

HELENA DZIADOWIEC¹, JERZY JONCZAK³, ADAM CZARNECKI²,
KATARZYNA KACPROWICZ³

MASA, DYNAMIKA I SKŁAD CHEMICZNY OPADU ROŚLINNEGO W RÓŻNOWIEKOWYCH PLANTACJACH ODMIANY UPRAWNEJ TOPOLI CZARNEJ *HYBRYDA 275*

MASS, DYNAMICS AND CHEMICAL COMPOSITION OF LITTER FALL IN AGE DIFFERENTIATED PLANTATIONS OF POPLAR CLONE *HYBRYDA 275*

¹Zakład Gleboznawstwa i ²Pracownia Kształtowania Krajobrazu
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu,

³Zakład Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu Akademii Pomorskiej w Słupsku

Abstract: Presently, increasing interest is observed in introduction of fast growing tree species as a new crop on abandoned arable lands. The aim of the study was the qualitative and quantitative analysis of litter fall in plantations of poplar clone *Hybryda 275*. Results show, that quantity of plant litter fall in poplar plantations is similar to other broad leaf stands in Poland. Poplar plant litter fall is rich in nutrients, so it is important source of nutrients for soil.

Słowa kluczowe: topola, opad roślinny, biogeny, obieg pierwiastków.

Key words: poplar, litter fall, nutrients, nutrient cycling.

WSTĘP

Opad roślinny jest głównym źródłem materii organicznej oraz pierwiastków pokarmowych w glebach leśnych. Jego dopływ i właściwości mają także wpływ na kierunek procesu glebotwórczego. Z tego względu analiza ilościowa i jakościowa opadu dostarcza ważnych informacji dla oceny oddziaływania różnych gatunków drzew na gleby. Ilość i skład chemiczny opadu zależą od wielu czynników, wśród których najważniejszymi są: skład gatunkowy drzewostanu [Bray, Gorham 1964; Bell 1978; Dziadowiec, Kaczmarek 1997], jego wiek [Owington 1959] i warunki siedliskowe (klimat, gleba, ukształtowanie terenu itp.) [Prescott i in. 1999]. Na ilość i dynamikę

opadu resztek oddziałują także zdarzenia o charakterze incydentalnym, takie jak: gradacja szkodników drzew [Dziadowiec, Plichta 1985] czy ekstremalne warunki pogodowe (silne mrozy i wiatry) [Karpačevskij 1977]. W lasach gospodarczych duże znaczenie ma również gęstość nasadzeń. Największa masa opadu występuje przy optymalnym zagęszczeniu i zmniejsza się, gdy zagęszczenie jest mniejsze, jak i wtedy, gdy jest ono większe od optymalnego (Sviridova 1960).

H. Ugglą i Z. Ugglą [1979] podają, że w ekosystemach leśnych masa resztek organicznych dopływająca corocznie do gleby z nadziemnym opadem roślinnym i obumierającymi korzeniami przekracza 50% całkowitej produkcji rocznej tych zespołów.

Badanie opadu roślinnego jest szczególnie ważne w przypadku gatunków stosowanych do zalesień terenów porolnych. Do takich gatunków należy topola, która jako drzewo szybko rosnące, o stosunkowo małych wymaganiach siedliskowych już od początków XX wieku jest w Polsce stosowana do zalesień i zadrzewień [Hejmanowski 1975; Czarnecki, Lewandowska-Czarnecka 1997].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wieku najpopularniejszej w Polsce odmiany hodowlanej topoli czarnej – *Hybryda 275* na ilościowe i jakościowe charakterystyki nadziemnego opadu roślinnego. W trzech różnowiekowych plantacjach analizowano masę opadu, jego skład botaniczny oraz dynamikę i skład chemiczny. Na tej podstawie określono ilość biogenów dopływających w ciągu roku do gleby z opadem roślinnym.

MIEJSCE I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2001 i 2002 na trzech różnowiekowych plantacjach odmiany topoli czarnej *Hybryda 275*. Wszystkie plantacje są zlokalizowane na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Toruniu na glebach o zbliżonych właściwościach pod względem żyzności. Są to plantacje: 1) Wierzbiczy (W), 2) Gronowo (G) i 3) Ostromecko (O). Wybrane charakterystyki tych plantacji zestawiono w tabeli 1.

Na każdej plantacji, w miejscu dla niej reprezentatywnym i jednorodnym, wytyczono powierzchnie badawcze o wymiarach 50 na 50 m, na których zainstalowano po 18 kolistych chwytaczy opadu roślinnego o średnicy 0,5 m. Opad zbierano w dwutygodniowych odstępach czasu. Tak uzyskany materiał rozdzielano na frakcje: liście, gałązki, kora, kwiatostany oraz drobne, nierozpoznawalne szczątki, suszono do stałej masy w temp. 65°C i ważono. W zestawieniach ilościowych charakterystyk opadu: udziału głównych komponentów w opadzie oraz rocznej dynamiki i zmienności przestrzennej opadu oddzielnie uwzględniono liście i gałązki, a uzyskane dane dla innych frakcji zliczono i w rezultatach podano jako „inne”.

Dla każdej powierzchni wykonano analizy chemiczne opadu w 6 łączonych próbkach. W tym celu materiał z wszystkich chwytaczy zainstalowanych na danej powierzchni połączono zgodnie ze schematem: 1) liście z okresu wiosennego i letniego, 2) liście z jesieni, 3) gałązki ze zbioru całorocznego, 4) kwiatostany, 5) inne składniki z okresu wiosennego, 6) inne składniki ze zbioru letniego, jesiennego i zimowego. W próbkach tych oznaczono: węgiel organiczny – metodą Altana, azot – metodą Kjeldahla, zawartość P, K, Ca i Mg – w roztworze po zmineralizowaniu materiału w mieszaninie stężonych kwasów: HNO_3 i H_2SO_4 oraz 60% HClO_4 w stosunku

TABELA 1. Wybrane charakterystyki drzewostanu topoli na powierzchniach badawczych
 TABLE 1. Characteristics of poplar tree stands

Charakterystyki Characteristics	Powierzchnia badawcza – Study area		
	Wierzbiczany	Gronowo	Ostromecko
Typ gleby Soil type	Czarna ziemia glejowa Gleyed black earth	Czarna ziemia zbrunatniała Browned black earth	Mada właściwa lekka Proper river alluvial soil
Wiek drzew w roku 2001 [lat] Age of tree [years]	17	28	47
Liczba drzew na powierzchni Number of trees on the study area	88	66	48
Pierśnica drzew [cm] ($\bar{x} \pm SD$) Diameter of trees [cm] (mean \pm SD)	23,0 \pm 3,8	29,0 \pm 7,7	38,7 \pm 9,7

objętościowym 20:1:5. Zawartość fosforu analizowano kolorymetrycznie metodą molibdenianową, a potasu i wapnia – metodą spektrofotometrii emisyjnej, natomiast magnezu – spektrofotometrią absorpcji atomowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

W badanych plantacjach topolowych roczny dopływ opadu roślinnego do gleby wahał się w zakresie od 2,77 do 4,75 t/ha (tab. 2). Wartości te mieszczą się w przedziałach ilości opadu w lasach Polski [Wójcik 1970; Prusinkiewicz, Bigos 1978; Dziadowiec, Plichta 1985; Dziadowiec, Bednarek 1993; Dziadowiec, Kaczmarek 1997]. Otrzymane dane są bliskie tym, które dla drzewostanów z udziałem różnych gatunków i odmian topoli uzyskali Sviridova [1960] w ZSRR oraz Heilman i Norby [1999] w USA.

Stwierdzono, że masa opadu roślinnego, jak i poszczególnych frakcji na badanych plantacjach topolowych wykazuje duże zróżnicowanie w ciągu roku, jak również z roku na rok (tab. 2). Dominującym składnikiem opadu są liście, które stanowią 68,3–84,5% jego całkowitej masy (tab. 2). Udział gałązek w całkowitej masie opadu wynosi 5,9–16,1%, a innych składników (kora drzew, kwiatostany, łuski pąkowe, drobne, nierozpoznawalne szczątki) – 7,5–15,6%.

Masa i udział poszczególnych frakcji w opadzie w przeliczeniu na jednostkę powierzchni wskazują na istnienie związku między wiekiem topoli a ilością opadu (tab. 3). Bezpośrednim czynnikiem warunkującym te rezultaty jest rozwój korony drzew, na który wpływają wiek drzewostanu oraz więźba (tab. 1). Starszy drzewostan o najmniejszym zagęszczeniu na plantacji w Ostromecku sprawia, że korony drzew rozwijają się tam swobodniej niż na pozostałych plantacjach. Tym samym rozwój korony drzewa decyduje o ilości produkowanych liści, które są głównym składnikiem opadu.

TABELA 2. Masa [g · m⁻²] i skład botaniczny opadu roślinnego na plantacjach topolowych (n=18), ($\bar{x} \pm SD$)
 TABLE 2. Mass [g · m⁻²] and botanical composition of litter fall in poplar plantations (n=18), (mean \pm SD)

Powierzchnia Study area	Rok Year	Fracje opadu – Litter fall fractions			Suma frakcji Sum of fractions
		Liście – Leaves	Gałęzie – Branches	Inne* – Others	
Wierzbiczany	2001	338 \pm 49 80,2%	39 \pm 55 9,0%	46 \pm 10 10,8%	422 \pm 72
	2002	325 \pm 37 84,7%	28 \pm 24 7,4%	30 \pm 8 7,9%	384 \pm 51
	Średnia	332 \pm 36	33 \pm 30	38 \pm 8	403 \pm 56
Gronowo	2001	227 \pm 33 82,1%	16 \pm 11 5,9%	33 \pm 9 12,0%	277 \pm 35
Ostromecko	2001	325 \pm 0,56 68,3%	77 \pm 86 16,1%	74 \pm 30 15,6%	475 \pm 146
	2002	292 \pm 76 77,0%	59 \pm 56 15,5%	29 \pm 9 7,5%	379 \pm 112
	Średnia	308 \pm 45	68 \pm 48	51 \pm 16	427 \pm 87

*Inne składniki opadu: kwiaty, kora oraz drobne niezrozpoznanalne fragmenty
 Others components of litter fall: flowers, bark, small, unrecognized fragments

Największa ilość opadu w przeliczeniu na pojedyncze drzewo, produkowana przez topole na najstarszej plantacji w Ostromecku, jest blisko dwukrotnie większa niż na plantacjach młodszych w Gronowie i Wierzbiczanych (tab. 4).

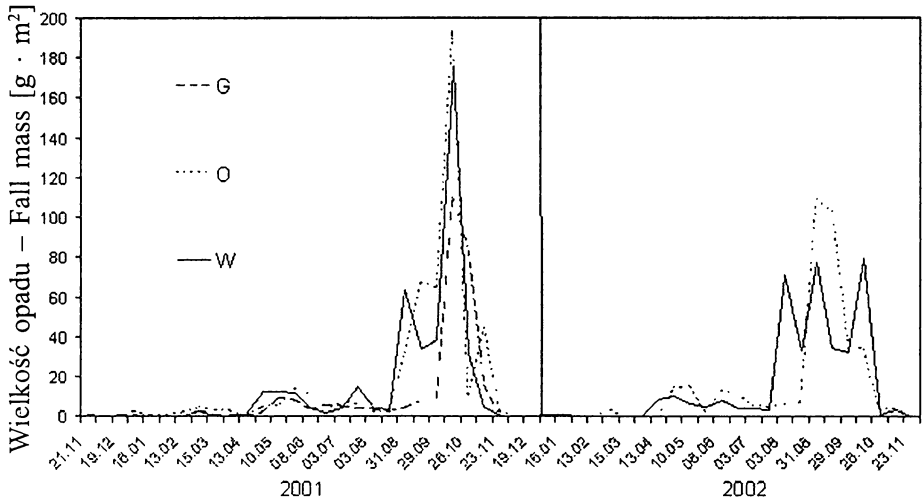
Dynamika opadu roślinnego na plantacjach topolowych w roku 2001 była typowa dla lasów liściastych strefy umiarkowanej (rys. 1). W okresie wiosennym i letnim ilość opadu była niewielka, związana z opadem kwiatostanów, łusek pąkowych oraz gałązek. Główna masa opadu występuje w okresie jesiennym, co jest związane ze zrzucaniem liści (rys. 1). W roku 2002 na powierzchni Wierzbiczany dynamika opadu liści została zakłócona suszą,

TABELA 3. Statystyczna istotność różnic między powierzchniami badawczymi pod względem masy opadu roślinnego (n=18)

TABLE 3. Statistical significance of differences of litter fall mass between poplar plantations

Plantacja Plantation	Liście Leaves	Gałęzie Branches	Inne Others	Suma frakcji Sum of fractions
Rok 2001 – Year 2001				
O i G	++	+	++	++
O i W	-	-	++	-
G i W	++	-	+	++
Rok 2002 – Year 2002				
O i W	-	+	-	-

- brak różnic statystycznie istotnych, + – różnice istotne statystycznie z P = 95%, ++ – różnice istotne statystycznie z P = 99%; - lack of significant differences, + differences significant at P = 95%, ++ differences significant at P = 99%



RYSUNEK 1. Dynamika opadu roślinnego na plantacjach topolowych w latach 2001 i 2002
 FIGURE 1. Litter fall dynamics in poplar plantations during the years 2001 and 2002

która wystąpiła pod koniec lata i na początku jesieni. Zrzucanie liści na tej plantacji rozpoczęło się już na początku sierpnia i ze zmienną intensywnością trwało do końca października. Opad

gałęzek jest uzależniony w znacznej mierze od warunków pogodowych [Christensen 1975; Kotowski 1979], a w przypadku topoli dodatkowym czynnikiem jest zjawisko odrzucania części szczytowych młodych pędów.

W badaniach wykazano, że opad roślinny topoli *Hybrydy 275* charakteryzuje się dużą zasobnością w składniki pokarmowe (tab. 5). Zawartość podstawowych biogenów (N, P, K, Mg, Ca) jest w nim wielokrotnie wyższa niż w opadzie innych drzew w lasach Polski [Dziadowiec, Kaczmarek 1997]. Jest to związane z wyższą zasobnością siedlisk i słabym wycofywaniem pierwiastków z liści przed ich opadem. Po-

TABELA 4. Masa opadu roślinnego w przeliczeniu na pojedyncze drzewo [g/drzewo/rok]
 TABLE 4. Litter fall mass per one tree [g/tree/year]

Plantacja Plantation	Rok Year	Frakcje opadu – Fall fractions			Suma frakcji Sum of fractions
		Liście Leafes	Gałęzie Branches	Inne Others	
W	2001	9 605	1 073	1 295	11 973
	2002	9 237	805	862	10 904
	Średnia Mean	9 421	939	1 079	11 439
G*	2001	8 599	620	1 257	10 476
O	2001	16 915	3 990	3 857	24 762
	2002	15 196	3 052	1 495	19 743
	Średnia Mean	16 056	3 521	2 676	22 253

Badania prowadzono tylko w roku 2001
 Investigation was conducted only on 2001 year

nadto skład pierwiastkowy opadu topoli wyka-
zuje pewne prawidłowości. Z wiekiem
wyraźnie zmniejsza się zawartość fosforu
w liściach opadających jesienią. W liściach
17-letniej topoli zawartość tego pierwiastka
kształtowała się na poziomie $2,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,
podczas gdy w liściach 47-letniej topoli
wynosiła już tylko $1,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. W przypadku
wapnia obserwuje się tendencje przeciwne,
zaś dla pozostałych pierwiastków (N, Mg i K)
nie zauważono związku z wiekiem drzew.

Najwyższe ilości podstawowych biogenów
odnotowano w kwiatostanach. Niską
zawartością analizowanych pierwiastków
charakteryzują się frakcje zdrewniałe. Jest to
tendencja obserwowana we wcześniejszych
badaniach Dziadowiec i Kaczmarek [1997],
a także innych badaczy [Singh, Behl 1999].
Różnice w składzie pierwiastkowym poszcze-
gólnych frakcji pochodzących z plantacji w
wieku 17 i 47 lat są w większości przypadków
istotne statystycznie (tab. 6).

Ilość dopływających do gleby resztek
roślinnych oraz ich skład chemiczny decyduje
o wielkości ładunku pierwiastków zasilających
glebę. W plantacjach topolowych
podstawowym źródłem biogenów były liście,
z którymi dopływało 77,6–87,2% azotu,

TABELA 5. Zawartość popiołu [%] i niektórych pierwiastków [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$] w opadzie roślinnym w 2001 r.

TABLE 5. Ash [%] and some elements content [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$] in litter fall in 2001 year

Składnik opadu -- Litter fall component	Popiół Ash	C	N	P	K	Mg	Ca
Wierzbiczany							
Liście – wiosna+lato/leaves – spring+summer	8,7	466	19,7	1,06	13,8	6,54	16,1
Liście – jesień/leaves – autumn	9,2	478	20,4	1,21	9,12	7,27	16,6
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	7,2	494	10,6	0,74	7,39	4,68	18,2
Inne – wiosna / others – spring	5,5	561	15,8	1,31	4,91	2,91	5,91
Inne – lato+jesień+zima / others – summer+ autumn+winter	6,9	526	20,4	1,27	4,64	2,95	16,5
Kwiaty / flowers	5,8	496	38,3	4,43	15,80	4,00	6,55
Gronowo							
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	9,4	470	22,4	1,65	13,80	4,80	18,6
Liście – jesień / leaves – autumn	9,4	478	17,9	2,19	14,50	1,31	21,7
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	10,1	477	11,1	1,23	5,52	1,10	32,4
Kwiaty i inne – wiosna/flowers and others – spring	9,0	542	20,3	1,80	4,71	1,49	13,8
Kwiaty i inne – lato+jesień+zima / flowers and others – summer+autumn+winter	9,1	513	12,8	0,09	0,28	0,68	27,1
Ostromecko							
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	10,4	459	21,6	2,17	14,50	3,05	23,0
Liście – jesień / leaves – autumn	9,9	468	21,0	2,93	13,30	3,63	23,3
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	6,3	484	9,7	1,10	5,24	1,32	17,8
Inne – wiosna / others – spring	6,5	536	18,6	2,36	6,87	1,91	13,1
Inne – lato+jesień+zima / others – summer+autumn +winter	7,5	521	11,9	1,03	0,36	1,03	18,8
Kwiaty / flowers	7,5	470	31,6	5,76	16,30	2,97	11,1

TABELA 6. Istotność statystyczna różnic zawartości pierwiastków w poszczególnych frakcjach opadu roślinnego między plantacjami topoli Wierzbiczany i Ostromecko

TABLE 6. Statistical significance of differences in elements content in fractions of litter fall in plantations Wierzbiczany and Ostromecko

Składnik opadu – Litter fall component	N	P	K	Mg	Ca
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	–	++	++	+	++
Liście – jesień / leaves – autumn	–	++	+	++	+
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	+	+	++	+	–
Inne – wiosna / others – spring	+	+	++	+	++
Inne – lato+jesień+zima/others – summer+autumn+winter	++	+	+	–	+
Kwiaty / flowers	+	+	–	–	–

– brak istotnych statystycznie różnic, + – różnice istotne statystycznie, P = 95%, ++ – różnice istotne statystycznie, P = 99%

– lack of significant differences, + differences significant at P = 95%, ++ differences significant at P = 99%

TABELA 7. Dopływ pierwiastków do gleby z opadem roślinnym [$g \cdot m^{-2}$] w roku 2001

TABLE 7. Elements input to the soil with litter fall [$g \cdot m^{-2}$] during the year 2001

Składnik opadu – Litter fall component	C	N	P	K	Mg	Ca
Wierzbiczany						
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	46,65	1,97	0,11	1,38	0,66	1,61
Liście – jesień / leaves – autumn	113,76	4,85	0,29	2,17	1,73	3,94
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	18,67	0,40	0,03	0,28	0,18	0,69
Inne – wiosna / others – spring	14,68	0,41	0,03	0,13	0,08	0,15
Inne – lato+jesień+zima / others – summer+autumn +winter	7,35	0,28	0,02	0,06	0,04	0,23
Kwiaty / flowers	2,70	0,21	0,02	0,09	0,02	0,04
Suma/ total	203,81	8,13	0,50	4,11	2,70	6,66
Gronowo						
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	7,07	0,34	0,02	0,21	0,07	0,28
Liście – jesień / leaves – autumn	102,24	3,82	0,47	3,09	0,28	4,63
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	9,28	0,22	0,02	0,11	0,02	0,63
Kwiaty i inne – wiosna / flowers and others – spring	10,90	0,41	0,04	0,09	0,03	0,28
Kwiaty i inne – lato+jesień+zima / flowers and others – summer+autumn+winter	9,15	0,23	0,02	0,05	0,01	0,48
Suma/ total	138,63	5,01	0,57	3,55	0,41	6,30
Ostromecko						
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	28,64	1,35	0,14	0,90	0,19	1,43
Liście – jesień / leaves – autumn	122,79	5,52	0,77	3,49	0,95	6,11
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	37,25	0,74	0,08	0,40	0,10	1,37
Inne – wiosna / others – spring	18,85	0,65	0,08	0,24	0,07	0,46
Inne – lato+jesień+zima / others – summer+autumn+winter	16,97	0,39	0,03	0,12	0,03	0,61
Kwiaty / flowers	2,96	0,20	0,04	0,10	0,02	0,07
Suma/ total	227,47	8,85	1,14	5,26	1,36	10,06

TABELA 8. Dopyływ pierwiastków do gleby z opadem roślinnym [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$] w roku 2002
 TABLE 8. Elements input to the soil with litter fall [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$] during the year 2002

Składnik opadu – Litter fall component	C	N	P	K	Mg	Ca
Wierzbiczany						
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	100,87	4,26	0,23	2,99	1,42	3,48
Liście – jesień / leaves – autumn	51,90	2,21	0,13	0,99	0,79	1,80
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	14,01	0,30	0,02	0,21	0,13	0,52
Inne – wiosna / others – spring	11,75	0,33	0,03	0,10	0,06	0,12
Inne – lato+jesień+zima / others – summer+autumn+winter	1,29	0,05	0,00	0,01	0,01	0,04
Kwiaty / flowers	3,44	0,27	0,03	0,11	0,03	0,05
Suma/ total	183,26	7,42	0,44	4,41	2,43	6,00
Ostromiecko						
Liście – wiosna+lato/ leaves – spring+summer	102,34	4,82	0,48	3,23	0,68	5,12
Liście – jesień / leaves – autumn	32,20	1,45	0,20	0,92	0,25	1,60
Gałązki – cały rok / branches – the whole year	28,37	0,57	0,06	0,31	0,08	1,04
Inne – wiosna / others – spring	10,84	0,38	0,05	0,14	0,04	0,26
Inne – lato+jesień+zima / others – summer+autumn+winter	3,92	0,09	0,01	0,03	0,01	0,14
Kwiaty / flowers	0,45	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01
Suma/ total	1781,2	7,33	0,81	4,63	1,06	8,18

79,8–86,0% fosforu oraz 83,5–93,0% potasu. Najbardziej zasobne w składniki pokarmowe kwiatostany nie odgrywały znaczącej roli w rocznym bilansie biogenów z uwagi na niewielki udział tej frakcji w całkowitej masie opadu (tab. 7, 8).

W badanych plantacjach topolowych obserwowano częściowe wycofywanie pierwiastków z liści przed ich zrzuceniem (tab. 9). Wycofywany jest azot (2–50%), fosfor (10–55%) i potas (35–60%). Natomiast w przypadku magnezu i wapnia występuje względne wzbogacenie (tab. 9).

Proces wycofywania składników pokarmowych z liści przed ich zrzuceniem występuje z różną intensywnością u wielu gatunków drzew [Stachurski, Zimka 1975; Dziadowiec, Pokojska 1988]. Stopień ich wycofywania z liści przed zrzuceniem można traktować jako przejaw oszczędnej gospodarki składnikami pokarmowymi. Głównym czynnikiem warunkującym intensywność wycofywania jest zasobność siedliska w poszczególne biogeny.

WNIOSKI

1. Główne charakterystyki opadu roślinnego na plantacjach uprawianej odmiany topoli czarnej – *Hybryda 275* są porównywalne z uzyskanymi w różnych zespołach leśnych na terenie Polski: masa opadu mieści się w granicach 280–480 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, dominującą frakcją opadu są liście, które stanowią od 68 do 84% opadu całkowitego. W dynamice opadu występuje wyraźne maksimum jesienne związane z opadem liści. Najbogatsze w składniki pokarmowe są kwiatostany i liście, a najuboższe gałązki.

TABELA 9. Zawartość składników pokarmowych w zielonych liściach i w liściach jesiennego opadu [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$] oraz stopień wycofywania składników przed opadem
 TABLE 9. The content of nutrients in fresh leaves and leaves from autumn fall [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$] and the degree of withdrawal

Składnik / Component	N	P	K	Mg	Ca
Wierzbicznany					
Liście zielone / green leaves	20,8	1,46	16,9	5,27	12,9
Opad jesienny liści / autumn leaves fall	20,4	1,21	9,12	7,27	16,6
% wycofywania / % withdrawal*	-2	-17	-46	+38	+28
Gronowo					
Liście zielone / green leaves	28,2	2,44	22,3	1,97	16,9
Opad jesienny liści / autumn leaves fall	7,9	2,19	14,5	1,31	21,64
% wycofywania / % withdrawal*	-37	-10	-35	-34	+28
Ostromecko					
Liście zielone / green leaves	27,8	3,92	20,9	3,20	11,1
Opad jesienny liści / autumn leaves fall	21,0	2,93	13,3	3,63	23,3
% wycofywania / % withdrawal*	-24	-25	-36	+13	+110

* – wycofywanie, withdrawal, + względne wzbogacenie, relative enrichment

- Zawartość podstawowych biogenów (N, P, K, Mg, Ca) w opadzie roślinnym topoli jest wyraźnie wyższa niż w opadzie innych drzew w lasach Polski.
- W pracy udokumentowano występowanie zależności szeregu charakterystyk opadu topoli od wieku drzewostanu. Istotne różnice między najstarszą 47-letnią plantacją Gronowo i pozostałymi dwoma plantacjami dotyczą masy liści oraz frakcji określonej jako „inne”, natomiast między plantacjami Wierzbicznany i Ostromecko istnieją różnice w składzie chemicznym opadu. Związki z wiekiem plantacji zaobserwowano także pomiędzy ilością opadu produkowanego w przeliczeniu na pojedyncze drzewo.
- Duże ilości składników pokarmowych dopływające z opadem roślinnym przyczyniają się niewątpliwie do poprawy żyzności gleb pod plantacjami topolowymi.

LITERATURA

- BELL D. 1978: Dynamics of litter fall, decomposition and incorporation in the streamside forest ecosystem. *Oikos* **30**: 76–82.
- BRAY J.R., GORHAM E. 1964: Litter production in forests of the world. *Adv. Ecol. Res.* **2**: 100–157.
- CHRISTENSEN O. 1975: Wood litter fall in relation to abscission, environmental factors and the decomposition cycle in a Danish oak forest. *Oikos* **26**: 187–195.
- CZARNECKI A., LEWANDOWSKA-CZARNECKA A. 1997: Hodowla drzew na obszarach rolniczych w aspekcie optymalnego wykorzystania zasobów wody i substancji pokarmowych roślin. W: Las – drewno – ekologia. Wielkopolska Fundacja Naukowa im. Tadeusza Perkitnego w Poznaniu: 87–98.

- DZIADOWIEC H., BEDNAREK R. 1993: Wpływ degradacji gleby na opad roślinny i zasoby materii organicznej w próchnicy nadkładowej w zespole *Cladonio-Pinetum* Borów Tucholskich. W: Bory Tucholskie. Walory przyrodnicze – Problemy ochrony – Przyszłość. Rejewski M., Nienartowicz A., Boiński M. (red.) UMK, Toruń: 111–121.
- DZIADOWIEC H., KACZMAREK J. 1997: Wpływ składu gatunkowego drzewostanu na opad roślinny i zasoby glebowej materii organicznej w Górznieńsko-Lidzbarskim Parku Krajobrazowym na Pojezierzu Chełmińsko-Dobrzyńskim. W: Funkcjonowanie geoeosystemów na terenach pojeziernych. VIII Ogólnopolskie Sympozjum ZMŚP, 10–11.09.1997 Wigry: 73–76.
- DZIADOWIEC H., PLICHTA W. 1985: The effect of nun moth (*Lymantria monacha* L.) outbreak on characteristics of litter fall in the pine forest. *Ekol. Pol.* 33,4: 715–728.
- DZIADOWIEC H., POKOJSKA U. 1988: Phosphorus cycling in soils of forest ecosystems in Northern Poland. W: Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems. Tissen H. (red.) Regional workshop 1: Europe, Proceedings of a workshop arranged by the SCOPE and the UNEP, organized by the Department of Agrobiolgy and Forestry of Polish Academy of Science, May 1 to May 6 1988, in Czerniejewo, Poland: 77–87.
- HEILMAN P., NORBY R.J. 1999: Nutrient cycling and fertility management in temperate short rotation forest systems. *Biomass and Bioenergy* 14: 361–370.
- HEJMAŃOWSKI J. 1975: Uprawa topoli. PWRiL, Wrocław: 351 ss.
- KARPAČEVSKIJ L.O. 1977: Pestrota počennogo pokrova v lesnom biogeocenoze. Izd. Moskovskogo Univ., Moskva: 311 ss.
- KOTOWSKI W. 1979: Comparison of the decomposition rate of wood litter fall in different forest ecosystems. *Ekol. Pol.* 27: 427–436.
- OVINGTON J.D. 1959: The circulation of minerals in plantations of *Pinus silvestris* L. *Ann. Bot. N.S.* 23, 90: 71–80.
- PRESCOTT C.E., KABZEMS R., ZĄBEK L.M. 1999: Effects of fertilization on decomposition rate of *Populus tremuloides* foliar litter in a boreal forest. *Can. J. For. Res.* 29: 393–397.
- PRUSINKIEWICZ Z., BIGOS M. 1978: Rhythmicity of accumulation and decomposition of forest litter in three mixed forest stand on the soils with different types of forest stands floor. *Ekol. Pol.* 26: 325–345.
- SINGH B., BEHL H.M. 1999: Energy flow, carbon and nitrogen cycling in *Populus deltoides* clones in north India. *Biomass and Bioenergy* 17: 345–356.
- STACHURSKI A., ZIMKA J.R. 1975: Leaf fall and rate of litter decay in some forest habitats. *Ekol. Pol.* 23: 1: 103–108.
- SVIRIDOVA I.K. 1960: Rol rubok uchoda w powyšenii płodorodia lesnych počv. *Počvovedenie* 4: 68–73.
- UGGLA H., UGGLA Z. 1979: Gleboznawstwo leśne. PWRiL, Warszawa: 548 ss.
- WÓJCIK Z. 1970: Primary production of the herb layer and litter fall in a dry pine forest in the Kampinos National Park. *Ekol. Pol.* 18: 393–409.

Prof. dr hab. Helena Dziadowiec
Zakład Gleboznawstwa, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: dziadow@biol.uni.torun.pl