

Zakład Gleboznawstwa Instytutu Nauk o Ziemi
UMCS w Lublinie

ZBIGNIEW KLIMOWICZ

*Rola ekspozycji w kształtowaniu lessowej pokrywy glebowej
użytkowanej rolniczo*

The influence of exposure on the soil cover in arable loess area

WSTĘP

Ekspozycję należy wiązać wyłącznie z obszarami urzeźbionymi, które były i są przedmiotem badań wielu autorów, w przypadku Wyżyny Lubelskiej m.in. Jahna (1956), Maruszczaka (1961), Buraczyńskiego i Wojtanowicza (1979) czy Harasimiuka (1980).

Wiele prac obejmuje problematykę typowo erozyjną (m.in. Ziemiński, Repelewska-Pękalowa 1980; Mazur 1988; Pałys 1989; Licznar i in. 1991, a z autorów zagranicznych Kachanoski i in. 1985; Sharpley 1985). Wieloma tego typu opracowaniami dysponuje też Instytut IUNG w Puławach (Józefaciuk, Józefaciuk 1987).

Liczne są opracowania wnoszące elementy poznawcze do zagadnienia charakteru pokrywy glebowej, głównie lessowych obszarów urzeźbionych, a także szerzej pojętej problematyki denudacji, zagrożeń erozyjnych czy wreszcie sposobów oceny strat gleby. Ogólnoprzyrodnicze problemy z tym związane przedstawił ostatnio Turski i in. (1996). Szczegółowiej na temat wpływu erozji na kształtowanie pokrywy glebowej i ewolucji gleb pisali Dobrzański (1960), Gliński i Turski (1976), a także Mazur (1988). Zmiany pokrywy glebowej w wyniku długotrwałego użytkowania w urzeźbionym obszarze lessowym oraz próby ich prognozowania były natomiast przedmiotem badań Uziaka i Klimowicza (1992, 1994), Klimowicza (1993) oraz Klimowicza i Uziaka (1993).

Należy też wspomnieć o pracach poświęconych metodom oceny intensywności erozji, przewidywania strat gleby (Dymond, Hiks 1986; Dębicki, Rejman 1990; Koreleski 1996), parametryzacji mikroreliefu powierzchni gleby (Lehrsch i in. 1988; Rejman i in. 1996), czy oceny zagrożenia erozyjnego gleb na podstawie mapy morfodynamicznej (Zgłobicki 1996).

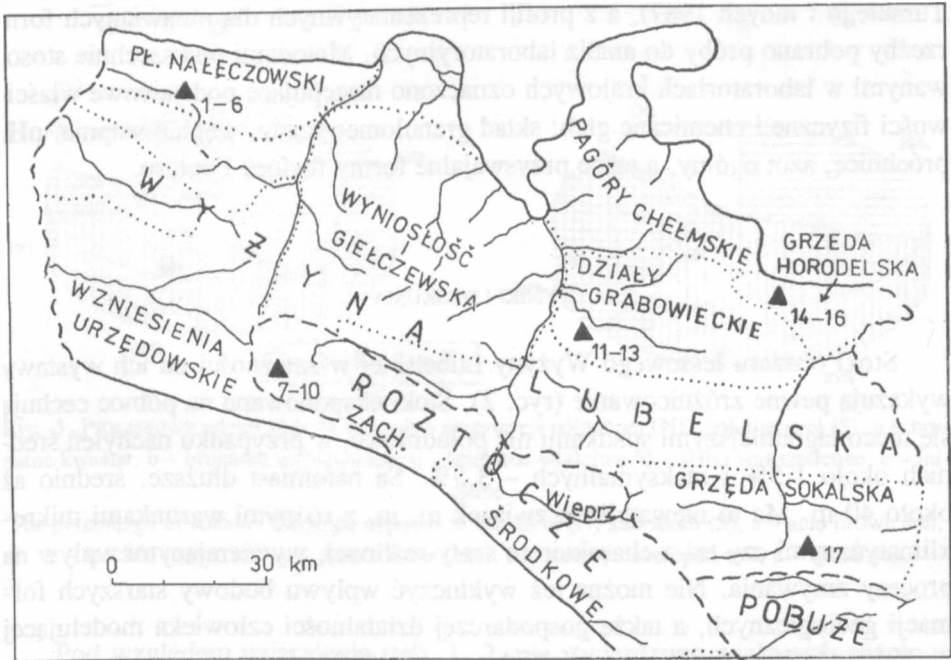
Pomimo dużej liczby opracowań rola ekspozycji stoku i jej wpływ na właściwości gleb były właściwie pomijane. Lukę tę może częściowo, zdaniem autora, wypełnić niniejsza praca. W jej kontekście nie wydaje się konieczne nawiązywanie do mających już długą historię opracowań dotyczących genezy, kształtu i ewolucji stoków ukształtowanych w różnych warunkach klimatycznych. Zwłaszcza że wymienione opracowania odnoszą się z reguły do skał innych niż lessowe. Obejmują też znacznie szerszą problematykę. Aczkolwiek dla celów gleboznawczych pewne cechy omawianych form, np. długość, kształt czy właściwości fizyczne budujących je skał, w tym ich podatność na zmywanie, są bardzo istotne.

Powszechnie wiadomo, że rzeźba, w tym formy mikroreliefu wywierają wpływ na mikroklimat (Hess i in. 1976; Olechnowicz-Bobrowska i in. 1990) warunkujący przebieg procesów fizycznych i biochemicznych, w tym stopień aktywności mikroorganizmów. To z kolei stwarza określone warunki rozwoju roślinności, mającej już bezpośredni wpływ na kształtowanie pokrywy glebowej.

Ważnym elementem rzeźby jest ekspozycja, której rola w znacznej mierze zależy od wielkości nachyleń. Generalnie wiadomo, że gleby towarzyszące stokom eksponowanym na południe bardziej się nagrzewają i szybciej wysychają niż na stokach o wystawie północnej. Przyspiesza to procesy wietrzenia, a także szybsze tajanie śniegu w okresie wiosennym, co wzmacnia procesy erozji. Łagodniejszy przebieg wspomnianych zjawisk cechuje stoki eksponowane na północ. Większe ich uwilgotnienie sprzyja m. in. ługowaniu z gleby składników zasadowych, czego konsekwencją mogą być zmiany typologiczne gleb.

TEREN I METODY BADAŃ

Do badań wytypowano dwie grupy stoków. Jedną, w liczbie dziesięciu, o ekspozycji generalnie północnej – NW, N, NNE, NE, drugą (siedem stoków) o wystawie zbliżonej do południowej (SW, SSW, SSE, SE). Wszystkie omawiane formy występują w obrębie tzw. lessów głębokich (użytkowanych rolniczo) na obszarze Wyżyny Lubelskiej i częściowo Wyżyny Zachodniowolyńskiej. Są to regiony (idąc od zachodu) Płaskowyżu Nałęczowskiego, Roztocza



Ryc. 1. Rozmieszczenie badanych obiektów, numery profili (▲ 1-6)
Distribution of the study objects, profile nos

Zachodniego, Działów Grabowieckich, Grzędy Horodelskiej i Grzędy Sokalskiej (ryc. 1).

Dwie pierwsze wymienione wyżej jednostki cechuje gęsta sieć suchych dolin i wąwozów (zwłaszcza zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego), znaczne deniwelacje i spadki terenu. Pozostałe obszary, w szczególności obydwu grzęd, Horodelskiej i Sokalskiej, charakteryzują się mniejszym zróżnicowaniem topograficznym, mniejszymi wysokościami względnymi oraz brakiem większych wąwozów. Badane stoki eksponowane na północ są w większości wypukło-wklęsłe oraz faliste, rzadziej jednostajnie pochylone. Te ostatnie natomiast, a także wypukłe i lekko wypukłe, są przeważające dla wystawy południowej. Tutaj pewien udział stanowią również stoki lekko faliste.

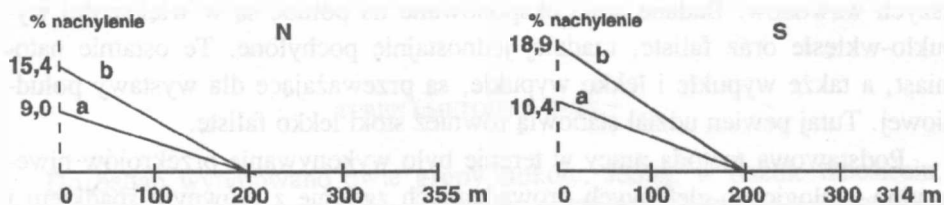
Podstawową metodą pracy w terenie było wykonywanie przekrojów niwelacyjno-geologiczno-glebowych prowadzonych zgodnie z głównym spadkiem i obejmujących również oprócz samego stoku wierzchofinę oraz podnóże. Dla pełniejszej charakterystyki gleb całej powierzchni stoku wykonywano też przekroje poprzeczne, a także tzw. odkrywki zasięgowe oraz wiercenia. Badano morfologię gleb (za podstawę oceny stopnia zerodowania przyjęto klasyfikację

Turskiego i innych 1987), a z profili reprezentatywnych dla omawianych form rzeźby pobrano próby do analiz laboratoryjnych. Metodami powszechnie stosowanymi w laboratoriach krajowych oznaczono następujące podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne gleb: skład granulometryczny, węglan wapnia, pH, próchnicę, azot ogólny, a także przyswajalne formy fosforu i potasu.

WYNIKI I DYSKUSJA

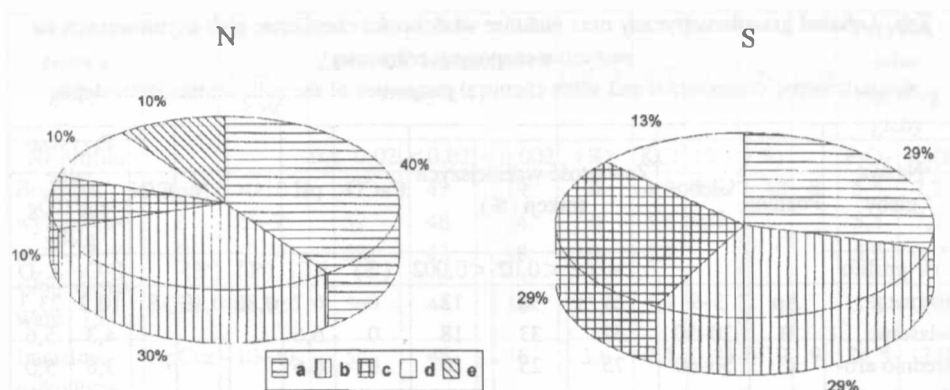
Stoki obszaru lessowego Wyżyny Lubelskiej w zależności od ich wystawy wykazują pewne zróżnicowanie (ryc. 2). Stoki eksponowane na północ cechują się nieco łagodniejszymi spadkami niż południowe, w przypadku nachyleń średnich około 1,5% i maksymalnych – 3,5%. Są natomiast dłuższe, średnio aż około 40 m. Ma to niewątpliwie związek m. in. z różnymi warunkami mikroklimatycznymi czy też z charakterem szaty roślinnej, wywierającymi wpływ na procesy zmywania. Nie można też wykluczyć wpływu budowy starszych formacji geologicznych, a także gospodarczej działalności człowieka modelującej rzeźbę, zwłaszcza w ostatnich wiekach.

Wyniki badań autora wyraźnie potwierdzają zależność procesów glebotwórczych od uwilgotnienia gleb. Stąd na eksponowanych na północ, bardziej połączonych i przede wszystkim zasobniejszych w wodę stokach zdecydowanie największy udział stanowią gleby brunatne kwaśne i wylugowane, a stosunkowo niewielkie gleby brunatne właściwe (ryc. 3). Tych ostatnich jest wyraźnie więcej na słabiej przemywanych i nieco silniej (na tym etapie rozwoju stoku) erodowanych stokach południowych. Stoki południowe cechują się ponadto nieco mniejszą liczbą wyróżnionych jednostek glebowych.



Ryc. 2. Długość stoku oraz spadki średnie (a) i maksymalne (b), proporcjonalnie powiększone (wartości średnie)

The slope length and medium (a) and maximum (b) inclinations, proportionally increased (mean values)



Ryc. 3. Procentowy udział gleb na stokach o ekspozycji północnej (N) i południowej (S), a – brunatne kwaśne, b – brunatne wylugowane, c – brunatne właściwe, d – słabo wykształcone, e – inicjalne

The percentage of soils on the slope exposed to the north (N) and south (S), a – acid brown soil, b – leached brown soil, c – proper brown soil, d – weakly developed soil, e – initial soil

Pod względem uziarnienia (tab. 1, 2) nie stwierdzono większych różnic w glebach usytuowanych na odmiennie eksponowanych stokach. Również w stosunku do wierzchołki zawartość frakcji koloidalnej ($< 0,002$ mm) w ostatnio wymienionym położeniu jest tylko (średnio) niewiele mniejsza niż na stoku (Klimowicz 1993). Dodać należy, że dotyczy to wyłącznie górnych poziomów glebowych.

Węglan wapnia stwierdzono zaledwie w niektórych profilach (tab. 1, 2) i rzadko w górnych poziomach. Zawartość CaCO_3 jest (czego należałoby się spodziewać) procentowo nieco wyższa w glebach pokrywających stoki południowe niż północne. Odczyn badanych gleb wyraźnie koresponduje z ich typologią. Na stokach północnych pH jest średnio prawie o pół jednostki niższe (gleby kwaśne) niż na stokach południowych (gleby lekko kwaśne) (tab. 1, 2, ryc. 4). Większe zakwaszenie gleb stoków północnych wiąże się ze zwiększonym ich uwilgotnieniem, a zatem i intensywniejszym ługowaniem składników zasadowych. Dechnik i Filipek (1996) badając gleby wytworzone z lessów głębokich, przeniesione z nienaruszoną strukturą, z różnych stref erodowania do monolitów stwierdzili m. in. nadmierną kwasowość hydrolityczną cechującą gleby stoku eksponowanego na północ oraz dużą koncentrację kationów zasadowych w glebach zajmujących ekspozycję przeciwną.

Tab. 1. Skład granulometryczny oraz niektóre właściwości chemiczne gleb usytuowanych na stokach o ekspozycji północnej

Granulometric composition and some chemical properties of the soils on the north slopes

Nazwa gleby	Poziom	Głębokość	Zawartość ważniejszych frakcji (%)			CaCO ₃ (%)	pH	C (%)	N (%)	C/N	Przyswajalne mg/100g gleby	
			0,1-0,02	<0,02	<0,002						P ₂ O ₅	K ₂ O
Brunatna, właściwa, średnio erodowana, 2	Ap	3-9	69	30	12	0	6,7	0,83	0,10	8	10,2	23,3
	B	20-30	67	33	18	0	6,6				4,3	5,6
	C	50-60	75	25	10	0	6,6				3,6	5,0
	Cca	110-120	74	25	9	9,3	7,3				5,8	7,2
Brunatna kwaśna, średnio erodowana, 4	Ap	10-20	61	39	13	0	4,3	0,82	0,09	9	13,0	16,9
	B1	35-45	56	44	20	0	4,7				4,9	9,0
	B2	65-75	67	32	17	0	4,9				4,4	8,1
	C	100-110	65	34	14	0	4,9				3,6	7,2
Brunatna kwaśna, średnio erodowana, 5	Ap	5-15	58	39	9	0	5,8	0,78	0,09	9	17,1	20,2
	B	30-40	62	38	15	0	5,5				6,5	7,2
	B	70-80	69	31	11	0	4,5				5,5	5,9
	C	110-120	66	34	13	0	4,4				4,6	5,4
Brunatna kwaśna, średnio erodowana, 7	Ap	5-10	59	40	6	0	4,1	1,02	0,12	9	5,1	22,3
	B1	20-30	56	43	13	0	4,0				6,8	19,8
	B2	45-55	55	45	17	0	4,0				6,7	8,1
	C1	80-90	58	42	16	0	4,0				6,8	7,2
	C2	150-160	67	33	12	0	4,1				7,2	7,6
Brunatna kwaśna, silnie erodowana, 8	B	10-20	66	34	19	0	4,2	n.o.	n.o.	n.o.	7,9	9,0
	C1	50-60	79	21	4	0	4,3				7,5	2,2
	C2	80-90	74	25	12	0	4,2				8,2	4,1
	C3	125-135	71	29	14	0	4,1				5,3	5,4
Brunatna wylugowana silnie erodowana, 9	ApB	5-15	65	35	12	0	4,4	0,66	0,08	8	6,2	25,9
	B	30-40	66	34	11	0	4,9				4,1	7,6
	BC	65-75	66	34	13	0	6,9				7,4	6,1
	Cca	95-105	67	33	11	7,3	7,3				9,3	7,7
Brunatna wylugowana silnie erodowana, 10	ApB	5-15	61	39	12	0	4,1	0,75	0,08	9	6,8	6,6
	B	20-30	63	37	13	0	4,5				8,6	20,6
	BC	40-50	66	34	11	0	4,6				6,4	7,6
	C	95-105	64	36	14	0	4,5				6,4	7,3
Słabo wykształcona 11	Ap	5-15	62	38	13	2,2	7,2	0,69	0,08	9	19,2	64,0
	C	45-55	58	42	15	10,4	7,4				14,2	11,5
	C	130-140	57	43	15	12,8	7,4				6,0	11,5

Nazwa gleby	Poziom	Głębokość	Zawartość ważniejszych frakcji (%)			CaCO ₃	pH	C	N	C/N	Przyswajalne mg/100g gleby	
			0,1-0,02	<0,02	<0,002	(%)	KCl	(%)	(%)		P ₂ O ₅	K ₂ O
Brunatna wylugowana silnie erodowana, 15	ApB	4-10	57	43	19	0	4,8	0,84	0,10	8	5,5	7,2
	B	25-35	52	48	24	0	5,6				5,5	7,2
	C	60-70	58	42	18	0	6,2				5,2	6,0
	Cca	90-120	56	44	18	13,9	7,9				3,8	3,0
Inicjalna, całkowicie zerodowana, 16	ApCca	10-20	54	46	16	2,6	7,1	0,85	0,10	9	24,5	17,0
	Cca	30-40	56	44	15	10,0	7,0				6,4	5,0

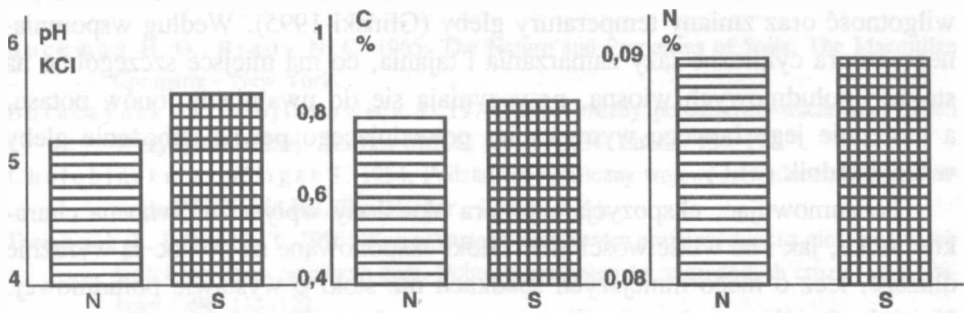
Zawartość C organicznego oraz azotu ogólnego w glebach omawianych stoków jest niska i praktycznie nie zaznacza się tu rola ekspozycji (ryc. 4). Inaczej jest np. na stokach różnie „eksponowanych” w obszarze tundry arktycznej, jednak ze względu na wyraźną odmienność warunków porównywanie badanych zjawisk jest tutaj niewskazane (Klimowicz, Uziak 1994). Dopiero w przypadku przyswajalnych form fosforu i potasu różnice są znaczące. Zawartość fosforu i potasu jest wyraźnie większa w glebach stoków eksponowanych na północ (ryc. 5) niż południowych. Przyczyn owej asymetrii jest zapewne wiele. Generalnie wskazuje się, że przyswajalność związków fosforu zależy od różnych czynników, jak: odczynu, zawartości żelaza, glinu, przyswajalnego wapna czy substancji organicznej. Nie wyklucza się tu też roli mikroorganizmów glebowych.

Przyswajalność fosforu dla roślin wzrasta według Glińskiego (1995) przy pH w granicach 5,5-7,0. Jednak zdaniem ostatnio wymienionego autora oraz wielu innych dużą rolę odgrywa tu również substancja organiczna gleby, a także obecność różnych pierwiastków. Mogłoby się też wydawać, że na nieco bardziej nachylonych, a zatem i silniej erodowanych stokach południowych powinno być więcej potasu, związanego w dużym stopniu z illitem, występującym w zwiększonej ilości w odślanianych poziomach wmycia.

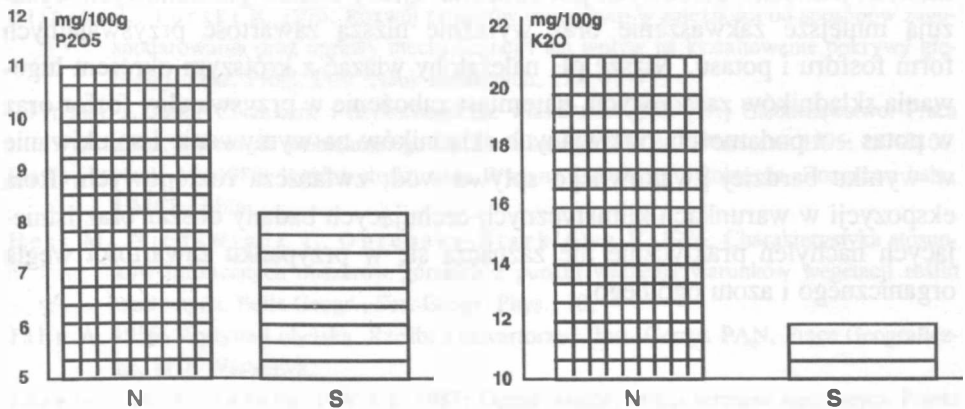
Tab. 2. Skład granulometryczny oraz niektóre właściwości chemiczne gleb usytuowanych na stokach o ekspozycji południowej

Granulometric composition and some chemical properties of the soils on the south slopes

Nazwa gleby	Poziom	Głębokość	Zawartość ważniejszych frakcji (%)			CaCO ₃ (%)	pH	C (%)	N (%)	C/N	Przyswajalne mg/100g gleby	
			0,1-0,02	<0,02	<0,002						P ₂ O ₅	K ₂ O
Brunatna właściwa, silnie erodowana, 1	Ap	5-10	73	25	5	4,7	7,1	0,89	0,11	8	11,3	9,9
	BC	20-30	70	2	9	9,4	7,3				8,1	8,1
	C	85-95	75	23	9	9,4	7,3				4,1	6,3
Brunatna wylugowana słabo erodowana, 3	Ap	5-10	63	37	11	0	5,2	1,04	0,11	9	8,2	15,8
	B	25-35	66	34	12	0	5,3				2,4	5,4
	B	65-75	69	31	11	0	6,0				2,1	4,3
	Cca	95-105	68	31	8	12,7	7,3				2,4	2,7
Brunatna wylugowana średnio erodowana, 6	Ap	3-10	56	42	14	0	5,7	0,84	0,08	10	17,1	15,1
	B	25-35	56	44	23	0	4,4				8,0	7,9
	C	80-90	61	39	14	0	4,5				2,0	5,8
	C1ca	130-140	60	37	3	10,4	7,1				4,4	4,5
Brunatna kwaśna, silnie erodowana, 12	C2ca	165-175	49	22	6	5,1	7,4	6,2	3,6			
	ApB	5-15	65	35	10	0	4,7	0,85	0,09	9	3,3	14,6
	B1	30-40	59	41	15	0	4,5				8,4	7,8
	B2	50-60	60	40	19	0	4,5				6,6	6,2
C	95-105	65	35	15	0	4,6	4,2				4,6	
Brunatna kwaśna, silnie erodowana, 13	ApB	5-15	42	55	25	0	5,2	0,71	0,07	10	8,3	13,8
	BC	20-25	42	52	21	0	5,3				11,7	15,4
	C	27-33	37	59	27	0	5,1				4,2	8,6
	C	38-49	36	58	24	0	4,6				2,3	6,0
	C	65-75	39	57	23	0	4,8				1,5	4,4
Brunatna właściwa, średnio erodowana, 14	Ap	5-15	60	30	10	0	6,2	0,87	0,09	10	3,0	9,0
	ApB	25-35	56	30	12	0	6,3				2,1	8,0
	B	45-55	55	27	14	0	6,5				3,0	8,0
	C	65-75	60	31	12	0	7,1				4,0	8,0
	Cca	95-105	60	37	13	14,7	7,6				3,0	9,0
Słabo wyształcona, całkowicie zerodowana, 17	ApC	5-15	54	46	17	0	5,1	0,72	0,09	8	6,4	7,2
	C	25-35	52	48	22	0	4,6				7,4	7,2
	C	65-75	51	49	23	0	4,4				8,2	6,8
	C	130-140	53	47	27	0	4,6				4,8	3,6



Ryc. 4. Odczyn gleb, zawartość C org. i azotu (wartości średnie)
Soil reaction, content of organic C and nitrogen (mean values)



Ryc. 5. Zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu (wartości średnie)
Content of available phosphorus and potassium forms (mean values)

Nasuwa się więc pytanie, jaka jest przyczyna pewnego zubożenia gleb w omawiane przyswajalne formy związków na stokach o ekspozycji południowej. Należy przy tym wykluczyć element przypadkowości, ponieważ badaniom poddano, jak wspomniano wyżej, kilkanaście stoków. Otóż wydaje się, na co wskazywali wcześniej na przykład Buckman i Brady (1965) oraz niektórzy autorzy polscy, że przyswajalne, a zatem i łatwo rozpuszczalne formy fosforu i potasu szybciej niż w przypadku innych połączeń podlegają wymywaniu przez wody opadowe, a także roztopowe w czasie tajania śniegu. Wymienione ostatnio zjawiska przebiegają intensywniej na stokach południowych, bardziej nachylonych i silniej nagrzewanych.

Na tzw. uwstecznienie, a także uwalnianie jonów potasu mają też wpływ wilgotność oraz zmiany temperatury gleby (Gliński 1995). Według wspomnianego autora cykliczne fazy zamarzania i tajania, co ma miejsce szczególnie na stokach południowych wiosną, przyczyniają się do uwalniania jonów potasu, a następnie jego łatwego wymywania, powodującego pewne zubożenie gleby w ten składnik.

Podsumowując, ekspozycja wywiera określony wpływ zarówno na charakter stoku, jak i na właściwości gleb. Stoki eksponowane na północ są wyraźnie dłuższe, lecz o nieco mniejszych spadkach niż stoki o wystawie południowej. Na stokach północnych w wyniku m.in. znaczniejszego i bardziej długotrwałego uwilgotnienia, zdecydowanie większy udział niż na stokach południowych stanowią gleby brunatne kwaśne i wylugowane, a mniejszy – brunatne właściwe. W obydwu położeniach stoków przeważają gleby brunatne, a ilość wyróżnionych jednostek glebowych jest zbliżona. Gleby stoków południowych wykazują mniejsze zakwaszenie oraz wyraźnie niższą zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu. Niższe pH należałoby wiązać z krótszym okresem ługowania składników zasadowych, natomiast zubożenie w przyswajalny fosfor oraz w potas – z podatnością omawianych składników na wymywanie i splukiwanie w wyniku bardziej gwałtownego spływu wód, zwłaszcza roztopowych. Rola ekspozycji w warunkach klimatycznych cechujących badany obszar oraz istniejących nachyleń praktycznie nie zaznacza się w przypadku zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego.

WNIOSKI

1. Pomimo stosunkowo nieznacznych spadków ekspozycja wywiera wyraźny wpływ zarówno na charakter stoku, jak i na typologię gleb oraz ich niektóre właściwości chemiczne.
2. Czynniki kształtującymi bezpośrednio charakter pokrywy glebowej w obydwu położeniach stoków są głównie różne warunki mikroklimatyczne i wilgotnościowe, modyfikowane do pewnego stopnia zabiegami agrotechnicznymi.

LITERATURA

- Buckman H. O., Brady N. C. 1965; *The Nature and Properties of Soils*. The Macmillan Company – New York.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1979; Typy rzeźby południowo-wschodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Annales UMCS*, sec. B, t. 34, Lublin: 159–172.
- Chalubińska A., Wilgat T. 1954; Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. *Przewodnik V Zjazdu Pol. Tow. Geogr.*, Lublin: 3–44.
- Dechnik I., Filipek T. 1996; Wpływ następczy procesów erozji wodnej na niektóre właściwości fizyczno-chemiczne gleb. *Ochrona ekosystemów zagrożonych erozją*, cz.1. *Puławy 1996*: 115–122.
- Dębicki R., Rejman J. 1990; Przewidywanie strat gleby w wyniku erozji wodnej. *Problemy Agrofizyki*, nr 59, 75.
- Dobrzański B. 1960; Z badań wpływu erozji na ewolucję gleb w Polsce. *Wiad. IMUZ*, t. 1, 4: 27–47.
- Dymond J. R., Hicks D. L. 1986; Steepland erosion measured from historical aerial photographs. *J. Soil and Water Cons.* 41, 4: 252–255.
- Gliński J., Turski R. 1976; Rozwój procesów erozji gleb w zależności od sposobów zagospodarowania oraz uprawy mechanicznej i ich wpływ na kształtowanie pokrywy glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rolniczych*, 177: 47–71.
- Gliński J. 1995; Chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleb. [W:] *Gleboznawstwo*. Praca zbior. pod red. B. Dobrzańskiego i S. Zawadzkiego. PWRiL, Warszawa 1995: 157–210.
- Harasimiuk M. 1980; Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. *Rozprawa hab.*, UMCS Lublin.
- Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B. 1976; Charakterystyka stosunków termicznych obszarów górskich z punktu widzenia warunków wegetacji roślin uprawnych. *Folia Geogr., Ser. Geogr. Phys.*, 10.
- Jahn A. 1956; *Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd*. Inst. Geogr. PAN, *Prace Geograficzne*, nr 7, Warszawa.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. 1987; Ocena wodnej erozji terenów wyżynnych Polski na tle warunków przyrodniczo-rolniczych. *Roczn. Glebozn.* t. XXXVII/1: 51–58.
- Kachanoski R. G., Rolston D. E., Jong E. 1985; Spatial variability of a cultivated soil as affected by past and present microtopography. *Soil Sci. Am. J.* 49: 1082–1087.
- Klimowicz Z. 1993; Zmiany pokrywy glebowej na obszarze utworów lessowych i lessowatych w zależności od okresu użytkowania i rzeźby terenu. *Rozprawy habilitacyjne XLVII*, Lublin.
- Klimowicz Z., Uziak S. 1993; The effect of multi-year agricultural utilization of the Lublin Upland soils, developed from loess and loess-like formations and from limestone on changes in their properties and on their evolution. *Monographic series*. Edited by Lub. Tow. Naukowe. Lublin 1993.
- Klimowicz Z., Uziak S. 1994; Preliminary evaluation of exposure effect on the soil cover studied on the slopes in Dyrstad and Tjorn valleys (West Spitsbergen) as the example. *Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen*. UMCS, Lublin, 1994: 61–69.
- Koreleski K. 1996; Ewolucja systemów oceny intensywności erozji wodnej gleb. *Ochrona agrosystemów zagrożonych erozją*, cz. 2. *Puławy 1996*: 227–233.

- Lehrsch G. A., Whisler F. D., Römkens M. J. M. 1988; Spatial variation of parameters describing soil surface roughness. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 311-319.
- Licznar M., Drozd J., Licznar E. 1991; Rola procesów erozji w kształtowaniu żyzności i urodzajności gleb topogenicznych na obszarze występowania gleb płowych. Erozja gleb i jej zapobieganie. Wydawnictwo AR Lublin: 7-20.
- Maruszczak H. 1961; Le relief des terrains de loess sur le Plateau de Lublin. *Annales UMCS, s. B., v. XV*: 93-122.
- Mazur Z. 1988; Zróżnicowanie gleb i plonów w falistym terenie lessowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 357: 79-94.
- Norton L. D. 1986; Erosion-sedimentation in closed drainage basin in northwest Indiana. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50: 209-213.
- Olechnowicz-Bobrowska B., Nagawiecka H., Wójcik B., Zawora T. 1990; Wpływ wysokości nad poziomem morza i ekspozycji terenu na topoklimatyczne warunki uprawy ziemniaków w Polskich Karpatach Zachodnich. *Problemy współczesnej topoklimatologii*, pod red. J. Grzybowskiego, Warszawa: 88-93.
- Pałys S. 1989; Erozja wodna terenów wyżynnych i związane z nią zagrożenia. *Mat. konf. nauk.-tech.*, AR Lublin: 9-17.
- Rejman J., Link M., Usowicz B. 1996; Parametryzacja mikroreliefu powierzchni gleby w doświadczeniu polowym. *Ochrona agrosystemów zagrożonych erozją, cz. 2. Puławy 1996*: 79-91.
- Sharpley A. N. 1985; Depth of surface soil-runoff interaction as affected by rainfall, soil slope, and management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49: 1010-1015.
- Turski R., Paluszek J., Słowińska-Jurkiewicz A. 1987; Wpływ erozji na właściwości gleb wytworzonych z lessu. *Rocz. Glebozn.*, t. 38, z. 1: 37-49.
- Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Dębicki R., Rejman J., Paluszek J. 1996; Rolnicze i ogólnoprzyrodnicze problemy urzeźbionych terenów lessowych. *Ochrona agrosystemów zagrożonych erozją, cz. 1. Puławy 1996*: 91-113.
- Uziak S., Klimowicz Z. 1992; Influence of soil utylization on the changes in soil properties and evolution. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 398: 155-161.
- Uziak S., Klimowicz Z. 1994; An attempt at the reconstruction of the past and future soil cover in the loess area (on the basin of the Nałęczów Plateau). *Annales UMCS, s. B, v. XLIX*, 16: 229-242.
- Zglobicki W. 1996; Mapa morfodynamiczna jako syntetyczny wskaźnik zagrożenia geokompleksów przez erozję na terenach lessowych. *Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją, cz. 1. Puławy 1996*: 189-199.
- Ziemnicki S., Repelewska-Pękałowa J. 1980; The intensity of erosion in Poland and the criterion of determination of erosion regions. *Assessment of Erosion*, ed. by M. De Boodt, D. Gabriels. John Wiley and Sons Chichester-New York-Brisbane-Toronto.

SUMMARY

Two slope groups were selected for studies; one of general north exposition, i. e. NW, N, NNE, NE (10 slopes), the other one exposed almost to the south – SW, SSW, SSE, SE (7 slopes). All these slopes are in an arable loess area in the Lublin Upland and partly in the western Volhynia. The method of soil-topography sections, supplemented with additional pits and borings, was used in the field studies. The basic physical and chemical soil properties were determined in the collected material (Table 1, 2, Figs 1–5).

The studies showed an influence of the slope exposure both on the character of the slope and soil properties. Acid and leached brown soil and to a lesser extent proper brown ones predominated on the north slopes. The soils of the south slopes showed a smaller acidification and a distinctly lower content of available phosphorus and potassium forms. The content of organic carbon and total nitrogen in the slope soil does not practically depend on its exposure in the area studied.

