

RUDOLF JACEK WALENDZIK

Degradacja gleb leśnych w Sudetach Zachodnich i próby jej ograniczenia¹

Deterioration of Forest Soils in the Western Sudety Mountains and Attempts of Its Limitation

Wprowadzenie

Tereny leśne Polski Południowej pozostają w największym stopniu pod wpływem SO₂ pochodzącego ze źródeł transgranicznych i rodzimych² a w mniejszym stopniu NO_x, F, Cl, O₃ jak również Pb, ZN, Cu, Cd (lokalnie również dużym np. w GOP). Występują w tej części kraju, obok wymienionych: fenole, węglowodory, połączenia aromatyczne, Fe, Cr, Ni i inne oddziałujące również niekorzystnie na środowisko.

Związki siarki i inne wnikając do gleby powodują powstawanie słabych kwasów (siarkowego, azotowego, solnego, fluorowodorowego), które w procesie dysocjacji uwalniają wodór (H⁺) wypierający kationy odżywcze (K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) z kompleksu sorpcyjnego. Prowadzi to do szybszego zakwaszania gleby i jej ubożenia. Zjawiska te zachodzą już w powietrzu, gdzie słabe kwasy oddziałują parząco na organy asymilacyjne, co jest szczególnie szkodliwe w warunkach górskich ze względu na stagnujące mgły i większą ilość opadów.

W zakwaszonych znacznie glebach następuje nadmierne uruchomienie (przejście w formy rozpuszczalne) glinu, żelaza a często i manganu, które mogą być pobierane przez rośliny w znacznych ilościach, blokując drogi wejścia innym kationom lub działając niszcząco na włósniki (glin).

W normalnych warunkach procesy zakwaszania są neutralizowane dopływem kationów z prawidłowo rozkładającej się opadłej biomasy (igły, liście, gałązki, kora, runo, itp.) jak i hamowane zdolnościami buforowymi gleby — uzależnionymi w dużym stopniu od jej

¹ Jest to referat wygłoszony na sesji naukowej PTL pt. "Problemy odtwarzania lasu w Sudetach Zachodnich" w Szklarskiej Porębie we wrześniu 1993 r.

² Dane z "Raportu o stanie środowiska leśnego woj. jeleniogórskiego za 1992 r." — 60% SO₂ pochodzi z Niemiec, 32% z Czech a tylko 8% z Polski.

uziarnienia, składu mineralogicznego i podatności minerałów na wietrzenie jak i ilości oraz jakości materii organicznej a głównie jej stopnia rozkładu.

Procesy destabilizacyjne ekosystemów leśnych, wg współczesnej wiedzy, zachodzą ostrzej i szybciej w warunkach ekstremalnych, nawet przy niższych wartościach czynników toksykujących środowisko — np. górnej granicy lasów (niskie temperatury, nadmierne wiatry wysuszające i osłabiające roślinność, wysoka wilgotność, itp.), ubogich siedlisk leśnych, ciągłych emisji i imisji przemysłowych, itp.

Takim przykładem destabilizacyjnym, gdzie nałożyło się na siebie wiele wymienionych czynników jest klęska ekologiczna lasów w Sudetach Zachodnich.

Stan gleb leśnych w Sudetach Zachodnich

Gleby leśne tej części Sudetów stanowią w większości, pod względem typu — gleby brunatne kwaśne, często bielcowane, rzadziej bielcowe. Na zakłębionych powierzchniach występują tu typowe torfowiska górskie. Gleby te są przeważnie płytkie, rzadko powyżej 1 m miąższości, w wierzchnich warstwach są to z reguły piaski gliniaste lekkie i mocne, rzadziej gliny, które występują głębiej. Gleby te zostały wytworzone z ubogich w składniki mineralne skał krystalicznych, głównie granitów hercyńskich, gnejsogranitów kaledońskich i starszych, gnejsów i łupków krystalicznych wieku archaicznego lub algonckiego.

Bliższą charakterystykę tych gleb (skład chemiczny) podano w dwóch tabelach, opierając się na wynikach badań własnych ZGN prowadzonych od 1986 roku w Szklarskiej Porębie. W tabelach obok charakterystyk gleb górskich (podanych w rozbiciu na uprawy i halizny — jako tereny odkryte oraz drzewostany) przedstawiono dla porównania charakterystyki glebowe siedlisk "naturalnych" (nieskażonych, niezdegradowanych) borowych Białowieży i Augustowa oraz lasowych Białowieży. Przez takie zestawienie starano się stworzyć możliwości porównania stopnia degradacji gleb górskich z naturalnymi — zdając sobie sprawę z niedoskonałości tego porównania, ale traktując je z konieczności (brak gleb górskich nieskażonych w kraju) jako pewne przybliżenie pomocne w ocenie warunków glebowych.

Wyniki analityczne gleb przedstawione w tabeli 1 wskazują, że gleby górskie charakteryzują się zdecydowanie niskim odczynem, zwłaszcza w poziomie Ofh terenów odkrytych (halizny, uprawy) gdzie pH w KCl waha się w granicach 2,4 do 2,9 przy nieco wyższym pod drzewostanami 2,6 do 3,0.

Rozkład materii organicznej w górskich terenach odkrytych jest wyraźnie zahamowany w poziomie Ofh, gdzie C:N waha się od 25 do 35 zaś pod drzewostanami 20 do 25. Ilościowa zawartość N ogółem jest wyraźnie mniejsza w terenach odkrytych, wahając się od 0,8 do 1,2% w poziomie Ofh i 0,1 do 0,2% w A, przy większej pod drzewostanami, odpowiednio 1,0 do 1,5% i 0,4 do 0,8%. Wyraźnie słabsze warunki występują w ilościowej zawartości wymiennych składników pokarmowych wyrażonych w mg/100 g gleby: K w terenach odkrytych waha się w przedziale 20 do 40 mg w poziomie Ofh, zaś pod drzewostanami 30 do 60 mg, w A odpowiednio 3 do 8 mg i 10 do 20 mg, Ca w poziomie Ofh odpowiednio 20 do 40 mg i 40 do 60 mg i w A 8 do 10 mg i 10 do 15 mg, Mg w Ofh 10 do 15 mg i 20 do 25 mg a w A 2 do 4 mg i 5 do 15 mg, co znajduje potwierdzenie w mniejszym wysyceniu

kompleksu sorpcyjnego jak i w mniejszej pojemności sorpcyjnej. Ilościowa zawartość łatworozpuszczalnego P_2O_5 jest również znacznie mniejsza w terenach odkrytych.

Porównanie charakterystyk siedliskowych terenów skażonych Szklarskiej Poręby z nieskażonymi Białowieży i Augustowa w tym względzie (tab. 1), wskazuje wyraźnie na słabsze warunki w terenach górskich, przy wyraźnie korzystniejszych na siedliskach lasowych w porównaniu z borowymi — w terenach nieskażonych.

Wyniki tabeli 2, ujawniają zdecydowanie wyższą zawartość Al_2O_3 w terenach odkrytych górskich, gdzie w poziomie Ofh jego ilość waha się od 400 do 600 mg/100 g gleby i 300 do 500 mg w A, zaś pod drzewostanami odpowiednio 300 do 500 oraz 200 do 300 mg. Przy podobnej ilości S i Pb w poziomach Ofh w terenach odkrytych i pod drzewostanami, wyraźniej zaznacza się ich akumulacja głębiej, w odkrytych. Zawartości Mn i Zn wskazują na intensywniejsze ich wyflukiwanie w terenach odkrytych. Ilości pozostałych (Fe, Cu, Cd) na obu rodzajach terenów są podobne.

Przy porównaniu wyników analitycznych gleb, przedstawionych w tabeli 2, (siedliska skażone z nieskażonymi), wyraźnie zaznacza się większa ilość składników toksykujących siedliska — w górskich glebach skażonych, a szczególnie w terenach odkrytych. Również wyniki analityczne gleb, przedstawione w tabeli 1, świadczą o niedoborze składników pokarmowych w glebach górskich, w tym w glebach terenów odkrytych.

Stan odżywienia lasów

Ilościowa zawartość podstawowych składników pokarmowych w igłach świerka, w różnym wieku, od jednorocznych do kilkuletnich — stanowiąca główny wskaźnik odżywienia, wykazuje w najwyższym stopniu zakłócenia w ilościowej zawartości S, wahającej się najczęściej w granicach 0,2–0,4%. Pozostałe składniki pokarmowe oscylują w granicach zbliżonych do względnie normalnych i na ogół oscylują w przedziałach: N, 1,3–1,7%, P, 0,11–0,17%, K, 0,50–0,90%, Mg, 0,09–0,15% i Ca, 0,25–0,50%. Wskaźniki stanu odżywienia gatunków iglastych podawanych w literaturze — w warunkach normalnych sprowadzają się do ilościowej zawartości S nie przekraczającej 0,11–0,12%, zaś N 1,7–1,8% i do stosunku S:N nie przekraczającego 0,05–0,07.

W przypadku Szklarskiej Poręby ilościowa zawartość S, jak już wymieniano waha się najczęściej w granicach 0,2–0,4%, przekraczając znacznie podaną granicę, jak również i druga, waha się bowiem w przedziale 0,15–0,25.

Wydaje się przy tym, że w warunkach ekstremalnych (pod wieloma względami) w górach, kryterium wskaźników powinno być ostrzejsze, w sensie ich zmniejszenia. W wielu badaniach podkreśla się większą toksyczność SO_2 na drzewostany — w warunkach współdziałania z metalami ciężkimi (co ma miejsce w Sudetach) jak również podkreśla się, że nawet niższe stężenia SO_2 w powietrzu działające latami, wpływają dodatkowo niekorzystnie na lasy (co ma również miejsce). Ważnym wskaźnikiem stanu żywotności lasu jest jego stan ryzosfery a głównie mikoryzowy.

Stwierdza się, że dopóki skutecznie funkcjonują ektotroficzne mikoryzy — drzewa są wystarczająco chronione przed nadmiernym zakwaszeniem gleby i toksycznym działaniem

TABELA 1
 Reprezentatywne wartości charakterystyk glebowych dla terenów: skażonych Szklarskiej Poręby i nieskażonych Białowieży i Augustowa

Miejsce siedlisko	Poz. gen.	pH _{KCl}	C%	N%	C:N	mg/100 g gleby				Th me/100 g	Vh%
						P ₂ O ₅	K	Ca	Mg		
Szklarska Por. 700- -900 m n.p.m., lasy gór., pow. odkryte	Ofh	2,4-2,9	25-35	0,80-1,2	25-35	3-5	20-40	20-40	10-15	50-70	5-8
	A	2,8-3,4	2-3	0,10-0,20	15-20	0,5-1	3-8	8-12	2-4	15-20	3-5
	B	3,2-3,8	-	-	-	0,3-0,5	2-3	3-5	0,5-1	5-10	2-3
Szklarska Por. 700- -900 m n.p.m., lasy górskie, drzewostany	Ofh	2,6-3,0	20-40	1,0-1,5	20-25	5-8	30-60	40-60	20-25	80-100	8-10
	A	2,9-3,5	4-6	0,4-0,8	15-20	1-1,5	10-20	10-15	5-10	25-50	4-8
	B	3,4-3,9	-	-	-	0,5-0,7	5-8	7-10	3-5	15-20	4-6
Białowieża Augustów siedliska borowe	Ofh	3,5-3,8	30-35	1,0-1,5	20-30	8-12	50-70	80-100	40-60	50-70	10-15
	A	3,1-3,6	2-3	0,10-0,15	15-20	3-5	5-8	12-20	3-7	6-10	8-12
	B	3,4-3,8	-	-	-	2,4	2-6	10-15	2-3	3-5	10-20
Białowieża siedliska lasowe	Ofh	3,5-4,0	25-35	1,2-1,6	15-20	20-30	80-90	100-120	40-60	60-90	15-25
	A	3,3-3,8	2-3	0,15-0,25	10-15	4-8	10-20	30-40	8-10	10-12	20-25
	B	3,7-4,2	-	-	-	3-6	5-10	12-15	3-5	4-6	25-35

Oznaczenia: pH – potencjonometrycznie, C org. – wg. Tiurina, N og. – wg. Kjeldahla, P₂O₅ – wg. Egnera-Riehma, K, Ca, Mg – ekstr. 1 n octanem amonu, Th – pojemność sorpcyjna (suma zasad wymien. + kwasowość hydrolytyczna), Vh – stopień wysycenia zasadami kompleksu sorpcyjnego

TABELA 2

Zakresy wartości ważniejszych składników glebowych toksykujących siedliska lasne w Szklarskiej Porębie w porównaniu z zakresami tych składników na siedliskach nieskażonych Białowieży i Augustowa

Miejsce siedlisko	Poz. gen.	mg/100 g gleby		Mn*	Zn	Pb	Cu	Cd	
		S	Fe						
				mg/100 g gleby — ppm					
Szklarska Por. 700-900 m n.p.m. lasy górskie, pow. odkryte	Ofh	200-300	500-1000	400-600	50-100	50-70	150-200	20-25	2-3
	A	100-200	1500-2000	300-500	80-150	40-50	100-150	15-20	1-2
	B	30-100	2000-3000	200-400	150-300	30-50	50-100	5-15	<1

Szklarska Por. 700-900 m n.p.m. lasy górskie, drzewostany	Ofh	250-300	1000-1500	300-400	60-200	60-80	150-200	20-25	2-3
	A	50-80	1500-2000	200-300	200-400	50-100	80-120	10-15	1-2
	B	30-60	2000-3000	100-200	400-600	70-100	40-80	5-10	<1

Białowieża Augustów siedliska borowe	Ofh	80-120	250-500	150-250	50-150	40-80	20-40	10-30	<1
	A	30-50	300-600	50-100	100-300	20-40	10-20	1-3	<1
	B	10-30	400-700	20-40	150-200	15-20	5-10	1-3	<1

Białowieża siedliska lasowe	Ofh	50-150	250-500	50-80	50-100	40-80	20-40	10-20	<1
	A	10-30	300-600	20-40	100-250	20-40	10-20	1-3	<1
	B	10-20	400-700	20-40	100-200	15-20	5-10	1-3	<1

Oznaczenia:	po spaleniu w HClO ₄ :S — nefelometrycznie, Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Cd — spektrofotometrycznie (spektrofotometr absorpcji atomowej, Al ₂ O ₃ — wymienny wg Sokółowa								

*zróżnicowane — wyniki z różnych powierzchni odbiegają znacznie od podanych uśrednionych, zarówno w terenach skażonych jak i nieskażonych (znacznie w terenach nieskażonych).

glinu oraz innych metali, spełniając jednocześnie funkcje: ochronne korzeni przed patogenami, usprawniania gospodarki wodą (szczególnie w okresach suszy i mrozów) i bardzo ważne symbiotyczne polegające na pośredniczeniu w dopływie składników pokarmowych.

Obserwacje stanu mikoryzowego w Sudetach wskazują na postępujące zawężanie spektrum mikoryzowego a miejscami na całkowity zanik ektomikoryz jak i obumieranie drobnych korzeni a nawet całych systemów korzeniowych.

Skutki zabiegów rewitalizacyjnych gleb — badania własne ZGN

Zabiegi rewitalizacyjne gleb w Szklarskiej Porębie sprowadzają się w największym stopniu do wapnowania i nawożenia mineralnego w terenie jak i do zróżnicowania doświadczeń wazonowych prowadzonych w hali wegetacyjnej w Sękocinie (wazony są na wybiegu a tylko w czasie deszczu znajdują się pod dachem).

W badaniach wazonowych o charakterze symulacyjnym, prowadzonych w latach 1986–1988, w ramach diagnostyki mineralnego nawożenia lasów w rejonach skażonych, stwierdzono³, że:

- przy optymalnym zaopatrzeniu w składniki pokarmowe, sosna pobiera z gleby minimalne (na granicy oznaczalności) ilości Pb i Cd, około 130 ppm Zn i 400–800 ppm Mn, przy czym ten ostatni jest w nieco większych ilościach przemieszczany do części nadziemnych,
- zastosowanie wzrastających dawek Zn, Pb, Cu i Cd w warunkach kultur glebowo-wodnych powoduje wzrost pobierania tych składników przez sosnę, aż do wartości toksycznych, tj, zahamowania wzrostu, przy czym Pb i Cu kumulują się głównie w korzeniach zaś Zn i Cd przemieszczają się w nieco większych ilościach do części nadziemnych,
- optymalne zaopatrzenie w składniki pokarmowe sosny rosnącej w kulturach wodnych redukuje w zancznym stopniu pobieranie metali ciężkich, a więc obniża próg toksyczności przy ich znaczniejszej ilości w roztworze wodnym,
- pobieranie metali ciężkich z roztworów glebowych może być znacznie ograniczone przez zastosowanie substancji organicznej o dużej zdolności sorpcyjnej oraz wapnowania (doświadczenia wazonowe glebowe).

W doświadczeniach wazonowych na glebach skażonych⁴ (w układzie profilowym jak w terenie, do głęb. 40 cm) ze Szklarskiej Poręby — ze świerkiem w kontrolowanych warunkach wilgotnościowych i w mało skażonym środowisku Sękocina, z nawożeniem mineralnym i wapnowaniem — najlepsze rezultaty dały warianty z N (NPK, NK, NP), słabsze samo N i PK, najslabsze kontrolne. Przy czym lepsze rezultaty w tym układzie otrzymano przy wapnowaniu łączonym z nawożeniem mineralnym (wapno dolomitowe).

Wysokości sadzonek najlepszych wariantów były dwukrotnie większe a masowo trzykrotnie większe w stosunku do kontroli.

³ Sprawozdanie za okres 1986–1988 (IBL-ZGN, maszynopis), A. Ostrowska, Z. Szczubińska. temat 15.3.1.005.04

⁴ Opracowania w końcowej części pracy — R.J. Walendzik i inni

W doświadczeniach terenowych ze świerkiem⁵ na uprawach w Szklarskiej Porębie, przy mniej kontrastowych różnicach otrzymano podobny układ wariantów pod względem efektywności jak w wazonach (naturalne warunki górskie + skażenia powietrza) — w stosunku do kontroli, przy czym stanowiły one przeciętnie 0,5 do 0,7 wartości otrzymanych w wazonach.

W doświadczeniach terenowych w Szklarskiej Porębie w młodnikach, prowadzonych od 1987 roku z nawożeniem mineralnym i wapnowaniem, uzyskano wiele pozytywnych rezultatów, do których należy zaliczyć:

- ilościowy wzrost składników mineralnych wymiennych K, Ca, Mg i łatwo rozpuszczalnego P_2O_5 w glebach,
- odkwaszenie gleby w wariantach z wapnowaniem, w poziomach Ofh i A, przeciętnie 0,4–0,5 pH w KCl,
- wzrost zawartości w najwyższym stopniu Mg i w mniejszym pozostałych, przy zaznaczającym się wyraźniej zmniejszeniu S i w mniejszym metali ciężkich — zwłaszcza w igłach dwuletnich i starszych.

Obserwacje przeprowadzone na wielkoobszarowych powierzchniach w Szklarskiej Porębie wapnowanych z samolotu, przy zastosowaniu 1,65 t sproszkowanego dolomitu na 1 ha wykazały iż gleby charakteryzowały się w drugim roku po wapnowaniu: zmniejszoną kwasowością (głównie w poziomie A, pH w KCl wzrósł z 3,1 do 3,5), wzrostem zawartości Ca i Mg oraz K i P_2O_5 w poziomach Ofh i A, lepszym rozkładem materii organicznej, czego potwierdzeniem jest obniżenie się stosunku C:N z 33 do 29 w poziomie Ofh. Należy sądzić, że przy połączeniu wapnowania z samolotu z nawożeniem mineralnym efekty byłyby znacznie lepsze.

Efektywność zabiegów wapnowania i nawożenia jest w dużym stopniu determinowana: warunkami klimatycznymi (ogólnie abiotycznymi) jak i biotycznymi (jeleniowate, gryzoni, szkody powodowane przez owady, szkody powodowane przez patogeny, itp.) jak i niedoskonałością sadzenia, niewłaściwym materiałem sadzeniowym, mało skuteczną pielęgnacją lub jej brakiem (zwłaszcza w zwalczaniu trzcinnika skutecznie zagłuszającego sadzonki i konkurującego z uprawami o składniki pokarmowe), obawą przed nadmiernym przetrzebieniem istniejących młodników i drzewostanów, zbyt małym usuwaniem zamierzających drzew stanowiących naturalne źródło do rozmnażania się owadów i grzybów patogenicznych jak i prawdopodobnie jeszcze innymi czynnikami.

Za wymienionymi argumentami, osłabiającymi efektywność zabiegów rewitalizacyjnych w górach, przemawiają znacznie lepsze efekty tych zabiegów uzyskiwane w terenach skażonych na niżu.

⁵ Jak i wszystkimi dalej wymienionymi — R.J. Walendzik i inni w opracowaniach przedstawionych w końcowej części pracy.

Zarys problematyki związanej z zabiegami rewitalizacyjnymi

Badania nad wapnowaniem gleb leśnych jak i praktyczne jego stosowanie na większą skalę (poprzedzone badaniami w Niemczech, Czechosłowacji, Szwecji i innych krajach) wykazały pozytywny wpływ dawek od 1,5 do 3 t/ha dolomitu.

Stosowanie zbyt wysokich dawek wapna oceniane jest negatywnie gdyż może prowadzić: do nadmiernego odkwaszenia gleby, gwałtownego rozpadu materii organicznej, spadku pojemności sorpcyjnej, zaniku mikoryz a zwłaszcza ektomikoryz, na skutek konkurencyjności nadmiernie rozmnażającej się w tych warunkach ilości bakterii jak i do innych niekorzystnych zjawisk np. hormonalnych, enzymatycznych, itp.

Większość badaczy podkreśla, że przy umiarkowanym wapnowaniu następuje sukcesywne uwalnianie składników z materii organicznej (głównie z butwin), które w znacznym stopniu zapewniają dopływ pokarmu do drzewostanów i upraw, przy czym następuje równocześnie niewielkie odkwaszenie gleby. Ogólnie jednak często zwraca się uwagę na niedobory K i P, przy zaspokojeniu dopływu Ca i Mg. Opinie na temat niedoborów lub nadmiarów N są zróżnicowane, co wiąże się prawdopodobnie w największym stopniu z ilością tlenków azotu w powietrzu i cieplejszymi warunkami klimatycznymi sprzyjającymi lepszemu pobraniu N.

Jednocześnie większość badaczy wskazuje na duże znaczenie profilaktyczne zabiegów wapnowania i nawożenia mineralnego w terenach skażonych, przyczyniających się do spowolnienia procesów destabilizacyjnych ekosystemów leśnych i degradacyjnych gleb.

Na ogół sugestie badaczy idą w kierunku łączenia zabiegów wapnowania i nawożenia mineralnego — podkreślając niezbędność analizowania gleb i roślin i na tej podstawie wypracowywania konkretnych zaleceń, poprzedzanych eksperymentami w terenie, przy uwzględnieniu: warunków geologicznych, składu i wieku drzewostanów ich stanu witalności, jakości i ilości próchnicy nadkładowej, stopnia zakwaszenia gleb i jej składu granulometrycznego, stopnia skażenia środowiska ekosystemów leśnych, warunków fizjograficznych terenu, itp.

Zapobieganie i ograniczanie degradacji leśnych gleb górskich

W przedstawionych warunkach postępującej degradacji gleb leśnych w Sudetach Zachodnich — ważne staje się obniżenie ich zakwaszenia i wzbogacenia w składniki pokarmowe, a pośrednio wzmożenie tą drogą aktywności biologicznej, grzybowej i enzymatycznej, ich rewitalizowania wraz z drzewostanami.

Stosownie do przedstawionych w opracowaniu wyników badań własnych jak i dostępnej literatury, zadaniu temu mogą w znacznym stopniu sprostać zabiegi wapnowania i nawożenia mineralnego, traktowane obok rewitalizacyjnych również jako ratownicze. Zabiegi te powinny być różnicowane pod wieloma względami — stosownie do stwierdzeń wymienionych w poprzednim rozdziale.

Zabiegami rewitalizacyjnymi powinny być objęte w pierwszej kolejności młodsze drzewostany i 2–4-letnie uprawy w niższych i wyższych partiach górskich, gdyż one charakteryzują się znaczną witalnością. Dowodem na to są istniejące młodniki w wyższych partiach

górkich, wokół których już wyginęły starsze drzewostany. Zarówno te młodniki jak i uprawy dają większą gwarancję na dłuższe utrzymanie powierzchni w stanie zalesionym. Zabiegami ratowniczymi powinny być objęte, w drugiej kolejności, drzewostany starsze w niższych partiach górskich a następnie i w wyższych, licząc się z ich mniejszą skutecznością.

W sukurs nawożeniu mineralnemu i wapnowaniu powinny iść zabiegi hodowlane i pielęgnacyjne — polegające na niszczeniu chwastów w uprawach, racjonalnym czyszczeniu młodników i trzebieniu drzewostanów z preferowaniem usuwania drzew obumierających, nie mówiąc już o odpowiednim doborze gatunków, proweniencyjnie związanych z górkimi terenami skażonymi, a w przyszłości mikoryzowanymi właściwą szczepionką ektomikoryzową, przy niezbędnym grodzeniu upraw i innym zabezpieczeniu ich przed szkodnikami.

Bardzo ważne jest, w miarę jak najszybsze zalesienie terenów odkrytych (mocniej zdegradowanych), w celu zapobieżenia wszelkim niekorzystnym zjawiskom degradacyjnym gleb (ubytkowi materii organicznej, wypłukiwaniu i splukiwaniu składników pokarmowych, akumulacji toksykantów, erozji gleb, itp.).

Odnawianie wymaga szczególnie pieczołowitego sadzenia w sensie niedopuszczania do pozostawiania sadzonki w zagłębieniu (co często ma obecnie miejsce), w którym stagnująca woda, zarówno z obfitszych opadów jak i z rozpuszczonego śniegu, przy mniej lub trudniej przepuszczalnym podłożu prowadzi do gnicia systemów korzeniowych i przepadaniu upraw.

Obiecującym sposobem uprawy gleby, do planowanych odnowień, wydaje się być jej przygotowanie ciężkim sprzętem zmechanizowanym, przez wyorywanie pasów i odwracanie zdartej pokrywy — na płaskowyżach jak i w terenach o mniejszym nachyleniu stoków. Obserwuje się na tych powierzchniach lepszą udatność, przy spowolnionej inwazji trzcinnika oraz traw na uprawy (przykłady ze Szklarskiej Poręby).

Nawet jednak najlepsze posadzenie i wysoka udatność powinny być wspierane, przez kilka pierwszych lat uprawy, niszczeniem trzcinnika i traw na placówkach wokół sadzonek.

Dotychczasowe wyniki badań i dane literatury wskazują na ogólnie lepszą efektywność zabiegów nawożenia mineralnego i wapnowania — w terenach mniej skażonych, na mniej zdegradowanych glebach co sugeruje, że zabiegi te należy wprowadzać w lasach o mniejszym stopniu uszkodzenia. Może to w znacznym stopniu zapobiec ich unicestwieniu lub znacząco odsunąć w czasie ten moment (zwłaszcza w warunkach ekstremalnych, górskich). Zabiegi wapnowania i nawożenia mineralnego są szczególnie ważne w przypadku upraw i młodników charakteryzujących się większą witalnością.

Wymienionym celom, tj. ograniczania degradacji gleb leśnych i rewitalizacji gleb i drzewostanów służą opracowane w Zakładzie Gleboznawstwa i Nawożenia Instytutu Badawczego Leśnictwa, Wytyczne i Zasady — odnoszące się do warunków górskich i nizinnych w strefach zagrożenia ekologicznego:

- Ramowe wytyczne wapnowania gleb leśnych na terenach pozostających pod szkodliwym wpływem emisji przemysłowych. LP — IBL, Warszawa, 1988 (prof. dr Roman Pachlewski, dr inż. Rudolf, Jacek Walendzik).
- Wstępne zalecenia dla praktyki w zakresie diagnostyki mineralnego nawożenia lasów w rejonach przemysłowych o charakterze kwaśnym. LP — IBL, Warszawa, 1990 (dr inż. Rudolf, Jacek Walendzik, dr Grażyna Szołtyk).
- Wytyczne wapnowania gleb leśnych w Sudetach Zachodnich, z uwzględnieniem nawożenia mineralnego (wytyczne etapowe). LP-IBL. Warszawa, 1991 (dr inż. Rudolf, Jacek Walendzik, dr Grażyna Szołtyk).
- Zasady wapnowania i nawożenia drzewostanów na terenach zagrożenia ekologicznego. MOŚNiL — IBL, Warszawa, 1992 (dr inż. Rudolf, Jacek Walendzik, dr Grażyna Szołtyk i inni).

*Z Zakładu Gleboznawstwa i Nawożenia
Instytutu Badwczego Leśnictwa*

Summary

It was found in pot trials with Scots pine in water solutions, at a simulation of contamination with heavy metals, carried out in 1986–1988, that with an optimal mineral fertilization and liming or organic admixture one can regulate an uptake of nutrients, including limitation of the uptake of heavy metals.

Several positive effects were achieved after liming (with dolomite) and mineral fertilization during the investigations carried out since 1987 with Norway spruce in the area of ecological disaster in the Western Sudety Mountains as well as in pots with the soil of profile pattern, taken from the region mentioned, with characteristic low pH in KCl (below 3.0 as a rule) and with higher content of sulphur and heavy metals.

A drop of soil acidity was found, in two year after liming, by 0.4–0.5 pH on the average, as well as a drop of exchangeable Ca, Mg, and K, as well as P₂O₅ — in the raw humus layer. At a joint use of liming and mineral fertilization those effects were more distinct and they penetrated deeper, i.e. in the accumulation-humification horizon. The impact of the latter treatments was noted to be more favourable for the growth of spruce, in NPK, NK, and NP variants, while it was clearly weaker in the variants without N. A quantitative increase of the contents of macronutrients in spruce needles as a rule a decrease of the contents of sulphur and heavy metals, especially in 2-year-old needles were found after liming and mineral fertilization treatments.