

Jerzy ZAWADA
Instytut Badawczy Leśnictwa,
Zakład Gospodarki Leśnej Regionów Górskich,
ul Fredry 39, 30-605 Kraków
e-mail: zxzawada@cyf-kr.edu.pl

STADIA ŻYWOTNOŚCI DRZEWOSTANÓW JODŁOWYCH ORAZ ODPOWIADAJĄCE IM WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE WIERZCHNICH WARSTW GLEB

DIFFERENT VITALITY OF THE FIR STANDS AND ITS RELATION
TO THE CHEMICAL FEATURES OF THE TOP LAYERS OF MINERAL SOILS

Abstract: *Research on dynamics of increments of fir stands revealed a relationship between the stands vitality and the chemical properties of the top layers of mineral soils. Comparison of these two elements and chosen macro and micro-elements in needles of fir indicates perturbations in uptaking of nutrients by roots of trees. These perturbations might be the fundamental causes which have been commonly observed associated with a decreasing of fir stand vitality. Current slow, steadily improvement of fir vitality is associated with chemical changes of the soil.*

Key words: *fir stands, increment dynamics, vitality, soil analysis results.*

1. WSTĘP

Praca jest kontynuacją rozpoczętych w latach siedemdziesiątych badań, których przedmiotem jest ocena zjawisk zachodzących w drzewostanach iglastych w wyniku oddziaływania emisji przemysłowych. Badania te prowadzone są na podstawie oceny zmian stosunków przyrostowych wyrażających pośrednio stan drzewostanów w połączeniu z oceną znaczenia wybranych czynników ekologicznych, mogących na ten stan wpływać. Ocenie poddano wyniki analiz wybranych elementów wierzchnich warstw gleb oraz przyporządkowano je do wyróżnianych stadiów żywotności drzewostanów jodłowych.

Przedstawione badania* mają charakter monitoringu biologicznego.

2. METODYKA BADAŃ

W badaniach oceniono żywotność drzewostanów wyrażaną przez współczynniki przyrostowe, określone na podstawie porównania przyrostu aktualnego z przyrostem z lat 1951-60. Ocena ta była wyrażana dotąd za pomocą jednej liczby (ZAWADA 1983, ZAWADA i in. 1984), gdyż do połowy lat osiemdziesiątych trend występujący w przyroście drzewostanów był malejący – nie spotykano żadnych przypadków zwiększania przyrostu.

W związku z widocznymi oznakami poprawy zaszła konieczność modyfikacji tej oceny (ZAWADA 1993). Jest ona wykonywana obecnie przez stosowanie współczynników przyrostowych w postaci dwuczłonowej. Pierwszy człon, to iloraz wielkości przeciętnego przyrostu rocznego 15 wybranych drzew w dziesięcioleciu 1971-80 oraz tego przyrostu z okresu dziesięciolecia 1951-60 (w zasadzie postać dotychczasowa). Drugi człon, to iloraz wielkości przyrostu z okresu od 1981 r. do roku wykonania pomiarów oraz przyrostu z dziesięciolecia 1971-80. W dziesięcioleciu tym przyrostowy regres drzewostanów był prawdopodobnie najsilniejszy (ZAWADA 1993) i stąd potrzeba nawiązania do tego okresu.

Autor zaproponował następującą orientacyjną charakterystykę żywotności drzewostanów jodłowych:

I – pierwszy człon o wielkości poniżej 0,7, drugi poniżej 1,0 – pogłębianie się sytuacji kryzysowej,

* Badania wykonano w ramach tematów: 15.3.0/5.01 oraz BLP 473 na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych

II – pierwszy człon o wielkości poniżej 0,7, drugi zbliżony do 1,0 – stabilizacja sytuacji kryzysowej,

III – pierwszy człon poniżej 0,7, drugi powyżej 1,0 – początek rewitalizacji,

IV – pierwszy człon o wielkości zbliżonej lub wyższej od 0,7, drugi o wielkości ok. 0.85 lub wyższej – drzewostany o mniej więcej normalnej żywotności.

Prace terenowe wykonywano głównie w drzewostanach od IV b do VI klasy wieku, możliwie zwartych. W drzewostanach tych lub w ich wybranych fragmentach pobierano odwierty świdrem Presslera na wysokości pierśnicy z 15 drzew panujących (II klasa Krafta).

Próbki gleby (ok. 1 kg) pobierano w miejscach oszacowanych jako przeciętne ze względu na mikrorelief i stan szaty roślinnej z głębokości do ok. 20 cm po usunięciu ścióły i warstwy nierozłożonej próchnicy. Aby uzyskać porównywalność wyników analiz zrezygnowano z określania poziomów genetycznych. Jest to duże uproszczenie, a dodatkową zaletą tego postępowania jest zwiększenie zasięgu terenowego badań. Sposób ten jest dość często spotykany w literaturze przy opisie badań z zakresu tzw. monitoringu glebowego (EVERS 1989).

W początkowym okresie badań przyrosty na odwiertach mierzono z dokładnością do 1 mm, a po uzyskaniu nowego oprzyrządowania (przyrostomierz firmy Codima) każdy przyrost z osobna, z dokładnością do 0,01 mm. Wykonywano też komputerowe wykresy przebiegu przyrostu.

Analizy gleb wykonane zostały w Pracowni Gleboznawstwa i Nawożenia Instytutu Badawczego Leśnictwa w Sękocinie w sposób następujący:

- pH metodą potencjometryczną,
- C_{org} według zmodyfikowanej metody Tiurina,
- N_{og} według zmodyfikowanej metody Kjeldahla,
- P_2O_5 przyswajalny metodą Egnera-Riehma,
- K, Ca, Mg (kationy wymienne w 1n octanie amonu) spektrofotometrem absorpcji atomowej,
- H_{hydr} według zmodyfikowanej metody Kappena,
- Alwym. metodą Sokołowa.

Na podstawie wyników analiz określano też pojemność sorpcyjną Th oraz stopień nasycenia zasadami Vh .

Ze względu na duży udział substancji organicznej zrezygnowano z określania składu mechanicznego, określano go natomiast, podobnie jak wilgotność – orientacyjnie na gruncie.

W tym samym laboratorium wykonano analizy zawartości N, K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe w igłach jodłowych, natomiast analizy zawartości siarki w igłach w Zakładzie Gospodarki Leśnej Rejonów Przemysłowych Instytutu Badawczego Leśnictwa w Katowicach.

Stwierdzone przy obliczeniach różnice w otrzymanywanych średnich weryfikowano testem Studenta.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Żywotność drzewostanów

W pierwszym okresie badań miarą oceny żywotności drzewostanów był współczynnik przyrostowy będący ilorazem przeciętnego rocznego przyrostu promieni pierśnic 15 wybranych losowo drzew panujących z okresu po 1970 roku i przeciętnego rocznego przyrostu w dziesięcioleciu 1951-60. Miarą tą w sposób identyczny lub podobny posługiwali się również inni autorzy (CEITEL i in. 1994, GRODZKI 1994, JAWORSKI, SKRZYSZEWSKI 1985, LUCIER i in. 1989).

Na podstawie badań prowadzonych na początku lat osiemdziesiątych (ZAWADA i in. 1984, ZAWADA 1987) stwierdzono m. in., że:

– drzewostany jodłowe o wielkości współczynnika przyrostowego 0.7 określonej jako minimalna, przy której można się jeszcze spodziewać względnie dobrego stanu drzewostanu spotyka się sporadycznie, głównie we wschodniej i północno-wschodniej części zasięgu występowania tego gatunku,

– średnia wielkość tego współczynnika w badanych drzewostanach wyniosła 0,5, zaś minimalna 0,3, co świadczyło o bardzo poważnym osłabieniu tych drzewostanów.

Natomiast wśród 52 stanowisk i powierzchni próbnych, na których w latach 1991-95 wykonano pomiary przyrostu jodeł oraz dokonano oceny jego dynamiki, 15 stanowisk to fragmenty drzewostanów o niezakłóconym rozwoju, a 21 to stanowiska, na których jodła wykazuje wyraźne objawy poprawy żywotności. Pomimo ogólnie pozytywnej oceny zjawiska tego nie można przeceniać. Większość dojrzałych drzewostanów jodłowych jest mocno przerzedzona, w związku z czym poprawa dynamiki przyrostowej jodeł częściowo wynika też z faktu, że w tym czasie najslabsze jodły wypadły, o czym mogą świadczyć niektóre pomiary wykonane przez autora (ZAWADA 1994). Jedenaście drzewostanów znajduje się w stadium stabilizacji sytuacji kryzysowej. Są to drzewostany, które nie zmieniły w ostatnich latach w sposób znaczący obniżonej poprzednio dynamiki przyrostowej, jednak u części z nich przyrost w ostatnich latach się poprawił i jest pewna nadzieja na utrwalenie korzystnych tendencji.

Drzewostany w stadium pogłębiania się sytuacji kryzysowej, których wyodrębniono 5, to przede wszystkim drzewostany chore, opanowane przez grzyby pasożytnicze.

pozytywne zmiany zachodzące w ostatnim okresie w drzewostanach jodłowych zaobserwowali również GERECKE 1990, JAWORSKI i in. 1995, VISSER 1989.

3.2. Wyniki analiz wybranych właściwości chemicznych wierzchnich warstw gleb

W tabeli 1 przedstawiono wyniki analiz próbek wierzchnich warstw gleb wykonanych w latach 1985-90 w dwóch układach geograficznych: A – obejmującym Góry Świętokrzyskie i Roztocze i B – w skład którego wchodzi Bieszczady, Beskid Niski i Gorce (ZAWADA 1990). W układzie A występują tereny wyżynne, z przewagą lasów mieszanych (LM, LMwyż) na glebach piaszczystych, natomiast w układzie B znajdują się tereny górskie z siedliskami lasowymi (LG) na glebach gliniastych.

Żywotność drzewostanów jest lepsza w pierwszym układzie, na ogólną liczbę 40 stanowisk 13 drzewostanów jest względnie zdrowych (tj. o współczynniku przyrostowym wynoszącym 0,7 i wyżej), natomiast w układzie drugim drzewostanów takich jest tylko 5 na ogólną liczbę 43. Przeciętna wielkość współczynnika przyrostowego wszystkich drzewostanów w pierwszym przypadku wynosi 0,63, natomiast w drugim 0,51.

W tabeli tej, poza wynikami analiz przeciętnymi dla obu układów, w ramach terenów wyżynnych przedstawiono średnie dla dwóch zbiorów stanowisk: o współczynnikach przyrostowych do 0,60 (jest to wartość mediany) oraz 0,61 i wyżej. Ze względu na przeciętnie bardzo słabą żywotność drzewostanów górskich podział taki okazał się w drugim układzie niecelowy.

Z porównania tych danych wynika, że na terenach wyżynnych drzewostany o słabszej żywotności wykazują przeciętnie wyższą zawartość węgla, azotu, potasu, magnezu i sodu (różnicowanie statystycznie istotne). Ogólnie można stwierdzić, że na glebach bogatszych występują mniej żywotne drzewostany.

W tabeli 2, będącej kontynuacją tabeli 1, przedstawiono przeciętne wielkości współczynników przyrostowych drzewostanów odpowiadające poszczególnym elementom analiz glebowych w tych samych układach geograficznych, jak poprzednio. Poszczególnym wynikom analiz przyporządkowane zostały odpowiednie współczynniki przyrostowe, które następnie zgrupowano w dwa zbiory: współczynniki przyrostowe drzewostanów odpowiadające wynikom analiz wyższym niż ich średnia oraz współczynniki odpowiadające wynikom analiz niższym niż średnia. Średnie tych dwóch zbiorów współczynników zamieszczono w tabeli.

Z danych tych można pośrednio wnioskować, że w układzie terenów wyżynnych większą przeciętnie żywotność wykazują drzewostany o mniejszej zawartości w glebie węgla, azotu, potasu, wapnia, magnezu i sodu. Na terenach górskich wspomniana prawidłowość dotyczy azotu i potasu. Ponadto przeciętnie wyższe współczynniki przyrostowe odpowiadają mniejszej zawartości glinu. Z danych w tabelach 1 i 2 wynika też, że bardziej żywotne drzewostany jodłowe rosną na glebach o mniejszej kwasowości hydrolitycznej *Hh* i mniejszej pojemności

Tabela 1
Table 1

Wyniki analiz próbek wierzchnich warstw gleby (wybranych elementów) z drzewostanów jodłowych wykonanych w latach 1986-90
Results of soil samples analysis (chosen elements) taken from fir stands in the years 1986-90

Układ geograficzny Geographical position		Liczba stanowisk Number of stations	pH		C	N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	Al	Hh	Th	Vh
			w H ₂ O	w KCl	%		mg/100g gleby mg/100g of soil							me/100 g gleby me/100g of soil	%
A. Góry Świętokrzyskie i Roztocze	a. Średnia wyników analiz wszystkich próbek average results from total samples analysis	40	3,9	3,3	2,71	0,129	0,7	4,2	11,9	1,4	0,7	53,0	11,0	12,7	14,4
	b. Średnia z drzewostanów o współczynniku przyrostowym do 0,60 average from the stands with increment coefficient 0,6 and less	21	4,0	3,3	3,55	0,168	0,9	5,3	15,8	1,8	0,8	58,7	12,9	14,6	12,5
	c. Średnia z drzewostanów o współczynniku przyrostowym 0,61 i wyżej average from the stands with increment coefficient 0,61 and more	19	3,9	3,2	1,78	0,087	0,5	3,0	7,6	0,9	0,6	46,7	8,9	10,5	16,5
B. Bieszczady, Beskid Niski i Gorce	Średnia wyników analiz wszystkich próbek average results from total samples analysis	43	4,3	3,6	3,38	0,282	0,2	11,6	39,4	7,7		109,6	20,6	23,5	12,5
f* Studenta (poz. Ab–Ac) Student's test positions Ab-Ac			–	–	2,77	3,31	1,22	1,76	1,65	1,75	2,69	1,23	2,19	2	2,5

*f krytyczne przy poziomach ufności u – 0,95=2,02 oraz u – 0,90=1,69

*critical f with confident level u – 0,95=2,02 and u – 0,9=1,69

Tabela 2
Table 2

Przeciętne współczynniki przyrostowe grup drzewostanów jodłowych o wielkościach elementów analiz glebowych: 1 – większych niż przeciętna i 2 – mniejszych niż przeciętna (na podstawie badań z lat 1986-90)

Average increment coefficient of fir stand groups with values of soil analysis elements: 1– bigger than average and 2 – lower than average (derived from 1986-90 research)

Układ geograficzny Geographical position	Grupa drzewostanów Group of stands	pH		C	N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	Al	Hh	Th	Vh
		w H ₂ O	w KCl											
A. Góry Świętokrzyskie i Roztocze	1	0,64	0,61	0,54	0,55	0,6	0,56	0,52	0,52	0,53	0,57	0,57	0,59	0,65
	2	0,62	0,64	0,68	0,69	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,66	0,66	0,65	0,57
B. Bieszczady, Beskid Niski i Gorce	1	0,59	0,55	0,47	0,45	–	0,44	0,49	0,48	–	0,45	0,44	0,42	0,55
	2	0,47	0,48	0,55	0,56	–	0,57	0,52	0,52	–	0,56	0,58	0,58	0,49
† Studenta poz. A1-A2 Student's test positions A1-A2		0,09	0,62	2,04	2,54	0,55	2,53	3,31	3,38	3,03	1,55	1,63	1,09	1,11
†† Studenta poz. B1-B2 Student's test positions B1-B2		1,51	1,16	1,44	1,94	–	1,73	–	0,75	–	1,84	2,57	3,02	0,99

***t krytyczne przy poziomach ufności u – 0,95=2,02 oraz u – 0,90=1,69** critical t with confident level u – 0,95=2,02 and u – 0,9=1,69

****t krytyczne przy poziomach ufności u – 0,95=2,02 oraz u – 0,90=1,68** critical t with confident level u – 0,95=2,02 and u – 0,9=1,68

sorpcyjnej *Th*. Słabe jest natomiast zróżnicowanie w zakresie stopnia nasycenia zasadami *Vh*, a nie występuje w wypadku kwasowości (pH w H₂O i pH w KCl).

W latach 1979-84 wykonano analizy zawartości wybranych mikro- i makroelementów w igłach z 84 jodeł na różnych stanowiskach w obrębie jej naturalnego zasięgu (ZAWADA 1987). W tabeli 3 przedstawiono obliczone średnie, a w tabeli 4 wyniki te przedstawiono za pomocą współczynników przyrostowych określanych przez porównanie przyrostu miąższości poszczególnych drzew. Podobnie jak w tabeli 2 zbiory współczynników przyporządkowanych do poszczególnych ocenianych elementów podzielono na 2 grupy: współczynniki przyrostowe drzew, u których zawartość ocenianego elementu w igłach jest większa od zawartości średniej oraz współczynniki przyrostowe drzew, u których zawartość ocenianego elementu w igłach jest mniejsza od zawartości średniej.

Z danych przedstawionych w tabeli 4 można pośrednio wywnioskować, że w igłach jodeł osłabionych znajduje się przeciętnie więcej siarki i żelaza oraz mniej potasu. Można też sądzić, że nadmiar siarki, a być może i żelaza pochodzi z zanieczyszczeń przemysłowych, natomiast deficyt potasu wynika przypuszczalnie z innych powodów, skoro występuje on w glebach prawdopodobnie w wystarczających ilościach (tab. 1).

Tabela 5 zawiera przeciętne wielkości wyników analiz wybranych właściwości chemicznych wierzchnich warstw gleb wyznaczone na podstawie badań przeprowadzonych w latach 1991-95. Zostały one pogrupowane według czterech stadiów żywotności drzewostanów jodłowych w omówionych poprzednio dwóch układach geograficznych A i B. Są to tereny o zbliżonych w pewnym zakresie warunkach fizjograficznych i glebowych. Z powodu braku wystarczającej liczby spostrzeżeń nie zamieszczono charakterystyki drzewostanów będących w stadium pogłębiania się sytuacji kryzysowej w układzie B. Jest to podział

Tabela 3
Table 3

Przeciętna zawartość makro- i mikroelementów
Average contents of micro- and macroelements in fir needles

Makro- i mikroelementy Macro- and microelements		Igły jednoroczne 1-year-old needles	Igły dwuletnie 2-year-old needles
S		0,131	0,142
N		1,58	1,59
K	%	0,57	0,57
Ca		0,76	1,03
Na		0,01	0,011
Mg		0,12	0,11
Mn	ppm	875	1090
Fe		160	190

Tabela 4
Tabela 4

Współczynniki przyrostowe jodeł o zawartości makro- i mikroelementów w igłach: 1 – większej niż przeciętna i 2 – mniejszej niż przeciętna

Fir increment coefficient with macro- and microelements contents in the needles: 1 – bigger than average and 2 – lower than average

Wiek igieł Age of needles	Grupa Group	Makro- i mikroelementy Macro- and micro-elements							
		S	N	K	Ca	Na	Mg	Mn	Fe
jednoroczne 1-year-old	1	0,6	0,64	1,02	0,92	0,85	0,82	0,86	0,42
	2	0,99	0,96	0,57	0,75	0,76	0,79	0,76	0,94
t Studenta (1-2) Student's test (1-2)		3,06	1,82	2,96	–	–	–	–	2,95
dwuletnie 2-year-old	1	0,64	0,76	0,98	0,70	0,84	0,78	0,69	0,39
	2	0,96	0,85	0,67	0,85	0,77	0,81	0,89	0,97
t Studenta (1-2) Student's test (1-2)		1,9	0,99	1,7	–	–	–	–	2,93

t krytyczne przy poziomach ufności $u - 0,95 = 2,01$ oraz $u - 0,90 = 1,68$

podobny (część tych samych drzewostanów) do przedstawionego w tabelach 1 i 2. Wobec powstałej w ostatnich latach zróżnicowanej sytuacji w żywotności drzewostanów jodłowych nie da się przedstawić omawianych zależności w postaci jednolicebnych współczynników, tak jak to przedstawiono w tabelach 2 i 4.

W niektórych przypadkach podłoże drzewostanów jodłowych określonych stadiów żywotności wykazuje istotne zróżnicowanie. Poniżej przedstawiono zestawienie różnic w kwasowości w obu układach geograficznych, w glebach drzewostanów w stadium stabilizacji sytuacji kryzysowej (II) oraz drzewostanów w stadium początku rewitalizacji (III). Przedstawione zróżnicowanie średnich jest istotne statystycznie.

Układ geograficzny	Stadium żywotności drzewostanów			
	II		III	
	pH w H ₂ O	pH w KCl	pH w H ₂ O	pH w KCl
A	4,1	3,5	3,8	3,2
B	4,5	3,7	4,1	3,4

Z danych tych wynika, że gleby w drzewostanach jodłowych w stadium początku rewitalizacji cechuje większa kwasowość w porównaniu z glebami drzewostanów osłabionych, widoczne jest też pewne zmniejszenie stopnia nasycenia zasadami. Rewitalizacja drzewostanów następuje zatem w warunkach pewnego ubożenia gleb.

Tabela 5
Table 5

Wybrane właściwości wierzchnich warstw gleb według wyodrębnionych czterech stadiów żywotności drzewostanów jodłowych w układzie geograficznym

Chosen properties of the top layers of mineral soils according to 4 stages of the fir stands vitality and the geographical position

Układ geograficzny Geographical position		Liczba próbek Number of samples	pH		C	N	S	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	Al	Hh	Th	Vh	C/N
			w H ₂ O	w KCl	%			mg/100 g gleby mg/100g of soil						me/100 g gleby me/100g of soil	%		
A. Góry Świętokrzyskie, Roztocze, Wyżyna Krakowsko- Częstochowska	I	4	4,0	3,5	1,90	0,106	0,008	1,0	3,8	28,9	5,9	3,1	54,6	8,4	10,6	20,5	19,2
	II	6	4,1	3,5	2,85	0,167	0,014	0,9	13,0	30,5	6,0	2,2	80,8	12,1	14,6	16,8	17,5
	III	4	3,8	3,2	2,46	0,152	0,011	0,7	4,1	24,2	4,9	1,6	92,7	13,4	15,1	11,9	16,3
	IV	9	3,9	3,4	1,95	0,100	0,006	0,9	8,8	29,3	5,8	2,3	59,4	10,3	12,6	18,1	19,3
t* Studenta (poz. A II-III)			4,66	1,85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,32	–
B. Karpaty i Pogórze	II	5	4,5	3,7	2,22	0,180	0,014	0,6	11,1	57,7	12,5	1,8	88,5	12,7	16,9	25,3	12,0
	III	17	4,1	3,4	2,96	0,213	0,026	0,8	16,3	32,7	8,9	1,6	124,8	17,8	20,7	13,9	14,5
	IV	6	4,1	3,4	3,10	0,192	0,020	1,1	14,9	25,3	6,5	1,3	107,9	16,2	18,4	12,2	16,6
t** Studenta (poz. B II-III)			1,64	2,47	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,87	–

*t krytyczne przy poziomach ufności $u - 0,95=2,31$ oraz $u - 0,90=1,86$

** t krytyczne przy poziomach ufności $u - 0,95=2,09$ oraz $u - 0,90=1,72$

I – Drzewostany w stadium pogłębiania się sytuacji kryzysowej

II – Drzewostany w stadium stabilizacji sytuacji kryzysowej

III – Drzewostany w stadium początku rewitalizacji

IV – Drzewostany o normalnej żywotności

critical t with confident level $u - 0,95=2,31$ and $u - 0,90=1,86$

critical t with confident level $u - 0,95=2,09$ and $u - 0,90=1,72$

Stands in the declining stage

Stands in the stage of stabilised critical situation

Stands at the beginning of recovery (revitalisation)

Stands with normal vitality

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

W ostatnich latach nastąpiło zmniejszenie emitowanych zanieczyszczeń przemysłowych. Ma to szczególne znaczenie w przypadku emisji dalekiego zasięgu, będącej główną przyczyną powszechnego osłabienia drzewostanów, zwłaszcza iglastych.

Obecna poprawa żywotności drzewostanów jodłowych jest początkiem długiego procesu. Podstawowym zadaniem powinna być odbudowa dawnego udziału jodły w składzie gatunkowym naszych lasów, a poprawa przyrostu, choć na razie niewielka, powinna być zachętą do tych działań. Przedstawione wyniki analiz potwierdzają zwiększone obecnie możliwości hodowli tego gatunku.

W igłach drzew osłabionych, o mocno przeredzonych koronach znajduje się przeciętnie procentowo mniej potasu niż w igłach drzew żywotnych, o bujnie rozwiniętych koronach (tab. 4). Równocześnie pod drzewostanami osłabionymi w wierzchnich warstwach gleby znajduje się przeciętnie więcej potasu i innych składników odżywczych niż w glebach drzewostanów o lepszej żywotności (tab. 1 i 2). Stąd przypuszczenie, że drzewa z jakichś powodów nie mogą pobierać tych substancji z gleby w stopniu wystarczającym dla ich prawidłowego rozwoju, co jest być może jednym z głównych powodów ich osłabienia. Wspomniana większa kwasowość gleb, a także mniejszy stopień nasycenia zasadami drzewostanów w stadium początku rewitalizacji (tab. 5) w porównaniu z glebami drzewostanów osłabionych może w jakimś stopniu wiązać się z odblokowaniem możliwości pobierania substancji odżywczych z gleby przez osłabione drzewa i w konsekwencji powodować poprawę ich wzrostu.

Podobnie jak poprawa przyrostu, tak i zmiany w glebach znajdują się w stadium początkowym i nie są jeszcze zbyt wyraźne, niemniej jednak postępują. Potwierdzają to wyniki analiz wykonywanych w górskich świerczynach, gdzie także doszło w ostatnich latach do podwyższenia kwasowości gleb (ZAWADA 1995), przy równoczesnym dobrym lub poprawiającym się wzroście tych drzewostanów.

W literaturze najczęściej poleca się, poza oczywistym postulatem ograniczenia emisji, stosowanie nawożenia jako środka łagodzącego występujące w lasach szkody. Z przedstawionych w pracy danych wynika, że przynajmniej w omawianych drzewostanach jodłowych nie może to być skuteczne, skoro potrzebne składniki pokarmowe, jak wskazują dane przedstawione w tabelach i odpowiadająca im charakterystyka przyrostowa drzewostanów, znajdują się w glebie w wystarczającej ilości, lecz nie mogą być przez korzenie drzew pobierane.

Nawożenie polega bowiem na dostarczeniu brakujących elementów, jednakże jest to związane z ryzykiem (EVERS i HÜTTL 1990/91), zatem musi być precyzyjnie dostosowane do potrzeb i warunków miejscowych, określonych za pomocą analiz liści, gleby, form próchnicy, właściwości wodnych i wielkości

zanieczyszczeń atmosfery. ALDINGER i KREMER (1985) wykonali wapnowanie gleby w latach 1964 – 75 na 5 powierzchniach badawczych w Szwarzwaldzie nie stwierdzając potem istotnych różnic w zakresie poprawy przyrostu i zdrowotności drzew wynikających z dokonanych zabiegów. KÜHLI (1985) stwierdza, że od dziesiątków lat wnikają do gleby i wody wielkie ilości dodatkowych substancji pokarmowych pochodzących z zanieczyszczeń, co powoduje że gleby leśne w przeciwieństwie do pól uprawnych nie wymagają uzupełniania strat przez nawożenie.

To ostatnie stwierdzenie odpowiada sytuacji w omawianych drzewostanach jodłowych z tym zastrzeżeniem, że ważną rolę w procesie nitrifikacji w glebach drzewostanów iglastych spełniają grzyby (KILHAM 1990). Proces ten ma bardzo wiele odmian, jednak wspólną cechą jest to, że jest ograniczany bądź pobudzany przez wielkość pH.

Rewitalizacja drzewostanów jodłowych, jak wskazują dane z tabeli 5, wiąże się właśnie z wzrostem kwasowości, a grzyby mikoryzowe mogą stanowić brakujące ogniwo w procesie odżywiania się drzew.

Wśród wielu przyczyn osłabienia i zamierania drzewostanów jodłowych jako jedno z głównych wymianiane są uszkodzenia korzeni i mikoryz (FINK i BRAUN 1978 i inni). COURTOIS (1983) stwierdza, że wszelkie szkodliwe oddziaływania zewnętrzne prędzej czy później powodują choroby korzeni.

Według LANDMANNA (1991) zakłócenia występujące w odżywianiu drzew są raczej konsekwencją, niż przyczyną osłabienia drzew. Autor ten stwierdza jednak m. in., że stan mikroflory glebowej lub mikoryz wpływa w sposób zasadniczy na zakłócenia w odżywianiu drzew, a oddziaływanie na te procesy czynników naturalnych lub antropogenicznych (szczególnie wpływ zanieczyszczeń) jest wciąż mało poznane.

STEPHAN (1990) stwierdza, że procesów zachodzących w ekosystemach leśnych w wyniku oddziaływania zanieczyszczeń powietrza nie można rozpatrywać oddzielnie. Istnieje bowiem pomiędzy nimi ścisłe powiązanie i pozostają one pod dużym wpływem środowiska zewnętrznego. W związku z tym konieczne są badania interdyscyplinarne.

Badania takie mogą być prowadzone poprzez powiązanie różnych form biocenozy leśnej i jej zniekształceń z wybranym czynnikiem, który te zjawiska może łączyć. Takim czynnikiem może być, jak w przypadku niniejszej pracy, żywotność drzewostanów wyrażana liczbowo, co bardzo ułatwia interpretację procesów zachodzących w środowisku leśnym.

5. WNIOSKI

1. W wyniku zmniejszenia ilości emisji przemysłowych w ostatnich latach nastąpiła częściowa poprawa żywotności drzewostanów jodłowych i świerkowych, zwłaszcza pozostających pod wpływem emisji tzw. dalekiego transportu. Te korzystne zmiany mogą się jednak okazać nietrwałe, zwłaszcza wobec perspektyw dalszego rozwoju gospodarczego.

2. Zastosowana w pracy metoda badań, polegająca na powiązaniu różnych elementów środowiska leśnego z żywotnością drzewostanów iglastych wyrażaną za pomocą współczynników przyrostowych, jest metodą umożliwiającą zdobywanie wielu nowych informacji. Przedstawione wyniki są niewielką częścią z możliwych do osiągnięcia tą drogą, a liczba ocenianych elementów mogących wpływać na środowisko leśne może być znacznie zwiększona.

3. Kontynuowanie badań mających na celu ocenę żywotności drzewostanów jodłowych poprzez analizę ich dynamiki przyrostowej stanowi bieżącą ocenę ich stanu aktualnego. Dalsze prowadzenie porównawczych badań wybranych elementów wierzchnich warstw gleb w nawiązaniu do właściwości rosnących na nich drzewostanów powinno przyczynić się do lepszego poznania zmian zachodzących w środowisku glebowym pod wpływem zmian zewnętrznych. Wyniki dotychczas uzyskane, mimo iż wynikają z krótkiego okresu obserwacji, są zachęcające.

4. Zastosowana w pracy metoda powinna znaleźć swoje miejsce w ramach wielkoobszarowej sieci monitoringu biologicznego. Obok ocen morfologicznych mogłyby być wykonywane oceny przyrostowe, co pozwoliłoby na uzyskiwanie znacznie większej niż dotąd ilości informacji na temat aktualnych zmian zachodzących w środowisku leśnym.

Praca została przyjęta przez Komitet Redakcyjny 12 maja 1997 r.

DIFFERENT VITALITY OF THE FIR STANDS AND ITS RELATION TO THE CHEMICAL FEATURES OF THE TOP LAYERS OF MINERAL SOILS

Summary

The results of chosen elements from the top layer of mineral soil analysis was presented in relation to different categories of fir stands vitality expressed with increment coefficients. The coefficients were calculated in two segments. The first was a quotient of the value of the average annual increment of radial DBH measured from 15 chosen trees (belonging to II Kraft's class) during decade 1971-80 and the same increment value from decade 1951-60. The second segment was a quotient of the increment value from the period since 1981 till the time of measurement and increment from the decade 1971-80. In this decade increment

regress of stands was probably the biggest (ZAWADA, 1993). That is it is necessary to take this period into consideration also.

The author proposed brief vitality characteristic of fir stands:

I. declining stage when first segment reaches value lower than 0,7 and second one lower than 1,0.

I. stabilisation of critical situation when first segment reaches value lower than 0,7 and second one is close to 1,0.

II. beginning of recovery when first segment reaches value lower than 0,7 and second one is bigger than 1,0.

III. normal vitality of stand when first segment reaches value bigger than 0,7 and second one is around 0,85 or bigger.

The results revealed that needles taken from weakened firs contain less potassium than the vital ones. However, in the top layers of mineral soil of fir stands with decreased vitality, the contents of potassium, calcium, magnesium, sodium and nitrogen are larger when compared to the soils of more vital fir stands. A hypothesis that trees cannot uptake sufficient amount of these elements for their proper development (from unknown reason) which cause their weakness, was proposed. Above perturbations might be caused by insufficient or incorrect development of mycorrhizae root associations and/or other root deformations.

Significant improvement of vitality of Polish fir stands comparing to precedents years was confirmed. Chemical analysis of soil samples revealed a higher pH in its top mineral layers in stands at the beginning of recovery than in stands in the stage of stabilisation of critical situation (respectively positions III and II according to presented classification of fir stands vitality). This may be caused by increased uptaking nutrients by tree roots over what was at a previous stage probably more difficult.

(transl. T. O. with author's verif.)

PIŚMIENNICTWO

- ALDINGER E., KREMER W. L. 1985: Zuwachsuntersuchungen geschädigten Fichten und Tannen auf alten Praxiskalkungsflächen. Forstw. Cbl., 104: 360-373.
- EVERS F. H. 1989: Das Waldbodenzustandsmonitoring in Baden – Württemberg: Bodenschäden sind schwer zu erkennen. Öster. Forstz., 3: 88-90.
- EVERS F. H., HÜTTL R. F. 1990/91: A new fertilization strategy in declining forests. Water, Air Soil Poll., 54: 495-507.
- CEITEL J., SZYMAŃSKI S., ZIENTARSKI J. 1994: Przyrost grubości drzew i jego zmiany pod wpływem emisji przemysłowych w Karkonoszach. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. B, 21: 283-298.
- COURTOIS H. 1983: Die Pathogenese des Tannensterbens und ihre natürlichen Mechanismen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 154: 93-98.
- FINK S., BRAUN H. J. 1978: Zur epidemischen Erkrankung der Weißtanne *Abies alba* Mill. (Tannensterben). Forst- u. Jagdztg., 149: 184-195.
- GERECKE K. L. 1989: "Tannensterben" und "Neuartige Waldschäden" – Ein Beitrag aus der Sicht der Waldwachstumskunde. Allg. Forst- u. Jagdztg., 161: 89-96.
- GRODZKI W. 1994: Consequences of the larch bud moth (*Zeiraphera griseana* Hb.) outbreak in Norway spruce stands of the Izerskie Mts. in Poland. Materiały z konferencji. "Ecological stability and productivity of forest ecosystems", IFE, SAS, Zvolen.
- JAWORSKI A., SKRZYSZEWSKI J. 1986: Żywotność jodły w lasach karpackich. Sylwan, 2/ 3: 37-52.

- JAWORSKI A., KACZMARSKI J., PACH M., SKRZYSZEWSKI J., SZAR J. 1995: Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Materiały sesji naukowej PTL "Gospodarka leśna w Karpatach w zmieniających się warunkach ekologicznych", Szczawnica.
- KÜHLI C. 1985: Dünung des Waldes – den Teufel mit dem Beelzebub austreiben. Schweiz. Natursch., 3: 5.
- LANDMANN G. 1991: French research into forest decline. DEFORPA Programme – 2nd report. École National du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy.
- LUCIER A., WARNICK W., HYINK D. 1989: Possible bias in tree-ring time series due to mortality. J. For., 7: 31-32.
- STEPHAN B. R. 1990: Influence of immission deposition on soil microorganisms as well as root and stem diseases. Mitt. Bundes. For., 165: 43-58.
- VISSER H. 1989: Fir dying in the Bavarian Forest and the role of SO₂ emissions: a dendrological search for cause and effect relations. International Congress on Forest Decline Research: State of Knowledge and Perspectives. Friedrichshafen.
- ZAWADA J. 1976: Przyrostowe objawy regresji jodły. Sylwan, 12: 56-64.
- ZAWADA J. 1979: Badania warunków wzrostu jodły występującej w górskich drzewostanach świerkowych. Dokumentacja Inst. Bad. Leśn. Warszawa.
- ZAWADA J. 1983: Metoda oceny stany zdrowotnego drzewostanów znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. Las Pol., 10: 19-20.
- ZAWADA J., JAWORSKI A., SKRZYSZEWSKI J. 1984: Ustalenie geograficzno-przestrzennego występowania zjawiska regresji jodły na terenie kraju. Sprawozdanie naukowe Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
- ZAWADA J. 1984: Przyrostowa charakterystyka stanu zdrowotnego jodeł w Polsce. Materiały na II Krajowe Sympozjum "Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe", Kórnik 1984 – Poznań 1987.
- ZAWADA J., JAWORSKI A., FELIKSIK E., JANUSZEK K., NIEDZIELSKA B. 1987: Badania wpływu czynników ekologicznych na stan zdrowotny i kondycję wzrostową drzewostanów jodłowych na nizinach i w górach. Sprawozdanie naukowe Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
- ZAWADA J. 1990: Badania wpływu wybranych czynników siedliskowych na żywotność drzewostanów jodłowych i świerkowych pozostających pod wpływem emisji przemysłowych w górach. Sprawozdanie naukowe Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
- ZAWADA J. 1993: Nowe trendy w rozwoju drzewostanów jodłowych oraz propozycje metodyczne ich oceny. Las Pol., 24: 12.
- ZAWADA J. 1994: Analiza przyrostowa jodeł z trzech drzewostanów Nadleśnictwa Jeleśnia. III Krajowe Sympozjum "Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe", Poznań, 23-25. V.
- ZAWADA J., KOWALSKI S., OBŁOZA E., KWIATKOWSKI G. 1995: Porównawcze badania wybranych właściwości chemicznych i biologicznych wierzchnich warstw gleb w warunkach obniżonej żywotności drzewostanów iglastych. Cz. A. Sprawozdanie naukowe Inst. Bad. Leśn., Warszawa.