

Jerzy WAWRZONIAK*

CZY ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKÓW W LIŚCIACH DĘBÓW I BUKÓW ZMIENIA SIĘ WRAZ ZE ZMIANĄ POZIOMU DEFOLIACJI ?

DOES THE CONTENT OF ELEMENTS IN OAK AND BEECH LEAVES CHANGES
ALONG WITH THE DEFOLIATION OF STANDS?

***Abstract.** Within the forest monitoring project in Poland foliar chemistry of oak and beech stands on the II level of permanent observation plots, together with defoliation level assessment were carried out in 1997 and 2001. Negative correlation between P, Ca and Mg and positive correlation with Pb-content in oak leaves and defoliation were found. The ratio of N/P, N/Ca and N/Mg in oak leaves showed even stronger positive correlation with defoliation. Weak negative correlation between content of Fe and positive correlation of Zn-content in beech leaves and defoliation were found. The ratios of elements in beech leaves did not show correlation with defoliation.*

***Key words:** content of elements, leaves, defoliation, oak, beech.*

*Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Urządzania i Monitoringu Lasu,
e-mail: j.wawrzoniak@ibles.waw.pl.

1. WSTĘP

Poziom defoliacji drzew zależy od wielu czynników. Najważniejsze z nich to: deficyt wody, zakłócenia równowagi pokarmowej, wysokie stężenia zanieczyszczeń powietrza oraz działanie fitofagów (Innes 1993, Hartman 1996, Schrock, 1996). Wymienione czynniki, i inne o mniejszym znaczeniu, działają łącznie przy różnym nasileniu pojedynczych czynników, stanowiąc niezwykle złożony proces kształtujący kondycję drzewostanów. Trudności interpretacyjnych, szczególnie w rejonach o dużym zanieczyszczeniu powietrza (Rautio i in. 1998), przysparza rozróżnienie zawartości pierwiastków w liściach od zawartości pierwiastków w pyłe osiadającym na powierzchni liści. Najczęściej do analiz chemicznych bierze się próbki nie myte. Pomimo problemów metodycznych, w ramach programu ICP-Forests powstała klasyfikacja zakresów zawartości wybranych pierwiastków w liściach najważniejszych gatunków drzew. Utworzono klasy wartości wskazujących niski, średni i wysoki poziom zawartości pierwiastków (Stefan i in. 1997). Klasyfikacja ta pozwala na ogólną interpretację poziomu zawartości pierwiastków w liściach drzew z punktu widzenia ich nadmiaru lub niedoboru.

Określenie korelacji zawartości pierwiastków w liściach z poziomem defoliacji drzewostanów dębowych i bukowych w warunkach siedliskowych i klimatycznych Polski pozwoli na wyodrębnienie tych makro- i mikropierwiastków, które w pewnym stopniu mogą odpowiadać za zakłócenia równowagi pokarmowej, wywołując proces defoliacji drzew. O braku równowagi pokarmowej w sposób bardziej wyrazisty świadczą wzajemne relacje zawartości podstawowych makropierwiastków (Mohren i in. 1986, Stefan i in. 1997). Poziom zdrowotności drzewostanów dębowych i bukowych w Polsce różni się znacząco. Drzewostany dębowe wykazują najwyższą, a drzewostany bukowe najniższą defoliację wśród monitorowanych gatunków liściastych (Wawrzoniak, Małachowska 2002b). Porównanie korelacji pomiędzy zawartością pierwiastków w liściach ich wzajemnymi stosunkami a defoliacją drzewostanów o różnym poziomie zdrowotności zwiększa możliwości interpretacji roli zawartości poszczególnych pierwiastków w liściach w kształtowaniu zdrowotności tych drzewostanów.

2. METODY I DANE

Określanie składu chemicznego aparatu asymilacyjnego drzew jest wykonywane w ramach programu monitoringu lasu w Polsce na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu w cyklu czteroletnim (Wawrzoniak 1998). Pierwszy cykl poboru próbek i analiz został przeprowadzony w 1997 roku, a kolejny w roku 2001. Metodyka poboru próbek i analiz chemicznych zebranego materiału, jak również ocena poziomu defoliacji jest zgodna z metodyką stosowaną w programie ICP-

Forests pt. „Ocena i monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy” (Manual... 1998). Ocena defoliacji drzew przeprowadzana jest corocznie na tych samych 20 drzewach próbnych wybranych z drzewostanu dominującego na powierzchniach obserwacyjnych II rzędu. Wyniki oceny 20 drzew są uśredniane w celu otrzymania średniej defoliacji drzewostanu. W sąsiedztwie powierzchni wybrano 5 drzew z grupy drzew górujących lub panujących o defoliacji zbliżonej do średniej defoliacji drzewostanu na powierzchni i trwale oznaczono. Z górnej i zewnętrznej części korony każdego z tych drzew pobierane są 50 gramowe próbki zbiorcze liści do analiz chemicznych. Próbki liści pobierane są w pełni sezonu wegetacyjnego, tj. od 15 do 30 lipca.

Po wysuszeniu w temperaturze 105 °C, próbki liści są mielone, a następnie mineralizowane „na mokro” w mieszaninie stężonych kwasów HNO₃ i HClO₄ w stosunku objętościowym 4:1. Analizy obejmują oznaczenia: N, P, K, Ca, Mg, S oraz B, Fe, Mn, Zn, Al. Analizy Pb, Cd i Cu wykonano tylko w 2001 r. Oznaczenia pierwiastków przeprowadzono metodą spektroskopii emisyjnej na spektrometrze emisyjnym ze źródłem ICP. Azot oznaczono metodą Kiejdahla.

Do obliczeń wzięto średnie defoliacje drzewostanów znajdujących się na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu i uśrednione wyniki analiz chemicznych liści drzew próbnych z 15 drzewostanów dębowych i 11 drzewostanów bukowych zlokalizowanych na terenie całej Polski. W celu zwiększenia liczby danych do obliczeń korelacji połączono wartości średniej defoliacji i zawartości pierwiastków w liściach z 1997 i 2001 roku w jeden zbiór otrzymując 30 danych odnoszących się do drzewostanów dębowych i 22 dane odnoszące się do drzewostanów bukowych. Wyjątek stanowią zawartości Pb, Cd i Cu, które były oznaczane tylko w 2001 roku.

Współczynniki korelacji pomiędzy średnią defoliacją drzewostanów a zawartością makropierwiastków: N, P, K, Ca, Mg, S i mikropierwiastków: B, Fe, Mn, Zn, Al. Pb, Cd, Cu oraz pomiędzy średnią defoliacją drzewostanów a stosunkami pomiędzy makropierwiastkami: N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg, Ca/Mg, i S/N obliczono stosując program „Statistica”.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I Dyskusja

Drzewostany dębowe, z których pobrano próbki liści do analiz chemicznych znajdowały się we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych (tab. 1). Najliczniej reprezentowana była kraina Wielkopolsko-Pomorska, gdzie znajdowały się 3 drzewostany. Po dwa drzewostany dębowe reprezentowały krainy: Bałtycką, Mazursko-Podlaską, Mazowiecko-Podlaską, Śląską i Małopolską, a po jednym krainy: Sudecką i Karpacką. Wiek drzewostanów dębowych w 2001 roku wynosił od 71 do 99 lat. Najliczniej reprezentowana była podklasa wieku 70–80 lat, do

Tabela 1. Średnia defoliacja drzewostanów dębowych na SPO II rzędu w latach 1997 i 2001
 Table 1. Average defoliation of oak stands on level II POP in 1997 and 2001

Kraina przyrodniczo-leśna Forest region	Numer RDLP No. of RDLP	Numer SPO II rzędu No of lev. II POP	1997		2001	
			Wiek, lata Age, year	Śr. defol. % Average defol. %	Wiek, lata Age, year	Śr. defol. % Average defol. %
Bałtycka	10	108	75	33,00	79	24,75
Bałtycka	15	115	86	21,00	90	20,75
Mazursko-Podlaska	7	201	78	34,50	82	33,00
Mazursko-Podlaska	1	209	76	24,75	80	30,25
Średnia dla Polski północnej Average for north Poland			79	28,31	83	27,19
Wielkopolsko-Pomorska	14	317	91	28,50	95	27,25
Wielkopolsko-Pomorska	9	322	74	25,50	78	22,50
Wielkopolsko-Pomorska	6	326	87	26,50	91	22,75
Mazowiecko-Podlaska	5	412	72	20,00	76	21,00
Mazowiecko-Podlaska	5	414	82	20,25	86	26,25
Średnia dla Polski środkowej Average for central Poland			81	24,15	85	23,95
Śląska	13	503	76	45,50	80	24,75
Śląska	2	511	90	32,75	94	26,25
Małopolska	6	602	67	24,75	71	23,50
Małopolska	3	620	74	31,75	78	31,25
Sudecka	13	703	95	49,50	99	20,50
Karpacka	4	803	77	37,25	81	30,75
Średnia dla Polski południowej Average for south Poland			80	36,92	84	26,17
Średnia dla Polski Average for Poland			80	30,37	84	25,70

której zaliczało się 7 drzewostanów. Do podklasy wieku 81–90 i 91–100 należało po 4 drzewostany. Średni wiek drzewostanów dębowych poddanych analizie wynosił 84 lata (tab. 1).

Drzewostany bukowe wzięte do analizy znajdowały się: w Krainie Bałtyckiej i Karpackiej (po 3 drzewostany), w Krainie Śląskiej (2 drzewostany) oraz w Wielkopolsko-Pomorskiej, Małopolskiej i Sudeckiej (po jednym) (tab. 2). Wiek drzewostanów bukowych w 2001 roku wahał się od 61 do 94 lat. W podklasie wieku 61–70 znajdował się tylko 1 drzewostan. W podklasie 71–80 było 5 drzewostanów a w podklasie 81–90 występowało 4 drzewostany. Najstarsza podklasa wieku 91–100 lat była reprezentowana przez jeden drzewostan. Średni wiek analizowanych drzewostanów bukowych wynosił 79 lat (tab. 2).

Tabela 2. Średnia defoliacja drzewostanów bukowych na SPO II rzędu w latach 1997 i 2001
 Table 2. Average defoliation of beech stands on II level POP in 1997 and 2001

Kraina przyrodniczo-leśna Forest region	Numer RDLP No.of RDLP	Numer SPO II rzędu No of II lev.POP	1997		2001	
			Wiek, lata Age, year	Śr. de- fol.% Aver. de- fol.%	Wiek,lat a Age, year	Śr. defol.% Aver. de- fol.%
Bałtycka	10	107	74	4,75	78	17,50
Bałtycka	15	116	81	18,75	85	18,00
Bałtycka	7	121	78	16,75	82	15,50
Wielkopolsko-Pomorska	11	301	67	7,25	71	15,25
Średnia dla Polski północnej Aver. for north Poland	75	11,88	79	16,56		
Śląska	2	510	74	26,50	78	12,75
Śląska	2	515	57	29,00	61	24,25
Małopolska	5	612	72	12,00	76	15,00
Sudecka	13	704	79	15,00	83	15,50
Karpacka	4	804	90	25,75	94	27,75
Karpacka	4	808	84	18,50	88	30,00
Karpacka	3	812	68	28,75	72	28,25
Średnia dla Polski południowej Aver. for south Poland			75	22,21	79	21,93
Średnia dla Polski Average for Poland			75	18,45	79	19,98

Zróznicowana lokalizacja badanych drzewostanów obejmuje znaczną zmienność geologiczno-klimatyczną kraju. Zakresy wiekowe obu grup drzewostanów były niewielkie i zawierały się w 1,5 klasy wieku. Fakt ten minimalizuje wpływ wieku na poziom defoliacji, jak również na zawartość pierwiastków w liściach (Klap i in. 2000, Seidling 2000).

Zróznicowanie defoliacji drzewostanów dębowych w 1997 i 2001 roku wahało się od 20,00 do 49,50%, przy średniej wynoszącej 28,03% (tab. 1). Defoliacja drzewostanów bukowych zawierała się w przedziale od 4,75 do 30,00%, a średnia wynosiła 19,21% (tab. 2). Zakresy obserwowanej defoliacji w obu gatunkach drzewostanów były znaczne. W drzewostanach bukowych, które cechują się wyższą zdrowotnością niż drzewostany dębowe w Polsce (Wawrzoniak, Małachowska 2002b), defoliacja była niższa. Rok 1997 w porównaniu z rokiem 2001 charakteryzował się wyraźnie niższą sumą opadów w okresie wegetacyjnym. Różnice te szczególnie wyraźnie zaznaczyły się w Polsce północnej i środkowej (Wawrzoniak, Małachowska 2002a). Mniejsza suma opadów w 1997 roku wpłynęła na wyższą średnią defoliację drzewostanów dębowych w porównaniu do 2001 roku. W 1997 roku średnia defoliacja wynosiła tam 30,37%, a w roku 2001 – 25,70% (tab. 1). Drzewostany bukowe nie wykazały podobnej reakcji. Średnia de-

foliacja w 1997 roku wynosiła 18,45% i była nieznacznie niższa niż w roku 2001–19,98% (tab. 2).

Obliczenia wskaźnika korelacji pomiędzy średnią defoliacją, a zawartością pierwiastków w liściach drzewostanów dębowych wykazały jego istotność dla zawartości P, Ca, Mg i Pb (tab. 3). Dla zawartości P, Ca, Mg korelacja była ujemna, wskazując, że mniejsza zawartość tych pierwiastków współwystępuje z większą defoliacją drzewostanów dębowych. Zawartość Pb w liściach wykazywała dodatnią korelację ze średnią defoliacją drzewostanów dębowych, co wskazuje, że większa zawartość Pb w liściach współwystępuje z wyższą defoliacją tych drzewostanów. Współczynnik determinacji r^2 pokazuje, że tylko niewielka część zmienności defoliacji może być wyjaśniona przez zawartość pierwiastków w liściach dębu. Waha się ona od 13% dla zawartości Mg do 18% dla zawartości P. Tylko w wypadku zawartości Pb osiąga ona wartość 30% (tab. 3).

Zawartość makropierwiastków w liściach buka nie wykazuje korelacji z poziomem defoliacji tych drzewostanów. Tylko zawartość mikropierwiastków: Fe i Zn wskazuje na istotną dodatnią korelację z poziomem defoliacji. Współczynnik korelacji zawartości Fe jest istotny już przy $p=0,01$, a zawartości Zn dopiero przy $p=0,05$ (tab. 3). Współczynnik determinacji r^2 wskazuje, że udział Fe i Zn w zmienności defoliacji wynosi dla Fe 29%, a dla Zn 17% (tab. 4).

Przeprowadzono także obliczenia współczynnika korelacji dla wybranych stosunków zawartości pomiędzy makropierwiastkami: N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg, Ca/Mg i S/N a defoliacją drzewostanów dębowych i bukowych. Dla drzewostanów dębowych współczynnik korelacji pomiędzy stosunkiem N/P a średnią defoliacją był wysoki. Dodatnią korelację ze średnią defoliacją wykazał także stosunek N/Mg i stosunek N/Ca. Współczynnik determinacji wynosił dla stosunku N/P – 37%, dla N/Mg – 19% a dla N/Ca – 16% (tab. 4).

Obliczenia współczynnika korelacji pomiędzy stosunkami makropierwiastków uwzględnionymi w analizie, a średnią defoliacją drzewostanów bukowych nie wykazały istotności (tab. 4).

Zawartość pierwiastków w liściach zależy od zawartości tych pierwiastków w glebie, od bezpośredniej depozycji gazowej i cząsteczek pyłu oraz od procesów wymywania pierwiastków z liści (Hendriks i in. 1997). Istotny wpływ na zawartość pierwiastków w liściach mają również warunki pogodowe, a szczególnie deficyt wody (Stefan, Gabler 1998). W ostatnim dziesięcioleciu w Polsce znacznej zmianie uległ depozyt zanieczyszczeń do ekosystemów leśnych. Emisja SO_2 zmniejszyła się o 50–70%, natomiast emisja NO_2 po okresie niewielkiego spadku wykazuje tendencję wzrostową (Kluźński 2002). Zjawisko to znalazło odzwierciedlenie w spadku zawartości S i wzroście zawartości N w liściach drzewostanów dębowych i bukowych w południowej Polsce. W Polsce północnej, gdzie poziom emisji SO_2 i NO_2 był niski, zmian tych nie stwierdzono (Wawrzoniak i in. 2002). Zawartość N w 47% analizowanych próbek liści dębu i 37% analizowanych próbek liści buka kwalifikuje je do grupy wartości wysokich zgodnie z klasyfikacją FFCC (Forest Foliar Co-ordinating Centre) (Stefan i in. 1997, Wawrzoniak 2002). Mimo tego za-

Tabela 3. Korelacja pomiędzy defoliacją drzewostanów dębowych i bukowych a zawartością pierwiastków w liściach
 Table 3. Correlation between defoliation of oak and beech stands and contents of microelements in leaves

Zmienne Variables	Drzewostany dębowe Oak stands						Drzewostany bukowe Beech stands					
	Średnia Average	Odch. stand Stand. dev.	Korelacja Correlation	R ²	Prawdop. Probability	Ilość obser. Num. of obser.	Średnia Average	Odch. stand Stand. dev.	Korelacja Correlation	R ²	Prawdop. Probability	Ilość obser. Num. of obser.
N (gx kg ⁻¹)	23,65	4,63	0,21	0,04	0,27	30	24,34	2,32	0,14	0,54	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
P (gx kg ⁻¹)	1,89	0,56	-0,42	0,18	0,02	30	1,59	0,57	0,09	0,67	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
K (gx kg ⁻¹)	8,84	1,58	-0,11	0,01	0,57	30	8,49	1,93	0,15	0,50	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
Ca (gx kg ⁻¹)	7,29	0,76	-0,39	0,15	0,04	30	7,63	1,70	-0,07	0,76	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
Mg (gx kg ⁻¹)	1,43	0,36	-0,35	0,13	0,05	30	1,20	0,30	0,01	0,98	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
S (gx kg ⁻¹)	2,03	0,22	-0,08	0,01	0,69	30	1,93	0,22	0,36	0,10	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
Mn (gx kg ⁻¹)	2,53	1,43	0,02	0,00	0,91	30	1,48	0,84	-0,28	0,21	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
B (mgx kg ⁻¹)	42,02	9,50	0,00	0,00	0,98	30	28,75	8,61	0,17	0,46	22	
D	28,03	7,13					1,22	7,29				
Fe (mgx kg ⁻¹)	116,15	59,65	-0,14	0,02	0,46	30	109,08	41,79	0,54	0,01	22	
D	28,03	7,13					19,22	7,29				
Pb (mgx kg ⁻¹)	0,83	1,07	0,55	0,30	0,04	15	0,72	0,79	0,37	0,26	11	
D	25,70	4,08					19,98	6,30				
Zn (mgx kg ⁻¹)	38,63	34,91	0,14	0,02	0,45	30	39,88	21,10	0,42	0,05	22	
D	28,08	7,13					19,20	7,29				

Znaczone współczynniki korelacji są istotne z p<0,05; D – defoliacja (%)
 Indicated correlation coefficients are significant at p<0.005; D – defoliation (%)

Tabela 4. Korelacje pomiędzy defoliacją drzewostanów dębowych i bukowych a ilorazami zawartości pierwiastków w liściach
 Table 4. Correlation between defoliation of oak and beech stands and ratio of microelements in leaves

Zmienne Variables	Drzewostany dębowe Oak stands						Drzewostany bukowe Beech stands					
	Średnia Average	Odch. stand Stand. dev.	Korelacja Correlation	R ²	Prawdop. Probability	Ilość obser. Num. of obser.	Średnia Average	Odch. stand Stand. dev.	Korelacja Correlation	R ²	Prawdop. Probability	Ilość obser. Num. of obser.
N/P D	14,82 28,03	5,12 7,13	0,61	0,37	0,0004	30	18,72 19,22	5,29 7,29	-0,02	0,00	0,9140	22
N/K D	2,82 28,03	0,52 7,13	0,26	0,07	0,1581	30	2,99 19,22	0,77 7,29	-0,22	0,05	0,3248	22
N/Ca D	3,37 28,03	0,43 7,13	0,40	0,16	0,0300	30	3,29 19,22	0,70 7,29	0,11	0,01	0,6154	22
N/Mg D	18,15 28,03	5,44 7,13	0,44	0,19	0,0157	30	1,13 19,22	4,66 7,29	0,01	0,00	0,9573	22
K/Ca D	1,23 28,03	0,24 7,13	0,09	0,01	0,6417	30	7,41 19,22	0,22 7,29	0,24	0,06	0,2811	22
K/Mg D	6,47 28,03	1,61 7,13	0,32	0,10	0,0822	30	6,58 19,22	2,12 7,29	0,09	0,01	0,6806	22
Ca/Mg D	5,37 28,03	1,29 7,13	0,29	0,09	0,1164	30	6,58 19,22	1,56 7,29	-0,11	0,01	0,6360	22
S/N D	0,08 28,03	0,01 7,13	-0,07	0,00	0,7211	30	0,08 19,22	0,01 7,29	0,23	0,05	0,3120	22

Zaznaczone współczynniki korelacji są istotne z p<0,05; D – defoliacja (%)
 Indicated correlation coefficients are significant at p<0.005; D – defoliation (%)

wartość N w liściach nie wykazała istotnej korelacji z poziomem defoliacji drzewostanów dębowych i bukowych. Brak korelacji zawartości N w liściach dębu a poziomem uszkodzenia drzewostanu odnotowali Hartman (1996) i Heinsdorf (1996). Wyższy poziom zawartości N w liściach stymuluje wzrost drzewa do poziomu, przy którym zawartość innych pierwiastków staje się czynnikiem ograniczającym (Mohren i in. 1986). W analizowanych drzewostanach dębowych mógłby to być deficyt P, Ca i Mg, które wykazały ujemną istotną korelację z defoliacją tych drzewostanów (tab. 3). Zjawisko to może nasilać się w okresie względnego deficytu wodnego spowodowanego mniejszymi opadami atmosferycznymi, tak jak miało to miejsce w 1997 roku. Deficyt wody może powodować zmniejszenie zawartości N, P, K i Mg w liściach (Stefan, Gabler 1998), intensyfikując niekorzystne relacje pomiędzy tymi pierwiastkami, co doprowadza do wzrostu defoliacji. Taką interpretację wzmacniają wysokie współczynniki korelacji pomiędzy stosunkami N/P, N/Ca, N/Mg w liściach a defoliacją drzewostanów dębowych (tab. 4).

Brak istotnych korelacji pomiędzy zawartością makropierwiastków w liściach a defoliacją drzewostanów bukowych wynika prawdopodobnie z niskiego poziomu ich defoliacji (tab. 3). Dodatnia korelacja zawartości Fe i Zn z poziomem defoliacji drzewostanów bukowych wydaje się być przypadkowa i związana raczej z ekspozycją części drzewostanów bukowych na zwiększony depozyt pyłów w Polsce południowej. Podobny charakter ma istotna dodatnia korelacja zawartości Pb w liściach z defoliacją drzewostanów dębowych. W Polsce południowej depozyt metali ciężkich, w tym ołowiu, był większy i utrzymuje się na wyższym poziomie niż w pozostałych regionach kraju, chociaż znacznie poniżej progu toksyczności (Kluziński 2002). Nie można jednak wykluczyć, że wieloletnia akumulacja tego pierwiastka w glebie przy wysokiej kwasowości, chociaż w niskim zakresie wartości, może niekorzystnie oddziaływać na stan zdrowotny drzewostanów dębowych objawiający się wyższą defoliacją. Należy jednak zauważyć, że analizy zawartości Pb w liściach były wykonywane tylko w 2001 roku i obliczenia przeprowadzono tylko dla 15 drzewostanów.

5. WNIOSKI

Stwierdzone korelacje pomiędzy wzrostem defoliacji drzewostanów dębowych a zawartością makropierwiastków w liściach mogą wskazywać na brak równowagi pokarmowej jako przyczynę niskiej zdrowotności tych drzewostanów. Wniosek ten może potwierdzać brak takich korelacji w drzewostanach bukowych, których stan zdrowotny wyrażony poziomem defoliacji jest znacznie lepszy.

Korelacja pomiędzy zawartością niektórych metali ciężkich w liściach (Pb w liściach dębu oraz Fe i Zn w liściach buka) a defoliacją prawdopodobnie związana

jest z lokalizacją części analizowanych drzewostanów w Polsce południowej, w rejonach o wyższym depozycie pyłów i wykazujących wyższy poziom defoliacji. Niski poziom zawartości tych pierwiastków w liściach nie wskazuje na ich bezpośrednie toksyczne działanie.

Wydaje się, że pewne znaczenie w kształtowaniu związku pomiędzy zawartością pierwiastków w liściach drzewostanów dębowych a defoliacją miał względny deficyt wody w okresie wegetacyjnym w 1997 roku, który mógł spowodować spadek zawartości pierwiastków w liściach. Przy stosunkowo wysokim poziomie zawartości N w liściach dębu spadek zawartości P, Ca i Mg szybciej doprowadza do zachwiania równowagi pokarmowej objawiającej się również wyższą defoliacją.

Obliczenia statystyczne wykonał Pan mgr Mieczysław Pluciak.

Praca została złożona 28.08.2003 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 7.11.2003 r.

DOES THE CONTENT OF ELEMENTS IN OAK AND BEECH LEAVES CHANGE ALONG WITH THE DEFOLIATION OF STANDS ?

Summary

Forest condition in Poland is evaluated every year since 1989 in frame of the forest monitoring programme. Foliar chemistry of oak and beech leaves was analysed twice: in 1997 and 2001. Samples were taken from 15 oak stands and 11 beech stands localized in the II level of permanent observation plots spread out over a whole territory of Poland. The objective of the study was to examine the relationship between foliar nutrient content in oak and beech leaves and average defoliation of the stands. Age of the oak stands varies from 71 to 91 year and beech stands from 61 to 94 year. Amount of precipitation during the vegetation period in 1997 was much lower than in 2001. Level of defoliation in oak stands was distinctly higher than in beech stands. Correlation between content of elements and defoliation as well as ratios of elements and defoliation were calculated separately for oak and beech stands combining set of data from 1997 and 2001. Negative correlations between P, Ca and Mg contents in leaves as well as positive correlation N/P, N/Ca and N/Mg with oak stand defoliation were found. Also Pb content in oak leaves shown positive correlation with defoliation. In case of beech stand only positive correlation between contents of Fe and Zn in leaves with defoliation were found.

LITERATURA

- Hartman G. 1996. Ursachenanalyse des Eichensterbens in Deutschland. Versuch einer Synthese bisheriger. In: A. Wulf&R. Keher(Bear.) Eichensterben in Deutschland. Situation, Ursachenforschung und Bewertung. Symposium am 13. und 14. September 1995 beider Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt Göttingen. Berlin, Parey, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 318: 125 – 154.
- Heinsdorf D. 1996. Ursachenanalyse des Eichensterbens in Deutschland. Versuch einer Synthese bisheriger. In: A. Wulf&R. Keher(Bear.) Eichensterben in Deutschland. Situation, Ursachenforschung und Bewertung. Symposium am 13. und 14. September 1995 beider Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt Göttingen. Berlin, Parey, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. 318: 79-98.
- Hendriks C. M. A., van den Burg J., Oude Voshaar J. H. van Leeuwen E. P. 1997. Relations between forest condition and stress factors in the Netherland in 1995. DLO Winand Staring Centre for integrated Land, Soil Water Research, Report 148: 134.
- Innes J. L., 1993. Forest health: Its assessment and status. Wallingford, CAB International: 677.
- Kluziński L., 2002. Depozyt zanieczyszczeń na terenach leśnych w 2001 roku. W: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ. Warszawa . 31-36.
- Klap J. M., Oude Voshaar J. H., De Vries W., Erisman J. W. 2000. Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe: Part IV: statistical analysis of relationship. Water, Air, Soil Poll. 119: 387 – 420.
- Manual on Methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1998. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, Programme Coordinating Centre, Hamburg.
- Mohren G. M. J., van der Burg J., Burger F. W. 1986. Phosphorus deficiency induced by nitrogen input in Douglas fir in the Netherlands. Plant and soil. 95: 191-200.
- Rautio P., Huttunen S., Kukkola E., Reura R., Lamppu J. 1998. Deposited particles element concentrations and needle injuries on Scots pine along an industrial pollution transect in northern Europe. Environ. Poll. 103; 81-89.
- Schrock H. W. 1996. Zusammenhang zwischen insektenfrassbedingten Blattverlusten und dem Kronenzustand von Eichenbeständen. In: A. Wulf&R. Keher(Bear.) Eichensterben in Deutschland. Situation, Ursachenforschung und Bewertung. Symposium am 13. und 14. September 1995 beider Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt Göttingen. Berlin, Parey, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 318: 48-60.
- Seidling W. 2000. Integrative studies on forest ecosystem conditions. Multivariate evaluations on tree crown condition for two areas with distinct deposition gradients. Federal Research Centre for Forest Products. 87.
- Stefan K., Furst A., Hacker R., Bartels U. 1997. Forest Foliar Condition in Europe, Results of large-scale foliar chemistry surveys (survey 1995 and data from previous years), Forest Foliar Coordinating Centre in co-operation with the Austrian Federal Forest Research Centre, EC-UN/ECE-FBVA, Brussels, Geneva, Vienna. 207.
- Stefan K., Gabler K. 1998. Connections between climatic conditions and the nutritional statuses of spruce needles determined from the Austrian bio-indicator grid. Environ.. Sci. & Pollut. Res. Special Issue. No 1: 59-62.
- Wawrzoniak J. 1998. Skład chemiczny liści dębu i buka na powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu. W: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1997 roku na podstawie badań monitoringowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ. Warszawa . 35-39.

- Wawrzoniak J. 2002. Skład chemiczny liści dębu i buka , porównanie wyników z lat 1997 i 2001. W: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ. Warszawa: 26-28.
- Wawrzoniak J., Małachowska J. 2002a. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu. W: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ. Warszawa: 37-38.
- Wawrzoniak J., Małachowska J. 2002b. Zróżnicowanie poziomu uszkodzenia drzewostanów w kraju. W: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ. Warszawa: 8-17.