

Zasoby węgla, azotu i niektórych składników popielnych oraz energii w owocnikach grzybów ekosystemów leśnych rezerwatu Las Piwnicki

HELENA DZIADOWIEC, IRENA HOŁOWNIA

Zakład Gleboznawstwa oraz Zakład Taksonomii, Ekologii Roślin i Ochrony Przyrody
Instytutu Biologii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Dziadowiec H., Hołownia I.: (Department of Soil Science and Department of Taxonomy, Plant Ecology and Nature Conservation, Institute of Biology, Nicolaus Copernicus University, Gagarina 9, 87-100 Toruń, Poland). *The supplies of carbon, nitrogen, some ash constituents and of energy in the fruit bodies of fungi of forest ecosystems of the reserve Las Piwnicki*. Acta Mycol. 15 (1): 45-59, 1979.

The results of an analysis of the chemical composition and the calorific value of the fruit bodies of fungi and the supplies of energy, carbon, nitrogen and same ash constituents in the biomass of the fruit bodies collected in the particular years 1972-1974 are presented.

WSTĘP

Badania nad produktywnością ekosystemów leśnych, prowadzone w rezerwacie Las Piwnicki w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego, objęły również owocniki grzybów z rzędów *Agaricales*, *Lycoperdales*, *Sclerodermales*, *Nidulariales* i *Phallales*. Ocena ich produkcji w latach 1972-1974 w dwu zbiorowiskach (*Tilio-Carpinetum typicum* i *Pino-Quercetum*: Rejewski 1977), podana w pracy Hołowni (1978), dotyczy liczby gatunków i owocników oraz ich biomasy przypadających w poszczególnych latach na 1 ha.

Biorąc pod uwagę wieloraką i bardzo ważną funkcję grzybów w ekosystemach oraz skąpe wiadomości na temat ich udziału w łańcuchu pokarmowym i energetycznym, konieczne jest uzyskanie dokładniejszych informacji dotyczących zawartości podstawowych składników zmagazynowanych w wytworzonej biomase ich owocników.

Wyniki badań prowadzonych w ekosystemach tundry (Goksøyr 1975; Kallio 1975; Hanssen, Goksøyr 1975; Sonesson, Wielgolaski, Kallio 1975; Wielgolaski, Kjølvik, Kal-

lio 1975) rzuciły nieco światła na te zagadnienia, jednakże wiele informacji uzyskano dzięki skomplikowanej kalkulacji i należy je chyba traktować jedynie jako dane orientacyjne. Wielu cennych konkretnych danych, dotyczących zawartości niektórych pierwiastków i związków chemicznych w owocnikach grzybów kapeluszowych, dostarczyły prace badaczy polskich (Młodecki, Lasota, Majewska 1967; Karkocha 1968; Młodecki, Lasota, Trela 1968; Młodecki, Chmielewska, Najder 1968; Młodecki i in. 1968). Wyniki ich pomiarów podawane w procentach pozwalają na ustalenie proporcji wagowych w stosunku do masy owocników danego gatunku, ale nie dają wyobrażenia o ich udziale w biomase przypadającej na jednostkę powierzchni jakiegoś siedliska. Pierwszą orientacyjną próbę obliczenia ilości energii oraz zawartości węgla i azotu w wytworzonej w ciągu roku biomase owocników grzybów, przypadającej na 1 ha w dwu zbiorowiskach leśnych rezerwatu Las Piwnicki, podała Hołownia (1977).

Z tych samych dwu zbiorowisk leśnych badanego rezerwatu przedstawiono w niniejszym opracowaniu wyniki dokładnej analizy składu chemicznego i ciepła spalania owocników grzybów zebranych w ciągu trzech sezonów wegetacyjnych w latach 1972-1974. Pozwoliły one na obliczenie ilości energii i zawartości niektórych pierwiastków w ich biomase w przeliczeniu na 1 ha. Ponadto dla celów porównawczych podano również zawartość niektórych składników pokarmowych oraz ciepło spalania opadu roślinnego i ściółki badanego ekosystemu.

METODY BADAŃ

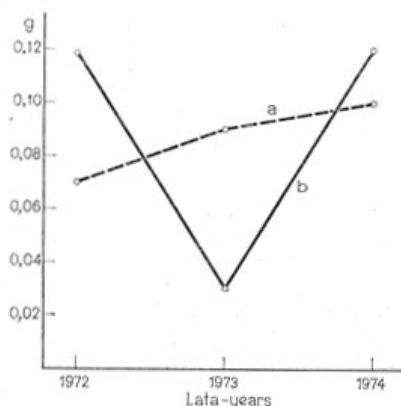
Materiał do analizy zbierano dwa razy w miesiącu w okresie od początku kwietnia do końca listopada z dwóch stałych powierzchni: w grądzie (*Tilio-Carpinetum typicum*) oraz w borze mieszanym (*Pino-Quercetum*). Owocniki grzybów przed suszeniem do stałej masy były czyszczone bardzo dokładnie z zanieczyszczeń szczątkami roślin, zwierząt lub grudkami gleby. Szczegóły dotyczące metody podano w oddzielnej publikacji (Hołownia 1977). Oddzielnie suszono i ważono owocniki trzech gatunków, mianowicie: *Collybia butyracea* var. *asema*, *Armillariella mellea* i *Lactarius quietus*. Były one także oddzielnie analizowane.

Zawartość popiołu oznaczono metodą strat prażenia w temperaturze 550°C; skład chemiczny popiołu i zawartość azotu w owocnikach, ściółce i w świeżym opadzie badano metodami Schillaka (1966, 1969) zmodyfikowanymi w Zakładzie Gleboznawstwa Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu; zawartość węgla ogólnego oznaczono metodą Alтена. Ciepło spalania oznaczono w mikrobombie kalorymetrycznej (typ KMB-2).

ANALIZA WYNIKÓW

Materiał analizowany

Skład gatunkowy mikoflory, liczba zebranych owocników grzybów oraz ich biomasa różniły się znacznie zarówno w zależności od siedliska, jak i różnych układów czynników klimatycznych w sezonach wegetacyjnych poszczególnych lat. W grądzie stwierdzono mniejsze niż w borze mieszanym wahania zarówno składu gatunkowego, jak i liczebności oraz biomasy owocników w poszczególnych latach (H o ł o w n i a 1978). Rycina 1 przedstawia



Ryc. 1. Ciężar przeciętnego owocnika w gramach w *Tilio-Carpinetum typicum* (a) i *Pino-Quercetum* (b) w latach 1972-1974

Fig. 1. Weight of an average fruit body in grams in *Tilio-Carpinetum typicum* (a) and *Pino-Quercetum* (b) in the years 1972-1974

wia stosunek biomasy do liczby zebranych owocników, czyli ciężar przeciętnego owocnika w badanych zespołach w latach 1972-1974. W grądzie, spośród 55 gatunków, których obecność stwierdzono na poletkach badawczych o łącznej powierzchni 200 m², w ciągu trzech lat pojawiały się co roku 22 gatunki (40%). W borze mieszanym spośród 61 zebranych gatunków na takiej samej powierzchni co roku notowano 19 gatunków (a więc tylko 31%). Tylko 12 gatunków notowano co roku zarówno w *Tilio-Carpinetum typicum* jak i w *Pino-Quercetum* (tab. 1). Większość tych corocznie pojawiających się gatunków należała do grzybów o owocnikach drobnych, które nie decydowały o wielkości biomasy. W *Pino-Quercetum* duża biomasa owocników grzybów w latach urodzajnych (1972, 1974) była spowodowana pojawem wielu gatunków o owocnikach dużych *Amanita*, *Lactarius*, *Russula*, *Scleroderma*, *Xerocomus* itp.), głównie mikoryzowych, z których tylko kilka notowano również w grądzie. W *Tilio-Carpinetum typicum* na-

Tabela 1 — Table 1

Gatunki grzybów i liczba ich owocników zebranych w latach 1972-1974
na polstkach obserwacyjnych

List of fungal species and number of their fruit bodies collected in the years 1972-1974
in the observation plots

Gatunek — Species	Tilio-Carpinetum typicum			Pino-Quercetum		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974
Gatunki wspólne dla obu zespołów — Species common for both associations						
a) notowane co roku — recorded every year						
<i>Clitocybe vibecina</i> (Fr.) Quél.	137	23	105	49	2	24
<i>Collybia butyracea</i> (Bull. ex Fr.) Quél. var. <i>asema</i> (Fr.)	98	50	72	46	7	74
<i>Collybia peronata</i> (Bolt. ex Fr.) Sing.	8	2	28	159	6	159
<i>Mycena cinerella</i> Karst.	155	15	52	530	47	311
<i>Mycena galericulata</i> (Scop. ex Fr.) S. F. Gray	7	13	4	37	11	1
<i>Mycena galopoda</i> (Pers. ex Fr.) Kummer v. <i>galopoda</i>	246	26	308	921	105	1040
<i>Mycena galopoda</i> (Pers. ex Fr.) Kummer var. <i>nigra</i> (Fl. Dan.)	76	1	106	49	2	218
<i>Mycena sanguinolenta</i> (A. et S. ex Fr.) Kummer	232	6	341	75	11	99
<i>Mycena zephirus</i> (Fr. ex Fr.) Kummer	325	7	44	251	1	41
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	6	1	20	97	3	46
<i>Strobilurus tenacellus</i> (Pers. ex Fr.) Sing.	27	27	21	18	14	12
<i>Xeromphalina cornui</i> (Quél.) Favre	1	1	3	46	2	18
b) nie notowane co roku — not recorded every year						
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl in Fl. Dan. ex Fr.) Karst.	89	22	60	—	1	24
<i>Collybia dryophila</i> (Bull. ex Fr.) Kummer	16	16	26	2	—	—
<i>Collybia maculata</i> (A. et S. ex Fr.) Quél.	1	9	15	3	—	—
<i>Mycena amygdalina</i> (Pers.) Sing.	8	3	20	14	—	1
<i>Mycena stylobates</i> (Pers. ex Fr.) Kummer	11	1	6	1	—	7
<i>Mycena vitilis</i> (Fr.) Quél.	104	20	71	—	8	3
<i>Russula grisea</i> Secr.	15	2	13	31	—	15
<i>Cystoderma amiantinum</i> (Scop. ex Fr.) Fay.	17	—	1	3	1	3
<i>Mycena epipterygia</i> (Scop. ex Fr.) S. F. Gray	1	—	—	52	22	40
<i>Clitocybe clavipes</i> (Pers. ex Fr.) Kummer	25	—	1	3	—	12
<i>Collybia butyracea</i> (Bull. ex Fr.) Quél.	2	—	1	—	4	21
<i>Collybia tuberosa</i> (Bull. ex Fr.) Quél.	2	—	—	11	—	—
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulf. ex Fr.) R. Mre.	2	—	—	18	5	—

cd. tab. 1

Gatunek — Species	Tilio-Carpinetum <i>typicum</i>			Pino-Quercetum		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974
<i>Inocybe asterospora</i> Quél.	—	—	1	11	—	11
<i>Laccaria laccata</i> (Scop. ex Fr.) Bk. et Br.	—	—	1	18	—	7
<i>Lactarius aurantiacus</i> Fr.	74	—	36	169	—	73
<i>Lactarius quietus</i> Fr.	60	—	20	249	—	37
<i>Mycena chlorinella</i> (Lge.) Sing.	—	1	5	23	—	13
<i>Mycena phyllogena</i> (Pers.) Sing.	3	—	8	1	—	3
<i>Mycena pura</i> (Pers. ex Fr.) Kummer	6	—	1	3	—	—
<i>Pluteus atricapillus</i> (Secr.) Sing.	2	—	2	—	3	—
<i>Russula ochroleuca</i> Pers.	10	—	17	138	—	78
<i>Sphaerobolus stellatus</i> (Tode) Pers.	20	—	—	—	30	—
<i>Tylopilus felleus</i> (Bull. ex Fr.) Karst.	—	—	1	1	—	1
<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühn. ex Gilb.	—	—	1	7	—	19
<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull. ex St. Amans) Quél.	7	—	7	6	—	36
Gatunki notowane wyłącznie w <i>Tilio-Carpinetum typicum</i> Species recorded in <i>Tilio-Carpinetum typicum</i> only						
a) co roku — every year						
<i>Clitocybe langei</i> Sing. ex Hora	100	18	11	—	—	—
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schff. ex Fr.) Sing et Smith	130	58	55	—	—	—
<i>Mycena polyadelpa</i> (Lasch) Kühn.	20	14	917	—	—	—
b) nie co roku — not every year						
<i>Crepidotus variabilis</i> (Pers. ex Fr.) Kummer	10	—	—	—	—	—
<i>Crucibulum laeve</i> Tul.	1	—	—	—	—	—
<i>Cyathus striatus</i> (Huds. ex Pers.) Willd. ex Pers.	102	—	—	—	—	—
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds. ex Fr.) Kummer	3	—	70	—	—	—
<i>Hypholoma sublateritium</i> (Schaeff.) Fr.	—	18	26	—	—	—
<i>Lepista nuda</i> (Bull. ex Fr.) Cooke	1	—	—	—	—	—
<i>Phallus impudicus</i> (L.) Pers.	—	—	1	—	—	—
<i>Pluteus pseudoroberti</i> Mos. et Stangl	—	—	1	—	—	—
<i>Pluteus salicinus</i> (Pers. ex Fr.) Kummer	1	—	—	—	—	—
<i>Psilocybe crobula</i> (Fr.) M. Lge. ex Sing.	—	—	5	—	—	—
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) Mre.	—	—	3	—	—	—
<i>Rhodophyllus juncinus</i> Kühn. et Romagn.	—	—	18	—	—	—
<i>Stropharia aeruginosa</i> (Curt. ex Fr.) Quél.	7	—	3	—	—	—

Gatunek — Species	Tilio-Carpinetum <i>typicum</i>			Pino-Quercetum		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974
Gatunki notowane wyłącznie w <i>Pino-Quercetum</i> — Species recorded in <i>Pino-Quercetum</i> only						
a) co roku — every year						
<i>Galerina hypnorum</i> (Schrank ex Fr.) Kühn.	—	—	—	7	14	26
<i>Marasmius androsaceus</i> (L. ex Fr.) Fr.	—	—	—	48	6	21
<i>Marasmius bulliardii</i> Quél.	—	—	—	440	78	35
<i>Scleroderma aurantium</i> Vaill. ex Pers.	—	—	—	15	1	27
<i>Scleroderma verrucosum</i> Vaill. ex Pers.	—	—	—	38	1	76
b) nie co roku — not every year						
<i>Amanita citrina</i> (Schff.) S. F. Gray	—	—	—	10	—	18
<i>Amanita fulva</i> (Schff. ex Pers.	—	—	—	1	—	7
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gill.	—	—	—	—	—	2
<i>Amanita porphyria</i> (A. et S. ex Fr.) Secr.	—	—	—	1	—	—
<i>Boletus edulis</i> Bull. ex Fr.	—	—	—	1	—	—
<i>Laccaria amethystina</i> (Bolt. ex Hooker) Murr.	—	—	—	4	—	—
<i>Lactarius subdulcis</i> (Bull. ex Fr.)	—	—	—	38	—	28
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	—	—	—	—	—	4
<i>Marasmius rotula</i> (Scop. ex Fr.) Fr.	—	—	—	—	—	3
<i>Mycena erubescens</i> v. H.	—	—	—	—	—	1
<i>Pholiota lenta</i> (Pers. ex Fr.) Sing.	—	—	—	8	—	3
<i>Rhodophyllus rhodopoliis</i> (Fr.) Quél.	—	—	—	3	—	—
<i>Russula badia</i> Quél.	—	—	—	5	—	2
<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	—	—	—	7	—	1
<i>Russula fragilis</i> Fr.	—	—	—	18	—	—
<i>Russula nigricans</i> (Bull.) Fr.	—	—	—	11	—	3
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L. ex Fr.) Quél.	—	—	—	1	—	—
Inne — nie oznaczone — Another — not de- termined	11	1	19	35	9	70

tomiast o wielkości biomasy decydowały raczej gatunki nadrzewne, średniej wielkości, występujące w wieloowocnikowych kępkach, jak np. *Hypholoma fasciculare*, *H. sublateritium*, *Kuehneromyces mutabilis* oraz *Armillariella mellea*. Owocniki tych gatunków występowały w dość dużych ilościach nawet w nieurodzajnym roku 1973.

Tabela 2 — Table 2

Ciepło spalania oraz procentowa zawartość niektórych pierwiastków w owocnikach grzybów
Calorific value and percentage content of certain elements in the fruit bodies of the fungi

Zespół Association	Materiał analizowany Analyzed matter	Rok Year	Q*	C	N	C/N	Popiół Ash	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Na	
Tilio-Carpinetum typicum	Zbiór ogólny z wyłączeniem: Total collection with exclusion of:	1972	4763	44,68	5,007	8,92	9,89	0,714	3,982	0,050	0,108	0,007	0,004	0,019	
		1973	4828	44,02	4,622	9,52	8,84	0,750	3,350	0,077	0,129	0,006	0,004	0,035	
		1974	4950	44,26	5,104	8,67	8,64	0,804	3,498	0,069	0,114	0,005	0,001	0,024	
	<i>Collybia butyracea</i> var. <i>asema</i>	1972	4905	44,44	6,499	6,87	8,16	0,877	3,442	0,083	0,131	0,007	0,005	0,005	
		1973	4813	44,29	5,986	7,40	10,23	0,727	3,516	0,117	0,133	0,000	0,003	0,018	
		1974	analizowano razem z całym zbiorem — analyzed together with the whole collection												
	<i>Armillariella mellea</i>	1972	4637	42,42	3,064	13,84	10,23	0,503	3,318	0,024	0,116	0,009	0,005	0,046	
		1973	analizowano razem z całym zbiorem — analyzed together with the whole collection												
		1974	4577	41,82	3,134	13,28	9,88	0,530	3,557	0,034	0,092	0,013	0,008	0,010	
	<i>Lactarius quietus</i>	1972	5025	44,35	5,320	8,94	9,80	0,637	3,664	0,052	0,092	0,024	0,004	0,004	
		1973	nie wystąpił tego roku na badanej powierzchni — did not occur that year in the area												
		1974	4897	44,49	5,030	8,84	9,97	0,599	3,316	0,034	0,062	0,019	0,003	0,019	
Pino-Quercetum	Zbiór ogólny z wyłączeniem: Total collection with exclusion of:	1972	4751	45,07	4,433	10,17	9,37	0,590	3,883	0,074	0,093	0,003	0,004	0,035	
		1973	4700	43,14	4,900	8,79	9,74	0,875	4,226	0,106	0,151	0,012	0,007	0,029	
		1974	4715	44,71	4,689	9,54	7,06	0,620	3,712	0,060	0,094	0,004	0,004	0,024	
	<i>Collybia butyracea</i> var. <i>asema</i>	1972	4901	42,81	6,523	6,56	9,45	0,940	3,442	0,092	0,159	0,010	0,007	0,013	
		1973	4954	43,87	nie oznaczono		11,17	nie oznaczono — no determined							
		1974	analizowano razem z całym zbiorem — analyzed together with the whole collection												
	<i>Armillariella mellea</i>	1972	nie wystąpił tego roku na badanej powierzchni — did not occur that year in the area under study												
		1973	analizowano razem z całym zbiorem — analyzed together with the whole collection												
		1974	analizowano razem z całym zbiorem — analyzed together with the whole collection												
	<i>Lactarius quietus</i>	1972	4816	44,79	4,298	10,42	9,04	0,510	3,627	0,040	0,085	0,016	0,008	0,001	
		1973	nie wystąpił tego roku na badanej powierzchni — did not occur that year in the area under study												
		1974	4843	44,59	4,520	9,86	9,24	0,581	3,213	0,040	0,093	0,016	0,004	0,007	
	Opad roślinny Plant litter fall	1972	5049	46,16	1,050	43,96	4,52	0,150	0,430	0,098	0,187	0,042	0,076	ślady trace	

* W cal/g suchej bezpopielnej masy — in cal/g dry ash free mass.

Ciepło spalania i skład chemiczny

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analiz dotyczących ciepła spalania owocników grzybów zebranych w poszczególnych latach w dwu badanych zespołach leśnych oraz zawartość w tych samych próbach podstawowych pierwiastków jak: węgiel, azot, fosfor, potas, wapń, magnez, żelazo, glin i sód. Dla porównania w tabeli tej podano również dane dotyczące opadu roślinnego. Procentowy udział masy owocników trzech wybranych gatunków w masie rocznych zbiorów w poszczególnych zespołach przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3 — Table 3

Udział masy owocników trzech badanych gatunków w masie rocznych zbiorów
Percentage mass of fruit bodies of the three fungi under study compared
with annual collection of fungal fruit bodies

Rok Year	<i>Tilio-Carpinetum typicum</i>				<i>Pino-Quercetum</i>			
	ogólnie total g	<i>Collybia butyracea</i> var. asema	<i>Lactarius quietus</i>	<i>Armillariella mellea</i>	ogólnie total g	<i>Collybia butyracea</i> var. asema	<i>Lactarius quietus</i>	<i>Armillariella mellea</i>
1972	149,965	10,0%	11,5%	18,2%	442,946	0,64%	22,4%	—
1973	30,835	30,2%	—	10,0%	11,457	8,5%	—	4,9%
1974	161,254	5,5%	7,6%	13,8%	338,351	4,3%	4,4%	0,58%

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wartości kaloryczne owocników grzybów pochodzących z różnych siedlisk i różnych lat nie wykazują wyraźnych różnic. Ciepło spalania przebadanych prób waha się do 4577-5025 cal/g suchej bezpopielnej masy (średnio 4820 cal/g). Najniższą wartością kaloryczną odznaczają się owocniki *Armillariella mellea*, a najwyższą wartość (5025 cal/g) zanotowano dla owocników *Lactarius quietus* zebranych w roku 1972 w *Tilio-Carpinetum typicum*. Ciepło spalania tego gatunku wykazuje jednak duże wahania, gdyż owocniki zebrane na tym samym stanowisku dwa lata później posiadają ciepło spalania wynoszące 4807 cal/g. Najmniejsze wahania ciepła spalania w ciągu trzech lat zaobserwowano w próbkach zbioru ogólnego w borze mieszanym, bowiem występujące różnice mieszczą się w granicach błędu metody. Wiadomości na temat ciepła spalania grzybów są na razie bardzo skąpe. Henssen i Goksøyr (1975) badając siedliska tundrowe w Szwecji obliczyli ciepło

spalania grzybni na podstawie zawartości węglowodanów, białek i tłuszczów i otrzymali wartość 4500 cal/g suchej masy. Jeśli przyjąć średnią zawartość popiołu na około 9%, to po przeliczeniu otrzyma się około 4900 cal/g suchej bezpopielnej masy, czyli wartość bliską tym, jakie uzyskano dla owocników grzybów z rezerwatu Las Piwnicki.

Orientacyjną wartość energetyczną dla biomasy grzybów pochodzących z tych samych zbiorowisk w roku 1972 Hołownia (1977) podała na podstawie średniego ciepła spalania wyznaczonego dla kilku prób zebranych w jesieni 1971 roku w grądzie, które wynosiło 4038 cal/g suchej masy. Wartość ta jest wyraźnie niższa od wartości uzyskanych ze zbiorów całorocznych w latach 1972-1974, co zapewne było związane ze składem gatunkowym mikoflory badanych próbek. Ciepło spalania niektórych materiałów roślinnych z rezerwatu Las Piwnicki jest na ogół nieco niższe od ciepła owocników grzybów (tab. 4, 5).

Tabela 4 — Table 4
Ciepło spalania niektórych składników opadu roślinnego w roku 1972 (cal/g suchej bezpopielnej masy)
Calorific value of some constituents of the plant litter fall in 1972 (cal/g dry ash-free mass)

Materiał — Matter	<i>Tilio-Carpinetum typicum</i>	<i>Pino-Quercetum</i>
Drewno sosny Pine wood	5115	4870
Drewno grabu Hornbeam wood	4314	4585
Drewno dębu Oak wood	4370	4559
Igły sosny Pine needles	5326	5554
Liście grabu Hornbeam leaves	4980	4917
Liście dębu Oak leaves	5200	5151

Średnia zawartość węgla w przebadanej masie owocników grzybów wynosi 44% i waha się od 41,62-45,07%. Najwyższą koncentrację węgla stwierdzono w masie owocników zebranych w borze mieszanym w roku 1972, najniższą zaś — w owocnikach *Armillariella mellea*. Procentowa zawartość węgla w ogólnej masie grzybów pochodzących ze zbiorów w latach urodzajnych, a więc w 1972 i 1974, była nieco wyższa niż w zbiorach z nieurodzajnego roku 1973, kiedy grzyby mikoryzowe stanowiły tylko mały procent

Tabela 5 — Table 5

Ciepło spalania suchej bezpopielnej masy niektórych roślin runa (cal/g)
 Calorific value of dry ash-free mass of some of the herb layer plants (cal/g)

Gatunek Species	Części nadziemne Aerial parts	Części podziemne Underground parts
<i>Galeobdolon luteum</i>	4580	4367
<i>Oxalis acetosella</i>	4292	4140
<i>Majanthemum bifolium</i>	4565	4293

biomasy owocników. Analiza owocników wybranych gatunków grzybów wykazała pewne drobne odchylenia zarówno w zależności od siedliska, z którego pochodziły, jak i od ich funkcji ekologicznej. Na przykład *Collybia butyracea* var. *asema* charakteryzowała się wyższą koncentracją węgla w owocnikach zebranych w *Tilio-Carpinetum typicum* niż w *Pino-Quercetum*, podczas gdy w owocnikach *Lactarius quietus* nie stwierdzono tak wyraźnych różnic. Owocniki *Armillariella mellea* charakteryzowały się niższą koncentracją węgla niż zebrane w tym samym siedlisku owocniki *Lactarius quietus* i *Collybia butyracea* var. *asema* (tab. 2).

Zawartość azotu w poszczególnych próbach kształtowała się podobnie jak zawartość węgla. Średnia zawartość azotu w przebadanej masie owocników grzybów wynosiła około 5% i wahała się w granicach od 3,064-6,526%. Jest to wartość w materiale roślinnym rzadko spotykana. Według Wielgolaskiego i in. (l.c.) owocniki grzybów upodobniają się pod tym względem jedynie do roślin strączkowych. Procentowa zawartość azotu była najniższa w owocnikach *Armillariella mellea*, a najwyższa w owocnikach *Collybia butyracea* var. *asema* i to niezależnie od siedliska. Owocniki *Lactarius quietus* zebrane w *Tilio-Carpinetum typicum* zawierały procentowo znacznie więcej azotu niż pochodzące z *Pino-Quercetum*. Również w ogólnej masie owocników zebranych w grądzie w latach 1972 i 1974 procentowa zawartość azotu była nieco wyższa niż w borze mieszanym. Być może odegrały tu pewną rolę ściółkowe gatunki saprofityczne, których udział w masie grzybów pochodzących z grądu był zawsze większy niż w zbiorach z boru mieszanego. Zachwianie tych proporcji w roku 1973 na korzyść boru można zapewne tłumaczyć zwiększonym udziałem grzybów saprofitycznych w masie grzybów pochodzących z tego zbiorowiska. Natomiast o wielkości masy grzybów w grądzie w roku 1973 zdecydowały przede wszystkim owocniki gatunków występujących na drewnie, jak *Kuehneromyces mutabilis* i *Hypholoma sublateritium* (tab. 1), których owocniki mają, być może, niską koncentrację azotu, podobnie jak *Armillariella mellea*.

Analiza wybranych gatunków wykazała wyraźne różnice w stosunku węgla do azotu. I tak dla gatunku *Armillariella mellea* stosunek C/N wynosi około 13,5, a dla *Collybia butyracea* var. *asema* około 7, natomiast dla owocników *Lactarius quietus* wartość ta wykazuje wyraźne wahania w zależności od siedliska: w grądzie wynosi około 8,5, a w borze mieszanym około 10.

Zawartość węgla i azotu w przebadanych owocnikach grzybów z okresu 1972-1974 nie odbiega od wartości podawanych przez Młodeckiego i in. (l.c.) dla niektórych grzybów jadalnych oraz przez Karkochę (l.c.) dla *Lactarius vellereus*. Należy jednak podkreślić, że owocniki *Cantharellus cibarius* zawierały mniej azotu, podobnie jak owocniki *Armillariella mellea* z rezerwatu Las Piwnicki. Harley (1971) twierdzi, że owocniki grzybów są stosunkowo uboższe w węgiel i bogatsze w inne składniki pokarmowe aniżeli podłoże, na którym się rozwinęły. Ściółka liściasta zawiera przeciętnie mniej niż 1% azotu, a tkanki zdrewniałe tylko 0,1-0,2%. Prawdopodobnie tym można tłumaczyć małą koncentrację azotu w owocnikach *Armillariella mellea*, występujących najczęściej na drewnie.

Popielność przebadanej masy owocników wynosi średnio 9,5% (7,86-11,17%), przy czym zaobserwowano dosyć znaczne zróżnicowanie zawartości poszczególnych składników popielnych; zawartość fosforu waha się od 0,503-0,940% w suchej masie grzybów, zawartość potasu — 3,213-4,226%, wapnia — 0,024-0,117%, magnezu — 0,082-0,159%, żelaza — 0,003-0,024%, sodu — 0,001-0,046% i glinu — 0,003-0,008%.

Wybrane trzy gatunki różnią się między sobą wyraźnie pod względem zawartości fosforu, wapnia, magnezu, żelaza i sodu. Największą koncentracją fosforu, wapnia i magnezu wyróżnia się *Collybia butyracea* var. *asema*. Stwierdzono również pewne niewielkie różnice w zawartości niektórych składników w owocnikach wymienionych gatunków w zależności od siedliska. Na przykład koncentracja magnezu w owocnikach *Collybia butyracea* var. *asema* zebranych w grądzie w roku 1972 wynosiła 0,131%, a w borze mieszanym — 0,159%; koncentracja fosforu w owocnikach tego gatunku zebranych tegoż roku w grądzie wynosiła 0,877%, zaś w borze mieszanym — 0,940%, natomiast owocniki *Lactarius quietus* zebrane w roku 1972 w grądzie zawierały więcej fosforu (0,657%) niż zebrane w borze mieszanym (0,510%).

Również w poszczególnych latach zaznaczyły się pewne odchylenia w zawartości procentowej niektórych składników, np. zawartość magnezu w owocnikach *Armillariella mellea* w roku 1972 wynosiła 0,116%, a w roku 1974 — 0,092%. Dość dużą różnicę stwierdzono również w owocnikach *Collybia butyracea* var. *asema* w zawartości wapnia, która w roku 1972 wynosiła 0,083%, a w roku 1973 — 0,117%.

Ogólna masa owocników pochodząca z dwu zbiorowisk wykazywała również nieznaczne odchylenia w zawartości procentowej badanych składników, były one jednak znacznie większe pomiędzy zbiorami z poszczególnych lat, niż z poszczególnych siedlisk. Masa więc owocników zebranych w latach urodzajnych była uboższa w fosfor, wapń, magnez i żelazo, niż w nieurodzajnym roku 1973. Zapewne jest to związane z jakością materiału rozkładanego danego roku przez grzyby saprofityczne oraz ze stanem fizjologicznym drzew, z którymi były związane grzyby mikoryzowe.

Zawartość składników popielnych w owocnikach grzybów różni się znacznie od zawartości tych składników w opadzie roślinnym (tab. 2). Podczas gdy koncentracja pierwiastków w owocnikach grzybów układa się w szereg: $K > P > Mg > Ca > Na > Fe > Al$, to w opadzie roślinnym szereg ten wygląda następująco: $Ca > K > Mg > P > Al > Fe > Na$.

Jak widać z zestawienia, dominującym pierwiastkiem w popiele owocników grzybów jest potas, a następnie fosfor. Koncentracja tych pierwiastków, jak również koncentracja sodu, jest w badanym materiale wyższa niż w opadzie roślinnym, natomiast zawartość pozostałych składników popielnych jest w owocnikach grzybów niższa.

Oznaczona w owocnikach grzybów zawartość potasu przekracza dziesięciokrotnie odpowiednią wartość dla opadu roślinnego. Podobnie wysoką zawartość potasu (2,9%) w owocnikach grzybów z ekosystemów tundry stwierdzili Wielgolański i in. (l.c.). Również Cochran (1958) podaje, że potas jest dominującym składnikiem w popiele *Morchella esculenta* i *Trametes suaveolens*.

Potwierdzenie w literaturze znajdują również wysokie zawartości fosforu w owocnikach grzybów (Wielgolański i in. 1975, Młodecki i in. 1967, 1968). Natomiast wyniki uzyskane dla materiału zebranego w rezerwacie Las Piwnicki, dotyczące innych pierwiastków popielnych (Ca, Mg, Fe, Al), różnią się od wyników uzyskanych przez innych autorów.

Wielgolański i in. (l.c.) stwierdzają, że w owocnikach grzybów jest więcej związków mineralnych niż w zielonych częściach roślin jednoliściennych i mszaków, tylko zawartość wapnia może być niższa niż u innych grup roślin; równocześnie stwierdzają, że udział tego pierwiastka podlega bardzo dużym wahaniom. Dla dwunastu przebadanych gatunków tundrowych zanotowali oni wartości 0,03-0,80%. Tę dużą zmienność autorzy tłumaczą zarówno warunkami lokalnymi, jak i selektywną adsorbacją.

W owocnikach grzybów pochodzących z rezerwatu Las Piwnicki nie wykryto ani tak dużych koncentracji Ca, ani tak dużych wahań zawartości tego pierwiastka.

W badaniach prowadzonych w ekosystemach tundry stwierdzono w owocnikach grzybów bardzo małą zawartość magnezu (0,08%); w materiale

z rezerwatu Las Piwnicki magnezu jest na ogół znacznie więcej (0,082-0,159%), przy czym należy podkreślić, że najniższą koncentracją magnezu charakteryzowały się owocniki *Lactarius quietus*.

Podawana w pracach Młodeckiego i in. (1968 b, c) zawartość żelaza dla gatunków z rodziny *Boletaceae* oraz dla *Cantharellus cibarius*, a więc dla gatunków głównie mikoryzowych, była znacznie wyższa niż w materiale z rezerwatu Las Piwnicki. Jedynie *Lactarius quietus* ma koncentrację żelaza nieco zbliżoną do wartości podawanych przez wymienionych autorów.

Zasoby energii, węgla, azotu i niektórych składników popielnych

Mając dane dotyczące wielkości biomasy owocników grzybów w latach 1972-1974 w dwu zespołach leśnych, można obliczyć ilość energii oraz badanych składników pokarmowych, jakie związane są w owocnikach grzybów w ekosystemie (tab. 6). Nie są to ilości duże, jako że biomasa owocników grzybów stanowi znikomą część masy ściółki. W rezerwacie Las Piwnicki stwierdzono, że masa ściółki (próchnicy nadkładowej) wynosi w grądzie 36 292 kg/ha, a w borze mieszanym — 91 240 kg/ha (Prusinkiewicz, Biały 1976), podczas gdy sucha masa owocników w grądzie miała najwyższą wartość 8,063 kg/ha, a w borze — 22,147 kg/ha.

Tabela 6 — Table 6

Zasoby energii (kcal/ha), węgla, azotu i niektórych składników popielnych zawarte w wyprodukowanej biomase owocników grzybów (kg/ha)
Supplies of energy (kcal/ha), carbon, nitrogen and some ash constituents contained in the biomass of the fungal fruit bodies (kg/ha)

	<i>Tilio-Carpinetum typicum</i>			<i>Pino-Quercetum</i>		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974
Sucha masa Dry mass	7,498	1,542	8,063	22,147	0,573	16,917
kcal	32493	6748	35901	95752	2438	73535
C	3,315	0,680	3,541	9,914	0,248	7,562
N	0,366	0,078	0,389	0,978	0,028	0,792
Popiół — ash	0,729	0,143	0,719	2,059	0,056	1,340
P	0,05139	0,01146	0,05355	0,12719	0,00518	0,10460
K	0,29857	0,05175	0,28204	0,85997	0,02421	0,62796
Ca	0,00366	0,00137	0,00496	0,01473	0,00060	0,01000
Mg	0,00824	0,00201	0,00875	0,02063	0,00087	0,01584
Fe	0,00070	0,00009	0,00058	0,00132	0,00007	0,00076
Al	0,00033	0,00008	0,00030	0,00099	0,00004	0,00068
Na	0,00156	0,00046	0,00175	0,00603	0,00016	0,00389

Zasoby energii i składników pokarmowych w owocnikach grzybów podane w tabeli 6 przedstawiają prawdopodobnie tylko połowę wartości rzeczywistych, gdyż — jak stwierdził Richardson (1970) — przy pobieraniu prób w odstępach dwutygodniowych pomija się 40-60% owocników.

Jak widać, jedynie węgiel i azot znajdują się w owocnikach grzybów w większych ilościach, zaś ze składników popielnych — jedynie fosfor i potas. Jednakże w porównaniu z ilością tych składników zakumulowanych w ściółce, wartości te są znikome (tab. 7).

Tabela 7 — Table 7

Zasoby azotu i składników popielnych w ściółce boru mieszanego (kg/ha)
Supplies of nitrogen and ash constituents in the litter of *Pino-Quercetum* (kg/ha)

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Al
1696,3	95,7	160,7	161,0	189,7	582,2	597,4

Zwraca uwagę bardzo ścisła korelacja między zasobami energii w kcal/ha i zasobami węgla w kg/ha zmagazynowanymi w owocnikach grzybów (tab. 6). Po obliczeniu stosunku tych dwu wartości otrzymano średni współczynnik wynoszący 9 850 kcal/kg węgla. Wydaje się, że współczynnik ten, w przypadku braku bezpośrednich oznaczeń, można wykorzystać do obliczania zasobów energii zgromadzonych w masie owocników grzybów.

PODSUMOWANIE

1. Skład chemiczny owocników grzybów jest zmienny w zależności od składu gatunkowego mikoflory i warunków siedliskowych w poszczególnych latach.

2. Skład chemiczny owocników grzybów różni się wyraźnie od składu chemicznego opadu roślinnego. W owocnikach grzybów stwierdzono wyraźnie wyższą koncentrację N, P i K niż w opadzie roślinnym. Inne pierwiastki (Ca, Mg, Fe, Al) odznaczają się niższą koncentracją w owocnikach grzybów niż w opadzie roślinnym.

3. Ciepło spalania owocników grzybów wynosi od 4577-5025 cal/g (średnio 4820 cal/g) suchej bezpopielnej masy. Najniższą wartość stwierdzono dla owocników *Armillariella mellea*, najwyższą zaś — dla *Lactarius quietus*.

4. Stwierdzono wyraźną korelację między zasobami energii i węgla zakumulowanymi w owocnikach grzybów. Korelacja ta pozwala w przypadku braku oznaczeń ciepła spalania obliczyć zasoby energii na podstawie zasobów węgla przez zastosowanie współczynnika 9850 kcal/kg C.

Autorki pragną podziękować Prof. dr. Z. Prusinkiewiczowi za wszystkie cenne uwagi i sugestie.

LITERATURA

- Cochrane V. W., 1958, *Physiology of Fungi*, New York.
- Goksøyr J., 1975, *Decomposition, Microbiology, and Ecosystem Analysis*. [in:] Fennoscandian Tundra Ecosystems, P.1, Plants and Microorganisms, Ecol. Stud. 16: 230-238.
- Hanssen J. F., Goksøyr J., 1975, Biomass and Production of Soil and Litter Fungi at Scandinavian Tundra Sites. — ditto: 239-243.
- Harley J. L., 1971, Fungi in Ecosystems. *J. Ecol.* 59: 653-668.
- Hołownia I., 1977, Uwagi o metodzie badań oceny produktywności owocników grzybów na przykładzie obserwacji w rezerwacie Las Piwnicki. *Acta Mycol.* 13: 117-124.
- Hołownia I., 1978, Wyniki badań nad produkcją owocników grzybów w ekosystemach leśnych rezerwatu Las Piwnicki. *Acta Univ. N. Copern., Biol.* 21, 44: 61-73.
- Kallio P., 1975, Structure and Function of Tundra Ecosystems. *Ecol. Bull.* 20: 193-223.
- Karkocha I., 1968, Badania zawartości i strawności związków azotowych w grzybach *Lactarius vellereus* Fries. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 19: 307-310.
- Młodecki H., Lasota W., Majewska A., 1967, Wartość odżywcza potraw z pieczarki. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 18: 743-748.
- Młodecki H., Chmielewska J., Najder M., 1968a, Badania związków azotowych pieczarek w zależności od wzrostu owocników. *Mikol. Stos.*, 1 (2): 13-22.
- Młodecki H., Lasota W., Trela A., 1968b, Badania wartości odżywczej borowika. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 19: 85-88.
- Młodecki H., Lasota W., Chocianowska I., Januszkiewicz M., Kubisa T., Pędzimaż A., 1968c, Zawartość aminokwasów egzogennych, wapnia, fosforu, żelaza i substancji tłuszczowych w niektórych grzybach jadalnych. — ditto: 239-244.
- Prusinkiewicz Z., Biały K., 1976, Gleby wybranych rezerwatów leśnych województw Bydgoskiego, Toruńskiego i Włocławskiego. *Stud. Soc. Sc. Tor., Sec. C*, 8 (3): 1-176.
- Rejewski M., 1977, Zbiorowiska roślinne rezerwatu Las Piwnicki. *Acta Univ. N. Copern., Biol.* 19 (39): 67-79.
- Richardson M. J., 1970, Studies on *Russula emetica* and other agarics in a Scots pine plantation. *Trans. Br. mycol. Soc.* 55: 217-229.
- Schillak R., 1966, Oznaczenie składników mineralnych w materiałach roślinnych. *Rocz. Nauk. Rol.*, 92 A, 2: 265-283.
- Schillak R., 1969, Oznaczenie składników mineralnych w materiałach roślinnych. *Rocz. Nauk. Rol.*, 95 A, 2: 199-217.
- Sonesson M., Wielgolaski F. E., Kallio P., 1975, Description of Fennoscandian Tundra Ecosystems. [in:] *Fenn. Tund. Ecos., P.1, Plants and Microorganisms*, Ecol. Stud. 16: 3-28.
- Wielgolaski F. E., Kjelvik S., Kallio P., 1975, Mineral Content of Tundra and Forest Tundra Plants in Fennoscandia. — ditto: 316-332.

SUMMARY

The present work brings the results of an analysis of the chemical composition and the calorific value of the fruit bodies of fungi collected from two forest associations of the reserve Las Piwnicki in the course of three growing seasons in the years 1972-1974. The following conclusions have been arrived at:

— The chemical composition of the fungal fruit bodies varies depending on the specific composition of the mycoflora and the habitat conditions in the particular years.

— The chemical composition of the fungal fruit bodies is definitely different from that of the plant litter fall. Nitrogen, phosphorus, potassium and sodium have been found to be present in definitely higher concentrations in the fungal fruit bodies than in the plant litter fall. The remaining elements (Ca, Mg, Fe, Al) show lower concentration in the fungal fruit bodies than in the plant litter fall.

— The calorific value of the fungal fruit bodies amounts to 4577-5025 cal/g (average 4820 cal/g) of dry ash-free mass. The lowest value has been found for the fruit bodies of *Armillariella mellea*, the highest for *Lactarius quietus*.

— A marked correlation has been found between the supplies of energy and carbon accumulated in the fungal fruit bodies. This correlation makes it possible, if the calorific value has not been determined, to calculate the energy supplies from the carbon supplies by applying the coefficient 9850 kcal/kg of C.