania gatunkowego (*d*) (Szujewski 1980).

IV. WYNIKI BADAŃ

Jakościowa i ilościowa analiza stwierdzonych owadów

W wyniku trzyletnich badań, na drodze analiz dojrzewających i dojrzałych szyszek oraz nasion świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst., jak również hodowli laboratoryjnych uzyskano 17 803 egz. owadów, reprezentowanych przez 34 gatunki. Owady te należały do następujących rzędów: pluskwiaki różnoskrzydłe — Heteroptera (1 gat.), chrząszcze — Coleoptera (5 gat.), błonkoskrzydłe — Hymenoptera (16 gat.), motyle — Lepidoptera (4 gat.) i muchówki — Diptera (8 gat.) (tab. 2).

Wśród uzyskanych owadów najliczniejsze były motyle — 7880 egzemplarzy, co stanowiło 44,26% wszystkich otrzymanych okazów owadów. Liczną grupą były błonkoskrzydłe, których stwierdzono 6129 egz. (34,43%). Relatywnie mniej liczną grupę stanowiły muchówki — 3696 egz. (20,76%). Przedstawiciele pozostałych rzędów byli nieliczni lub rzadziej występujący (Heteroptera — 82 egz., tj. 0,46%; Coleoptera 16 egz. — 0,09%) (tab. 2).

Tabela 2 — Table 2

Wykaz według rządów owadów otrzymanych z szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych w Gorcezańskim Parku Narodowym w latach 1998–2000

The list by orders of insects obtained from spruce *Picea abies* (L.) Karst. cones collected in the Gorce National Park in 1998–2000

Rząd Order	Szyszki dojrzewające Maturing cones			Szyszki dojrzałe Mature cones			Razem Total		
	Liczba gatunków No. of species	Liczba egzemplarzy No. of specimens	[%]	Liczba gatunków No. of species	Liczba egzemplarzy No. of specimens	[%]	Liczba gatunków No. of species	Liczba egzemplarzy No. of specimens	[%]
Heteroptera	0	0	0,00	1	82	0,59	1	82	0,46
Coleoptera	2	5	0,13	3	11	0,08	5	16	0,09
Hymenoptera	11	423	11,05	16	5 706	40,83	16	6 129	34,43
Lepidoptera	4	2 989	78,10	2	4 891	35,00	4	7 880	44,26
Diptera	7	410	10,71	6	3 286	23,51	8	3 696	20,76
Razem Total	24	3 827	100,00	28	13 976	100,00	34	17 803	100,00

Wśród motyli najliczniejszym gatunkiem była *Cydia strobilella* — 7700 egz. Pozostałe gatunki motyli, tj. *Dioryctria abietella* i *Euphitecia abietaria* wystąpiły odpowiednio w liczbie 151 egz. i 28 egz., natomiast *Assara terebrella* — tylko w liczbie 1 egz. (tab. 3).

Błonkoskrzydłe najliczniej reprezentowane były przez *Torymus azureus* — 2411 egz. Nieco mniej licznie wystąpił *Bracon pineti* — 970 egz i *Platygaster contorticornis* — 952 egz. Do średnio licznych gatunków należały *Phaedroctonus transfuga*, *Liotryphon strobilellae*, *Megastigmus strobilobius*, które stwierdzono odpowiednio w liczbie 441, 417 i 374 egz. Mniej licznymi były: *Anogmus piceae* — 163 egz. oraz *Aprostocetus strobilanae* — 155 egz. Do gatunków o niewielkiej liczebności należały *Anogmus strobilorum* (80 egz.), *Torymus caudatus* (55 egz.), *Scambus strobilorum* (41 egz.), *Anogmus vala* (28 egz.) i *Hyssopus geniculatus* (27 egz.). Gatunkami sporadycznie lub pojedynczo występującymi okazały się *Anogmus* sp. (9 egz.), *Hyssopus nigrifulus* (5 egz.) i *Scambus nigricans* (1 egz.).

Z rzędu muchówek najliczniej reprezentowana była *Kaltenbachiola strobi* — 2013 egz. Mniej licznym gatunkiem była *Asynapta strobi* — 1238 egz. Do średnio licznych gatunków możemy zaliczyć *Plemeliella abietina* — 225 egz. oraz *Clinodiplosis cilicrus* — 206 egz. Sporadycznymi lub pojedynczo wykazywanymi gatunkami były: *Hapleginella laevifrons* (6 egz.), *Lycoriella solani* (5 egz.), *Gaurax strobilum* (2 egz.) oraz *Strobilomyia anthracina* (1 egz.).

Do rzędów reprezentowanych przez małą liczbę gatunków należały chrząszcze oraz pluskwiaki (tab. 3).

Jakościowy i ilościowy skład gatunkowy owadów w szyszkach świerka zmieniał się w miarę upływu czasu. Skład ten był nieco inny w szyszkach dojrzewających zebranych latem (w lipcu, sierpniu), niż w szyszkach dojrzałych zebranych jesienią (na przełomie września–października). W szyszkach dojrzewających do klasy stałości — eukonstanty należała *Cydia strobilella* ($C = 98,89\%$); konstanty — *Megastigmus strobilobius* ($C = 61,11\%$). Gatunkami akcesorycznymi były: *Dioryctria abietella* ($C = 46,67\%$), *Plemeliella abietina* ($C = 48,89\%$), *Clinodiplosis cilicrus* ($C = 25,56\%$), *Phaedroctonus transfuga* ($C = 36,67\%$); pozostałe należały do akcydentów.

Widoczne były także różnice w zasiedlaniu szyszek w kolejnych latach (1998–2000), również uzależnione od nasilenia obradzania szyszek świerka w wymienionym okresie.

W szyszkach dojrzewających zebranych latem, największy był udział gatunków z rzędu Hymenoptera (11 gatunków reprezentowanych przez 423 egz.), nieco mniejszy z rzędu Diptera (7 gat. — 410 egz.). Znacznie mniej gatunków wystąpiło z rzędu Lepidoptera (4 gat. — 2989 egz.) oraz Coleoptera (2 gat. — 5 egz.). W szyszkach dojrzewających nie stwierdzono przedstawicieli rzędu Heteroptera.

Wśród owadów pochodzących z szyszek dojrzałych zebranych jesienią, największe zróżnicowanie gatunkowe dotyczyło rzędu Hymenoptera (16 gat. reprezentowanych przez 5706 egz.). Znacznie mniejszą liczbę gatunków stwierdzono w rzędzie Diptera (6 gat. — 3286 egz.), Coleoptera (3 gat. — 11 egz.), Lepidoptera (2 gat. — 4891 egz.) oraz Heteroptera (1 gat. — 82 egz.).

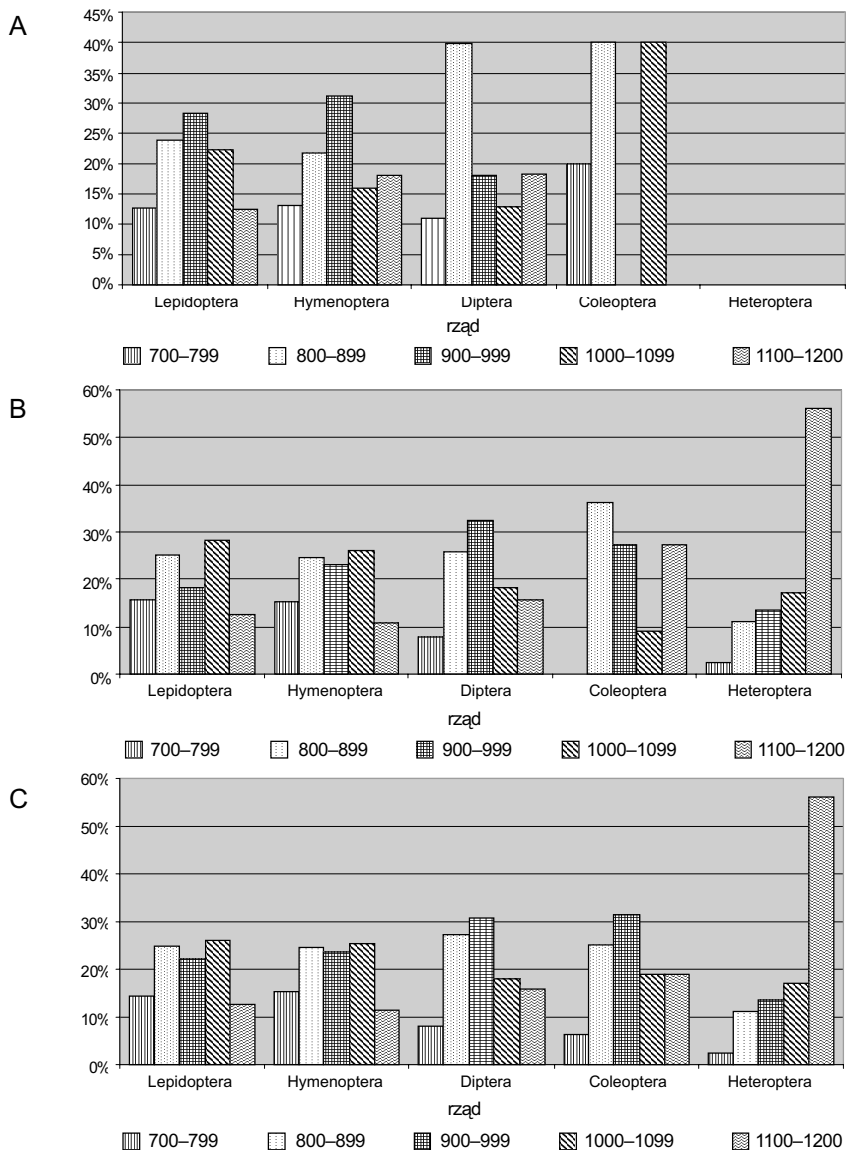
Zestawienie liczebności (n) i wskaźników ekologicznych: dominacji (D), stałości występowania (C) oraz różnicowania gatunkowego (d) owadów otrzymanych z szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1998–2000

Listing of the number (n) and ecological indicators: domination (D), permanency of presence (C) and species diversification (d) of insects obtained from the spruce *Picea abies* (L.) Karst. cones collected in the Gorce National Park in 1998–2000

Gatunki w grupach cenoencyznych Species in coenotic groups	Liczba egzemplarzy owadów otrzymanych z szyszek zebranych na wysokościach n.p.m. [m] Number of insects specimens obtained from cones collected at altitudes a.s.l. [m]						Wskaźniki ekologiczne Ecological indicators			
	Konofagi — Conophagous insects						Razem Total	D [%]	C [%]	d
	700–799	800–899	900–999	1000–1099	1100–1200					
<i>Cydia strobilella</i> (L.) (Lep., Tortricidae)	1117	1930	1679	2001	973	7700	77,82	99,44	0,543	
<i>Assara terebrella</i> (Zincken) (Lep., Pyralidae)	0	0	0	1	0	1	0,01	0,56		
<i>Dioryctria abietella</i> (Den. et Schiff.) (Lep., Pyralidae)	20	23	52	44	12	151	1,53	36,67		
<i>Eupithecia abietaria</i> (Goeze) (Lep., Geometridae)	2	1	10	5	10	28	0,28	6,11		
<i>Kaltenbachiola strobii</i> (Winn.) (Dip., Cecidomyiidae)	163	457	863	227	303	2013	20,35	45,56		
<i>Strobilomyia anthracina</i> (Czerny) (Dip., Anthomyiidae)	0	0	0	1	0	1	0,01	0,56		
Ogółem — Total	1302	2411	2604	2279	1298	9894	100,00			
% dla grupy* — % for the group	13,16%	24,37%	26,32%	23,03%	13,12%	100,00%				
% dla grup** — % for the groups	54,98%	53,84%	60,03%	53,17%	55,64%	55,57%				
	Seminifagi — Seminiaphagous insects									
<i>Megastigmus strobilobius</i> Ratz. (Hym., Torymidae)	50	78	148	47	51	374	62,44	55,00	0,156	
<i>Pternitella abietina</i> Seitn. (Dip., Cecidomyiidae)	35	74	62	37	17	225	37,56	46,11		
Ogółem — Total	85	152	210	84	68	599	100,00			
% dla grupy* — % for the group	14,19%	25,38%	35,06%	14,02%	11,35%	100,00%				
% dla grup** — % for the groups	3,59%	3,39%	4,84%	1,96%	2,91%	3,36%				

Tabela 3 cd. — Table 3 cont.

Gatunki w grupach cenotycznych Species in coenotic groups	Liczba egzemplarzy owadów otrzymanych z szyszek zebranych na wysokościach n.p.m. [m] Number of insects specimens obtained from cones collected at altitudes a.s.l. [m]						Wskaźniki ekologiczne Ecological indicators		
	700-799	800-899	900-999	1000-1099	1100-1200	Razem Total	D [%]	C [%]	d
	Saprofagi i koprofagi — Saprophagous and coprophagous insects								
<i>Ernobius abietis</i> (Fabr.) (Col., Anobiidae)	1	2	0	1	0	4	0,27	1,67	0,823
<i>Ernobius angusticollis</i> (Ratz.) (Col., Anobiidae)	0	2	2	0	1	5	0,34	2,78	
<i>Lycoriella solani</i> Winn. (Dip., Sciaridae)	0	1	2	2	0	5	0,34	2,22	
<i>Asynapta strobi</i> (Kieff.) (Dip., Cecidomyiidae)	71	412	172	347	236	1238	84,45	23,33	
<i>Clinodiplosis ciliaris</i> (Kieff.) (Dip., Cecidomyiidae)	33	61	38	42	32	206	14,05	29,44	
<i>Gaurax strobilum</i> Karpis (Dip., Chloropidae)	0	2	0	0	0	2	0,14	0,56	
<i>Hapleginella laevis</i> (Loew) (Dip., Chloropidae)	0	2	0	3	1	6	0,41	1,67	
Ogółem — Total	105	482	214	395	270	1466	100,00		
% dla grupy* — % for the group	7,16%	32,88%	14,60%	26,94%	18,42%	100,00%			
% dla grup** — % for the groups	4,43%	10,76%	4,93%	9,22%	11,57%	8,23%			
Parazytoidy — Parasytoids									
<i>Torymus azureus</i> Boh. (Hym., Torymidae)	329	618	514	693	257	2411	41,89	52,22	1,617
<i>Torymus caudatus</i> Boh. (Hym., Torymidae)	12	15	11	3	14	55	0,96	15,00	
<i>Anogmus piceae</i> (Ruschka) (Hym., Pteromalidae)	19	50	40	28	26	163	2,83	18,33	
<i>Anogmus strobilorum</i> (Thoms.) (Hym., Pteromalidae)	7	14	23	34	2	80	1,39	11,67	
<i>Anogmus vala</i> (Walker) (Hym., Pteromalidae)	1	10	3	7	7	28	0,49	6,11	
<i>Anogmus</i> sp. (Hym., Pteromalidae)	4	1	3	1	0	9	0,16	5,00	
<i>Aprostocetus strobilanae</i> (Ratz.) (Hym., Eulophidae)	22	33	37	55	8	155	2,69	22,22	
<i>Hysosopus</i> (= <i>Elachertus</i>) <i>geniculatus</i> (Hartig) (Hym., Eulophidae)	8	9	3	4	3	27	0,47	5,56	



Ryc. 2. Udział procentowy owadów według rzędów, uzyskanych z szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych na różnych wysokościach n.p.m. w Gorceńskim Parku Narodowym w latach 1998–2000 (oryg.); A — szyszki dojrzewające, B — szyszki dojrzałe, C — razem szyszki dojrzewające i dojrzałe

Fig. 2. Percentage of insects according to orders, obtained from *Picea abies* (L.) Karst. cones collected at different altitudes above sea level in the Gorce National Park in 1998–2000 (orig.); A — maturing cones, B — mature cones, C — both maturing and mature cones

Skład jakościowy i ilościowy owadów w okresie badań ulegał wahaniom na różnych wysokościach n.p.m. (tab. 3). Na przykład najwięcej błonkówek *Torymus azureus* uzyskano z szyszek zebranych na wysokości 1000–1099 m n.p.m., nieco mniej na 800–899 m n.p.m. oraz 900–999 m n.p.m.; wartości te wynosiły odpowiednio 693, 618 i 514 egz. Najmniej okazów tego gatunku, tj. 257 uzyskano na wysokości 1100–1200 m n.p.m., a na najniższej rozpatrywanej wysokości (700–799 m n.p.m.) było ich 329 egz. (tab. 3).

Z rzędu Diptera *Kaltenbachiola strobi* najliczniej wystąpiła na wysokości 900–999 m n.p.m. — 863 okazów, a najmniej na wysokości 700–799 m n.p.m. — 163 okazów. Najwięcej motyli *Cydia strobilella* uzyskano z szyszek zebranych na wysokości 1000–1099 m n.p.m., tj. 2001 okazów; nieco mniej na wysokości 700–799 m n.p.m., a najmniej na 1100–1200 m n.p.m.; wartości te wynosiły odpowiednio 1117 i 973 egz.

Pluskwiak *Gastrodes abietum* zasiedlał głównie szyszki na wysokości 1100–1200 m n.p.m. (46 egz.) (tab. 3).

Udział procentowy owadów stwierdzonych na danej wysokości n.p.m., według rzędów, uzyskanych z szyszek świerka, które zebrano na terenie GPN w latach 1998–2000 przedstawia rycina 2.

Charakterystyka grup cenotycznych wykazanych owadów

Uzyskane owady z szyszek i nasion świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. można zaliczyć (wg Skrzypczyńskiej 1982a) do następujących grup cenotycznych:

I. konofagi — owady, których larwy (gąsienice) uszkadzają łuski nasienne szyszek oraz zawarte w nich nasiona (stwierdzono 6 gatunków),

II. seminifagi — owady, których larwy żerują wewnątrz nasion (2 gatunki),

III. saprofagi i koprofagi — owady, których larwy odżywiają się martwą substancją organiczną, a także ekskrementami innych owadów (7 gatunków),

IV. pasożytnicy — wcześniej wymienianych grup owadów (15 gatunków),

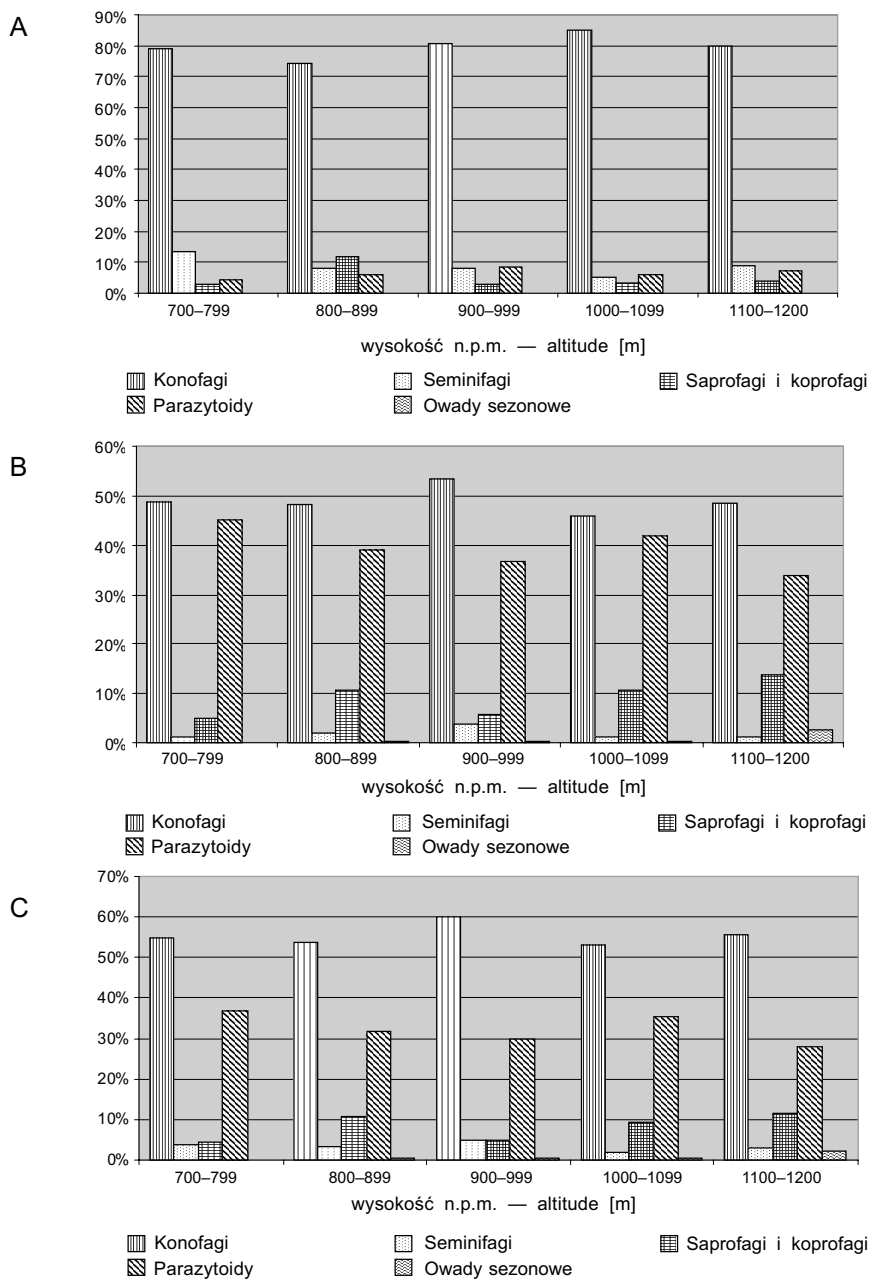
V. owady sezonowe — dla których szyszka stanowi schronienie, często przypadkowe (4 gatunki) (tab. 3).

Spośród otrzymanych owadów z dojrzewających i dojrzałych szyszek świerka, najwięcej było konofagów (55,57%), a następnie pasożytników (32,33%). Znacznie mniejszy udział stanowiły saprofagi i koprofagi (8,23%) oraz seminifagi (3,36%). Najmniej liczną grupą były owady sezonowe (0,50%) (tab. 3, ryc. 3).

W grupie konofagów superdominantem była *Cydia strobilella* ($D = 77,82\%$); eudominantem okazała się *Kaltenbachiola strobi* ($D = 20,35\%$); subcecidentami były: *Assara terebrella* i *Strobilomyia anthracina* ($D = 0,01\%$) (tab. 3).

W następnej grupie seminifagów superdominantami były: *Megastigmus strobilobius* ($D = 62,44\%$) oraz *Plemeliella abietina* ($D = 37,56\%$).

W grupie saprofagów i koprofagów superdominantem była *Asynapta strobi* ($D = 84,45\%$), eudominantem *Clinodiplosis cilicrus* ($D = 14,05\%$), natomiast *Gaurax*



Ryc. 3. Udział procentowy grup cenotycznych owadów uzyskanych z szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych w Gorceńskim Parku Narodowym w latach 1998–2000 (oryg.); A — maturing cones, B — mature cones, C — both maturing and mature cones

Fig. 3. Percentage of coenotic groups of insects obtained from *Picea abies* (L.) Karst. cones collected in the Gorce National Park in 1998–2000 (orig.); A — maturing cones, B — mature cones, C — both maturing and mature cones

strobilum ($D = 0,14\%$), *Lycoriella solani* ($D = 0,34\%$) i *Hapleginella laevifrons* ($D = 0,41\%$) były subrecedentami.

W grupie parazytoidów superdominantem okazał się *Torymus azureus* ($D = 41,89\%$), podczas gdy *Bracon pineti* ($D = 16,85\%$) i *Platygaster contornicornis* ($D = 16,54\%$) — eudominantami.

Pozostałe gatunki wymienione w tabeli 3, można zaszeregować do klasy recedentów i subrecedentów.

Opierając się na wartości wskaźnika stałości występowania (C) ustalono, że ze wszystkich uzyskanych w okresie badań gatunków owadów do klas stałości zakwalifikowano:

- C_4 — eukonstanty: *Cydia strobilella* ($C = 99,44\%$);
- C_3 — konstanty: *Megastigmus strobilobius* ($C = 55,00\%$), *Torymus azureus* ($C = 52,22\%$), *Phaedroctonus transfuga* ($C = 57,78\%$);
- C_2 — gatunki akcesoryczne: *Dioryctria abietella* ($C = 36,67\%$), *Kaltenbachiola strobi* ($C = 45,56\%$), *Plemeliella abietina* ($C = 46,11\%$), *Clinodiplosis cilicrus* ($C = 29,44\%$), *Platygaster contorticornis* ($C = 37,22\%$), *Liotryphon strobilellae* ($C = 41,67\%$) oraz *Bracon pineti* ($C = 43,89\%$).
- C_1 — akcydenty: pozostałe gatunki owadów uzyskane w okresie badań.

Wskaźnik zróżnicowania gatunkowego był najwyższy w grupie IV — parazytoidów ($d = 1,617$), natomiast najniższy w grupie seminifagów ($d = 0,156$). Wartości tego wskaźnika (d) dla pozostałych grup, tj. konofagów, saprofagów i koprofagów oraz owadów sezonowych były zbliżone do siebie i wynosiły odpowiednio 0,543, 0,823 oraz 0,668 (tab. 3).

W szyszkach dojrzewających największy udział stanowiły konofagi (79,62%), wśród których superdominantem była *Cydia strobilella* ($D = 93,24\%$). Seminifagi stanowiły 8,28% wszystkich uzyskanych owadów. Wśród nich superdominantami były *Megastigmus strobilobius* ($D = 52,05\%$) i *Plemeliella abietina* ($D = 47,95\%$).

Parazytoidy stanowiły 6,74% owadów, a wśród nich superdominantem był *Phaedroctonus transfuga* ($D = 48,06\%$), eudominantami okazały się: *Torymus azureus* ($D = 20,93\%$) i *Torymus caudatus* ($D = 10,08\%$), dominantem był *Liotryphon strobilellae* ($D = 7,75\%$), natomiast subdominantami — *Aprostocetus strobilanae* ($D = 4,26\%$) i *Bracon pineti* ($D = 3,49\%$). Pozostałe gatunki wymienione w tej grupie (od $D = 0,39\%$ do $D = 2,33\%$) zaklasyfikowano do recedentów i subrecedentów.

Saprofagi i koprofagi stanowiły 5,33% owadów, wśród których *Clinodiplosis cilicrus* ($D = 52,45\%$) i *Asynapta strobi* ($D = 41,18\%$) okazały się superdominantami. Inne gatunki tej grupy (od $D = 1,96\%$ do $D = 2,45\%$) należały do recedentów i subdominantów.

W grupie owadów sezonowych stwierdzono tylko jeden egzemplarz *Cryptophagus abietis*.

W szyszkach dojrziałych największy udział był konofagów (48,99%), wśród których superdominantem była *Cydia strobilella* ($D = 70,97\%$), natomiast *Kaltenbachiola strobi* ($D = 28,57\%$) okazała się eudominantem. Parazytoidy stanowiły 39,33% wszystkich uzyskanych owadów z tych szyszek. Wśród nich *Torymus azureus* ($D = 42,88\%$) okazał się superdominantem. Eudominantami były: *Bracon*

pineti ($D = 17,48\%$) i *Platygaster contorticornis* ($D = 17,21\%$), podczas gdy *Liotryphon strobilellae* ($D = 7,22\%$) oraz *Phaedroctonus transfuga* ($D = 5,77\%$) zaklasyfikowano do dominantów.

Udział saporogów i koprogów wynosił 9,03% owadów otrzymanych z szyszek dojrzałych, a *Asynapta strobi* ($D = 91,44\%$) należała do superdominantów; pozostałe gatunki tej grupy (od $D = 7,84\%$ do $D = 0,16\%$) były dominantami i subcedentami.

Seminifagi stanowiły 2,02% owadów uzyskanych z szyszek dojrzałych. Wśród nich *Megastigmus strobilobius* ($D = 74,11\%$) okazał się superdominantem, a *Plemeliella abietina* ($D = 25,89\%$) — eudominantem.

Spośród owadów otrzymanych z szyszek dojrzałych najmniejszy udział procentowy (0,63%) zanotowano w przypadku owadów sezonowych, z których *Gastrodes abietum* ($D = 93,18\%$) był superdominantem; pozostałe dwa gatunki należały do subdominantów.

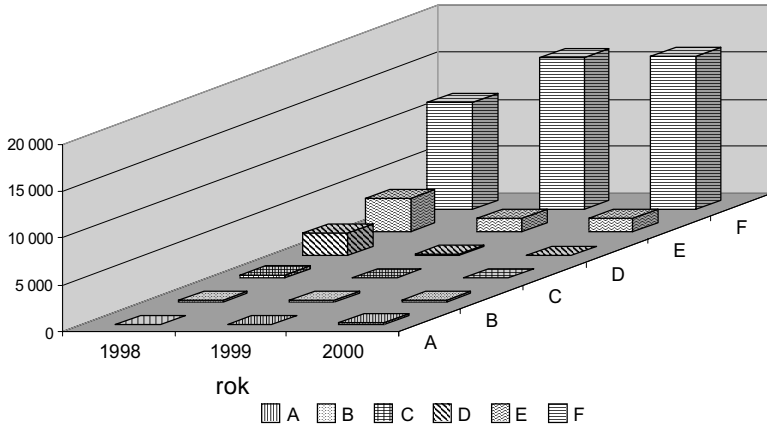
Rola owadów w obniżaniu jakości nasion

Wpływ badanych owadów na jakość nasion przedstawiono w kolejnych trzech latach, tj. słabego, średniego i bardzo dobrego obradzenia świerka oraz w aspekcie zróżnicowania wysokościowego. Dla możliwie pełnego obrazu szkód w nasionach brano pod uwagę wyniki analizy 900 szyszek metodą krajania i wyluszczonej z nich 242 043 nasion, z których 54 000 analizowano metodą krajania (27 tys. nasion z szyszek dojrzewających i 27 tys. nasion z szyszek dojrzałych).

Analizy 54 000 nasion (18 000 w każdym roku) wykazały, że nasion „pełnych”, czyli rokujących skiełkowanie było 6529, co stanowi 12,09% ogólnej liczby badanych nasion; „płonnych” — 43 732 (80,98%), natomiast uszkodzonych przez owady — 3739 (6,93%). Spośród konofagów *Cydia strobilella* spowodowała zniszczenia 2612 nasion (4,84%), natomiast *Strobilomyia anthracina* — 519 (0,96%). Seminifagi: *Megastigmus strobilobius* i *Plemeliella abietina* zasiedliły odpowiednio 374 (0,69%) i 225 (0,42%) nasion. Ponadto stwierdzono nasiona z larwą *Anogmus* sp. w liczbie 9 egzemplarzy (0,02%) (ryc. 4).

W odniesieniu do lat nasiennych analiza wykazała, że w roku 1998 słabego obradzenia świerka — wśród 18 tys. badanych nasion 3595 (19,97%) stanowiły nasiona „pełne”, 11 358 (63,10%) — „płonne”, natomiast uszkodzone przez owady 3047 (16,93%). Wśród tych nasion najwięcej, czyli 2408 (13,38%) zniszczeń spowodowała *Cydia strobilella*, około sześciokrotnie mniej *Strobilomyia anthracina* — 412 nasion (2,29%); larwy seminifagów, tj. *Megastigmus strobilobius* i *Plemeliella abietina* zasiedliły odpowiednio 185 (1,03%) i 42 (0,23%) nasion (tab. 1).

W roku 1999 — średniego obradzenia świerka, stwierdzono 1435 (8%) nasion „pełnych”, 16 110 (89%) „płonnych” oraz 455 (3%) nasion uszkodzonych przez owady. Relatywnie najwięcej nasion — 190 (1,06%) zniszczyła *Cydia strobilella*,



Ryc. 4. Udział ilościowy grup nasion uzyskanych z szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1998–2000 (oryg.); A — z larwą *Megastigmus strobilobius*, B — z larwą *Strobilomyia anthracina*, C — uszkodzonych przez *Strobilomyia anthracina*, D — uszkodzonych przez *Cydia strobilella*, E — nasiona pełne, F — nasiona płonne

Fig. 4. Quantity of groups of seeds obtained from cones of *Picea abies* (L.) Karst. collected in the Gorce National Park in 1998–2000 (orig.); A — with larva of *Plemeliella abietina*, B — with larva of *Megastigmus strobilobius*, C — damaged by *Strobilomyia anthracina*, D — damaged by *Cydia strobilella*, E — viable seeds, F — infertile seeds

niecio mniej — 103 (0,57%) *Strobilomyia anthracina*. Seminifag *Megastigmus strobilobius* zasiedlił 118 (0,66%) nasion, natomiast *Plemeliella abietina* — zaledwie 35 nasion (0,19%). Stwierdzono również w 9 nasionach obecność larw *Anogmus* sp., których żywicielem jest *Plemeliella abietina*.

W następnym roku bardzo dobrego obradzenia świerka (2000 rok) analiza wykazała — podobnie jak w poprzednim roku — 8% nasion zdolnych do kiełkowania, 90% nasion płonnych oraz zaledwie 2% nasion uszkodzonych przez owady. Wśród nich, najwięcej, czyli 148 (0,82%) opanowała *Plemeliella abietina*, prawie dwukrotnie mniej — *Megastigmus strobilobius* (71 — 0,39%), a pozostałe konofagi — *Cydia strobilella* i *Strobilomyia anthracina* — odpowiednio 14 (0,08%) i 4 (0,02%) (tab. 1).

Jak wynika z przytoczonych danych najwięcej nasion, tzn. 17% było uszkodzonych w roku słabego obradzenia świerka (1998 r.), a najmniej — w roku średniego i bardzo dobrego obradzenia; wartości te były zbliżone do siebie i wynosiły odpowiednio 3% (1999 r.) i 2% (2000 r.). Straty w nasionach nie wykazywały wyraźnego zróżnicowania w kolejnych trzech latach; odsetek tych nasion znacząco wahał się tylko w roku słabego obradzenia, w porównaniu z procentem obliczonym dla lat średniego i bardzo dobrego obradzenia.

Niewątpliwie na ograniczenie strat w nasionach znaczący wpływ miały parazytoidy kono- i seminifagów. Wyhodowano parazytoidy, które podawane są z wielu żywicieli. W przypadku *Cydia strobilella* parazytoidami okazały się następujące gatunki: *Phaedroctonus transfuga* (Grav.), *Liotryphon strobilellae* (L.), *Scambus* sp., *Bracon pineti* Thoms., *Torymus azureus* Boh., *Aprostocetus strobilanae*

Ratz. Wśród parazytoidów *Kaltenbachiola strobi* stwierdzono gatunki: *Torymus azureus* Boh., *Torymus caudatus* Boh., *Aprostocetus strobilanae* Ratz., *Anogmus piceae* (Rusch.), *Anogmus strobilorum* (Thoms.), *Anogmus vala* (Walk.), *Anogmus* sp. i *Platygaster contorticornis* Ratz. W przypadku *Plemeliella abietina* Seitn. wykazano parazytoidy: *Torymus azureus* Boh., *Torymus caudatus* Boh., *Aprostocetus strobilanae* Ratz. i *Platygaster contorticornis* Ratz. W okresie badań uzyskano 10 493 egzemplarze szkodliwych owadów oraz 5755 egzemplarzy ich parazytoidów; zatem ta proporcja wynosiła 1,8:1. Oznacza to, że owadów kono- i seminifagicznych było w przybliżeniu dwukrotnie więcej w porównaniu z liczebnością ich parazytoidów.

V. DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wskazują, że w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego entomofauna szyszek i nasion świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. jest stosunkowo bogata zarówno jakościowo, jak i ilościowo. Ogółem z prowadzonych hodowli oraz analiz otrzymano 17 803 egz. owadów reprezentowanych przez 34 gatunki należące do 5 rzędów. Okazało się, że najbardziej zróżnicowane gatunkowo były błonkówki (16 gatunków), następnie muchówki (8 gatunków). Najbogatszym w okazy rzędem były motyle; ich odsetek obliczony w odniesieniu do pozostałych rzędów wynosił 44,26%, a następnie błonkówki (34,43%) oraz muchówki (20,76%). Udział okazów pozostałych rzędów, tj. chrząszczy i pluskwiaków różnoskrzydłych wynosił poniżej 1%.

Porównując powyższe wyniki badań z wynikami analogicznych, wcześniejszych badań przeprowadzonych na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego (Witteczek 1998) można stwierdzić pewne podobieństwa ale także różnice. Wcześniejsze badania wykazały, że owady te należały do tych samych 5 rzędów, lecz udział procentowy okazów w rzędach był wyraźnie zróżnicowany.

Najliczniej reprezentowanym rzędem były błonkówki (48,26%), zbliżony udział miały muchówki (45,01%), natomiast motyle były około 7,5-krotnie mniej liczne (6,22%). Odsetek chrząszczy i pluskwiaków różnoskrzydłych był nieznaczny — poniżej 1%.

Z przytoczonych danych wynika, że liczebność kono- i seminifagów na tym samym terenie w różnych okresach badań wykazuje tendencje do zmian.

Entomofaunę szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. na terenie Tatrańskiego Parku Narodowego badał Kozioł (1995). W ciągu sześciu lat uzyskał on blisko 72 tys. egz. owadów reprezentowanych przez 46 gatunków należących do 8 rzędów. Najliczniejszym rzędem owadów zasiedlającym badane szyszki okazały się muchówki (80,2%); mniej liczne były motyle (13,0%) oraz błonkówki (6,6%). Udział pozostałych rzędów (Neuroptera, Raphidioptera, Dermaptera i Coleoptera) był poniżej 1%. Jednak podobnie, jak na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego, najbardziej zróżnicowane gatunkowo były błonkówki i muchówki (Kozioł 1998, 2007).

Wyraźne różnice dotyczyły liczebności gatunków z grupy konofagów. Na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego najliczniejszym gatunkiem, w okresie badań 1998–2000, okazała się *Cydia strobilella* (ponad 7 tys. egz.), natomiast dla Tatrzańskiego Parku Narodowego — *Kaltenbachiola strobi* (ponad 30 tys. egz. w ciągu 6 lat). Godne podkreślenia jest wyjątkowo liczne występowanie w Tatrzańskim Parku Narodowym *Kaltenbachiola strobi*, która dotychczas nie była wykazywana w takim nasileniu na terenie naszego kraju (Szmidt 1953, Skrzypczyńska 1982a, 1986). *Kaltenbachiola strobi* na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego w wyraźnie większym nasileniu występowała na wyższych stanowiskach n.p.m. Podobne wyniki badań w Bułgarii uzyskał Cankov (1974).

Również licznie w szyszkach zebranych na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego występował seminifag *Plemeliella abietina* (ponad 14 tys. egz. w ciągu 6 lat badań) w porównaniu z występowaniem w Gorczańskim Parku Narodowym (ponad 200 egz. w ciągu 3 lat). *Plemeliella abietina* najliczniej zasiedlała nasiona świerka w roku dobrego urodzaju szyszek, a najmniej w roku, w którym w szyszkach było wiele okazów *Cydia strobilella*. Na zjawisko to zwrócił wcześniej uwagę Annila (1981) w Finlandii. Stwierdził on, że szkodniki nasion są przystosowane zarówno do zmian urodzaju szyszek, jak i do wahań liczebności populacji konofagów, tj. ich konkurentów pokarmowych. Annila (1966) podał, że zaledwie 5% larw przepoczwarcza się po jednym zimowaniu; pozostałe diapauzują od 2 do 4 lat, a nawet dłużej. Skuhrový i Skuhrová (1998) ustalili, że larwy *Plemeliella abietina* przepoczwarczają się w końcu trzeciego roku. Wcześniejsze badania w Gorczańskim Parku Narodowym (Witteczek 1998) wykazały, że udział *Plemeliella abietina* był ponad czterokrotnie większy w porównaniu z liczebnością *Kaltenbachiola strobi*. W roku słabego obradzania świerka *Plemeliella abietina* zasiedlała średnio 5,5% nasion uzyskanych z szyszek pobranych na 22 stanowiskach w Polsce (Skrzypczyńska 1989).

Wyraźne wahania liczebności wykazywał również inny seminifag — *Megastigmus strobilobius*, który na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego okazał się gatunkiem bardzo nielicznym (zaledwie 4 egz.), natomiast w materiale z Gorczańskiego Parku Narodowego jego liczebność wynosiła 374 egz. W ostatnich latach *Megastigmus strobilobius* nie był wykazywany w takim nasileniu (Skrzypczyńska 1982a, 1986, 1994). Straty w nasionach spowodowane przez ten gatunek w naszym kraju wahały się od 0,05% do 2,7%; średnio 0,3% (Skrzypczyńska 1989). We Francji *Megastigmus strobilobius* uszkodził do 5% nasion świerka (Roques 1983), w byłym Związku Radzieckim zasiedlał 5–12%, a niekiedy 20% nasion (Stadnickij i in. 1978).

Parazytoidy wykazane podczas badań były na ogół liczne. Wśród nich najliczniejszym okazał się *Torymus azureus* (2411 egz.), którego żywicielem jest m.in. *Cydia strobilella* i *Kaltenbachiola strobi*. Podobnie, jako najliczniejszy gatunek, *Torymus azureus* został stwierdzony w szyszkach zebranych w Tatrzańskim Parku Narodowym (1240 egz. w ciągu 6 lat badań) (Kozioł 1995). *Torymus azureus* można więc uważać za najefektywniejszego parazytoidea *Cydia strobilella* i *Kaltenbachiola strobi*. Jest to zgodne z poglądem wielu autorów (Bakke 1963, Stadnickij 1969, Stadnickij i in. 1978, Dumčius 1986). W Gorczańskim Parku

Narodowym znaczącą rolę w regulowaniu liczebności populacji *Cydia strobilella* odgrywały Ichneumonidae — *Phaenocarpa transfuga* i *Liotryphon strobilellae* oraz Braconidae — *Bracon pineti*. W Tatrzańskim Parku Narodowym w ogóle nie stwierdzono *Bracon pineti*, natomiast ważną rolę odegrał *Phaenocarpa transfuga* (= *Venturia transfuga* Grav.). Według Brockerhoff i Kenis (1996) *Liotryphon strobilellae* i *Bracon pineti* należą do głównych parazytoidów gąsienic *Cydia strobilella* w Europie Środkowej i krajach skandynawskich.

W odniesieniu do składu gatunkowego wyróżnionych grup cenotycznych dla Gorczańskiego Parku Narodowego i Tatrzańskiego Parku Narodowego (Kozioł 1995) należy stwierdzić, że na ogół jest on podobny w grupie konofagów i semini-fagów, natomiast wykazuje zróżnicowanie w pozostałych grupach; bogatszy skład gatunkowy w grupie sapro- i koprofagów oraz owadów sezonowych stwierdzono w przypadku Tatrzańskiego Parku Narodowego. Być może powodem tego był dwukrotnie dłuższy okres badań, jak również uwzględnienie szyszek starych, kilkuletnich wiszących na drzewach (Kozioł 1995). Dla uzyskania pełniejszego obrazu sukcesji owadów zasiedlających szyszki świerka w powiązaniu z rozwojem szyszek należałoby pobierać próby szyszek do badań w częstszych interwałach czasowych. Na zjawisko to zwrócił uwagę m.in. Holste (1922), Arend (1967), Saksons (1973), Roques (1983) oraz Turgeon i de Groot (1992).

Analiza metodą krajania nasion świerka pochodzących z Parków Narodowych: Tatrzańskiego i Gorczańskiego wykazała znaczny odsetek nasion płonnych, który wynosił odpowiednio 49% (Kozioł 1995) i 81%. Nieco niższy odsetek nasion płonnych, czyli 45,5% wykazano dla prób nasion z Babiogórskiego Parku Narodowego (Skrzypczyńska i in. 1994). Nasiona płonne mogły powstać na skutek żerowania larw *Kaltenbachiola strobi* w nasadach łusek nasiennych (Kapuściński 1966). Prowadzi ono do niedorozwoju nasion i zmniejszenia liczby nasion zdolnych do kiełkowania oraz wpływa na naturalny samosiew. Jakovlev (1961) informuje, że obecność 50 larw *Kaltenbachiola strobi* w szyszce obniża kiełkowanie nasion o około 54–65%. W związku z tym dokładne określenie znaczenia tego konofaga jest bardzo trudne, tym bardziej, że uszkodzenia powodowane przez *Kaltenbachiola strobi* często są trudne do wizualnej oceny.

VI. ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

1. Stwierdzenie 34 gatunków owadów (17 803 egz.) należących do 5 rzędów świadczy o stosunkowo bogatej i zróżnicowanej entomofaunie szyszek i nasion świerka w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego.

2. Najliczniejszym rzędem owadów zasiedlających badane szyszki świerka były motyle (Lepidoptera) (7 880 egz.), a z nich *Cydia strobilella* (L.) (7700 egz.).

3. Uzyskane owady zaklasyfikowano do następujących grup cenotycznych: a) konofagi, b) semini-fagi, c) saprofagi i koprofagi, d) parazytoidy, e) owady

sezonowe; ich charakterystykę podano przy zastosowaniu wskaźników ekologicznych.

4. Na podstawie wskaźnika stałości występowania (C) można przypuszczać, że najbardziej charakterystycznymi gatunkami dla badanych szyszek świerka były: *Cydia strobilella* L., *Megastigmus strobilobius* Ratz., *Phaedroctonus transfuga* (Grav.) i *Torymus azureus* Boh.

5. W poszczególnych grupach cenotycznych dominującymi gatunkami okazały się *Cydia strobilella* L. ($D = 77,82\%$), *Megastigmus strobilobius* Ratz. ($D = 62,4\%$), *Torymus azureus* Boh. ($D = 41,89\%$), natomiast najbardziej zróżnicowana gatunkowo była grupa parazytoidów ($d = 1,617$).

6. Skład jakościowy i ilościowy entomofauny szyszek świerka wykazywał zmiany w miarę rozwoju szyszek; entomofauna szyszek dojrzałych charakteryzowała się większym zróżnicowaniem gatunkowym w obrębie grup troficznych, niż szyszek dojrzewających.

7. Spośród konofagów relatywnie najwięcej strat w nasionach (około 5%) spowodowała *Cydia strobilella* L., podczas gdy seminafagi *Megastigmus strobilobius* Ratz. i *Plemeliella abietina* Seitn. zasiedliły poniżej 1% nasion.

8. Śmietka świerkowa *Strobilomyia anthracina* (Czerny) — dotychczas wymieniana jako groźny konofag — nie odgrywała większej roli; zniszczyła bowiem około 1% nasion.

9. Dla ochrony szyszek i zawartych w nich nasion przed szkodliwymi owadami, niezbędny jest stały monitoring szyszek.

PODZIĘKOWANIE

Pragnę bardzo serdecznie podziękować Pani prof. dr hab. Małgorzacie Skrzypczyńskiej za konstruktywne uwagi. Również serdecznie dziękuję Panu prof. dr hab. Tadeuszowi Kaźmierczakowi za oznaczenie wybranych gatunków parazytoidów.

LITERATURA

- Annala E. 1966. On the occurrence of *Plemeliella abietina* Seitn. (Dipt., Cecidomyiidae) and *Megastigmus strobilobius* Ratz. (Hym., Chalcididae) in Finland. Ann. Ent. Fenn. 32: 3–11.
- Annala E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. (Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce). Comm. Inst. For. Fenn. 101: 1–32.
- Arend H. 1967. Über den tierischen Abbau von Fichtenzapfen. Z. ang. Ent. 59: 74–109.
- Bakke A. 1955. Insects reared from spruce cones in northern Norway 1951. Norsk Ent. Tidsskr. 9: 152–212.
- Bakke A. 1963. Studies on the spruce-cone insects *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera: Itonididae) and their parasites (Hymenoptera) in Norway. Meddel. Fra Det Norsk. Skogfors. 67: 1–151.
- Bédard C., Gries R., Gries G. 2002. *Cydia strobilella* (Lepidoptera: Tortricidae): antennal and behavioral responses to host and nonhost volatiles. Can. Ent. 134: 793–850.

- Bogdanowicz W., Chudzicka E., Pilipiuk I., Skibińska E. (red.) 2004. *Fauna Polski. Charakterystyka gatunków*. T. I. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Bouček Z. 1966. *Die europäischen Arten der Gattung Anogmus Först. (Hymenoptera: Pteromalidae) Parasiten von Insekten in Nadelholzzapfen*. Anz. f. Schädl. 39: 52–57.
- Bouček Z. 1970. *On some British Megastigmus (Hym., Torymidae), with a revised key to the West European species*. Ent. Gaz. 21: 265–275.
- Brockerhoff E. G., Kenis M. 1996. *Parasitoids associated with Cydia strobilella (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in Europe, and consideration for their use for biological control in North America*. Biological Control 6: 202–214.
- Cankov G. V. 1974. *Semejádi i technite entomofagi pro smrča (Picea excelsa Link.) v njakoj tipove gora v gorsko stopanstvo „Vasil Kolarov“*. Gorsko stop. nauka 11: 61–67.
- Capecki Z., Starzyk J. R. 2006. *Zagrożenie lasów gorczańskich przez owady roślinożerne*. [W:] *Gorczański Park Narodowy 25 lat ochrony dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego* Gorców. W. Różański (red.), GPN — Poręba Wielka.
- Čapek M. 1972. *Zoznam parazitov dochovaných z hmyzích škudcov časť V — Lumčičky (Braconidae — Hymenoptera)*. Ent. Probl. 10: 125–140.
- Čermak K. 1952. *Hmyzí škudci semen našich lesních dřevin*. Prace výzk. ust. lesn. I. Lesn. Knih. 5: 5–87.
- Dumčius O. 1986. *The parasites of spruce cone gall midge, Kaltenbachiola strobi (Winn.), in the Lithuanian SSR*. [W:] Proc. 2nd Conf. Cone and Seed Insects IUFRO W.P. S2.07-01. A. Roques (red.), Briançon (France), 3–5.09.1986: 285–296. INRA, Orlean.
- Favero R. D., Masutti L. 1974. *Animali e strobili di abete rosso in alcuni boschi delle Alpi Orientali*. Monti e Boschi 25: 3–16.
- Györfi J. 1956. *Nadelholzzapfen — und Nadelholzsamenschädlinge und ihre Parasiten*. Acta Agron. Acad. Scient. Hung. 5: 321–373.
- Holste G. 1922. *Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner Oberbayerns*. Z. ang Ent. 8: 125–160.
- Jakovlev B.P. 1961. *Vrediteli šišek i semjan eli.*, Gosud. Izd. Karel'skoj ASSR Petrozavodsk.
- Kapuściński S. 1948. *Nowe dla fauny Polski Muchówki i Błonkówki szkodniki owoców i nasion drzew i krzewów*. Kosmos 65: 159–168.
- Kapuściński S. 1966b. *Szkodniki owadzie nasion drzew leśnych*. PWRiL, Warszawa.
- Kelbel P. 2001. *The results of monitoring of conobionts of selected spruce species (Picea spp.)*. Lesnický časopis — For. Jour. 47: 123–134.
- Kozioł M. 1995. *„Entomofauna szyszek świerka Picea abies (L.) Karst. w wybranych drzewostanach Tatrzańskiego Parku Narodowego“*. Praca doktorska Kat. Entomologii Leśnej, AR Kraków.
- Kozioł M. 1998. *Influence of altitude on adult emergence and dynamics of Kaltenbachiola strobi (Winnertz) (Diptera: Cecidomyiidae) populations and its parasites in the Tatra National Park, Poland*. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 71: 121–127.
- Kozioł M. 2000. *Cono- and seminiiphagous insects of Norway spruce Picea abies (L.) Karst. and their parasitoids in lower and upper montane zone of the Tatra National Park in Poland*. J. Appl. Ent. 124: 259–266.
- Kozioł M. 2007. *Zróżnicowanie entomofauny szyszek świerka pospolitego Picea abies (L.) Karst. w aspekcie zmiennego obradzenia drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym*. Leś. Prace Bad. 4: 29–46.
- Lovaszy P. 1941. *Beobachtung über die Biologie und das Auftreten des Fichtenzapfenwickler (Laspeyresia strobilella L.) und seiner Parasiten*. Ann. Ent. Fenn. 7: 93–103.
- Madziara-Borusiewicz K. 1961. *Masowy pojaw przyszczarka Plemeliella abietina Seitn. (Cecidomyiidae, Dipt.) szkodnika nasion świerka pospolitego (Picea excelsa Lk.) oraz wystąpienie jego nowego pasażera Anogmus hohenheimensis (Ratz.) (Pteromalidae, Hym.)*. Folia for. Polon. ser. A. 6: 141–147.
- Madziara-Borusiewicz K. 1965. *Anogmus hohenheimensis (Ratz.) (Pteromalidae, Hym.) jego morfologia, biologia i znaczenie gospodarcze*. Fol. For. Polon. ser. A. 11: 333–368.
- Madziara-Borusiewicz K. 1967. *Bemerkungen über die in Fichtenzapfen auftretenden Larven von Torymus azureus Boh., Torymus caudatus Boh. und Anogmus hohenheimensis (Ratz.)*. Z. ang. Ent. 59: 54–58.

- Medwecka-Kornaś A. 2006. Szata roślinna. [W:] *Gorczański Park Narodowy 25 lat ochrony dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego* Gorców. W. Róžański (red.), GPN — Poręba Wielka.
- Miller G.E., Hutcheson D.W. 1981. *Aerial spraying for control of the spiral spruce-cone borer, Hylemyia anthracina (Diptera: Anthomyiidae)*. J. Ent. Soc. Brit. Columbia 78: 3–6.
- Nanu N., Lăcătușu M., Tudor C. 1986. *The balance factor in the conifer meroceneses in Romania*. [W:] Proc. 2nd Conf. Cone and Seed Insects IUFRO W.P. S2.07–01. A. Roques (red.), Brianc̄on (France), 3–5.09.1986: 91–99. INRA, Orlean.
- Nesin A. P. 1984. *K izučenju diapauzy u nekotorych vreditel'j šišek i semijan chvojnyh porod*. Ent. Obozr, 63: 225–230.
- Plan Ochrony Gorczańskiego Parku Narodowego*. 1998 Operat Ochrony Ekosystemów Leśnych. Opis taksacyjny lasu wg stanu na 01.01.1998. MS., Biblioteka GPN, Poręba Wielka.
- Roques A. 1983. *Les insectes ravageurs des c̄nes et graines de conifères en France*. INRA, Paris.
- Roques A., Skrzypczyńska M. 2003. *Seed-infesting chalcids of the genus Megastigmus Dalman, 1820 (Hymenoptera: Torymidae) native and introduced to the West Palearctic region: taxonomy, host specificity and distribution*. Jour. Nat. History. 37, 2: 127–238.
- Saksons Ja.L. 1973. *Entomofauna generativnyh organov sosny (Pinus silvestris L.) i eli (Picea abies Karst.) v Latvinskoj SSR. Zašč. Lesa: 29–52*. Zinatne, Riga.
- Schwenke W. 1982. *Familienreihe Chalcidoidea, Erzwespen*. [W:] *Die Forstschädlinge Europas*. T. 4. Hautflügler und Zweiflügler. W. Schwenke (red.), P. Parey, Hamburg–Berlin.
- Seitner M. 1908. *Die Fichtensamengallmücke (Plemeliella abietina)*. Centralbl. f. d. ges. Forstw. 34: 185–190.
- Skrzypczyńska M. 1980. *Contribution to the knowledge of the Spruce — cone gall midge Kaltenbachiola strobi (Winn.) (Diptera, Cecidomyiidae) and its parasites in Wienerwald*. Z. ang. Ent. 90: 90–98.
- Skrzypczyńska M. 1982a. *The entomofauna of the cones of spruce, Picea abies (L.) Karst. in Poland*. Z. ang. Ent. 94: 21–32.
- Skrzypczyńska M. 1982b. *Über das Auftreten von Plemeliella abietina Seitn. und Resseliella skuhra-vyorum Skrzypcz. (Dipt., Cecidomyiidae) und ihrer Parasiten (Hym., Chalcidoidea) im Wienerwald*. Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 55: 149–151.
- Skrzypczyńska M. 1984. *Próba ustalenia zależności pomiędzy entomofauną szyszek świerka pospolitego Picea abies (L.) Karst. a typem siedliskowym lasu, wystawą i zwarciem drzewostanu*. Sylwan 128, 6: 39–49.
- Skrzypczyńska M. 1986. *Insects of cones and seeds of Norway spruce, Picea abies (L.) Karst. in Poland*. [W:] Proc. 2nd Conf. Cone and seed insects IUFRO W. P S2. 07–01, Brianc̄on (France). A. Roques (red.), 3–5.09.1986: 27–38. INRA, Orlean.
- Skrzypczyńska M. 1987. *Beitrag zur Kenntnis der Entomofauna der Fichtenzapfen, Picea abies (L.) Karst. in Norwegen*. Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 60: 25–27.
- Skrzypczyńska M. 1989. *Studies on the occurrence and parasitization of the spruce seed pest, Megastigmus strobilobius Ratz. (Hym., Torymidae) and Plemeliella abietina Seit. (Dipt., Cecidomyiidae) in Poland during a poor seed year*. J. Appl. Ent. 108: 138–143.
- Skrzypczyńska M. 1992. *Živočišni škudci semen, šišek a plodu lesnich dřevin*. [W:] Škudci semen, šišek a plodu lesnich dřevin. J. Křistek (red.), Brazda, Praha.
- Skrzypczyńska M. 1994. *Über die in Zapfen und Samen der Fichte Picea abies (L.) Karst. fressenden Insekten und ihre Parasitoiden in Nordost-Polen*. Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 67: 45–46.
- Skrzypczyńska M. 1996. *Owady — szkodniki nasion i szyszek drzew iglastych*. Gutenberg, Kraków.
- Skrzypczyńska M., Koziol M., Kosibowicz M. 1998. *Pheromone trapping of the spruce seed moth Cydia strobilella L. (Lep., Tortricidae) in southern Poland in 1996–1997*. Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 71: 96–99.
- Skrzypczyńska M., Kożuch J., Gibas S. 1994. *Conophagous and seminiphagous insects of Norway spruce Picea abies (L.) Karst. in the Babia Góra National Park and its surroundings*. J. Appl. Ent. 118: 321–326.
- Skrzypczyńska M., Roques A. 1987. *Megastigmus strobilobius Ratzeburg, 1894 (Hym., Torymidae): its morphology, life history and economic significance*. Z. ang. Ent. 104: 484–495.

- Skuhrová M., Roques A. 2000. *Plemeliella abietina* Seitner, 1908, is a pest of seed of *Picea abies* in Central Europe. Acta Soc. Zool. Bohem. 69: 359.
- Skuhrový V., Skuhrová M. 1998. *Bejlomorky lesnich stromu a keřu*. Matrice Lesnicka, s.r.o., Pisek.
- Stadnickij G.V. 1969. *Paraziticheskie chal'cidy i proktotrupidy (Hymenoptera: Chalcidoidea, Proctotrupoidea) v šiřach eli obyknno vennoj*. Sborn. nauč. — issl. rab. po lesn. chozj. vyp. 12: 229–243.
- Stadnickij G.V. 1971. *Charakteristika šiřek eli evropejskoj (Picea abies [L.] Karst.) kak staci obitanija i naseljajuščego ich entomokompleksa*. Ent. Obozr. 50: 85–94.
- Stadnickij G.V., Golutvina L. S. 1975. *K voprosu o dinamike čislenosti vreditel'j generativnych organov chvojnyh porod*. Zašč. lesa, vyp. 1: 76–85.
- Stadnickij G.V., Jurčenko G.I., Smetanin A.N., Grebenščikova V.P., Pribylova M.V. 1978. *Vrediteli šiřek i semjan chvojnyh porod*. Izd. Lesnaja Promyšlennost' Moskva.
- Stadnitzky G.V. 1969. *Die Entomofauna der Fichtenzapfen (Picea abies (L.) Karst.) des europäischen Teiles der UdSSR*. Anz. f. Schäd. 42: 145–150.
- Szmídt A. 1953. *Spostrzeżenia nad gospodarczo ważną entomofauną szyszek świerkowych w Polsce w latach 1951–1952*. Pol. Pismo Ent. 23: 133–144.
- Szujewski A. 1980. *Ekologia owadów leśnych*. PWN, Warszawa.
- Tobias V.I. 1986. *Semejstvo Braconidae — Braconidy. Podsem. Euphorinae. Podsem. Braconinae*. [W:] *Opređeliteľ nasekomyh evropejskoj časti SSSR, T. 3. Perepončatokrylye č. 4*. G. S. Medvedev (red.). Izd. Nauka, Leningrad.
- Tomasiewicz J. 2006. *Przeszłość, terażniejszość, przyszłość Parku*. [W:] *Gorczański Park Narodowy 25 lat ochrony dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego Gorców*. W. Róžański (red.), GPN — Poręba Wielka.
- Trägårdh I. 1917. *Undersökningar över gran — och tallkottarnas skadeinsekter*. Medd. Skogsförsöksanst 13–14: 1141–1204.
- Turgeon J., de Groot P. 1992. *Management of insect pest of cones in seed orchards in Eastern Canada*. Forestry Canada, Sault Ste. Marie, Ontario.
- WitteczeK K. 1998. *Owady uszkadzające szyszki i nasiona świerka pospolitego Picea abies (L.) Karst. w wybranych drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego*. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 17: 111–123.
- WitteczeK K. 2000. *Plemeliówka świerkówka Plemeliella abietina Seitn. (Diptera, Cecidomyiidae) i jej parazytoíd Anogmus hohenheimensis (Ratzb.) (Hymenoptera, Pteromalidae) w Gorczańskim Parku Narodowym*. Sylwan 9: 101–108.
- WitteczeK K. 2001. *Owady niszczące szyszki i nasiona świerka pospolitego Picea abies (L.) Karst. w Gorczańskim Parku Narodowym*. [W:] 44 Zjazd Pol. Tow. Ent. Spała. L. Buchholz, M. Bunalski (red.) 14–16.09.2001: 69.
- Zašev B. 1959. *Vývoj obal'ovača šiřkového Laspeyresia (Grapholitha) strobilella L. v Bulharsku a jeho škodlivost na úrode semena roku 1955*. Lesn. čas. 5: 397–408.

Summary

Krzysztof WitteczeK

Cone- and seed entomofauna of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in the selected stands of the Gorce National Park. Part I. Characterization of the coenotic groups

A field study on the insects infesting seeds and cones of *Picea abies* (L.) Karst. was carried out in 1998–2000 in the Gorce National Park in southern Poland. The aim of this study was: to evaluate qualitatively and quantitatively the insects in spruce cones in the selected localities in the Park; to distinguish coenotic groups of the insects; to assess the impact of these insects species on seed production. A total of 3600 cones were collected from 180 trees growing at 30 sites located at different altitudes (from 700 to 1200 m above sea level) (Fig. 1).

Of these samples, 900 cones containing 242,043 seeds were analysed. From these seeds 54,000 were selected at random and analyzed by cutting, in order to calculate the percentage of viable seeds as well as of the infertile ones and those destroyed by insect larvae (Tab. 1). The remaining cones were designated for mass rearing in glass jars. This study yielded 17 803 specimens of 34 species of insects from 5 orders (Fig. 2, Tab. 2). Trophic groups were distinguished, which were characterized with use of ecological indicators: permanency, domination and species diversity (Fig. 3, Tab. 3).

Lepidoptera appeared to be the most numerous order (7,880 specimens), and the most abundantly occurring species was *Cydia strobilella* L. with 7,700 individuals, which represented 43% of the total number of obtained insects. On the basis of the index of permanency of presence (C), the following species were the most characteristic for the examined groups: *Cydia strobilella* L., *Megastigmus strobilobius* Ratz., *Phaedroctonus transfuga* Grav. and *Torymus azureus* Boh. The group of parasitoids was most diverse in respect of species composition. The entomofauna of mature cones characterized more species differentiation in trophic groups than the entomofauna of maturing cones.

The greatest seed losses, ca. 5% of the total number of seeds, were caused by *Cydia strobilella* L. *Megastigmus strobilobius* Ratz. and *Plemeliella abietina* Seitn. damaged less than 1% of the total number of seeds (Fig. 4).

*Department of Forest Entomology
University of Agriculture in Krakow*

**ENTOMOFAUNA SZYSZEK I NASION
ŚWIERKA POSPOLITEGO *PICEA ABIES* (L.) KARST.
W WYBRANYCH DRZEWOSTANACH
GORCZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO***
**Część II. Wpływ wysokości n.p.m. i zmiennego obradzenia
drzewostanów świerkowych na wybrane gatunki owadów**

Krzysztof Witteczek

Katedra Entomologii Leśnej
Uniwersytet Rolniczy
al. 29 Listopada 46
PL 31-425 Kraków
e-mail: kwitteczek@op.pl
krzysztof.witteczek@krakow.lasy.gov.pl

ABSTRACT

K. Witteczek 2009. *Cone- and seed entomofauna of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in the selected stands of the Gorce National Park. Part II. Influence of altitude and of variable spruce stands masting on the chosen insect species.* Acta Agr. Silv. ser. Silv. 47: 73–92.

The composition of cone- and seed entomofauna of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. of the Gorce National Park was determined between 1998 and 2000. Cones collected from trees at different altitudes and a variable cone crop abundance. Rearing and analysis of 3,600 cones yielded 17,803 insect specimens from 5 orders. Some of the data were analyzed statistically using tests at the significance level $\alpha = 0.05$. There was a significant correlation between the mean number of these insects and the intensity of cone production. Elevation a.s.l. had not a significant influence on the number of these insects.

KEY WORDS: *Picea abies*, Gorce Mts., cones, insects, altitude, stand masting

SŁOWA KLUCZOWE: *Picea abies*, Gorce, szyszki, owady, wysokość n.p.m., obradzenie drzewostanu

I. WSTĘP, CEL I METODYKA BADAŃ

Istotnym zagadnieniem dotyczącym owadów zasiedlających szyszki świerka jest dynamika liczebności tych owadów, powiązana ze zmiennym obradzeniem świerka. Prawie wszystkie gatunki kono- i seminifagiczne cechuje zdolność przechodzenia diapauzy; w danym roku wylęga się część populacji, a część pozostaje przez rok do trzech lat (a nawet i dłużej) w okresie spoczynku. Dia-

* Praca oparta na wynikach rozprawy doktorskiej wykonanej w Katedrze Entomologii Leśnej UR w Krakowie.

pauza uniezależnia liczebność tych owadów od wpływu wahań urodzaju szyszek (Stadnickij i Grebenščikova 1971, Stadnickij i Golutvina 1975). Tym samym owady te dostosowują swój rozwój do lat nasiennych drzew (Skrzypczyńska 2001). Upraszczając można przyjąć, że liczba diapauzujących w danym roku okazów jest tym większa im słabszy był urodzaj szyszek, natomiast zwiększenie liczebności owadów następuje w latach dobrego urodzaju. W ślad za kono- i seminifagami podążają ich parazytoidy, których diapauza zsynchronizowaną z diapauzą żywicieli (Bakke 1963, Stadnickij 1969, Stadnickij i in. 1978). Istnieje wiele hipotez dotyczących czynników odpowiedzialnych za wywołanie diapauzy, jak również eksperymentów sprawdzających te hipotezy (Roques 1989, Turgeon i de Groot 1992). Wyniki doświadczeń pozwolą w przyszłości na opracowanie metod efektywnego oddziaływania na liczebność populacji kono- i seminifagów.

Na temat relacji pomiędzy składem gatunkowym kono- i seminifagów świerka a wzniesieniem stanowisk n.p.m. jest stosunkowo mało informacji. W przypadku *Kaltenbachiola strobi* takie zależności opisuje Eide (1927), Cankov (1974), a w Polsce Kozioł (1998, 2000), natomiast w odniesieniu do *Cydia strobilella* — podaje Zašev (1959). Ostatnio wymienieni autorzy również pod tym kątem rozpatrują zróżnicowanie wybranych gatunków parazytoidów z nadrodziny bleskotkowców Chalcidoidea.

Metody prognozowania zagrożenia urodzaju szyszek przez owady podał Smetanin (1977), Stadnickij i in. (1978) oraz Stadnickij i Kapten (1989). Dumčius (1989) przedstawił skuteczność wybranych insektycydów oraz metody ich iniekcji do pni świerków, przeciwko tym konofagom. Turgeon i de Groot (1992) opracowali monitoring urodzaju szyszek drzew iglastych, w tym świerka, przewidywany wpływ owadów na straty w nasionach, jak również metody zwalczania tych owadów na plantacjach nasiennych. Ponadto prowadzone są badania dotyczące identyfikacji oraz oceny atraktantów płciowych groźnego konofaga *Cydia strobilella* L., a także testowania pułapek feromonowych, w celu określenia optymalnego stężenia stosowanego preparatu (Åhman i in. 1988, Grant i in. 1989). Testowanie kilku stężeń analogu feromonu płciowego *Cydia strobilella* przeprowadzono również w Polsce, w drzewostanach Tatrzańskiego Parku Narodowego (Kozioł 1995) oraz Beskidu Śląskiego i Beskidu Żywieckiego (Skrzypczyńska i in. 1998). Uzyskane wyniki wskazują na możliwość użycia tego feromonu do prognozowania, jak również do zwalczania *Cydia strobilella* (Skrzypczyńska i in. 1998).

Jak już wcześniej zaznaczono, mało jest opracowań na temat relacji pomiędzy składem gatunkowym owadów kono- i seminifagicznych a wzniesieniem n.p.m. stanowisk, na których rosły świerki, z których pobrano próby szyszek.

Dlatego przeprowadzono badania, których celem było:

- ustalenie zróżnicowania w składzie jakościowym i ilościowym owadów zasiedlających szyszki i nasiona świerka w aspekcie pionowego rozmieszczenia stanowisk;
- określenie dynamiki liczebności kono- i seminifagów w powiązaniu ze zmiennym urodzajem szyszek świerka.

Charakterystykę terenu, na którym pobierano próby szyszek do badań, z uwzględnieniem oddziałów podległych ochronie biernej i ochronie czynnej zamieszczono w pierwszej części pracy. Również szczegółową metodykę badań podano w wymienionej części pracy, dlatego w tym miejscu zostało to pominięte.

Dla zbadania czy istnieje wpływ wysokości n.p.m. i zmiennego obradzania świerków w kolejnych trzech latach na skład jakościowy i ilościowy entomofauny, uzyskane dane poddano analizie statystycznej.

Dotyczyło to następujących danych (zmiennych): liczby wylęgłych imagines, larw, poczwerek, w wyróżnionych grupach cenotycznych. Przed przeprowadzeniem obliczeń statystycznych dane wyrażono w postaci frakcji f_{ij} , a następnie transformowano na wartość kątową stosując przekształcenie Bliss'a. Z kolei za pomocą testu Kołmogorowa-Smirnowa na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ sprawdzono zgodność ich rozkładu z rozkładem normalnym. Dla zbadania jednorodności wariancji każdej zmiennej w rozpatrywanych grupach zastosowano test Levene'a ($\alpha = 0,05$). Aby stwierdzić, czy na zróżnicowanie analizowanych zmiennych istotny wpływ miała wysokość n.p.m. stanowisk, na których zbierano szyszki z drzew oraz rok zbioru (obradzania) szyszek, zastosowano test rang Kruskala-Wallisa na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ oraz test wielokrotnych porównań średnich rang ($\alpha = 0,05$) (Krysicki i in. 1995, Dobosz 2001, Stanisław 2006). Interpretację wyników testów zamieszczono w rozdziale *Wyniki badań*.

II. WYNIKI BADAŃ

Próba ustalenia zróżnicowania składu jakościowego i ilościowego owadów zasiedlających szyszki świerków na tle ich pionowego rozsiedlenia

Rozpatrując odsetek owadów uzyskanych z dojrzewających i dojrzałych szyszek świerków na tle ich pionowego rozsiedlenia, okazało się, że najwięcej owadów było w szyszkach zebranych z drzew rosnących na wysokości 800–899 m n.p.m. (25,15%), a najmniej (13,10%) — na wysokości 1100–1200 m n.p.m. Na pozostałych wysokościach, tj. 900–999 m n.p.m. i 1000–1099 m n.p.m. odsetek owadów był zbliżony do siebie (odpowiednio 24,37% i 24,07%), natomiast prawie dwukrotnie niższy (13,30%) — na wysokości 700–799 m n.p.m.¹

W odniesieniu do grup cenotycznych, udział procentowy konofagów był najwyższy w próbach szyszek zebranych na wysokości 900–999 m n.p.m. (26,32%), natomiast najniższy (13,12%) — na wysokości 1100–1200 m n.p.m.

W przypadku grupy cenotycznej parazytoidów, udział procentowy był najwyższy na wysokości 1000–1099 m n.p.m. (26,27%), a najniższy (11,28%) — na wysokości 1100–1200 m n.p.m. i był zbliżony do odsetka parazytoidów na wysokości 700–799 m n.p.m. (15,19%).

¹ Zob. I część pracy — tab. 3, s. 54–56.

Dla pozostałych grup cenotycznych, tj. seminifagów, saprofagów i koprofagów oraz owadów sezonowych, udział procentowy był zmienny na różnych wysokościach. W odniesieniu do seminifagów, ich odsetek wahał się od 11,35% (1100–1200 m n.p.m.) do 35,06% (900–999 m n.p.m.). W przedziałach wysokości od 700–799 m n.p.m. oraz 1000–1099 m n.p.m. wartości procentowe były zbliżone do siebie i wynosiły odpowiednio 14,19% i 14,02%; były one około 2-krotnie niższe w porównaniu z wartością obliczoną dla położenia 800–899 m n.p.m.

Zróznicowanie udziału procentowego według rzędów owadów (reprezentowanych przez więcej niż jeden gatunek) stwierdzonych w szyszkach, zebranych na różnych wysokościach n.p.m. było najwyższe w przypadku muchówek i odnosiło się do wysokości 900–999 m n.p.m. (30,76%) natomiast najniższe dla 700–799 m n.p.m. (8,17%). Dla motyli wyraźne wahania ich udziału procentowego dotyczyły wysokości 1000–1099 m n.p.m. (26,03%) i 1100–1200 m n.p.m. (12,63%). Odsetek błonkówek był najwyższy w próbach szyszek pochodzących z drzew rosnących na wysokości 1000–1099 m n.p.m. (25,44%), a niższy dla odstopniowania 1100–1200 m n.p.m. (11,42%) (tab. 1).

Rozpatrując udział procentowy wszystkich grup cenotycznych w aspekcie wysokościowym okazało się, że największe zróżnicowanie wystąpiło między grupą konofagów, a grupą owadów sezonowych; wartości te wahały się od 60,03% (900–999 m n.p.m.) do 0,08% (700–799 m n.p.m.). Również relatywnie wysokie omawiane różnice stwierdzono w przypadku grupy parazytoidów oraz owadów sezonowych, odpowiednio 36,91% (700–799 m n.p.m.) i 0,20% (800–899 m n.p.m.). Udział procentowy seminifagów na różnych wysokościach nie ulegał tak znacznym wahaniom; kształtował się od 1,96% (1000–1099 m n.p.m.) do 4,84% (900–999 m n.p.m.), mimo to na ogół odbiegał wyraźnie od wartości obliczonych dla pozostałych grup. W obrębie saprofagów i koprofagów omawiane zróżnicowanie było podobne — dla wysokości 800–899 m n.p.m. (około 10%) oraz powyżej 1000 m n.p.m. (od około 9% do około 11%).

Średni udział badanych grup w aspekcie wysokościowym wahał się od 55,57% — dla konofagów do 0,50% — dla owadów sezonowych. Dla pozostałych grup, tj. seminifagów, saprofagów i koprofagów oraz parazytoidów odsetek ten wynosił odpowiednio: 3,36%, 8,23% i 32,33%.

Można także zauważyć tendencję do mniejszego udziału procentowego poszczególnych grup cenotycznych dla wysokości 700–799 i 1100–1200 m n.p.m., a większy ich udział na wysokości 800–1099 m n.p.m.

Analizując udział owadów według rzędów (tab. 1), w aspekcie wysokościowym, okazuje się, że spośród wszystkich rzędów, Lepidoptera miały największy udział (od 48,10% do 40,13%) w zasiedlaniu szyszek świerka na wszystkich wysokościach. W przypadku Hymenoptera omawiane wartości były zbliżone do siebie i wynosiły od 39,02% (700–799 m n.p.m.) do 30,0% (1100–1200 m n.p.m.). Wyraźniejsze wahania dotyczyły Diptera, tj. od 26,21% (900–999 m n.p.m.) do 12,75% (700–799 m n.p.m.); oznacza to, że około dwukrotnie więcej muchówek zasiedlało próby szyszek w wyższych partiach drzewostanu, w porównaniu z zasiedlaniem w najniższej rozpatrywanej wysokości n.p.m. Udział Heteroptera był mało zróżnicowany, przy czym relatywnie największy, tj. 1,97% — na

Tabela 1 — Table 1

Procentowy udział owadów według rzędów uzyskanych z dojrzewających i dojrzałych szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych na różnych wysokościach w zasięgu od 700 do 1200 m n.p.m.

Percentage of insects by orders, obtained from maturing and mature cones of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. collected at different altitudes in range from 700 to 1200 m a.s.l.

Rząd Order	Wysokość n.p.m. [m] Altitude a.s.l. [m]	700–799	800–899	900–999	1000–1099	1100–1200	Razem Total
Lepidoptera		1139	1954	1741	2051	995	7880
% dla grupy* % for group*		14,45	24,80	22,09	26,03	12,63	100,00
% dla grup** % for groups**		48,10	43,64	40,13	47,85	42,65	44,26
Hymenoptera		924	1502	1444	1559	700	6129
% dla grupy* % for group*		15,08	24,51	23,56	25,44	11,42	100,00
% dla grup** % for groups**		39,02	33,54	33,29	36,37	30,00	34,43
Diptera		302	1009	1137	659	589	3696
% dla grupy* % for group*		8,17	27,30	30,76	17,83	15,94	100,00
% dla grup** % for groups**		12,75	22,53	26,21	15,38	25,25	20,76
Coleoptera		1	4	5	3	3	16
% dla grupy* % for group*		6,25	25,00	31,25	18,75	18,75	100,00
% dla grup** % for groups**		0,04	0,09	0,12	0,07	0,13	0,09
Heteroptera		2	9	11	14	46	82
% dla grupy* % for group*		2,44	10,98	13,41	17,07	56,10	100,00
% dla grup** % for groups**		0,08	0,20	0,25	0,33	1,97	0,46
Razem — Total		2368	4478	4338	4286	2333	17 803

* Udział procentowy grupy cenotycznej dla danej wysokości n.p.m. — Per cent participation of coenotic group for altitude a.s.l.

** Udział procentowy grup cenotycznych dla danej wysokości n.p.m. — Per cent participation of coenotic groups for altitude a.s.l.

najwyżej położonych stanowiskach (1100–1200 m n.p.m.), natomiast na pozostałych stanowiskach wynosił poniżej 1%. W przypadku Coleoptera, na wszystkich wysokościach ich rozkład kształtował się poniżej 1% (tab. 1). Można zauważyć, że na najniższych położeniach (700–799 m n.p.m.) wystąpiły największe dysproporcje między liczebnością rzędów Lepidoptera a Coleoptera; ich udział procentowy wynosił odpowiednio 48,10 i 0,04. Na pozostałych wysokościach obserwowano również dominowanie Lepidoptera, liczniejsze występowanie Hymenoptera i Diptera oraz mały udział Heteroptera i Coleoptera (tab. 1).

Bardziej szczegółowa analiza jakościowa i ilościowa owadów w aspekcie wysokościowym dotyczyła następujących gatunków: *Cydia strobilella*, *Kaltenbachiola strobi*, *Plemeliella abietina*, *Megastigmus strobilobius*, *Asynapta strobi*, *Clinodiplosis cilicrus*, *Torymus azureus*, *Bracon pineti*, *Platygaster contorticornis*, *Phaedroctonus transfuga* i *Liotryphon strobilellae*.

Cydia strobilella intensywnie zasiedlała szyszki na wysokości: 1000–1099 m n.p.m. (2001 egz.); nieco mniej na 800–899 m n.p.m. oraz 900–999 m n.p.m., odpowiednio 1930 egz i 1679 egz., natomiast najmniej na wysokości 1100–1200 m n.p.m. (973 egz.) (ryc. 1).

Kaltenbachiola strobi najliczniej zasiedlała szyszki zebrane na wysokości 900–999 m n.p.m. (863 egz.), natomiast najmniej — na wysokości 700–799 m n.p.m. (163 egz.). Na pozostałych wysokościach n.p.m. zasiedlenie szyszek było zbliżone (ryc. 1).

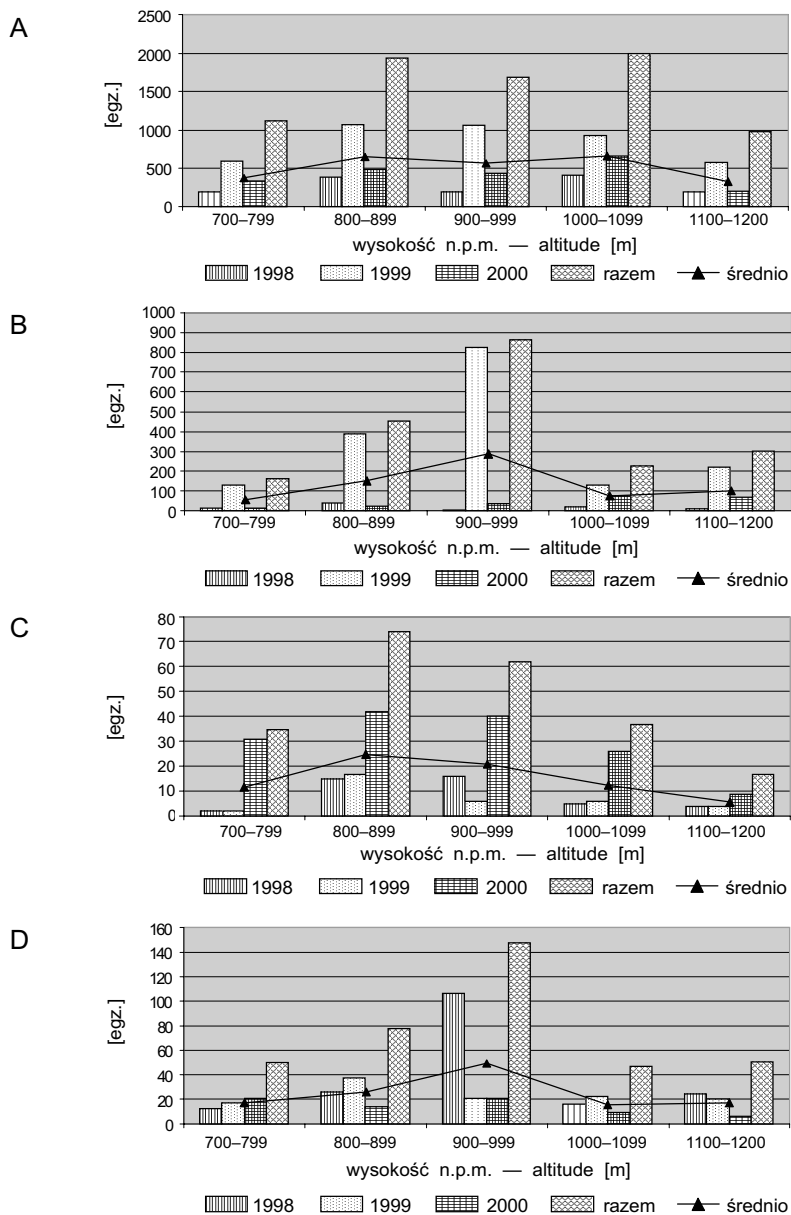
Spośród seminifagów *Plemeliella abietina* nie wykazywała wyraźnych wahań liczebności w aspekcie wysokościowym; najwięcej owadów tego gatunku stwierdzono w próbach pochodzących z wysokości 800–899 m n.p.m. (74 egz.), a najmniej — na wysokości 1100–1200 m n.p.m. (17 egz.) (ryc. 1).

Wyraźniejsze zróżnicowanie gatunkowe wykazywał seminifag *Megastigmus strobilobius*, który na niższych położeniach, tj. 900–999 m n.p.m. wystąpił w największej liczbie (148 egz.), a najmniej było go na wysokości 1000–1099 m n.p.m. (47 egz.) (ryc. 1).

Asynapta strobi najczęściej występowała w szyszkach zebranych na wysokości 800–899 m n.p.m. (412 egz.), natomiast najmniej — na wysokości 700–799 m n.p.m. (71 egz.) (ryc. 2). Inny pryszczarek, *Clinodiplosis cilicrus* nie wykazywał wyraźnego zróżnicowania liczebności w aspekcie wysokościowym. Minimalne i maksymalne liczby okazów dotyczyły prób zebranych na wysokości 1100–1200 m n.p.m. oraz 800–899 m n.p.m. i wynosiły odpowiednio 32 egz. i 61 egz. (ryc. 2).

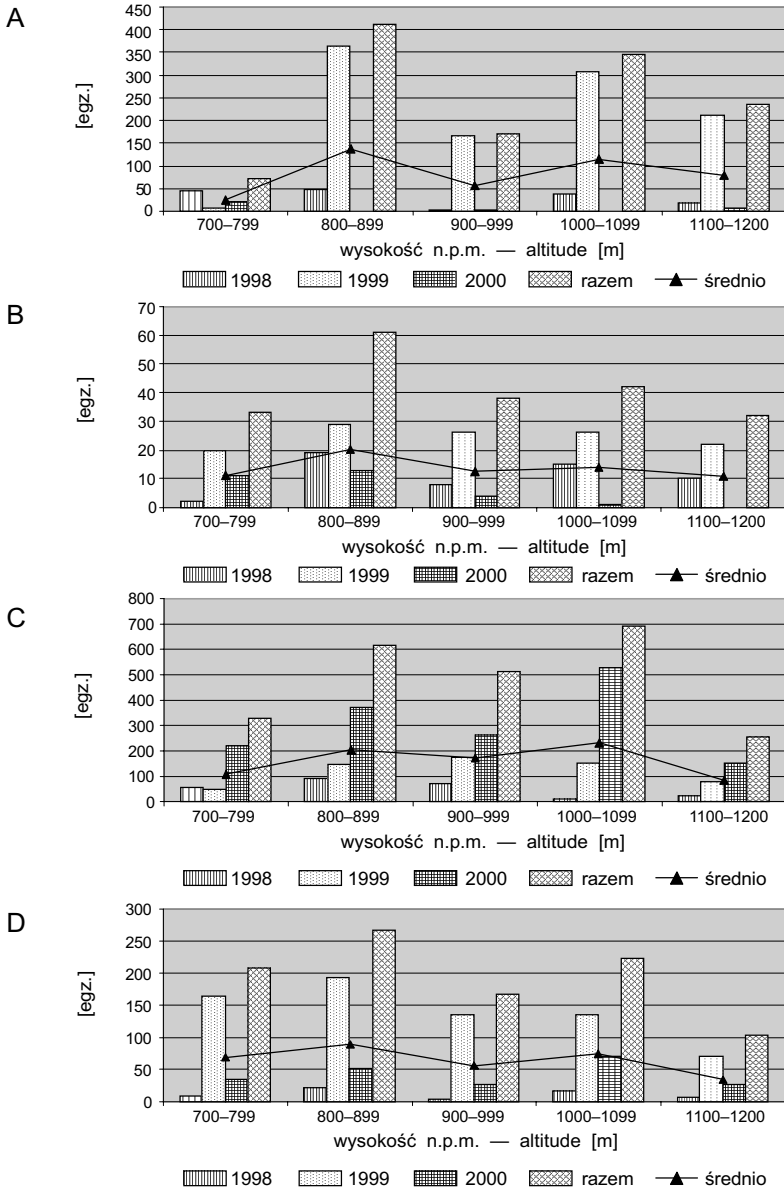
Wśród Chalcidoidea, *Torymus azureus* był najczęściej stwierdzanym gatunkiem. Jego maksymalna i minimalna liczebność dotyczyła występowania na zbliżonych wysokościach n.p.m., tj. 1000–1099 m oraz 1100–1200 m, odpowiednio 693 egz. i 257 egz. (ryc. 2).

Bracon pineti zasiedlał najczęściej szyszki zebrane na wysokości 800–899 m n.p.m. (267 egz.); w wyższych partiach (1100–1200 m n.p.m.) był również obecny w liczbie 104 egz. (ryc. 2).



Ryc. 1. Średnia liczba okazów owadów stwierdzonych w szyszkach świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. na różnych wysokościach n.p.m. w Gorczańskim Parku Narodowym (oryg.); A — *Cydia strobilella* L., B — *Kaltenbachiola strobi* (Winn.), C — *Plemeliella abietina* Seitn., D — *Megastigmus strobilobius* Ratz.

Fig. 1. The mean number of insect specimens found in *Picea abies* (L.) Karst. cones collected at different altitudes above sea level in the Gorce National Park (orig.); A — *Cydia strobilella* L., B — *Kaltenbachiola strobi* (Winn.), C — *Plemeliella abietina* Seitn., D — *Megastigmus strobilobius* Ratz.

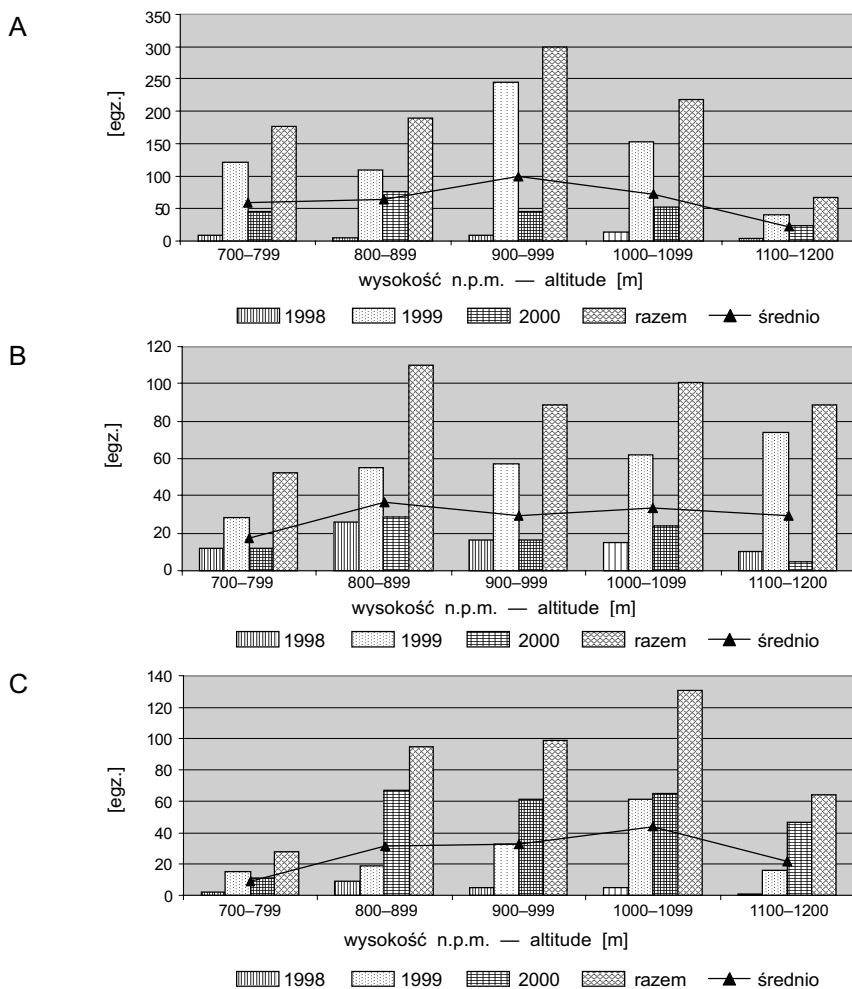


Ryc. 2. Średnia liczba okazów owadów stwierdzonych w szyszkach świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. na różnych wysokościach n.p.m. w Gorceńskim Parku Narodowym (oryg.); A — *Asynapta strobi* (Kieff.), B — *Clinodiplosis cilicrus* (Kieff.), C — *Torymus azureus* (Boh.), D — *Bracon pineti* Thoms.

Fig. 2. The mean number of insect specimens found in *Picea abies* (L.) Karst. cones collected at different altitudes above sea level in the Gorce National Park (orig.); A — *Asynapta strobi* (Kieff.), B — *Clinodiplosis cilicrus* (Kieff.), C — *Torymus azureus* (Boh.), D — *Bracon pineti* Thoms.

Wyraźne zróżnicowanie liczebności dotyczyło innego parazytoidea, *Platyga-ster contorticornis*, który najczęściej zasiedlał szyszki drzew na wysokości 900–999 m n.p.m. (300 egz.) (ryc. 3).

Śród Ichneumonidae *Phaedroctonus transfuga* i *Liotryphon strobilellae* wykazywały zbliżone zróżnicowanie ilościowe, jakkolwiek zmiany wystąpiły w odniesieniu do innych wysokości n.p.m. *Phaedroctonus transfuga* najczęściej wy-



Ryc. 3. Średnia liczba okazów owadów stwierdzonych w szyszkach świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. na różnych wysokościach n.p.m. w Gorczańskim Parku Narodowym (oryg.); A — *Platyga-ster contorticornis* Ratz., B — *Phaedroctonus transfuga* (Grav.), C — *Liotryphon strobilellae* (L.)

Fig. 3. The mean number of insect specimens found in *Picea abies* (L.) Karst. cones collected at different altitudes above sea level in the Gorce National Park (orig.); A — *Platyga-ster contorticornis* Ratz., B — *Phaedroctonus transfuga* (Grav.), C — *Liotryphon strobilellae* (L.)

stępował na wysokości 800–899 m n.p.m. (110 egz.) (ryc. 3), natomiast *Liotryphon strobilellae* — na wysokości 1000–1099 m n.p.m. (131 egz.) (ryc. 3).

Analiza statystyczna przy zastosowaniu testu rang Kruskala-Wallisa oraz testu wielokrotnych porównań średnich rang na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wykazała, że czynnik wysokości n.p.m. nie miał istotnego wpływu na kształtowanie się średniej liczby owadów w szyszkach. Niezależnie od roku uzyskania szyszek różnice między średnimi były nieistotne statystycznie w grupach dla każdego badanego gatunku. Jedynie w przypadku *Liotryphon strobilellae* stwierdzono istotność różnic — dla prób zebranych w 2000 roku, co można uznać za mało znaczący wyjątek.

Wpływ zmiennego obradzania świerków na dynamikę populacji wybranych konofagów i seminifagów

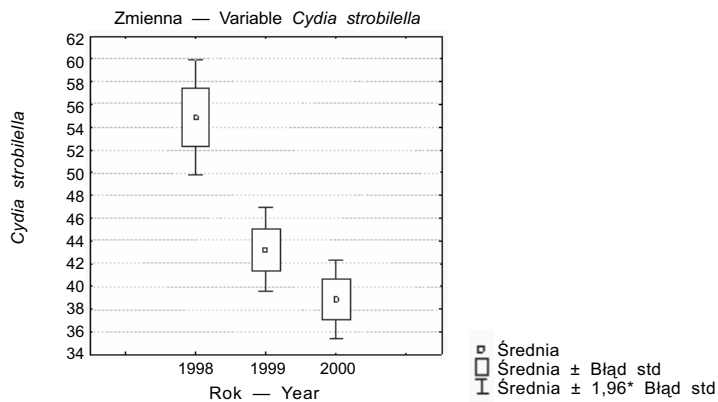
Szyszki świerka stanowią bazę pokarmową dla rozpatrywanych owadów kono- i seminifagicznych. W związku z tym obfitość szyszek lub ich brak jest jednym z istotnych czynników regulujących liczebność populacji tych owadów. Wspomniane owady mają zdolność do przechodzenia diapauzy, nawet do kilku lat i w ten sposób dostosowują się do zmiennego urodzaju szyszek świerka. Analiza statystyczna, mająca na celu ocenę wpływu obradzania świerka w kolejnych latach zbioru szyszek na liczebność owadów wykazała, że średnia liczba badanych gatunków owadów była istotnie różna w poszczególnych latach zbioru. Zastosowano test wielokrotnych porównań, celem stwierdzenia, pomiędzy którymi latami różnice są statystycznie istotne na poziomie $\alpha = 0,05$. Wyniki zilustrowano wykresami (ryc. 4–5). Wykresy przedstawiają średnie wartości zmiennych (mały kwadrat) wraz z 95% przedziałem ufności.

Dynamika liczebności *Cydia strobilella* w odniesieniu do imagines wykazywała istotne analogie ze zmiennym urodzajem szyszek. W roku bardzo dobrego urodzaju szyszek (rok 2000) liczba motyli *Cydia strobilella* była wyraźnie niższa (1421 egz.); w roku średniego urodzaju (rok 1999) uzyskano 3074 egz. tego owada, natomiast w roku słabego urodzaju szyszek (rok 1998) — stwierdzono w nich 677 egz. imagines *Cydia strobilella*.

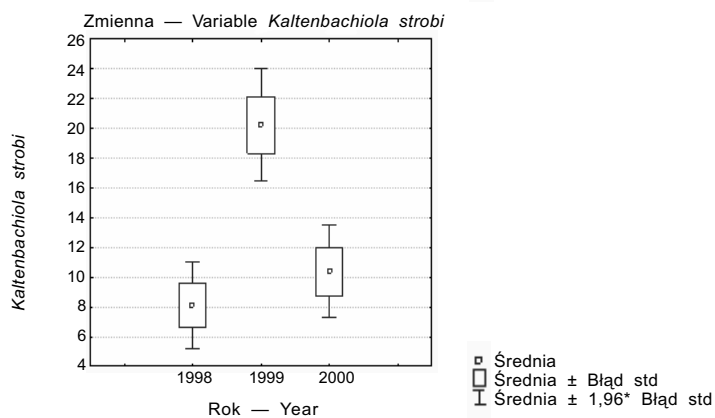
Nieco inaczej kształtowała się relacja pomiędzy liczbą diapauzujących gąsienic *Cydia strobilella* a nasileniem urodzaju szyszek. Na drodze analizy szyszek dojrzewających i dojrzałych metodą krajania stwierdzono, że podczas słabego obradzania świerka (rok 1998) zasiedlenie ich wynosiło 673 egz., natomiast w roku bardzo dobrego obradzania (rok 2000) — wynosiło 683 egz. W roku średniego urodzaju szyszek (rok 1999) uzyskano 1124 egz. gąsienic. Powodem tego zróżnicowania zasiedlenia szyszek przez gąsienice *Cydia strobilella* mógł być mechanizm diapauzy.

Rozpatrując z jednej strony różne formy ochrony stosowane w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego, a z drugiej strony liczebność *Cydia strobilella*, można stwierdzić jej wyraźne zróżnicowanie ilościowe. Najwięcej

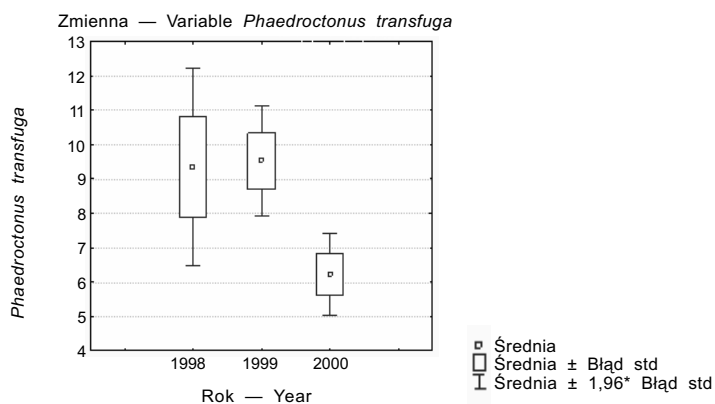
A



B



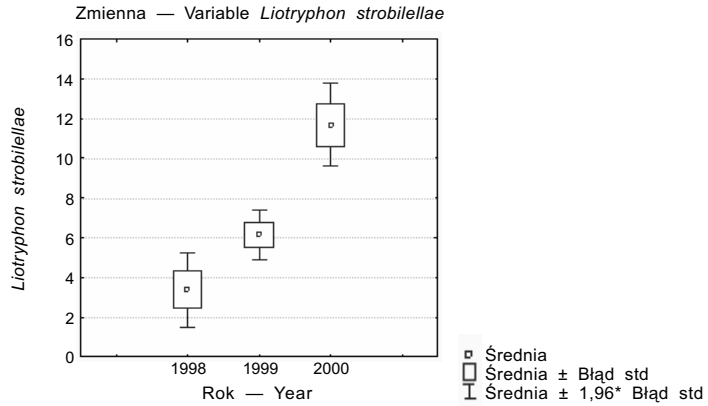
C



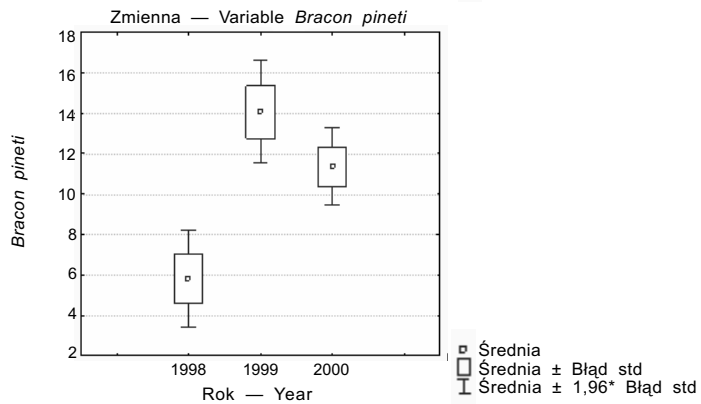
Ryc. 4. Średnie wartości zmiennych w kolejnych latach (mały kwadrat) wraz z 95% przedziałem ufności dla gatunków: A — *Cydia strobilella* L., B — *Kaltenbachiola strobi* (Winn.), C — *Phaedroctonus transfuga* (Grav.)

Fig. 4. The mean values of variables in the consecutive years (small square) with 95% confidence interval for species: A — *Cydia strobilella* L., B — *Kaltenbachiola strobi* (Winn.), C — *Phaedroctonus transfuga* (Grav.)

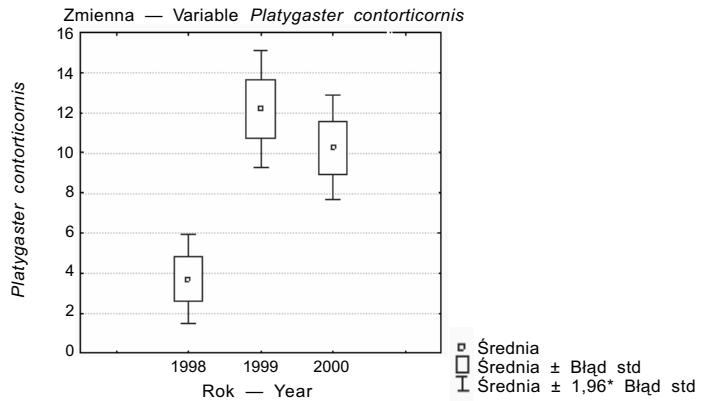
A



B



C



Ryc. 5. Średnie wartości zmiennych w kolejnych latach (mały kwadrat) wraz z 95% przedziałem ufności dla gatunków: A — *Liotryphon strobilellae* (L.), B — *Bracon pineti* Thoms., C — *Platygaster contorticornis* Ratz.

Fig. 5. The mean values of variables in the consecutive years (small square) with 95% confidence interval for species: A — *Liotryphon strobilellae* (L.), B — *Bracon pineti* Thoms., C — *Platygaster contorticornis* Ratz.

okazów *Cydia strobilella* uzyskano z prób zebranych w oddziałach objętych ochroną czynną stabilizacyjną (3202 egz.; 41,58%), a najmniej — z oddziałów, gdzie stosuje się ochronę bierną (901 egz.; 11,70%) (tab. 2).

W przypadku kolejnego konofaga *Kaltenbachiola strobi* nie stwierdzono jednoznacznie omawianej zależności pomiędzy liczbą imagines a latami nasieniami. W roku słabego obradzania świerka (1998 r.) gatunek ten wystąpił

Tabela 2 — Table 2

Zestawienie liczebności *Cydia strobilella* L. uzyskanej z szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. zebranych w Gorczańskim Parku Narodowym w oddziałach o różnych typach ochrony

Listing of the number of *Cydia strobilella* L. obtained from the spruce *Picea abies* (L.) Karst. cones collected in the Gorce National Park in the sections with different types of protection

Typ ochrony Type of protection	Oddział Section	Rok — Year			Razem Total	
		1998	1999	2000		
		egz. — specim.	egz. — specim.	egz. — specim.		
Czynna renaturalizacyjna Active renaturalization	32f	67	139	47	253	
	201d	40	120	111	271	
	120a	45	72	57	174	
	202a	36	97	25	158	
	36b	14	182	37	233	
	116a	16	133	46	195	
	110a	12	112	46	170	
	161c	27	202	60	289	
	191a	137	122	28	287	
	173b	67	104	69	240	
	162b	65	151	49	265	
	Łącznie — Total					2535
	%					32,92%
Częściowa stabilizacyjna Partly stabilizing	59a	52	250	91	393	
	77c	33	109	90	232	
	206b	50	221	181	452	
	192b	109	119	19	247	
	209b	37	305	84	426	
	198d	14	48	25	87	
	208h	25	178	104	307	

Tabela 2 cd. — Table 2 cont.

Typ ochrony Type of protection	Oddział Section	Rok — Year			Razem Total
		1998	1999	2000	
		egz. — specim.	egz. — specim.	egz. — specim.	
Częściowa stabilizacyjna Partly stabilizing	204b	60	90	216	366
	206a	20	181	236	437
	182a	60	138	57	255
	Łącznie — Total				3202
	%				41,58%
Czynna zachowawcza Active preservation	29a	42	90	107	239
	121a	24	96	26	146
	163a	66	159	24	249
	146b	38	118	15	171
	132d	16	203	38	257
	Łącznie — Total				1062
	%				13,79%
Bierna Passive	5b	48	225	74	347
	165a	37	62	48	147
	167a	68	73	55	196
	171a	44	117	50	211
	Łącznie — Total				901
	%				11,70%
Ogółem — Total		1369	4216	2115	7700

w liczbie 94 egz., natomiast w roku bardzo dobrego obradzenia (2000 r.) — w liczbie 225 egz. Okazało się, że w roku średniego urodzaju (rok 1999) *Kaltenbachiola strobi* wystąpiła w liczbie 1694 egz. (łącznie 2013 egz.)².

W odniesieniu do seminifaga *Plemeliella abietina*, liczebność jej populacji wykazywała w miarę wyrównaną wartość, tak w roku słabego urodzaju szyszek (1998 r.), jak w roku średniego urodzaju (1999 r.); odpowiednio 42 egz. i 35 egz. (łączna liczba z szyszek dojrzewających i dojrzałych). W roku bardzo dobrego obradzenia świerka (2000 r.) zasiedlenie nasion w szyszkach przez tego seminifaga było najwyższe (148 egz.) (łącznie 225 egz.)³. Można to również tłumaczyć występowaniem zjawiska diapauzy u larw *Plemeliella abietina*.

² Zob. I część pracy — tab. 3, s. 54–56.

³ Zob. I część pracy — tab. 3, s. 54–56.

Dynamika populacji *Cydia strobilella* wykazywała na ogół pewne analogie ze zmiennym obradaniem świerka. W roku bardzo dobrego urodzaju średnia liczba okazów w badanych próbach była mniejsza niż w roku średniego urodzaju. Odwrotną tendencję zauważono w przypadku *Plemeliella abietina*; zróżnicowanie było większe w wyższych partiach drzewostanu, natomiast w oddziałach niżej położonych różnice te były zbliżone do siebie. Można to wyjaśnić tym, że zawsze znajdzie się grupa świerków, które obradzają co roku, stanowiąc bazę żerową dla części populacji. Mimo to, widać wyraźniejsze zagęszczenie larw *Plemeliella abietina* w szyszkach w latach dobrego urodzaju.

W przypadku *Kaltenbachiola strobi*, w danym roku na różnych wysokościach stwierdzono zbliżone występowanie tego gatunku, natomiast w całym okresie badań zwiększona ich liczba wystąpiła w roku 1999, w porównaniu z liczebnością w 1998 i 2000 roku. Można przypuszczać, że do okazów uzyskanych w roku 1999 dołączyły okazy o przedłużonej diapauzie, z roku 1998, która w przypadku tego gatunku kształtuje się w cyklu dwuletnim. Dla *Cydia strobilella* okres diapauzy wynosi trzy lata i pokrywa się częściowo z latami nasennymi świerka.

III. DYSKUSJA

Entomofauna szyszek świerka w Gorczańskim Parku Narodowym wykazywała na ogół zróżnicowanie ilościowe w aspekcie zmiennego obradania drzewostanów świerkowych, podobnie jak w Tatrzańskim Parku Narodowym (Kozioł 2007). W szyszkach zebranych w latach słabego urodzaju świerka stwierdzono większą liczbę okazów owadów, jak również gatunków zasiedlających szyszki, w porównaniu z entomofauną uzyskaną z szyszek pobranych w okresach zwiększonego owocowania. Wyraźna zależność pomiędzy dynamiką liczebności populacji konofagów a zmiennym urodzajem szyszek wystąpiła w przypadku *Cydia strobilella*. Podobne wyniki badań uzyskał Bakke (1963) i Annala (1984), którzy stwierdzili, że wahania liczebności populacji tego gatunku wydają się być kształtowane przez zmienny urodzaj szyszek.

Mikrocenoza szyszek drzew iglastych charakteryzuje się własną dynamiką rozwojową, własną sukcesją, której inicjalnym punktem w czasie jest proces zapylania kwiatostanów żeńskich, natomiast końcowym — pełny rozkład szyszek opadłych na dno lasu (Karpiński 1967). W miarę rozwoju szyszek i wpływu czasu następują charakterystyczne zmiany jakościowe związanej z nimi entomofauny (Saksons 1973, Roques 1983), a także zróżnicowanie ilościowe (Kozioł 1995). Jest to zgodne z uzyskanymi wynikami badań przeprowadzonych w Gorczańskim Parku Narodowym. Szyszki dojrzewające były zasiedlane przez mniejszą liczbę gatunków i okazów owadów, w porównaniu z zasiedleniem szyszek dojrzałych. Przykładowo, w odniesieniu do Hymenoptera, w szyszkach dojrzewających stwierdzono 11 gatunków błonkówek reprezentowanych przez 423 okazy, natomiast w dojrzałych — odpowiednio 16 gatunków — 5706

okazów. Należy zaznaczyć, że niektóre gatunki spośród konofagów (jak *Strobilomyia anthracina*) i saprofagów w tym czasie opuszczają szyszki dojrzewające, a inne owady zasiedlają szyszki, np. pasożytniki i drapieżce, a także owady sezonowe. Na skutek tego entomofauna dojrziałych szyszek cechowała się większym zróżnicowaniem gatunkowym, w porównaniu z entomofauną dojrzewających szyszek.

Owady zasiedlające szyszki i nasiona charakteryzuje swoista dynamika, której nie mają inne zgrupowania owadów, ponieważ głównym regulatorem liczebności populacji kono- i seminifagów jest obecność bazy pokarmowej w postaci obfitości szyszek, jak również czynniki endogenne, tj. płodność samic i diapauza. Omawiane owady cechuje na ogół duża płodność ale zarazem wysoka śmiertelność w stadium jaja i młodszych stadiach larwalnych. Większość tych gatunków owadów posiada zdolność diapauzowania nawet przez kilka lat (Bakke 1970, 1971, Nesin 1984). W ten sposób dostosowując się do zmiennego urodzaju szyszek, ograniczają w pewnym stopniu niekorzystny wpływ wahań urodzaju szyszek na liczebność populacji (Stadnickij i Grebenščikova 1971, Stadnickij i Golutvina 1975, Stadnickij i in. 1978). Wyniki badań przeprowadzonych przez Koziola (2007) w Tatrzańskim Parku Narodowym, na ogół potwierdzają ten pogląd w odniesieniu do najliczniejszych konofagów świerka, jak również częściowo są zgodne z wynikami badań dla Gorceńskiego Parku Narodowego.

IV. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

1. Wysokość n.p.m. niekiedy wpływała na liczebność populacji następujących gatunków owadów: *Cydia strobilella* L., *Kaltenbachiola strobi* (Winn.), *Torymus azureus* Boh., *Aprostocetus strobilanae* Ratz., *Platygaster contorticornis* Ratz. i *Liotryphon strobilellae* (L.).

2. Liczebność populacji *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) ulegała wyraźnym wahaniom w ciągu trzech kolejnych sezonów wegetacyjnych, w których występowało zmienne obradzanie świerka; najwięcej okazów pojawiło się w roku średniego obradzania.

3. *Plemeliella abietina* Seitn. wykazywała nieznaczne zróżnicowanie ilościowe; jej większa liczebność była w roku bardzo dobrego obradzania świerków, natomiast w mniejszej liczbie występowała przy wzmożonej obecności w szyszkach gąsienic *Cydia strobilella*.

4. Relacja między ilością uzyskanych owadów a wysokością n.p.m. badanych oddziałów nie była statystycznie istotna.

5. Średnia liczba badanych gatunków owadów była statystycznie istotna w odniesieniu do lat obradzania świerka.

6. Uzyskanie stosunkowo dużej liczby okazów pasożytników, których żywicielami były: *Cydia strobilella* L., *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) i *Plemeliella abietina* świadczy o relatywnie dużej roli pasożytników, jako czynnika regulującego liczebność kono- i seminifagów.

7. Biorąc pod uwagę różne formy ochrony, w odniesieniu do najliczniejszego gatunku *Cydia strobilella*, stwierdzono wyraźne zróżnicowanie ilościowe; najwięcej owadów wystąpiło w oddziałach objętych ochroną stabilizacyjną, a najmniej — ochroną bierną.

PODZIĘKOWANIE

Serdecznie dziękuję Pani dr Lucyllii Rutkowskiej za wykonanie obliczeń statystycznych oraz ich zilustrowanie.

LITERATURA

- Åhman I., Wiersma N., Lindström M. 1988. *Electroantennogram responses in Cydia strobilella (L.) (Lep., Tortricidae) to flower and twig odours of its hosts Picea abies (L.) Karst.* J. Appl. Ent. 105: 314–316.
- Annala E. 1984. *Population fluctuation of some cone and seed insects in Norway spruce.* [W:] Proc. Cone and Seed Insects IUFRO W. P. Conf. S2.07–01., Athens, Georgia, USA, Yates H. O. III (red.), 31.07–6.08.1983: 57–64. Southeastern For. Exp. Station, Asheville.
- Bakke A. 1963. *Studies on the spruce-cone insects Laspeyresia strobilella (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), Kaltenbachiola strobi (Winn.) (Diptera: Itonididae) and their parasites (Hymenoptera) in Norway.* Meddel. Fra Det Norsk. Skogfors. 67: 1–151.
- Bakke A. 1970. *Effect of temperature on termination of diapause in larvae of Laspeyresia strobilella (L.) (Lep., Tortricidae).* Ent. Scand. 1: 209–214.
- Bakke A. 1971. *Distribution of prolonged diapausing larvae in populations of Laspeyresia strobilella (L.) (Lep., Tortricidae) from spruce cones.* Norsk Ent. Tidsskr. 18: 89–93.
- Cankov G.V. 1974. *Semejádi i technite entomofagi pro smrča (Picea excelsa Link.) v njakoj tipove gora v gorsko stopanstvo „Vasil Kolarov”.* Gorsko stop. nauka 11: 61–67.
- Dobosz M. 2001. *Statystyczna analiza wyników badań.* Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.
- Dumčius O. 1989. *Injection of insecticides into Norway spruce (Picea abies Karst.) trunk to protect seed yield from insects.* [W:] Proc. 3rd Cone and Seed Insects IUFRO W. P. Conf. S2.07–01, G.E. Miller (red.), 27–30.06.1988, Victoria, B.C., Canada: 225–239. Pacific Forestry centre, Victoria.
- Eide E. 1927. *Undersøkelse av nordenfjelsk granfø 1925.* (German summary: *Samenundersuchungen in den Fichtenwäldern des nördlichen Norwegens in 1925*). Medd. Norske Skogfors. 2: 13–39.
- Grant G.G., Fogal W.H., West R.J., Slessor K.N., Miller G.E. 1989. *A sex attractant for the spruce seed moth. Cydia strobilella (L.), and the effect of lure dosage and trap height on capture of male moths.* Can. Ent. 121: 691–697.
- Karpiński J.J. 1967. *Owady i pajęczaki przechodzące rozwój bądź zimujące w szyszkach modrzewia polskiego (Larix polonica Rac.) i europejskiego (L. europaea Mill.).* Prace IBL, 314–319: 81–112.
- Kozioł M. 1995. *Entomofauna szyszek świerka Picea abies (L.) Karst. w wybranych drzewostanach Tatrzańskiego Parku Narodowego.* Praca doktorska Ms., Kat. Ent. L., UR Kraków.
- Kozioł M. 1998. *Influence of altitude on adult emergence and dynamics of Kaltenbachiola strobi (Winnertz) (Diptera: Cecidomyiidae) populations and its parasites in the Tatra National Park, Poland.* Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 71: 121–127.
- Kozioł M. 2000. *Cono- and seminiphagous insects of Norway spruce Picea abies (L.) Karst. and their parasitoids in lower and upper montane zone of the Tatra National Park in Poland.* J. Appl. Ent. 124: 259–266.

- Kozioł M. 2007. Zróżnicowanie entomofauny szyszek świerka pospolitego *Picea abies* (L.) Karst. w aspekcie zmiennego obradzania drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Leś. Prace Bad.* 4: 29–46.
- Krysicki W., Bartos J., Dyczka W., Królikowski K., Wasilewski M., 1995. *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach*. Cz. II. PWN, Warszawa.
- Nesin A.P. 1984. K izučenju diapauzy u nekotorych vreditel'j šišek i semjan chvojnyh porod. *Ent. Obozr.* 63: 225–230.
- Roques A. 1983. *Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France*. INRA, Paris.
- Roques A. 1989. *New results and some thinkings about significance and induction of prolonged diapause in cone insects with particular reference to the larch cone fly (Lasiomma melania) and to the Douglas-fir seed chalcid (Megastigmus spermotrophus)*. [W:] *Proc. 3rd Cone and Seed Insects IUFRO W. P. Conf. S2.07–01*, G.E. Miller (red.), 27–30.06.1988, Victoria, B.C., Canada: 64–81. Pacific Forestry centre, Victoria.
- Saksons Ja.L. 1973. *Entomofauna generativnyh organov sosny Pinus silvestris (L.) i eli (Picea abies Karst.) v Latvinskoj SSR. Zašč. Lesa*. 29–52. Zinatne, Riga.
- Skrzypczyńska M. 2001. 8. *Ochrona przed owadzimi szkodnikami nasion i owoców drzew leśnych [W:] Poradnik ochrony lasu*. O. Łęski (red.), Wyd. „Świat”, Warszawa.
- Skrzypczyńska M., Kozioł M., Kosibowicz M. 1998. *Pheromone trapping of the spruce seed moth Cydia strobilella L. (Lep., Tortricidae) in southern Poland in 1996–1997*. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz*. 71: 96–99.
- Smetanin A.N. 1977. *Zaščita semjan chvojnyh porod v uslovijach zapovednyh nasaždenij*. Naukowa Dumka, Kiev.
- Stadnickij G.V. 1969. *Parazitičeskie chal'cidy i proktotrupidy (Hymenoptera: Chalcidoidea, Proctotrupoidea) v šišach eli obyčno vennoj*. *Sborn. nauč. — issl. rab. po lesn. chozj. vyp.* 12: 229–243.
- Stadnickij G.V., Golutvina L.S. 1975. *K voprosu o dinamike čislennosti vreditel'j generativnyh organov chvojnyh porod*. *Zašč. lesa, vyp.* 1: 76–85.
- Stadnickij G.V., Grebenščikova V.P. 1971. *Dynamika čislennosti vreditel'j šišek eli*. *Trudy Petr. Lesn. opyt. stan.* 1: 181–199.
- Stadnickij G.V., Jurčenko G.I., Smetanin A.N., Grebenščikova V.P., Pribylova M.V. 1978. *Vrediteli šišek i semjan chvojnyh porod*, Izd. Lesnaja Promyšlennost', Moskva.
- Stadnickij G.V., Kapten J.L. 1989. *Prostranstviennaja struktura populacii nasekomyh — konobiontov v aspekcie optimizacii obsledovanij semennyh baz*. *Lesn. Žurnal* 3: 22–26.
- Stanisz A. 2006. *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. T. I. Stat. Soft, Polska Sp. z o.o. Kraków.
- Turgeon J., de Groot P. 1992. *Management of insect pest of cones in seed orchards in Eastern Canada*. Forestry Canada, Sault Ste. Marie, Ontario.
- Zašev B. 1959. *Vývoj obal'ovača šiškového Laspeyresia (Grapholitha) strobilella L. v Bulharsku a jeho škodlivost na úrode semena roku 1955*. *Lesn. čas.* 5: 397–408.

Summary

Krzysztof Witteczek

Cone- and seed entomofauna of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in the selected stands of the Gorce National Park. Part II. Influence of altitude and of variable spruce stands masting on the chosen insect species

In 1998–2000 the qualitative and quantitative share of insects infesting the Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. cones in the Gorce National Park was studied. The aim of this study was to determine whether altitude above sea level and year of cone collection (intensity of cone crop) significantly influenced the insects. Rearing and analysis of 3,600 cones of spruce collected from trees growing at 700–1,200 m altitudes, yielded over 17,000 of insects belonging to 34 species

from 5 orders. Some of the data were analyzed statistically using Kolmogorov-Smirnov, Levene's tests, Kruskal-Wallis's rank test and the test of multiple comparisons of mean ranks (at the significance level $\alpha = 0.05$).

The height above sea level sometimes had effect on numbers of the insect species (Fig. 1-3). Elevation had not a significant influence on the number of these insects.

There was a significant correlation between the mean number of these insects and the intensity of cone production during three years, i.e. with weak intensity (1998), middle mast year (1999) and in heavy mast year (2000) (Fig. 4-5).

The percentage of insects by orders, obtained from maturing and mature cones collected at different altitudes presents Table 1.

In respect to type of protection, *Cydia strobilella* L. occurred in the highest intensity in the sections of partly stabilizing protection, whereas less numerous in passive protection sections (Tab. 2).

*Department of Forest Entomology
University of Agriculture in Kraków*

SPIS TREŚCI CONTENTS

K. GRAŁEK, A. JAWORSKI, Z. KOŁODZIEJ, K. MAJERCZYK: Możliwości produkcyjne drzewostanu lipowego w rezerwacie „Las Lipowy Obrożyska”	3
The productive potentiality of the little leaf linden stand in the Obrożyska nature reserve	25
G. SZEWCZYK: Możliwości wykorzystania wskaźników intensywności trzebieży w kategoryzacji warunków pracy dla wybranych technologii pozyskiwania drewna na ręczno-maszynowym poziomie zmechanizowania	27
Possibilities of using thinning intensity indexes in classification of work conditions for selected timber harvesting technologies at the manual-machine mechanization level ...	44
K. WITTECZEK: Entomofauna szyszek i nasion świerka pospolitego <i>Picea abies</i> (L.) Karst. w wybranych drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego. Część I. Charakterystyka grup cenotycznych	47
Cone- and seed entomofauna of Norway spruce <i>Picea abies</i> (L.) Karst. in the selected stands of the Gorce National Park. Part I. Characterization of the coenotic groups	71
K. WITTECZEK: Entomofauna szyszek i nasion świerka pospolitego <i>Picea abies</i> (L.) Karst. w wybranych drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego. Część II. Wpływ wysokości n.p.m. i zmiennego obradzania drzewostanów świerkowych na wybrane gatunki owadów	73
Cone- and seed entomofauna of Norway spruce <i>Picea abies</i> (L.) Karst. in the selected stands of the Gorce National Park. Part II. Influence of altitude and of variable spruce stands masting on the chosen insect species	90