

JUSTYNA CHUDECKA, TOMASZ TOMASZEWICZ

WPLYW ODŁOGOWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI
CHEMICZNE GLEB ERODOWANYCH W DŁUSKU
(WOJ. ZACHODNIOPOMORSKIE)

THE INFLUENCE OF FALLOWING ON CHEMICAL
PROPERTIES OF ERODED SOILS IN DŁUSKO
(ZACHODNIOPOMORSKIE PROVINCE)

Katedra Eroзии i Rekultywacji Gleb, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Abstract: The aim of this work was the determination of changes of basic chemical properties and total Cu, Zn and Mn contents in eroded soils of Dłusko (Zachodniopomorskie Province) abandoned for nine years. After 9 years of lack of agriculture use, the soils from Dłusko, first of all the deluvial soils had: more organic substance, the higher pH reaction and the higher bases saturation of sorption complex. In spite of sorption capacity improvement, the soils from Dłusko, especially deluvial, had the lower Cu, Mn and Zn total contents. The lower contents of heavy metals were in the surface layer (0.5 m) and in the deeper soil layers. This situation can due to higher participation of filtration waters in heavy metal migrations.

Słowa kluczowe: gleby erodowane i deluwialne, odłogowanie, metale ciężkie.

Key words: eroded and deluvial soils, fallowing, heavy metals.

WSTĘP

Od początku lat dziewięćdziesiątych ub. wieku w wyniku spadku opłacalności produkcji rolnej nasilił się proces odłogowania gleb rolniczych. Wnioski co do kierunku zmian właściwości fizykochemicznych gleby odłogowanej są podzielone. Krężel [1990] uważa, że na odłogu gospodarka wodna i próchniczna jest lepsza niż na ugorze czarnym, czy z uprawą roślin w zmianowaniu. Martyn i in. [1998] odnotowali także na kilkuletnich

odłogach wzrost zawartości związków organicznych, wynikający z intensywnie przebiegającego procesu darniowego, zachodzącego przy stałym dopływie świeżej masy roślin. Dzienia i in. [1997] stwierdzili natomiast, że w wyniku wieloletniego ugorowania nastąpiło obniżenie pH gleby, sumy zasad wymiennych, zawartości substancji organicznej i pojemności sorpcyjnej. Podobne wyniki uzyskały Łętkowska i Strączyńska [2001] stwierdzając, że gleby po 9–10-letnim odłogowaniu były silniej zakwaszone niż gleby uprawne i wykazywały wzrost kwasowości hydrolitycznej.

Interesującym problemem jest wpływ odłogowania na zawartość metali ciężkich, szczególnie w przypadku gleb, które w okresie użytkowania rolniczego ulegały intensywnym wpływom erozji wodnej. Na urzeźbionych terenach, gleby użytkowane rolniczo podlegają procesom erozji wodnej, które są przyczyną powierzchniowej migracji pierwiastków [Chudecka, Tomaszewicz 2001]. Wyłączenie gruntu z uprawy może przypuszczalnie wpłynąć na kierunek i intensywność procesów erozji, a tym samym przyczynić się do zmian w charakterze migracji metali ciężkich zarówno w poprzek, jak i wzdłuż stoku.

Celem pracy jest próba oceny wpływu dziewięcioletniego okresu odłogowania na właściwości chemiczne, w tym na ogólną zawartość Zn, Cu i Mn w glebach erodowanych, niegdyś intensywnie użytkowanych przez Państwowe Gospodarstwo Rolne w Dłusku (woj. zachodniopomorskie).

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Pierwsze badania terenowe przeprowadzono na gruntach ornym wsi Dłusko (woj. zachodniopomorskie) w 1990 roku, kiedy były one jeszcze intensywnie użytkowane przez Państwowe Gospodarstwo Rolne. Badaniami objęto gleby zbocza ze średnim spadkiem 10%, położonego w strefie czołowo-morenowej ostatniego zlodowacenia, gdzie dominującym czynnikiem kształtującym morfologię tych gleb była erozja wodna [Koćmit 1992, Koćmit i in. 2001]. Wykonano wówczas cztery odkrywki glebowe: na wierzchowinie, zboczu wypukłym, zboczu wklęsłym i u podnóża zbocza. W 1991 roku grunty te wyłączono z uprawy rolniczej, a w 2000, czyli po dziewięcioletnim okresie odłogowania powtórnie wykonano odkrywki na obszarach poprzednich badań.

W próbkach glebowych pobranych z poziomów genetycznych, według powszechnie stosowanych w gleboznawstwie metodyk, oznaczono: skład granulometryczny, gęstość objętościową, odczyn (pH w KCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), zawartość próchnicy, właściwości sorpcyjne (tab. 1 i 2) oraz ogólną zawartość Zn, Cu, i Mn (tab.3) metodą ASA po wcześniejszym trawieniu jednogramowej naważki gleby w mieszaninie stężonych kwasów: nadchlorowego i azotowego w stosunku 1:1 (5 + 5 ml). Szacowany błąd pomiarowy wynosił dla Cu i Zn – 5%, dla Mn – 10%.

Zawartość metali ciężkich w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy gleby, przeliczono na ich ilość wyrażoną w gramach danego metalu, zawartą w warstwach gleby o miąższości 0,5 m i podstawie 1 m^2 ($\text{g} \cdot 0,5 \text{ m}^{-3}$), uwzględniając gęstość objętościową poziomów genetycznych i ich zasobność w określony metal. Uzyskane w ten sposób zawartości Cu, Zn i Mn ($\text{g} \cdot 0,5 \text{ m}^{-3}$) zsumowano, tak by otrzymać ich ilość w objętości całego profilu glebowego ($\text{g} \cdot 1,5 \text{ m}^{-3}$) – tab. 4.

WYNIKI

Gleby wierzchowiny i zbocza wypukłego (według Systematyki Gleb Polskich, PTG [1989]) zakwalifikowano do typu płowych, mimo że budowa tych gleb została znacznie zmieniona przez erozję wodną (tab. 1 i 2).

W obrębie ich profilu nie można wyodrębnić poziomu przemycia (Eet), a bezpośrednio pod poziomem próchnicznym Ap, występuje diagnostyczny poziom wmycia (Bt), pozwalający na zakwalifikowanie ich do typu płowych [Koćmit 1992, Koćmit i in. 2001]. Gleby wklęsłych odcinków badanego terenu (ze zbocza wklęsłego i podnóża) zakwalifikowano, z uwagi na mięszszy poziom próchniczny, do typu gleb deluwialnych (tab. 1 i 2).

Badane gleby powstały z piasków gliniastych mocnych i glin lekkich (tab. 1 i 2). Zróznicowanie składu granulometrycznego gleb z różnych odcinków zbocza związane jest na pewno z działaniem erozji, ale także w pewnym stopniu może być spowodowane niejednorodnością materiału budującego zbocze. Proces erozji wodnej spowodował odsłonięcie materiałów zwięźlejszych w części zbocza narażonej na zmywanie materiału glebowego (wierzchowina, zbocze wypukłe). Materiał deponowany w obrębie zbocza wklęsłego, jak i podnóża jest zubożony w najdrobniejsze frakcje, w tym ił koloidalny, co uwidacznia się w uziarnieniu tych gleb zarówno w roku 1990, jak i 2000 (tab. 1 i 2).

Według Koćmita [1992], erozja wodna jest czynnikiem znacząco wpływającym na miąższość poziomu próchnicznego i zawartość w nim materii organicznej w silnie urzeźbionym obszarze morenowym. Gleby płowe wierzchowiny i zbocza wypukłego, jako gleby podlegające zmywaniu mają poziom próchniczny niewielkiej miąższości, charakteryzujący się dodatkowo niską zawartością próchnicy (tab. 1 i 2). Wynoszony z wypukłości materiał glebowy zasobny w części organiczne w pewnej części deponowany jest na zboczu wklęsłym oraz u podnóża, o czym świadczy znaczna miąższość poziomu próchnicznego wytworzonych tam gleb deluwialnych. Gleby te równocześnie są wyraźnie zasobniejsze w próchnicę.

Po dziewięcioletnim okresie odłogowania wyraźny wzrost zawartości próchnicy dotyczy obszaru zbocza wklęsłego i podnóża (tab. 1 i 2). Poziom próchniczny gleby płowej wierzchowiny i zbocza wypukłego zawiera w 2000 roku porównywalną z rokiem 1990 zawartość tego składnika.

Gleby badane w 2000 roku wykazywały wyższy odczyn (pH w KCl) niż w roku 1990 (tab. 1 i 2). Szczególnie wyraźny wzrost pH dotyczy gleb deluwialnych (ze zbocza wklęsłego i podnóża). W ślad za wzrostem pH po dziesięciu latach, w tym dziewięciu odłogowania, wzrasta również stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, znowu szczególnie wyraźny dla poziomu próchnicznego gleb deluwialnych.

Porównując zawartości Cu, Zn i Mn w glebach odpowiednich odcinków stoku w Dłusku, w roku 1990 i 2000, po upływie dziewięcioletniego okresu odłogowania zachowujemy stałość warunków fizjograficznych (nachylenie terenu, klimat). Zróznicowanie zawartości miedzi, cynku i manganu wynikać będzie w tym przypadku ze zmiany sposobu użytkowania obiektu.

Ogólna zawartość Cu i Zn w poziomie próchnicznym gleb Dłuska (tab. 3) odpowiada zawartości naturalnej według kryteriów IUNG [Kabata-Pendias i in. 1995]. Średnia zawartość Zn, Cu i Mn w skale macierzystej tego obszaru wynosi: dla Zn – 34,7; dla Cu – 10,6 i dla Mn – 163,7 mg · kg⁻¹ s. m. gleby. Są to wartości zbliżone do uzyskanych

TABELA 1. Skład granulometryczny oraz podstawowe właściwości chemiczne: odczyn (pH w KCl), zawartość próchnicy, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (V) gleb z Dłuska w 1990 roku

TABLE 1. The grain composition and the basic chemical properties: pH reaction in KCl, humus content, bases saturation of sorption complex – V in soils of Dłusko in 1990

Element rzeźby, miąższość i symbol poziomu genetycznego Relief element, thickness and symbol of genetic horizon	pH _{KCl}	Zawartość w % – Content in %							Grupa granulometryczna Granulometric group
		próchnicy of humus	V – base saturation	frakcji granulometrycznych of granulometric fractions					
				piasek sand	pył silt	ił clay	ił koloidalny colloidal clay		
Wierzchowina Mount									
0-22 Ap	4,5	1,1	61,7	48	28	24	11	glp	
22-50 Bt	4,6	0,2	81,0	42	34	24	14	glp	
50-100 C1g	4,0		69,4	43	32	25	14	glp	
100-150 C2g	4,3		62,4	44	30	26	16	glp	
Zbocze wypukłe Convex slope									
0-28 Ap	4,1	0,8	59,2	54	24	22	10	glp	
28-60 Bt	4,2	0,1	85,3	47	31	22	14	glp	
60-100 C1g	4,4		83,8	56	27	17	9	pgmp	
100 -150 C2g	6,0		95,8	47	33	20	9	pgmp/glp	
Zbocze wklęsłe Concave slope									
0-30 Ap	4,1	1,7	42,5	53	29	18	5	pgmp	
30-75 A1	5,0	1,1	69,1	53	29	18	6	pgmp	
75-125 A1	4,9	1,1	58,9	56	27	17	6	pgmp	
125-150 C1g	4,8		63,0	51	36	13	5	pglp	
Podnóże Foot									
0-28 Ap	4,5	2,2	54,8	53	26	21	9	glp	
28-45 A1	4,8	2,2	80,5	49	27	24	9	glp	
45-63 A2	5,0	0,7	92,1	19	38	43	21	gsp	
63-150 C1gg	5,3		92,1	45	37	18	11	pgmp	

przez Czarnowską [1996] na większej ilości próbek ze skały macierzystej o tym samym rodzaju i uziarnieniu. W porównaniu z wyżej przedstawionymi średnimi, które można potraktować za tło geochemiczne, stwierdzić należy, że poziom próchniczny gleb Dłuska zawierał na ogół ilości Cu porównywalne z tłem, a w roku 2000 nawet często wiele niższe. Jeśli chodzi o zawartość Zn, to jego ilość w poziomie próchnicznym w porównaniu z tłem była nieco wyższa, ale tylko w obniżeniach terenu, natomiast odnotowano dużo wyższe ilości Mn na wszystkich elementach zbocza.

TABELA 2. Skład granulometryczny oraz podstawowe właściwości chemiczne: odczyn (pH w KCl), zawartość próchnicy, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (V) gleb z Dłuska w 2000 roku

TABLE 2. The grain composition and the basic chemical properties: pH reaction in KCl, humus content, bases saturation of sorption complex – V in soils of Dłusko in 2000

Element rzeźby, miąższość i symbol poziomu genetycznego Relief element, thickness and symbol of genetic horizon	pH _{KCl}	Zawartość w % – Content in %						Grupa granulometryczna Granulometric group
		próchnicy of humus	V – base saturation	frakcji granulometrycznych of granulometric fractions				
				piasek sand	pył silt	ił clay	ił koloidalny colloidal clay	
Wierzchowina Mount								
0-22 Ap	4,7	1,0	85,8	50	21	29	15	gl
22-50 Bt	4,7	0,3	80,3	49	21	30	14	gl
50-100 C1	4,6		78,3	51	20	29	15	gl
100-150 C1	4,4		78,3	47	22	31	15	gl
Zbocze wypukłe Convex slope								
0-28 Ap	4,2	0,8	67,9	56	20	24	14	gl
28-60 Bt	4,3	0,2	80,6	58	18	24	14	gl
50-100 C1	4,3		78,3	52	20	28	17	gl
100-150 C1	4,2		76,4	50	20	30	18	gl
Zbocze wklęsłe Concave slope								
0-30 Ap	4,6	1,5	61,0	55	25	20	12	pgmp/glp
30-75 A1	4,9	1,4	73,1	56	25	19	11	pgmp
75-125 A1	5,0	1,2	67,4	58	24	18	9	pgm
125-150 Cgg	5,4		75,4	65	22	13	7	pgl
Podnóże Foot								
0-30 Ap	5,5	2,8	81,7	47	31	22	11	glp
30-60 A1gg	5,6	3,8	86,8	48	28	24	11	glp
60-80 A1gg	5,7	1,5	90,8	44	27	29	18	glp
80-150 Cgg	5,8		89,6	54	26	20	12	pgmp/glp

Explanations for Tables 1 and 2: pgl – light loamy sand, gl – light loam, pglp – light loamy dusty sand, glp – light dusty loam, pgm – heavy loamy sand, gsp – medium dusty loam, pgmp – heavy loamy dusty sand

Należy zatem stwierdzić, że wpływ antropopresji (wynikającej z użytkowania rolniczego) na tym obszarze ujawnia się najbardziej przez zwiększoną zawartość Zn i Mn.

Wpływ procesów erozyjnych na zróżnicowaną zawartość metali w terenie urzeźbionym w ogólnym ujęciu wyraża się tym, że spływające powierzchniowo wody mogą nieść pewien ładunek tych składników z elementów zmywanych ze zbocza zarówno w

formie rozpuszczonej, jak i wraz z unoszonymi cząstkami glebowymi i deponować go w obniżeniach terenowych, w tym w ciekach wodnych. Obniżenia deluwialne w zależności od swojego charakteru i nasilenia procesów erozyjnych mogą zostać wzbogacone w próchnicę i części spławialne i jednocześnie w metale ciężkie lub zubożone w te składniki.

Średnia zawartość metali w poziomie próchnicznym gleby deluwialnej podnóża w 1990 wynosi: dla Zn – 51,6; dla Cu – 11,6 i dla Mn – 331,9 mg · kg⁻¹ s.m. gleby (tab. 3). W porównaniu z zawartościami tych pierwiastków w poziomie próchnicznym odcinków zmywanych (wierzchowiny i zbocza wypukłego) wynoszącymi: dla Zn – 36,2, dla Cu – 10,5 i dla Mn – 334,3 mg · kg⁻¹ s.m. gleby, należy stwierdzić niewielkie wzbogacenie osadów deluwialnych podnóża w cynk. Osady te natomiast wykazywały porównywalną ze zmywanym poziomem próchnicznym ilość Cu i Mn. Możliwość kumulowania Zn, Cu i Mn przez osady deluwialne, wzbogacone w części spławialne, w tym szczególnie il koloidalny, widoczna staje się przy przeanalizowaniu ich warstwy 45–63 cm z gleby deluwialnej podnóża z 1990 roku (tab. 1 i 3). Poziom próchniczny zbocza wklęsłego w roku 1990 nie zawierał większych ilości Cu, Zn i Mn w stosunku do poziomu próchnicznego wierzchowiny i zbocza wypukłego, co znajduje swoje uzasadnienie przy przeanalizowaniu jego uziarnienia.

Średnia zawartość metali w poziomie próchnicznym gleby deluwialnej podnóża w 2000 roku wynosi: dla Zn – 50,4; dla Cu – 8,9 i dla Mn – 276,0 mg · kg⁻¹ s.m. gleby i w porównaniu ze średnimi zawartościami tych metali w zmywanym poziomie próchnicznym (wierzchowiny i zbocza wypukłego), a wynoszącymi: dla Zn – 40,2, dla Cu – 10,0 i dla Mn – 184,3 mg · kg⁻¹ s.m. gleby; należy stwierdzić, że niewielkie wzbogacenie osadów deluwialnych dotyczy cynku i manganu, natomiast wyraźne staje się ich zubożenie w miedź (tab. 3). Poziom próchniczny zbocza wklęsłego, zubożony w stosunku do zmywanego w części koloidalne, zawiera w porównaniu z nim niższe zawartości Cu, Zn i Mn, podobnie jak w 1990 roku. Procesy erozji wodnej powodują zatem migrację najdrobniejszych cząstek glebowych mineralnych i organicznych, a wraz z nimi także migrację Cu, Zn i Mn, przy czym odpływowy charakter rozpatrywanych na badanym terenie obniżeń (zbocze wklęsłego i podnóża) uniemożliwia ich wzbogacanie w te składniki glebowe i pierwiastki; stają się one raczej miejscami pośredniczącymi w ich dalszym przekazywaniu w niższe partie terenu, w tym do cieków wodnych.

Porównanie zawartości Cu, Zn i Mn w poziomie próchnicznym badanego zbocza (wszystkich jego analizowanych elementów rzeźby) w latach 1990 i 2000 wyraźnie wskazuje na ich ubytek w badanym okresie czasu (w ciągu 10 lat), przy czym największy ubytek dotyczy Cu i Mn, mniejszy Zn (tab. 3).

W celu dokładniejszych porównań, zawartość metali ciężkich przeliczono na ich ilość wyrażoną w gramach danego metalu, zawartą w warstwach gleby o miąższości 0,5 m i podstawie 1 m² (g · 0,5 m⁻³), uwzględniając gęstość objętościową poziomów genetycznych i ich zasobność w określony metal (tab. 4). W tym ujęciu danych, widoczne staje się zubożenie w metale wierzchniej (najbardziej narażonej na wpływy erozyjne) 0,5-metrowej warstwy gleb deluwialnych w stosunku do wierzchniej warstwy gleb erodowanych, przy czym zubożenie to wyraźniejsze jest w 2000 roku i szczególnie w przypadku Cu. Wspomniana, wierzchnia warstwa gleb każdego elementu zbocza niemal zawsze zawiera ilości metali niższe w 2000 roku w porównaniu z rokiem 1990.

TABELA 3. Ogólna zawartość Zn, Cu i Mn w glebach obiektu Dłusko w latach 1990 i 2000
 TABLE 3 . The total Zn, Cu and Mn content in Dłusko soils in 1990 and 2000

DŁUSKO 1990				DŁUSKO 2000			
Element rzeźby, miąższość i symbol poziomu genetycznego Relief element, thickness and symbol of genetic horizon	Ogólna zawartość metali ciężkich (mg · kg ⁻¹ s. m. gleby) Total heavy metal contents (in mg · kg ⁻¹ of dry mass of soil)			Element rzeźby, miąższość i symbol poziomu genetycznego Relief element, thickness and symbol of genetic horizon	Ogólna zawartość metali ciężkich (mg · kg ⁻¹ s. m. gleby) Total heavy metal contents (in mg · kg ⁻¹ of dry mass of soil)		
	Zn	Cu	Mn		Zn	Cu	Mn
Wierzchowina Mount				Wierzchowina Mount			
0-22 Ap	32,0	10,5	224,2	0-22 Ap	44,1	10,6	185,0
22-50 Bt	37,3	12,1	155,1	22-50 Bt	40,8	11,9	155,0
50-100 C1g	33,0	12,1	167,9	50-100 C1	30,5	9,3	93,5
100-150 C2g	46,8	15,4	192,0	100-150 C1	36,9	10,6	101,0
Zbocze wypukłe Convex slope				Zbocze wypukłe Convex slope			
0-28 Ap	40,4	10,5	209,7	0-28 Ap	36,2	9,3	183,5
28-60 Bt	45,0	15,4	331,9	28-60 Bt	36,6	11,9	201,5
60-100 C1g	43,6	12,1	266,0	60-100 C1	39,8	10,6	156,5
100-150 C2g	40,5	13,8	276,4	100-150 C1	40,8	13,2	155,0
Zbocze wklęsłe Concave slope				Zbocze wklęsłe Concave slope			
0-30 Ap	44,7	8,8	221,0	0-30 Ap	31,2	5,4	176,0
30-75 A1	32,3	15,4	212,9	30-75 A1	32,3	6,7	177,5
75-125 A1	33,4	7,2	139,0	75-125 A1	28,3	4,1	133,3
125-150 C1g	13,4	4,7	41,8	125-150 Cgg	13,6	1,4	63,5
Podnóże Foot				Podnóże Foot			
0-28 Ap	41,9	8,8	256,3	0-30 Ap	43,4	6,7	216,5
28-45 A1	36,9	7,2	134,2	30-60 A1gg	41,2	5,4	227,0
45-63 A2	76,1	18,7	605,2	60-80 A1gg	66,6	14,5	384,5
63-150 C1gg	43,3	11,6	180,8	80-150 Cgg	34,4	11,9	270,5

Obniżeniu zasobności w analizowane pierwiastki podlega nie tylko wierzchnia warstwa gleb. Dane z tabeli 4 pozwalają stwierdzić także zubożenie niższych warstw gleby w te pierwiastki, szczególnie wyraźne w przypadku zbocza wklęsłego. Taki stan rzeczy sugerować może zwiększoną ich migrację w głąb gleby, wraz z wodami przesiąkającymi profil glebowy. Jeśli weźmiemy pod uwagę łączną zawartość Cu, Zn i Mn ze wszystkich profili gleb z Dłuska w latach 1990 i 2000 (w gramach – tab. 4), to na jej podstawie, w dużym jednak uogólnieniu, możemy stwierdzić, że po 9 latach odłogowania gleby Dłuska wykazują mniejszą zawartość analizowanych metali: mniejszą o ok. 6,0% w przypadku Zn, ok. 14% – Mn i 22% – Cu.

TABELA 4. Zawartość (wyrażona w gramach) ogólnych form Zn, Cu i Mn, zawartych w warstwach gleb o miąższości 50 cm i podstawie 1 m², porównywanych w latach 1990 i 2000

TABLE 4. The total Zn, Cu and Mn content in grams calculated for the soil layers with 50 cm thickness and the base of 1 m², compared in 1990 and 2000

Element rzeźby, warstwy gleby w cm Relief element, layers of soil in cm	Dłusko 1990			Dłusko 2000		
	Zawartość metalu w gramach w warstwie o podstawie 1 m ² Metal content in grams in layer with the base of 1 m ²					
	Zn	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn
Wierzchowina – Mount						
0-50	30,7	10,0	160,4	38,2	10,3	151,9
50-100	28,6	10,5	145,4	27,0	8,2	82,8
100-150	41,2	13,6	169,0	32,7	9,4	89,4
Suma – Sum (0-150 cm)	100,5	34,1	474,8	97,9	27,9	324,1
Zbocze wypukłe Convex slope						
0-50	36,2	10,9	226,5	32,3	9,2	169,5
50-100	38,7	11,4	248,2	35,5	9,9	150,2
100-150	36,8	12,8	251,5	36,9	11,9	140,3
Suma – Sum (0-150 cm)	111,7	35,1	726,2	104,7	31,0	460,0
Zbocze wklęsłe Concave slope						
0-50	9,8	8,7	163,8	26,2	4,8	143,7
50-100	25,1	8,8	88,9	18,2	2,5	92,4
100-150	17,2	4,5	18,2	15,0	1,8	48,0
Suma – Sum (0-150 cm)	72,1	22,0	270,9	59,4	9,1	284,1
Podnóże – Foot						
0-50	33,8	7,2	194,0	33,0	4,8	171,5
50-100	42,1	8,8	225,8	38,5	9,4	245,5
100-150	25,3	11,8	96,5	29,4	10,1	231,1
Suma – Sum (0-150 cm)	101,2	27,8	516,3	100,9	24,3	648,1

Należy więc podsumować, że po 9-letnim okresie odłogowania, mimo poprawy możliwości sorpcyjnych tych gleb, zwiększenia ich zasobności w próchnicę, wzrostu odczynu i stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, odnotowujemy spadek w nich zawartości Zn, Cu i Mn. Szczególnemu zubożeniu w te pierwiastki podlegają gleby deluwialne z obniżen (ze zbocza wklęsłego i podnóża), których możliwości sorpcyjne wzrosły najbardziej. Zmniejszenie się ilości tych metali w glebach może być powodowane przez kilka czynników związanych z procesem odłogowania. Jednym z nich jest brak nawożenia mineralnego, wprowadzającego do gleby dodatkowe ilości pierwiastków. Duże

znaczenie należy przypisać pojawieniu się na odłogowanym obiekcie trwałej okrywy roślinnej, trawiastej oraz sukcesywnemu pojawianiu się roślinności krzewiastej i drzewiastej, która to roślinność działająca jak warstwa mulczu, hamuje zmywy powierzchniowe, przyczyniając się do zwiększonej infiltracji wód w głąb gleby, szczególnie nasilonej z oczywistych powodów w obniżeniach terenowych. Ponadto, intensywnie rozwijająca się roślinność pobiera z gleby duże ilości składników, w tym Zn, Cu i Mn, które wrócić mogą do niej po dłuższym okresie mineralizacji materii organicznej.

WNIOSKI

1. Gleby Dłuska, szczególnie gleby deluwialne z obniżeń, po dziesięciu latach, w tym dziewięciu odłogowania, są bardziej zasobne w substancję organiczną oraz wykazują wzrost pH i stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi.
2. Gleby te charakteryzują się niższą w stosunku do 1990 roku ogólną zawartością Zn, Cu i Mn mimo poprawy właściwości sorpcyjnych. Najsilniej zubożone są gleby w deluwjach.
3. Gleby Dłuska w 2000 roku zawierają: ok. 6% mniej Zn, 14% mniej Mn i 22% mniej Cu niż w roku 1990.
4. Zubożeniu w metale uległa zarówno wierzchnia warstwa gleby (0–50 cm), jak i warstwy głębsze, obejmujące zarówno poziomy podpróchniczne gleb płowych zerodowanych, jak i głębsze próchniczne poziomy gleb deluwialnych. Wskazywać to może na zwiększający się, za sprawą trwałej roślinności porastającej odłóg, udział wód infiltrujących w migracji tych pierwiastków.

LITERATURA

- CHUDECKA J., TOMASZEWICZ T. 2001: Zmiany właściwości chemicznych i ogólnej zawartości Cu, Zn i Mn w glebach erodowanych wsi Ginawa (woj. zachodniopomorskie) po ośmioletnim okresie odłogowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **476**: 75–81.
- CZARNOWSKA K. 1996: Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych jako tło geochemiczne gleb. *Rocz. Glebozn.* **47** Supl.: 43–50.
- DZIENIA S., DOJSS D., WERESZCZAKA J. 1997: Wpływ płodozmianu i ugorowania na właściwości chemiczne gleby lekkiej. *Rocz. Glebozn.* **48**: 15–18.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH CZ. 1995: Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i wwa. PIOŚ, IUNG, *Bibl. Monitoringu Środowiska*: 41.
- KOĆMIT A. 1992: Aktualny stan przeobrażeń gleb podlegających erozji wodnej w warunkach Pomorza Zachodniego. *Zesz. Nauk. AR Kraków* **273**, *Sesja Nauk.* **35**: 65–77.
- KOĆMIT A., CHUDECKA J., PODLASIŃSKI M., RACZKOWSKI B., ROY M., TOMASZEWICZ T. 2001: Przestrzenna zmienność pokrywy glebowej na erodowanym zboczu w obszarze morenowym Pomorza Zachodniego. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis* **217** *Agricultura* (**87**): 97–101.
- KRĘŻEL R. 1990: Dynamika zmian właściwości fizycznych gleby lekkiej w różny sposób użytkowanej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **376**: 54–60.

- ŁĘTKOWSKA A., STRĄCZYŃSKA S. 2001: Wybrane właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb odłogowanych i użytkowanych rolniczo. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **478**: 241–248.
- MARTYN W., ONUCH-AMBORSKA J., MOLAS J. 1998: Porównanie wybranych właściwości gleb użytkowanych rolniczo i gleb naturalnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **460**: 479–485.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. Wydanie czwarte. 1989: *Rocz. Glebozn.* **40**.

dr inż. Justyna Chudecka
Instytut Inżynierii Rolniczej, Zakład Erozji i Rekultywacji Gleb
Akademia Rolnicza w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71 - 442 Szczecin
e-mail: erozja@agro.ar.szczecin.pl