

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXVII, 5

SECTIO B

1972

Z Zakładu Gleboznawstwa Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Józef POMIAN

**Gleby kopalne pod wałami obronnymi grodzisk w Leszczynie,
Sąsiadce i Gródku (Nadbużańskim)**

Ископаемые почвы под оборонными валами городищ в Лещине, Сонсядке и Грудку

Fossil Soils under Ramparts of Prehistoric Fortified Settlements at Leszczyna, Sąsiadka and Gródek (Nadbużański)

WSTĘP

Problem ewolucji gleb absorbuje gleboznawców już od dawna. W literaturze spotykamy szereg prac poświęconych temu zagadnieniu (2, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 25, 29, 35, 36, 37, 38). Mimo to zagadnienie ewolucji gleb jest jeszcze słabo poznane i wymaga dalszych szczegółowych badań. Bardzo cenne przy rozważaniu tego problemu są badania paleogleboznawcze.

Już w r. 1879 D o k u c z a j e w pisał, że tylko szczegółowe i wszechstronne badania gleb kopalnych i współczesnych mogą wskazać nam, jakimi będą te ostatnie w przyszłości (10).

Glebami kopalnymi zajmowało się od dawna wielu badaczy. Szczególnie dużo prac poświęconych owym glebom spotykamy w literaturze rosyjskiej (1, 4, 5, 6, 12, 22, 23, 24, 25, 27, 37, 40). Wielu autorów (23, 24, 25, 37) badając gleby kopalne stwierdziło, że zmiany zachodzące w tych glebach w okresie zasypania, to jest od chwili przykrycia ich warstwami nadległymi, są minimalne. M o r o z o w a i W i e l i c z k o (37) badając gleby kopalne stwierdzili, że gleba kopalna „Mikulińska”, wykształcona 70 tysięcy lat temu, posiada podobne właściwości chemiczne i prawie taki sam skład frakcyjny próchnicy jak gleby współczesne znajdujące się w takich samych warunkach klimatycznych. M a d a n o w i W o j k i n na podstawie badań gleb kopalnych znajdujących się pod kurhanami i wałami obronnymi na Równinie Rosyjskiej wnioskują, że gleby leśne leś-

no-stepowej, czarnoziemnej i kasztanowej strefy omawianego terenu w końcu środkowego holocenu były wykształcone w postaci tych samych typów co współcześnie. Rozpatrywany przez autorów okres zaznaczył się słabo wyrażonym procesem ewolucji, który jest rezultatem dalszego rozwoju gleb, zapoczątkowanego prawdopodobnie już przed okresem brązu.

Wyniki dotychczasowych badań wykazują, że gleby kopalne mogą służyć jako punkt odniesienia przy rozważaniu zmian zachodzących w glebach współczesnych.

Jest pewne, że gleby występujące współcześnie uległy ewolucji, lecz jak przebiegały te zmiany i jakimi czynnikami były spowodowane — jest sprawą dyskusyjną. Jedni stwierdzają, że przyczyny ewolucji gleb związane są ze zmianą roślinności, drudzy zmiany te przypisują zmianom warunków klimatycznych, jeszcze inni zmiany zachodzące w glebach widzą w zmianie użytkowania gleb. Niektórzy podkreślają, że właściwości gleb są ściśle związane z ich historią, z okresem ich powstawania i procesami glebotwórczymi, które panowały w holocenie (21).

Dokładne badania właściwości gleb i zmian w ciągu ostatnich tysiącleci są jednym z podstawowych zadań przy rozważaniu tego problemu.

Jak wykazują liczne badania, na właściwości fizyczne i chemiczne gleby mają wyraźny wpływ między innymi takie czynniki, jak: położenie geograficzne, warunki klimatyczne, stosunki wilgotnościowe w glebie, charakter skały macierzystej, sposób użytkowania oraz stopień kultury rolnej. Niektóre z tych czynników mogą w bardzo krótkim czasie zmienić poważnie zarówno właściwości chemiczne, jak i fizyczne gleby. Szczególnie duże zmiany właściwości gleb może wywołać wprowadzana obecnie intensyfikacja gospodarki rolnej. Niektóre zabiegi agrotechniczne, głęboka orka, melioracje, nawożenie mineralne, stosowanie herbicydów itp. zmieniają radykalnie właściwości gleby. Zmienia się wilgotność, porowatość i przepuszczalność gleby oraz zasobność w składniki pokarmowe dla roślin. Ulegają zmianie właściwości chemiczne gleby, a także zmienia się świat zwierząt oraz roślin wyższych i niższych. W związku z tym następują prawdopodobnie poważne zmiany składu i właściwości podstawowego składnika gleby — próchnicy (19, 33).

Aby ocenić natężenie i kierunek zmian zachodzących w glebie pod wpływem intensyfikacji gospodarki rolnej, należy prześledzić zmiany właściwości gleb, jakie nastąpiły w ostatnim tysiącleciu przy ekstensywnej gospodarce rolnej.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań właściwości fizycznych i chemicznych gleb kopalnych oraz odpowiadających im gleb współczesnych, które mogą być wskaźnikiem procesów zachodzących w glebach wytworzonych z lessów Wyżyny Lubelskiej w ostatnim tysiącleciu.

CEL I METODY BADAŃ

Celem niniejszej pracy jest próba przesledzenia niektórych zmian i ich natężenia, które zaszły w glebach wytworzonych z utworów lessowych Wyżyny Lubelskiej w ostatnim 1000-leciu. W tym celu przebadano gleby współczesne i gleby kopalne znajdujące się pod wałami obronnymi grodów w Gródku, Sąsiadce i Leszczynie (ryc. 1). Obiekty badań dobrano tak, aby badane gleby reprezentowały dominujące typy gleb lessowych, znajdowały się w takich samych warunkach morfologicznych, oraz tak ażeby wyeliminować wpływ takich czynników, jak: zmiana stosunków wodnych (melioracje), zbyt duża erozja gleb itp.

W latach 1968—1970 przeprowadzono w wyżej wymienionych obiektach badania terenowe oraz zebrano próbki glebowe do badań laboratoryjnych. W zebranym materiale oznaczono szereg właściwości fizycznych i chemicznych gleb.

Skład mechaniczny oznaczono metodą areometryczną, przy czym piasek oznaczono na sitach, wydzielając podfrakcje piasku grubego, średniego i drobnego.

Właściwości fizyczne: ciężar właściwy rzeczywisty, ciężar objętościowy, porowatość ogólną i kapilarną oraz pojemność powietrzną oznaczono metodami powszechnie u nas stosowanymi, posługując się cylinderkami Kopecky'ego o poj. 250 cm³.

Zawartość CaCO₃ oznaczono metodą objętościową aparatem Scheiblera.

Przyswajalny dla roślin fosfor i potas oznaczono metodą Egnera uwzględniając poprawki dla gleb węglanowych.

Odczyn gleb oznaczono potencjometrycznie używając elektrody szklanej i kalomelowej.

Skład frakcyjny próchnicy oznaczono metodą Kononowej i Biełczikowej (20).

Zawartość niektórych makroskładników oznaczono na spektrografie średniej dyspersji P 24, wzbudzając sproszkowane próbki w iskrze. Ilościowe oznaczenia wykonano w oparciu o krzywe analityczne sporządzone na podstawie przeanalizowanych chemicznie próbek glebowych (17).

Zawartość mikroskładników oznaczono zmodyfikowaną metodą spektrograficzną, używając spektrografu dużej dyspersji Hilgera E 478 (16).

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH GLEB

Lokalizację obiektów badań przedstawiono na ryc. 1.

Właściwości fizyczne i chemiczne gleb oraz zawartość makro- i mikroskładników, a także frakcyjny skład próchnicy zestawiono w tab.



Ryc. 1. Rozmieszczenie punktów badań na Wyżynie Lubelskiej
Distribution of the investigated spots in the Lublin Upland

I—17. Rozmieszczenie niektórych właściwości w profilu pokazano na ryc. 10—20.

LESZCZYNA

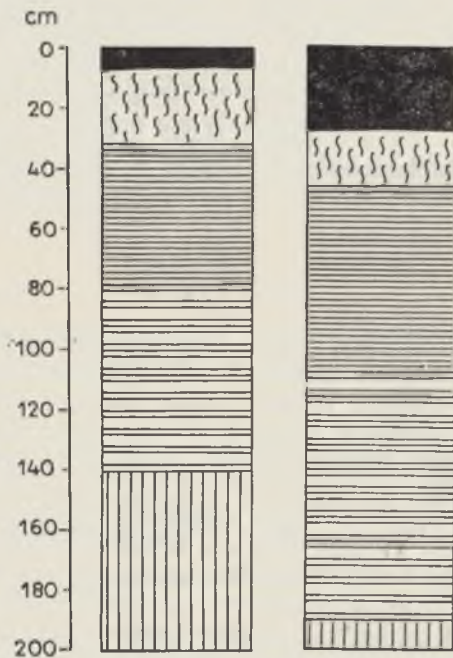
POŁOŻENIE I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU

Obiekt położony jest w północno-wschodniej części Wzniesień Urzędowskich, zbudowanych z utworów kredowych przykrytych dość miąższą pokrywą lessową. Rysem charakterystycznym rzeźby terenu jest występowanie dość rozległych płaszczyn, pociętych wąskimi i głębokimi dolinami o stromych zboczach. Grodzisko w Leszczynie, tzw. „wały szwedzkie”, położone jest na cyplu wyodrębnionym z rozległej wierzchowiny przez dwa wąwozy, uchodzące do wąskiej, o stromych zboczach doliny, przez którą przepływa bezimienny potok, zanikający w latach bardzo suchych. Różnica wysokości względnej między doliną a grodziskiem wynosi 25 m (dno doliny 200 m n.p.m. grodzisko 225 m n.p.m.).

Samo grodzisko ma kształt elipsy o średnicy dłuższej około 115 m. Grodzisko posiada dwa potężne wały o wysokości dochodzącej jeszcze dziś do 8 m, które oddziela fosa o szerokości 5 m i głębokości 1,5 m. Data założenia grodu w Leszczynie określana jest na IX—X w.

Glebami panującymi w najbliższym sąsiedztwie są gleby brunatne i pseudobielicowe. Gleby brunatne zalegają na wierzchołkach niewielkich wzniesień i zboczach o znacznym nachyleniu, zaś pseudobielicowe

zajmują płaskie partie wierzchowy, nieznaczne zagłębienia oraz zbocza o małym nachyleniu. Pod wałami obronnymi występują gleby bielcowe o słabo wykształconym poziomie próchnicznym i wyraźnym poziomie eluwialnym (ryc. 2).



Ryc. 2

Ryc. 3

Ryc. 2. Profil gleby kopalnej w Leszczynie
A profile of fossil soil in Leszczyna

Ryc. 3. Profil gleby współczesnej w Leszczynie
A profile of present-day soil in Leszczyna

Opis ryc. 2

- 0— 8 cm poziom próchniczny, barwa ciemnoszara, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura bryłkowata, gleba sucha, przejście wyraźne;
- 8— 30 cm poziom eluwialny, barwa jasnoszara, dołem prawie biała, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura blaszkowata, gleba sucha, przejście wyraźne;
- 30— 80 cm poziom iluwialny, barwa ciemnobrunatna, skład mechaniczny: pył ilasty, układ zwięzły, struktura orzechowata, agregaty strukturalne na krawędziach opylone krzemionką, gleba sucha, przejście do poziomu B_2 stopniowe;

80—140 cm poziom iluwialny warstwowany, naprzemianległe warstwy o miąższości 3—4 cm o barwie brunatnej i szarej, od 80 do 120 cm przewaga warstw brunatnych, od 120 do 140 cm przewaga warstw szarych, skład mechaniczny: pył zwykły, układ zwięzły, struktura orzechowata, gleba sucha, przejście wyraźne;

poniżej 140 cm poziom skały macierzystej lessowej, barwa słomkowa, układ średnio zwięzły, widoczne laleczki lessowe, materiał słabo wilgotny.

Budowa poziomów genetycznych gleby kopalnej wykazuje, że gleby występujące w tym rejonie w okresie sypania wałów znajdowały się pod roślinnością leśną. W uprawie znalazły się dopiero po zbudowaniu grodu obronnego. Przebadano tu glebę biellicową znajdującą się pod wałem obronnym i glebę pseudobiellicową uprawną znajdującą się w pobliżu wału (100 m) — ryc. 3.

Opis ryc. 3

- 0— 30 cm poziom próchniczny, barwa ciemnoszara, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura gruzelkowata, średnio wilgotna, przejście ostre;
- 30— 45 cm poziom wymywania, barwa jasnoszara, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura blaszkowata, średnio wilgotny, przejście wyraźne;
- 45—110 cm poziom wmywania, barwa ciemnobrunatna, skład mechaniczny: pył ilasty, układ zwięzły, struktura orzechowata na krawędziach opylona osypką krzemionkową, średnio wilgotny, przejście stopniowe;
- 110—190 cm poziom wmywania warstwowany, naprzemianległe warstwy o miąższości 2—4 cm barwy brunatnej i szarej, skład mechaniczny: pył zwykły, struktura orzechowata, układ średnio zwięzły, średnio wilgotny, przejście wyraźne;
- 190—270 cm poziom skały macierzystej, barwa słomkowa, skład mechaniczny: pył zwykły, układ średnio zwięzły, średnio wilgotny.

WŁASCIWOŚCI FIZYCZNE

Skład mechaniczny omawianych gleb wykazuje duże zróżnicowanie w zawartości frakcji pyłowej i ilastej poszczególnych poziomów genetycznych. W głąb profilu ilość cząsteczek ilastych początkowo wzrasta osiągając maksimum w poziomie B_1 (46%), następnie gwałtownie spada w poziomie B_2 i C (do 20%). Rozkład frakcji pyłowej w profilu jest odwrotny. Wraz ze wzrostem głębokości zawartość pyłu zmniejsza się aż do poziomu B_1 (54%) oraz wzrasta ponownie w poziomie B_2 i C nawet do 80%.

Jak wykazują wyniki analizy składu mechanicznego (tab. 1), w glebie współczesnej nie nastąpiły żadne zmiany w składzie mechanicznym w okresie, który upłynął do dziś od chwili przykrycia gleb kopalnych nasypem w postaci wału obronnego. Obie gleby, kopalna i współczesna,

posiadają prawie identyczną zawartość poszczególnych frakcji, a także podobne rozmieszczenie tych cząsteczek w profilu glebowym.

Porowatość ogólna w glebie kopalnej waha się w granicach od 41,73% do 55,09%. Najwyższa porowatość występuje w poziomie A_1 , a najniższa w poziomie B_1 . Gleba współczesna w porównaniu z glebą kopalną wykazuje znacznie mniejszą porowatość ogólną w poziomie A_1 (46,74%) oraz taką samą w pozostałych poziomach. Dość niska porowatość ogólna gleby współczesnej w poziomie A_1 jest wynikiem uprawy koniczyny, która następnie była spaszana przez bydło.

Porowatość kapilarna oraz pojemność powietrzna w obu badanych glebach jest podobna (tab. 2).

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE

Omawiane gleby charakteryzują się dość zróżnicowanym odczynem. Pseudobielicowa gleba współczesna wykazuje dość niskie wartości pH w całym profilu glebowym, zaś gleba kopalna posiada bardzo wysoką jak na gleby bielicowe wartość pH. Różnica w wartości pH między glebą współczesną a kopalną w całym profilu oscyluje w pobliżu cyfry 2. Mimo tak dużych różnic w bezwzględnych wartościach pH obie gleby cechuje taki sam rozkład odczynu w profilu glebowym. Wraz ze wzrostem głębokości wartość pH maleje, osiągając minimum w poziomie B , i gwałtownie wzrasta w poziomie C . Duża różnica odczynu między glebą współczesną a kopalną wynika z przykrycia tej ostatniej utworami zawierającymi dość znaczne ilości $CaCO_3$ oraz zachodzących w glebie współczesnej procesów ługowania.

Zawartość łatwo dostępnego dla roślin fosforu w glebie kopalnej waha się w granicach od 5,8 do 30 mg/100 g gleby. Najwięcej tego składnika znaleziono w poziomie A_1 i A_2 , najmniej w poziomie B_2 . Gleba współczesna posiada dużo mniejszą zasobność w ów składnik, szczególnie bardzo małe ilości łatwo dostępnego fosforu znajduje się w poziomie A_1 (1,2 mg/100 g gleby). W głąb profilu ilość fosforu początkowo wzrasta do 9,7 mg/100 g gleby w poziomie B , a następnie maleje.

Zasobność w łatwo dostępny dla roślin potas w obu glebach jest mniejsza niż w fosfor. Ilość tego składnika w glebie kopalnej waha się w granicach od 4,6 do 21,5 mg/100 g gleby, a w glebie współczesnej od 0,8 do 7,5 mg/100 g gleby.

Rozkład łatwo dostępnego dla roślin potasu w profilu glebowym w obu badanych glebach jest taki sam. Najmniej potasu znaleziono w poziomie A_1 i A_2 , najwięcej w poziomie B .

Jak wykazują otrzymane dane analityczne, w glebie współczesnej w omawianym okresie nastąpiło znaczne zmniejszenie zawartości łatwo

Tab. 1. Skład mechaniczny gleb obiektu Leszczyna
Texture of soils of Leszczyna

Typ gleby	Nr profilu	Poziom genetyczny	Głębokość w cm	Średnica cząstek ziemistych w mm														
				1 — 0,25	0,25 — 0,1	0,1 — 0,06	0,06 — 0,02	0,02 — 0,006	0,006 — 0,002	< 0,002	1 — 0,1	0,1 — 0,02	> 0,02					
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gleba bielnicowa kopalna	8	A ₁	0—5	0,2	0,3	0,5	8	51	24	10	6	1	59	40				
	8	A ₂	15—25	0,2	0,3	0,5	10	48	26	8	7	1	58	41				
	8	B ₁	40—50	0,1	0,2	0,7	10	43	22	9	15	1	53	46				
	8	B ₂	90—100	0,0	0,2	0,8	16	50	20	7	6	1	66	33				
	8	B ₂	120—130	0,0	0,2	0,8	17	58	14	5	5	1	75	24				
	8	C	160—170	0,1	0,3	0,6	17	56	14	6	6	1	73	26				
Gleba pseudobielnicowa współczesna	10	A ₁	5—15	0,1	0,3	0,6	13	47	23	7	9	1	60	39				
	10	A ₂	35—45	0,1	0,3	0,6	12	47	27	7	6	1	59	40				
	10	B ₁	60—70	0,1	0,2	0,7	11	43	23	9	13	1	54	45				
	10	B ₂	120—130	0,0	0,2	0,8	15	52	17	5	10	1	67	32				
	10	C	190—200	0,0	0,2	0,8	22	57	9	3	8	1	79	20				
	10	C	270—280	0,1	0,2	0,7	14	58	15	6	6	1	72	27				

Tab. 2. Właściwości fizyczne gleb obiektu Leszczyna
Physical properties of soils of Leszczyna

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Ciężar		Porowatość		Porowatość kapilarna		Pojemność powietrzna gleb %
				właściwy g/cm ³	objętoś- ciowy g/cm ³	ogólna %	wagowa %	objętoś- ciowa %		
Gleba biellcowa kopalna	8	A ₁	0—10	2,65	1,19	55,09	39,17	46,45	8,64	
	8	A ₂	15—25	2,63	1,40	46,76	30,14	38,97	7,79	
	8	B ₁	40—50	2,66	1,55	41,73	22,48	34,53	7,20	
	8	B ₂	90—100	2,66	1,42	46,62	25,81	36,48	10,14	
	8	C	160—170	2,65	1,45	45,28	25,94	37,62	7,66	
Gleba pseudobiel- cowa współczesna	10	A ₁	5—15	2,61	1,39	46,14	29,17	40,35	6,39	
	10	A ₂	35—45	2,63	1,42	46,01	27,08	38,51	7,40	
	10	B ₁	60—70	2,67	1,52	41,57	22,06	34,44	7,13	
	10	B ₂	120—130	2,67	1,54	42,32	23,06	35,56	6,66	
	10	C	190—200	2,67	1,44	46,07	27,85	39,56	6,51	

dostępnego dla roślin potasu i fosforu. Największe zmiany stwierdzono w górnych poziomach. W poziomie A_1 ilość fosforu zmniejszyła się z 30 do 1,2 mg/100 g gleby, zaś potasu z 7,5 do 1,5 mg/100 g gleby.

Zawartość Al_2O_3 w glebie kopalnej oscyluje w granicach od 5,83 do 10,72%. Największe ilości tego składnika znaleziono w poziomie B_1 , a najmniej w poziomie B_2 . W glebie współczesnej zawartość Al_2O_3 w poszczególnych poziomach genetycznych jest mniej zróżnicowana. Najniższa zawartość występuje w poziomie A_1 — 7,23%. Wraz ze wzrostem głębokości wzrasta stopniowo ilość Al_2O_3 , osiągając maksimum w skale macierzystej 8,94%. W glebie współczesnej w porównaniu z glebą kopalną nie obserwujemy koncentracji tego składnika w poziomie B_1 oraz spadku zawartości w poziomie B_2 (ryc. 13).

Zawartość TiO_2 w omawianych glebach waha się od 0,28% do 0,49%. Najwięcej tego składnika występuje w poziomie A_2 i B i to zarówno w glebie kopalnej, jak i współczesnej — średnio około 0,45%, trochę mniej w poziomie A_1 — średnio około 0,35%, i najmniej w skale macierzystej — około 0,30%. Obie badane gleby w Leszczynie charakteryzują się podobną zawartością oraz takim samym rozmieszczeniem TiO_2 w profilu. Dane te wskazują, że w okresie ostatnich 1000 lat w glebach znajdujących się w użytkowaniu rolnym nie nastąpiły żadne istotne zmiany w zawartości oraz w rozmieszczeniu tego składnika w profilu glebowym. Gleba współczesna mimo zmiany szaty roślinnej i długotrwałej uprawy wykazuje podobną zawartość TiO_2 we wszystkich poziomach genetycznych jak w b. glebie leśnej znajdującej się obecnie pod wałem obronnym.

Natomiast omawiane gleby posiadają dość zróżnicowaną zawartość MgO w poszczególnych poziomach genetycznych. Najmniej tego składnika znajduje się w poziomie A_1 (1,24% w glebie kopalnej i 0,98% w glebie współczesnej). Wyraźna koncentracja MgO występuje w poziomie B_1 (1,88% gleba kopalna i 1,68% gleba współczesna). Rozmieszczenie tego składnika w profilu glebowym jest takie same w glebie współczesnej jak w glebie kopalnej. Natomiast zapasy MgO w glebie współczesnej w poziomach A_1 , A_2 i B zmniejszyły się w omawianym okresie średnio około 20%.

Zawartość FeO i Fe_2O_3 w glebie bielkowej jest dość znaczna i zawiera się w granicach od 2,12 do 4,32%. Największe ilości związków żelaza znajduje się w poziomach B_1 , najmniej w poziomach A_1 i A_2 . Rozmieszczenie związków żelaza w obu profilach jest podobne. W glebie współczesnej w wyniku uprawy i działania procesów glebowych w ostatnim okresie nastąpił tylko niewielki spadek zawartości tego składnika w poziomie A_1 oraz wzrost w poziomie B .

Zawartość niektórych mikroelementów w glebach obiektu Leszczyna

Tab. 3. Właściwości chemiczne gleb obiektu Leszczyna
 Chemical properties of soils of Leszczyna

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość		Zawartość łatwo dostępnego dla roślin w mg/100 g gleby			pH
				prochnicy %	CaCO ₃ %	P ₂ O ₅	K ₂ O	w 1 n KCl	
Gleba bielkowa kopalna	8	A ₁	0-5	1,16	3,4	30,0	5,0	7,5	7,9
	8	A ₂	15-25	0,52	0,1	20,0	4,6	7,4	7,8
	8	B ₁	40-50	0,16	0,0	13,5	21,5	6,6	7,5
	8	B ₂	90-100	0,04	0,0	11,2	14,6	6,5	7,5
	8	B ₂	120-130	0,04	0,0	5,8	10,0	6,7	7,8
	8	C	160-170	0,08	7,8	9,0	7,5	7,4	8,2
Gleba pseudobiel- kowa współczesna	10	A ₁	5-15	1,75	0,0	1,2	1,5	4,6	5,8
	10	A ₂	35-45	0,37	0,0	4,2	0,8	4,3	5,7
	10	B ₁	60-70	0,14	0,0	9,7	7,5	4,0	5,3
	10	B ₂	120-130	0,04	0,0	5,5	4,6	4,2	5,6
	10	C	190-200	0,06	0,0	3,0	3,9	4,3	5,8
	10	C	270-280	0,06	7,7	10,6	5,0	7,2	8,0

ilustruje tab. 5. Ilość V, Cu, Ni, Mn, Pb, Sr, Cr i Ba występująca w glebach obiektu Leszczyna oscyluje na poziomie średniej zawartości tych pierwiastków w porównaniu z całkowitą ilością pierwiastków śladowych w glebach, podaną przez Swaine (31).

Zasobność badanych gleb w V waha się od 25,64 do 58,82 ppm. Największe ilości tego mikroskładnika znaleziono w poziomie B_1 gleby kopalnej (58,82 ppm) i w poziomie B_2 gleby współczesnej (48,19 ppm), najmniejsze w poziomie A_2 gleby kopalnej (25,64 ppm) i w poziomie A_1 gleby współczesnej (27,97 ppm). W okresie zasypania w glebach omawianego obiektu nastąpiły wyraźne zmiany w zawartości wanadu oraz w jego rozmieszczeniu w profilu (ryc. 14).

Tysiąc lat temu w glebie tego terenu, jak wykazuje gleba kopalna, występowała wyraźna koncentracja V w poziomie A_1 i B_1 oraz minimum w poziomie A_2 . Gleby współczesne charakteryzują się najniższą zawartością wanadu w poziomie A_1 i A_2 , trochę wyższą w poziomie B_1 i najwyższą w poziomie B_2 . Jak ilustrują powyższe dane, procesy glebotwórcze działające w omawianym okresie spowodowały częściowe przemieszczenie tego pierwiastka z górnych partii profilu glebowego do dolnych.

Zawartość Cu w obu badanych glebach jest niewielka i waha się w granicach od 8,33 do 19,23 ppm. Najmniejsze ilości tego pierwiastka znajdują się w poziomie A_1 ; wraz ze wzrostem głębokości ilość miedzi początkowo wzrasta, osiągając maksimum w poziomie B_1 , następnie nieznacznie spada.

Gleby współczesne w porównaniu z kopalną nie wykazują żadnych zmian zarówno w zawartości, jak i w rozmieszczeniu Cu w profilu glebowym.

Ni podobnie jak Cu występuje tu w niewielkich ilościach (od 11,57 do 27,17 ppm). Najwięcej znaleziono go w poziomie kopalnym B_1 , najmniej w poziomie współczesnym A_1 . Gleba współczesna wykazuje trochę mniejszą zawartość niklu w poziomie A_1 , A_2 i B_1 , a większą w poziomie B_2 . W obu omawianych glebach rozkład tego pierwiastka w profilu glebowym jest podobny, z tą tylko różnicą, że w glebie współczesnej maksimum uległo przesunięciu z poziomu B_1 do B_2 .

Zawartość Mn jest dość duża i waha się w granicach od 289,85 do 975,60 ppm. Najwięcej manganu występuje w poziomie próchnicznym. W głąb profilu ilość ta maleje osiągając minimum w skale macierzystej. Cechą charakterystyczną badanych gleb jest taki sam rozkład tego elementu w całym profilu glebowym (ryc. 14). Mimo podobnego rozkładu widoczne jest jednak znaczne zubożenie w ów składnik poziomu A_1 gleby współczesnej (z 975,60 do 655,73 ppm). W głębszych poziomach gleby współczesnej spadek zasobności w mangan jest mniejszy.

Tab. 4. Zawartość makroskładników w glebach obiektu Leszczyzna
 Content of major elements in the soils of Leszczyzna

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość makroskładników w %			
				Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	FeO+Fe ₂ O ₃
Gleba bielcowa kopalna	8	A ₁	0-5	7,93	0,37	1,24	2,37
		A ₂	15-25	8,08	0,43	1,24	2,37
		B ₁	40-50	10,72	0,47	1,88	3,99
		B ₂	90-100	5,83	0,31	1,13	2,36
		C	160-170	7,23	0,28	1,49	2,36
Gleba pseudobielcowa współczesna	10	A ₁	5-15	7,23	0,36	0,98	2,12
		A ₂	35-45	8,70	0,49	1,01	2,38
		B ₁	60-70	8,55	0,42	1,68	4,32
		B ₂	120-130	8,70	0,49	1,24	2,98
		C	190-200	8,94	0,39	1,19	2,99

Jak wykazują dane zamieszczone w tab. 5, zawartość Pb w glebie współczesnej wynosi średnio około 27 ppm, a w glebie kopalnej około 34 ppm. W obu profilach rozkład tego mikroelementu jest podobny (ryc. 14). Zmiana użytkowania oraz procesy glebotwórcze, działające w ostatnim tysiącleciu, wpłynęły na zmniejszenie zawartości ołowiu w całym profilu średnio o około 20%.

Zawartość Sr w poszczególnych poziomach jest bardzo zróżnicowana i waha się w glebie kopalnej od 123,45 do 500,00 ppm, a w glebie współczesnej od 65,35 do 434,78 ppm. W obu glebach w poziomie A_1 występuje niewielka zawartość strontu, która gwałtownie wzrasta w poziomie A_2 , następnie dość szybko spada w poziomach B_1 i B_2 , aby ponownie wzrosnąć w poziomie C. Porównując zawartość strontu w glebie kopalnej i współczesnej w poszczególnych poziomach genetycznych, należy stwierdzić, że w omawianym okresie uległ on przemieszczeniu z poziomu A_1 do poziomu A_2 . W wyniku tego procesu gleba współczesna wykazuje w poziomie A_1 trzykrotnie niższą zawartość Sr (65,35 ppm) niż odpowiadający mu poziom kopalny (196,07 ppm) oraz prawie dwukrotnie większą w poziomie A_2 (250,00 ppm gleba kopalna, 434,78 ppm gleba współczesna).

Cr występuje w niewielkich ilościach od 8,09 do 41,23 ppm. Najniższą zasobność w ten składnik wykazują poziomy próchniczne. W głębi profilu zawartość chromu początkowo wzrasta, osiągając maksimum w poziomie B_1 , następnie z powrotem maleje. W omawianych glebach występuje wyraźna różnica zawartości Cr między glebą kopalną a współczesną. Gleba współczesna we wszystkich poziomach genetycznych posiada dwukrotnie więcej tego mikroelementu.

Rozpiętość zawartości Ba w poszczególnych poziomach obu gleb jest duża i oscyluje w granicach od 270,00 do 2500,00 ppm. Najmniej tego składnika znaleziono w poziomach próchnicznych (350,87 ppm w glebie kopalnej i 270,00 ppm w glebie współczesnej), najwięcej w poziomach eluwialnych (1666,67 ppm w glebie kopalnej i 2500,00 ppm w glebie współczesnej). W poziomach niżej leżących w glebie kopalnej zawartość baru początkowo spada do 869,56 ppm, a następnie wzrasta do 1666,67 ppm, w glebie współczesnej w poziomach głębszych ilość ta równomiernie spada wraz ze wzrostem głębokości (ryc. 14). Porównując ilość oraz jego rozmieszczenie w profilu obu badanych gleb widzimy wyraźną migrację tego składnika z poziomu B_2 do poziomu A_2 , która nastąpiła w glebach uprawnych w okresie ostatniego tysiąclecia. Dość duży wzrost zawartości baru w poziomach poduprawnych zaobserwowano także w omawianych dalej glebach współczesnych w Sąsiadce i Gródku.

Tab. 5. Zawartość mikroskładników w glebach obiektu Leszczyna
Content of trace elements in the soils of Leszczyna

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość mikroskładników w ppm									
				V	Cu	Ni	Mn	Pb	Sr	Cr	Ba		
Gleba bieltcowa kopalna	8	A ₁	0-5	41,66	8,33	14,79	975,60	33,33	196,07	8,09	350,87		
		A ₂	15-25	25,64	9,68	14,79	714,28	32,78	250,00	9,41	1666,67		
		B ₁	40-50	58,82	19,23	27,17	425,53	34,48	166,00	21,50	869,56		
		B ₂	90-100	39,60	12,88	18,65	305,34	37,74	123,45	14,54	1666,67		
		C	160-170	34,18	13,44	13,66	327,86	14,92	500,00	19,23	1176,47		
Gleba pseudobiel- cowa współczesna	10	A ₁	5-15	27,97	9,88	11,57	655,73	27,39	65,35	16,80	270,00		
		A ₂	35-45	28,98	9,09	11,79	579,71	25,78	434,78	15,93	2500,00		
		B ₁	60-70	41,23	18,38	21,73	353,98	26,31	204,08	41,23	1000,00		
		B ₂	120-130	48,19	14,70	24,03	322,58	28,57	172,41	32,52	512,82		
		C	190-200	33,18	10,63	18,79	289,85	29,85	181,81	26,66	416,66		

ZAWARTOŚĆ PRÓCHNICY I JEJ SKŁAD FRAKCJONARNY

Procentowa zawartość próchnicy w obu badanych glebach jak na gleby bielicowe i pseudobielicowe jest dość duża. W glebie kopalnej w poszczególnych poziomach znaleziono następujące ilości tego składnika: w poziomie A_1 — 1,16%, w poziomie A_2 — 0,52%, w poziomie B_1 — 0,16% i B_2 — 0,04%. Gleba współczesna posiada więcej próchnicy w poziomie A_1 — 1,75%, mniej w poziomie A_2 — 0,37% i takie same wartości w poziomie B_1 i B_2 (0,14% i 0,04%). Procentowy wzrost próchnicy w glebie współczesnej jest niewielki, lecz ogólne zapasy tego składnika w glebie współczesnej wzrosły prawie dwukrotnie.

Obie omawiane gleby wykazują natomiast podobny skład frakcyjny substancji organicznej. Kwasy próchniczne są przede wszystkim reprezentowane przez frakcję kwasów związanych z wapniem lub luźno związanych z niekrzemianowymi formami R_2O_3 (frakcja 1). Udział frakcji 2 — kwasów próchnicznych wolnych lub związanych z niekrzemianowymi formami R_2O_3 jest znacznie mniejszy (tab. 16). W obu frakcjach przeważają kwasy fulwowe, a stosunek CKH/CKF jest zawsze mniejszy od 1. W glebie kopalnej stosunek CKH/CKF we frakcji pierwszej wynosi 0,64, a w drugiej tylko 0,14. Gleba współczesna wykazuje trochę wyższy stosunek CKH/CKF zarówno we frakcji pierwszej (0,70), jak i w drugiej (0,54).

Zawartość związków organicznych rozpuszczalnych w 0,1 n H_2SO_4 w obu glebach jest prawie taka sama. Duże natomiast różnice występują w zawartości związków próchnicznych nieaktywnych, silnie związanych z mineralną częścią gleby, trudno rozpuszczalnych humianów oraz związków próchnicznych związanych z Ca. W glebie kopalnej 41,13% C organicznego w stosunku do całkowitej zawartości C organicznego jest związany z nieaktywną częścią próchnicy i 34,83% C związany jest z Ca. Gleba współczesna wykazuje kilkakrotnie mniejszą zawartość związków próchnicznych nieaktywnych (8,94% C ogólnego) i znacznie mniejszą ilość próchnicy związanej z Ca (20,39% C ogólnego).

Powyższe dane wykazują, że próchnica omawianych gleb posiada charakter próchnicy fulwowej, typowej dla gleb bielicowych. W glebie współczesnej uprawnej, pomimo podobnego charakteru próchnicy, nastąpiły w okresie ostatniego tysiąclecia dość istotne zmiany. Na skutek działalności procesów ługowania zmniejszyła się zawartość związków próchnicznych związanych z Ca, a zmiana roślinności (budowa profilu gleby kopalnej wskazuje na glebę leśną) oraz długi okres użytkowania rolnego wpłynęły na zwiększenie frakcji kwasów huminowych, a także poważne zmniejszenie nieaktywnych związków próchnicznych.

SĄSIADKA

POŁOŻENIE I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU

Omawiany obiekt znajduje się na Roztoczu Zachodnim, na tzw. Guzie Szczebrzeszyńskim, zbudowanym z utworów kredowych przykrytych w tym rejonie mięszszą pokrywą lessową. Cechą charakterystyczną rzeźby terenu jest występowanie licznych wąwozów, często o urwistych zboczach. Grodzisko w Sąsiadce znajduje się na wysokiej krawędzi lessowej doliny rzeki Por, lewego dopływu Wieprza. Od północnego wschodu i południowego zachodu grodzisko odcięte jest dwoma wąwozami. Właściwy gród, kształtu kolistego o wymiarach 50×50 m, jak i podgrodzie otoczony był wysokimi, do dziś zachowanymi wałami ziemnymi. Data założenia tego grodu określana jest na X—XI w. Jest to prawdopodobnie gród Sutejsk, wspomniany w latopisach już w 1096—1097 r. Powszechnie występującymi dziś typami glebowymi na tym terenie są gleby pseudobielicowe i brunatne. Podobnie wykształcone były gleby w czasie budowy grodu. Pod wałami obronnymi występują gleby pseudobielicowe i brunatne morfologicznie nie różniące się od współczesnych, co wskazywałoby na ich poprzednie rolnicze użytkowanie.

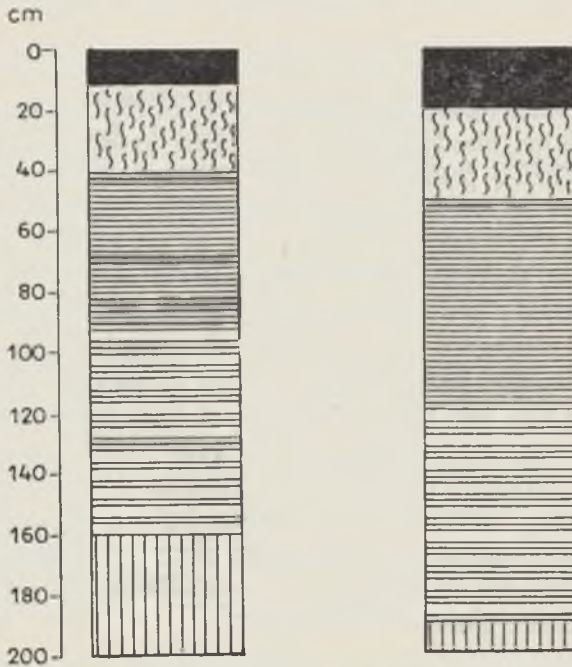
Przebadano tu dwie gleby kopalne, pseudobielicową i brunatną, znajdujące się pod zewnętrznym wałem obronnym (ryc. 4, 6) i odpowiadające im gleby współczesne położone obok wałów w odległości 100 m (ryc. 5, 7).

Opis ryc. 4

- 0— 12 cm poziom próchniczny, barwa ciemnoszara, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura gruzełkowata, widoczne drobne odłamki skorup glinianych, materiał suchy, przejście stopniowe;
 - 12— 40 cm poziom eluwalny, jasnoszary, prawie biały, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura blaszkowata, gleba sucha, przejście niewyraźne;
 - 40— 90 cm poziom iluwalny, barwa ciemnobrunatna, skład mechaniczny: pył ilasty na pograniczu łu, układ zwięzły, struktura orzechowata, materiał suchy, przejście stopniowe;
 - 90—160 cm poziom iluwalny warstwowany, naprzemianległe warstewki o miąższości od 1 do 5 cm o barwie szarej i brunatnej, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura orzechowata, materiał suchy, przejście wyraźne;
- poniżej 160 cm poziom skały macierzystej, less.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

Jak wykazują dane składu mechanicznego, gleby te, podobnie jak gleby w Leszczynie, wytworzyły się z typowych lessów głębokich. Przeważa tu frakcja pyłowa, trochę mniej jest frakcji ilastej i bardzo mało (do paru



Ryc. 4

Ryc. 5

Ryc. 4. Profil pseudobielicowej gleby kopalnej w Sąsiadce
A profile of pseudopodzolic fossil soil in Sąsiadka

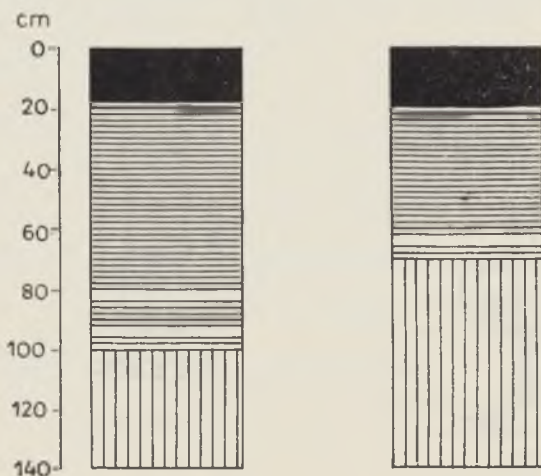
Ryc. 5. Profil pseudobielicowej gleby współczesnej w Sąsiadce
A profile of pseudopodzolic present-day soil in Sąsiadka

procent) frakcji piaszczystej (tab. 6). Większych różnic między glebami kopalnymi a współczesnymi w składzie mechanicznym nie stwierdzono.

Opis ryc. 5

- 0— 20 cm poziom próchniczny, barwa ciemnoszara, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura gruzełkowata, widoczne korzenie roślin, gleba słabo wilgotna, przejście wyraźne;
- 20— 50 cm poziom eluwialny, barwa jasnoszara prawie biała, widoczne są rdzawe plamki, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura blaszkowata, gleba słabo wilgotna, przejście nierówne;
- 50—120 cm poziom iluwialny, barwa ciemnobrunatna, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura orzechowata, gleba słabo wilgotna, przejście stopniowe;
- 120—190 cm poziom iluwialny warstwowany, naprzemianległe warstewki o miąższości od 1 do 5 cm o barwie szarej i brunatnej, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura orzechowata, gleba słabo wilgotna, przejście wyraźne;
- poniżej 190 cm poziom skały macierzystej, less barwy słomkowej, skład mechaniczny: pył ilasty, materiał słabo wilgotny.

Porowatość ogólna omawianych gleb jest dość duża i waha się w granicach od 54,17 do 39,18%. Najwyższą porowatość ogólną powyżej 50% posiadają poziomy próchniczne wszystkich badanych gleb. Poziomy uprawne gleb współczesnych, biellicowej i brunatnej, wykazują taką samą porowatość ogólną, natomiast te same poziomy gleb kopalnych posiadają w przypadku gleby pseudobiellicowej niższą o 4,55%, a w brunatnej — wyższą o 1,30% porowatość ogólną. Wraz ze wzrostem głębokości porowatość ogólna spada, osiągając najniższą wartość w poziomie skały macierzystej. Porowatość kapilarna jest dość duża w poziomach próchnicznych (powyżej 40%), w głąb profilu spada, zaś najwyższa wartość występuje w poziomach B_1 w glebach biellicowych i (B) w glebach brunatnych. Porównując porowatość ogólną i kapilarną w glebach kopalnych i współczesnych należy stwierdzić, że gleby kopalne, zarówno biellicowe jak i brunatne, cechuje podobny do odpowiadających im gleb współczesnych rozkład tej właściwości w profilu, a także prawie takie same bezwzględne wartości.



Ryc. 6

Ryc. 7

Ryc. 6. Profil brunatnej gleby kopalnej w Sąsiadce
A profile of brown fossil soil in Sąsiadka

Ryc. 7. Profil brunatnej gleby współczesnej w Sąsiadce
A profile of brown present-day soil in Sąsiadka

Opis ryc. 6

0— 17 cm poziom próchniczny, barwa ciemnoszara, struktura gruzełkowata, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, widoczne małe węgle drzewne, gleba sucha, przejście niewyraźne;

Tab. 6. Skład mechaniczny gleb obiektu Sąsiadka
Texture of soils of Sąsiadka

Typ gleby	Nr profilu	Pozłom	Głębokość w cm	Średnica cząstek ziemistych w mm										
				1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	> 0,002	1—0,1	0,1—0,02	> 0,02
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Pseudobielicowa kopalna	1	A ₁	0—12	0,1	0,7	1,2	9	50	25	7	7	2	59	39
		A ₂	20—30	0,1	0,7	1,2	12	48	25	8	5	2	60	38
		B ₁	50—60	0,1	0,9	2,0	10	37	25	7	18	3	47	50
		B ₂	100—110	0,1	0,7	1,2	11	38	24	7	18	2	49	49
		B ₂	140—150	0,1	1,6	5,3	9	37	27	8	12	7	46	47
		C	180—190	0,1	0,4	1,5	7	47	26	7	11	2	54	44
Pseudobielicowa współczesna	4	A ₁	5—15	0,1	0,4	0,5	10	49	23	8	9	1	59	40
		A ₂	30—40	0,5	0,7	0,8	10	46	27	8	7	2	56	42
		B ₁	50—60	0,1	0,3	0,6	10	41	25	7	16	1	51	48
		B ₂	120—140	0,1	0,2	0,7	9	41	28	6	15	1	50	49
		C	190—200	0,1	0,3	0,6	8	42	30	11	8	1	50	49
Brunatna kopalna	2	A ₁	5—15	0,2	0,8	1,0	9	48	22	6	13	2	57	41
		(B ₁)	30—40	0,2	2,4	4,4	9	43	18	5	18	7	52	41
		(B ₂)	80—90	0,2	0,8	1,0	10	45	21	7	15	2	55	43
		C	120—130	0,1	0,3	0,6	10	50	24	8	7	1	60	39
Brunatna współczesna	3	A ₁	5—15	0,1	0,4	0,5	10	52	19	8	10	1	62	37
		(B)	25—35	0,1	0,3	0,6	11	44	23	5	16	1	55	44
		C	90—100	0,3	0,2	0,5	9	45	27	4	14	1	54	45

Tab. 7. Właściwości fizyczne gleb obiektu Sasiadka
Physical properties of soils of Sasiadka

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Ciężar		Porowatość ogólna %	Porowatość kapilarna		Pojemność powietrzna %
				właściwy g/cm ³	objętoś- ciowy g/cm ³		wagowa %	objętościo- wa %	
Gleba pseudobieli- cowa kopalna	1	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂ C	5—10	2,65	1,30	50,94	33,12	43,05	7,89
			20—30	2,66	1,45	45,49	25,53	37,15	8,34
			50—60	2,68	1,58	41,04	20,78	34,10	6,94
			120—130	2,67	1,51	41,95	23,86	35,85	6,10
			180—190	2,68	1,63	39,18	23,47	37,20	1,98
Gleba pseudobieli- cowa współczesna	4	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂ C	5—15	2,59	1,23	52,51	35,79	44,05	8,46
			30—40	2,65	1,41	46,79	26,60	37,45	9,34
			50—60	2,67	1,62	39,33	21,38	34,55	4,78
			120—130	2,68	1,63	39,18	22,54	36,80	2,38
			190—200	2,68	1,64	38,81	22,03	36,10	2,71
Gleba brunatna kopalna	2	A ₁ (B) C	5—15	2,64	1,21	54,17	35,62	42,85	11,32
			30—40	2,66	1,50	43,61	21,90	32,45	11,16
			120—130	2,68	1,57	41,42	23,55	36,90	4,52
Gleba brunatna współczesna	3	A ₁ (B) C	5—15	2,61	1,23	52,87	35,48	43,75	9,12
			25—35	2,67	1,48	44,57	24,54	36,10	8,47
			80—90	2,68	1,47	45,15	27,76	40,85	4,30

- 17—100 cm poziom brunatnienia, barwa ciemnobrunatna, skład mechaniczny: pył ilasty, układ zwięzły, struktura orzechowata, dołem słabo widoczne warstwowanie, gleba sucha, przejście wyraźne;
poniżej 100 cm poziom skały macierzystej less barwy słomkowej, skład mechaniczny: pył ilasty materiał słabo wilgotny;

Opis ryc. 7

- 0—20 cm poziom próchniczny, barwa ciemnoszara, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura gruzełkowata, widoczne korzenie roślin, gleba słabo wilgotna, przejście wyraźne;
20—70 cm poziom brunatnienia, barwa ciemnobrunatna, skład mechaniczny: pył ilasty, układ zwięzły, struktura orzechowata, gleba słabo wilgotna, przejście wyraźne, dołem bardzo słabo widoczne warstwowanie;
poniżej 70 cm poziom skały macierzystej, barwa słomkowa, utwór słabo wilgotny.

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE

Badane gleby, jak wykazują dane zamieszczone w tab. 8, posiadają dość zróżnicowany odczyn. Gleby pseudobielicowe współczesne to gleby kwaśne, zaś brunatne należą do gleb o odczynie obojętnym. Dość duże różnice w odczynie występują tu między glebami współczesnymi a ich odpowiednikami kopalnymi. Gleby współczesne wykazują znacznie niższą wartość pH w górnych poziomach glebowych. Wraz ze wzrostem głębokości różnice te zacierają się i na głębokości około 120 cm przy glebach pseudobielicowych i 60 cm przy glebach brunatnych wartość pH jest prawie taka sama jak w glebach kopalnych. Owa znaczna różnica w odczynie w górnych poziomach gleb współczesnych i kopalnych wypływa z tego, że gleby kopalne zostały przykryte wałem zbudowanym z lessu, a więc skały zawierające znaczne ilości CaCO_3 . Mimo tego rozkład pH w profilu glebowym zachował się taki sam we wszystkich badanych glebach tego obiektu. W głąb profilu wartość pH początkowo maleje, osiągając najniższą wartość w poziomie iluwialnym i brunatnienia, następnie z powrotem wzrasta, dochodząc do maksymalnych wartości w poziomie skały macierzystej (pH 7,4 w KCl i 8,2 w H_2O).

Zasobność w łatwo dostępny dla roślin fosfor gleb pseudobielicowych i brunatnych omawianego obiektu jest bardzo dobra i waha się w granicach od 8,6 do 48,0 mg/100 g gleby. W glebach kopalnych największe ilości łatwo rozpuszczalnego fosforu znajdują się w górnych poziomach glebowych. Wraz ze wzrostem głębokości ilość tego składnika powoli spada. Najniższe wartości występują w poziomie skały macierzystej — średnio około 9 mg/100 g gleby.

W glebach współczesnych rozkład łatwo dostępnego fosforu w profilu jest inny. Gleba brunatna charakteryzuje się najniższą zawartością P_2O_5 ,

w poziomie A_1 , w głąb profilu ilość ta wzrasta. W glebie pseudobielicowej w całym profilu, z wyjątkiem poziomu A_2 , zawartość P_2O_5 jest wyrównana i wynosi średnio około 24 mg/100 g gleby. Porównując zawartość oraz rozmieszczenie tego składnika w poszczególnych poziomach genetycznych omawianych gleb, należy stwierdzić, że w ciągu ostatniego tysiąclecia nastąpiło przemieszczenie fosforu z górnych partii profilu do dolnych. W rezultacie tego procesu w glebie brunatnej, zalegającej na zboczu i erodowanej, obserwujemy wzrost zawartości P_2O_5 we wszystkich poziomach, zaś w glebie pseudobielicowej — poważne zubożenie w poziomie A_1 i A_2 . Średnio dla obu poziomów wynosi ona około 20 mg/100 g gleby.

Zasobność w łatwo dostępnym dla roślin potas jest różna. Gleby kopalne charakteryzują się złą zasobnością w potas, zaś gleby współczesne — dobrą lub średnią. Gleby kopalne cechuje bardzo niska zawartość K_2O w poziomie A_1 — około 4 mg/100 g gleby. W głąb profilu ilość tego związku wzrasta, osiągając najwyższą wartość w poziomie B i (B) — średnio 12 mg/100 g gleby. Obie gleby współczesne posiadają kilkakrotnie wyższą zawartość K_2O w poziomie A_1 (26,5 mg/100 g gleby w glebie brunatnej i 10,6 mg/100 g gleby w glebie pseudobielicowej). W glebie współczesnej pseudobielicowej zawartość rozpuszczalnych form potasu w poziomie A_2 w porównaniu z glebą kopalną nie uległa zmianie, natomiast w poziomie B_1 i B_2 nastąpił wzrost tego związku średnio o około 30%. W glebie współczesnej brunatnej poziomy podpróchniczne posiadają podobną do odpowiedników kopalnych zawartość K_2O (ryc. 12).

Zawartość Al_2O_3 jest stosunkowo znaczna i oscyluje w granicach od 8,94 do 14,15%. Największe ilości tego składnika znaleziono w poziomach iluwialnych i brunatnienia, najmniejsze w poziomach eluwialnych. Gleby brunatne, kopalne i współczesne, posiadają zbliżoną zawartość Al_2O_3 oraz podobny rozkład tego związku w profilu glebowym. W glebie pseudobielicowej współczesnej w porównaniu z glebą pseudobielicową kopalną zachował się taki sam rozkład Al_2O_3 oraz podobna zawartość w poziomie A_1 i A_2 . W niższych poziomach obserwujemy nieznaczne zmniejszenie zawartości tego składnika. Ogólnie można stwierdzić, że w ostatnim tysiącleciu w glebach pseudobielicowych i brunatnych omawianego terenu nie nastąpiły większe zmiany w zawartości Al_2O_3 , zaś rozkład tego składnika w profilu glebowym zachował się taki sam.

Ilość TiO_2 w omawianych glebach jest niewielka i waha się w granicach od 0,37 do 0,52%. Najmniejsze ilości tego składnika znaleziono w poziomach próchnicznych gleb pseudobielicowych, największe w poziomie iluwialnym i brunatnienia. Gleby współczesne w porównaniu z ich odpowiednikami kopalnymi nie wykazują prawie żadnych różnic w zawartości TiO_2 oraz w rozmieszczeniu go w poszczególnych poziomach gene-

Tab. 8. Właściwości chemiczne gleb obiektu Sąsiadka
Chemical properties of soils of Sąsiadka

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość			Zawartość łatwo dostę- nego dla roślin			pH	
				próchnicy %	CaCO ₃ %	P ₂ O ₅	K ₂ O	w 1n KCl	w H ₂ O		
Gleba pseudobiel- cowa kopalna	1	A ₁	0-15	1,01	0,7	37,5	3,8	7,0	7,5		
		A ₂	20-30	0,26	0,0	48,0	3,9	6,9	7,2		
		B ₁	50-60	0,25	0,0	24,2	12,1	6,3	7,0		
		B ₂	100-110	0,16	0,0	23,2	15,2	6,0	6,8		
		B ₂	140-150	0,21	0,0	17,8	12,2	5,8	6,7		
		C	180-190	0,15	12,6	8,6	9,3	7,1	7,6		
Gleba pseudobiel- cowa współczes- na	4	A ₁	5-15	3,28	0,0	24,0	10,6	5,7	6,3		
		A ₂	30-40	0,41	0,0	15,7	3,8	5,0	6,4		
		B ₁	50-60	0,20	0,0	22,5	19,7	4,8	6,2		
		B ₂	120-140	0,16	0,0	24,0	24,5	5,3	6,5		
		C	190-200	0,06	7,1	14,6	10,3	7,3	8,0		
Gleba brunatna kopalna	2	A ₁	5-15	1,69	0,2	21,0	4,5	7,3	8,1		
		(B ₁)	30-40	0,32	0,0	20,0	11,3	6,6	7,2		
		(B ₂)	80-90	0,20	0,0	18,8	11,3	6,4	7,2		
C	120-130	0,16	8,3	9,2	8,2	7,2	8,1				
Gleba brunatna współczesna	3	A ₁	5-15	2,85	0,0	22,5	26,5	6,5	6,9		
		(B)	25-35	0,52	0,0	24,0	8,8	6,3	7,2		
		C	90-100	0,16	5,2	30,1	10,3	7,4	8,1		

tycznych (ryc. 15, 17). Powyższe dane wskazują, że w omawianym okresie, tj. od chwili zasypania gleb kopalnych do dziś, zachodzące procesy glebotwórcze oraz gospodarka rolna nie wpłynęły na zmianę zawartości TiO_2 . Gleby brunatne i pseudobielicowe posiadają zbliżoną zawartość i taki sam rozkład tego składnika w profilu glebowym, jak posiadały gleby badanego obiektu tysiąc lat temu.

Gleby charakteryzują się zróżnicowaną zawartością MgO — od 0,78 do 2,44%. Najwięcej tego składnika znajduje się w skale macierzystej, najmniej w poziomach eluwalnych gleb pseudobielicowych. Rozmieszczenie związku w profilu glebowym wskazuje na jego wymywanie z profilu glebowego już przed zasypaniem. Proces ten zachodził i w omawianym okresie, czego potwierdzeniem jest mniejsza zawartość MgO w glebach współczesnych. W glebie pseudobielicowej w tym okresie zawartość MgO zmniejszyła się średnio o około 25%, a w glebie brunatnej o około 15%.

Zawartość FeO i Fe_2O_3 w obu badanych typach glebowych jest dość zróżnicowana i waha się w granicach od 1,13 do 2,59%. W glebach pseudobielicowych poziomy próchniczne wykazują średnią zawartość związków żelaza (1,46 i 1,83%). W poziomie A_2 ilość ta spada do 1,13 i 1,46%, zaś w poziomie B_1 i B_2 następuje wyraźny wzrost zawartości nawet do 2,59%. W glebach brunatnych w poziomach A_1 znaleziono taką samą wartość związków żelaza jak i w odpowiadających im glebach pseudobielicowych. W poziomach brunatnienia zawartość związków żelaza wzrasta do 2,03%, a w poziomie skały macierzystej z powrotem spada do 1,63%. W obu glebach współczesnych w porównaniu z glebami kopalnymi nastąpił wzrost zawartości związków żelaza w poziomie A_1 o 0,37% oraz nieznaczny spadek w poziomie iluwalnym gleby pseudobielicowej. Natomiast rozmieszczenie tego składnika w obu profilach badanych gleb pozostało bez zmian.

Zawartość V w rozpatrywanych glebach jest zróżnicowana i oscyluje w granicach od 27,21 do 142,85 ppm. Najwięcej V występuje w poziomie kopalnym (B), najmniej w poziomie kopalnym A_2 . Otrzymane dane analityczne (tab. 10) wykazują wyraźną akumulację tego mikroelementu w poziomach brunatnienia i iluwalnym. W glebach współczesnych, znajdujących się stale w użytkowaniu rolnym, w porównaniu z glebami kopalnymi nastąpił wzrost zawartości wanadu w poziomach A_1 i A_2 . Rozmieszczenie tego mikroelementu w profilu gleb współczesnych nie uległo zmianie i jest prawie takie samo jak w glebach kopalnych.

Znalezione ilości Cu są zbliżone do zawartości tego pierwiastka w glebach obiektu Leszczyzna (8,42—28,73 ppm). W glebie brunatnej kopalnej i współczesnej zawartość miedzi wraz ze wzrostem głębokości zwiększa się, osiągając maksimum w poziomie brunatnienia. W glebie pseudobielic-

Tab. 9. Zawartość makroskładników w glebach obiektu Sądziadka
Content of major elements in the soils of Sądziadka

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość makroskładników w %				
				Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	FeO+Fe ₂ O ₃	
Gleba pseudobielicowa kopalna	1	A ₁	0-12	10,02	0,37	1,45	1,46	
		A ₂	20-30	8,94	0,41	1,11	1,13	
		B ₁	50-60	14,15	0,52	1,78	2,46	
		B ₂	100-110	12,90	0,44	1,88	2,59	
		C	180-200	13,60	0,45	2,44	1,83	
Gleba pseudobielicowa współczesna	4	A ₁	5-15	9,71	0,38	1,16	1,83	
		A ₂	30-40	9,01	0,41	0,78	1,46	
		B ₁	50-60	10,72	0,42	1,34	2,13	
		B ₂	120-140	11,50	0,51	1,45	2,36	
Gleba brunatna kopalna	2	A ₁	5-15	10,49	0,43	1,49	1,46	
		(B ₁)	30-40	13,06	0,45	1,59	2,03	
		(B ₂)	80-90	12,28	0,42	1,49	2,03	
		C	120-130	11,19	0,41	1,93	1,69	
Gleba brunatna współczesna	3	A ₁	5-15	11,35	0,45	1,29	1,83	
		(B)	25-35	13,06	0,50	1,65	2,03	
		C	90-100	11,81	0,42	1,59	1,63	

cowej kopalnej ilość Cu w głąb profilu początkowo zmniejsza się, osiągając minimalną zawartość w poziomie A_1 (8,42 ppm), następnie wzrasta przeszło dwukrotnie w poziomie B (19,53 ppm), zaś w poziomie B_2 i C z powrotem zmniejsza się do 14,88 ppm. W glebie pseudobielicowej współczesnej rozkład tego elementu w profilu jest inny. Poziom próchniczny wykazuje maksymalną zasobność w miedź. Wraz ze wzrostem głębokości ilość Cu stopniowo zmniejsza się.

Otrzymane dane wskazują na istnienie w uprawnych glebach pseudobielicowych procesu akumulacji miedzi w poziomie próchnicznym i eluwialnym. W rezultacie tego procesu w omawianym okresie nastąpił dwukrotny wzrost zasobności w ten składnik poziomu A_1 i A_2 . Gleba brunatna współczesna posiada taką samą zawartość i taki sam rozkład Cu jak jej odpowiednik kopalny.

Zawartość Ni w omawianych glebach jest niewielka i zawiera się w granicach od 11,63 do 32,46 ppm. Duże zróżnicowanie zawartości niklu w poszczególnych poziomach genetycznych występuje w glebach kopalnych. W glebie brunatnej kopalnej najmniej tego mikroelementu znajduje się w poziomie A_1 (19,53 ppm). W poziomie (B_1) zawartość niklu wzrasta do 32,46 ppm, zaś w poziomie (B_2) ponownie spada do 23,80 ppm. W glebie brunatnej współczesnej w poziomie A_1 znaleziono 28,40 ppm Ni, natomiast w poziomach podpróchnicznych zawartość niklu jest nieco mniejsza (od 25,52 do 26,03 ppm). W glebach pseudobielicowych rozmieszczenie Ni w profilu glebowym obu gleb jest takie samo. Najmniej znajduje się go w poziomie A_2 , najwięcej w poziomie B_1 . W glebach współczesnych omawianego obiektu w ostatnim tysiącleciu średnia zawartość Ni w całym profilu glebowym nie uległa zmianie, nastąpiło tylko przemieszczenie tego mikroskładnika z poziomów iluwialnego i brunatnienia do poziomów próchnicznego i eluwialnego.

Badane gleby charakteryzuje duża zawartość Mn — od 264,90 do 952,38 ppm. Najwięcej znaleziono go w poziomie A_1 brunatnej gleby kopalnej, a najmniej w poziomie A_2 pseudobielicowej gleby kopalnej. Jego rozmieszczenie w profilu glebowym cechuje duże zróżnicowanie, szczególnie w glebach kopalnych. W glebie brunatnej kopalnej wraz ze wzrostem głębokości ilość Mn gwałtownie zmniejsza się, osiągając najniższą wartość w poziomie (B_2) (330,57 ppm). Gleba brunatna współczesna posiada taką samą zawartość manganu w całym profilu glebowym (około 400 ppm). W glebie pseudobielicowej kopalnej najwięcej Mn znaleziono w poziomie A_1 (506,33 ppm). W niższych partiach profilu zawartość manganu początkowo zmniejsza się prawie dwukrotnie w poziomie A_2 , następnie ponownie wzrasta w poziomie B_1 do 421,05 ppm, aby z powrotem spaść do 268,46 ppm w poziomie B_2 . Natomiast w glebie współczesnej wraz ze

Tab. 10. Zawartość mikroskładników w glebach obiektu Sąsiadka
Content of trace elements in the soils of Sąsiadka

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość mikroskładników w ppm									
				V	Cu	Ni	Mn	Pb	Sr	Ct	Ba		
Gleba pseudobieli-cowa kopalna	1	A ₁	0-12	36,36	14,12	18,38	506,33	37,04	222,22	25,48	6666,66		
		A ₂	20-30	27,21	8,42	11,63	264,90	22,47	48,54	12,42	689,65		
		B ₁	50-60	61,51	19,53	25,77	421,05	45,45	78,74	26,66	1666,00		
		B ₂	100-110	65,57	15,82	20,04	268,46	36,36	96,15	33,90	173,91		
		C	180-190	44,44	14,88	20,16	312,50	32,26	131,58	23,81	392,15		
Gleba pseudobieli-cowa współczes-na	f	A ₁	5-15	45,45	28,73	20,49	558,23	33,89	135,13	42,10	363,63		
		A ₂	30-40	38,46	15,72	18,24	540,54	44,44	769,23	18,51	1428,57		
		B ₁	50-60	63,49	14,36	23,58	400,00	33,89	119,04	28,98	363,63		
		B ₂	130-140	52,63	12,25	21,92	493,82	36,36	107,52	49,19	120,69		
		C	190-200	42,50	14,20	22,40	320,36	34,12	150,16	28,50	400,00		
Gleba brunatna kopalna	2	A ₁	5-15	48,78	20,16	19,53	952,38	37,03	243,90	38,40	1538,46		
		(B ₁)	30-40	142,85	27,47	32,46	547,94	62,50	84,74	64,51	392,15		
		(B ₂)	80-90	58,82	22,97	23,80	330,57	46,51	125,00	29,19	487,80		
C	120-140	55,55	18,11	24,03	377,35	76,92	105,26	27,21	555,55				
Gleba brunatna współczesna	3	A ₁	5-15	54,05	17,60	28,40	416,66	32,25	87,71	28,77	1052,63		
		(B)	25-35	58,82	26,88	25,00	400,00	45,45	588,23	37,73	5000,00		
		C	90-100	41,23	22,52	26,04	655,73	32,75	312,50	27,99	1176,47		

wzrostem głębokości ilość Mn stopniowo zmniejsza się aż do poziomu B_2 , gdzie zaznacza się niewielki wzrost tego mikroelementu. W glebach współczesnych w porównaniu z kopalnymi obserwujemy dwukrotny wzrost zasobności w Mn poziomu A_2 , niewielki wzrost w poziomie A_1 gleby pseudobielicowej oraz duże zubożenie w ten składnik poziomu A_1 gleby brunatnej (z 952,38 do 416,66 ppm).

Zawartość Pb jest w porównaniu ze średnią zawartością tego składnika w glebie dość znaczna i zawiera się w granicach od 22,47 do 76,92 ppm. Badane gleby charakteryzują się zróżnicowaną zawartością ołowiu w poszczególnych poziomach genetycznych. Gleby brunatne współczesne i kopalne wykazują najniższą zawartość Pb w poziomie A_1 (32,25 i 37,05 ppm). Wraz ze wzrostem głębokości początkowo ilość ołowiu wzrasta, a następnie ponownie maleje. W glebie pseudobielicowej kopalnej w poziomie próchnicznym znajduje się 37,04 ppm Pb, w poziomie A_2 obserwujemy wyraźne zmniejszenie zawartości do 22,47 ppm, a w poziomie B_1 — wyraźną akumulację tego składnika (45,45 ppm). Poziom B_2 i C charakteryzuje się zawartością Pb zbliżoną do poziomu próchnicznego. Gleba pseudobielicowa współczesna wykazuje inne rozmieszczenie tego mikroelementu w profilu glebowym. Najniższa zawartość występuje w poziomie A_1 (33,89 ppm), zaś najwyższa w poziomie A_2 (44,44 ppm). Ogólnie można stwierdzić, że gleby współczesne cechują się bardziej wyrównaną zawartością Pb w całym profilu glebowym niż gleby kopalne. Oprócz tego w glebach znajdujących się przez cały omawiany okres w uprawie nastąpiło znaczne zmniejszenie zawartości Pb we wszystkich poziomach genetycznych, oprócz poziomu A_2 (profil 4), gdzie można zaobserwować wyraźną akumulację tego składnika.

Badane gleby cechuje duża zawartość Sr — od 48,51 do 769,23 ppm. Rozmieszczenie tego mikroelementu w profilu glebowym jest bardzo zróżnicowane, szczególnie w glebach współczesnych. W obu glebach kopalnych w poziomie A_1 znaleziono podobne ilości Sr (około 230 ppm). W poziomach niżej zalegających ilość ta początkowo kilkakrotnie spada, a następnie z powrotem nieznacznie wzrasta. W glebach współczesnych, brunatnej i pseudobielicowej, poziomy próchniczne zawierają nieznaczne ilości Sr (87,71 i 135,13 ppm), zaś w poziomach podpróchnicznych (B) i A_2 obserwujemy duży wzrost zawartości tego mikroelementu — do 588,23 ppm w glebie brunatnej i 769,23 ppm w glebie pseudobielicowej, oraz ponowny spadek w poziomach B_1 , B_2 i C . Gleby współczesne w porównaniu z glebami kopalnymi wykazują mniejszą zawartość Sr w poziomie próchnicznym, bardzo dużą akumulację w poziomie A_2 i (B) oraz prawie dwukrotnie wyższą średnią zawartość tego mikroelementu w całym profilu glebowym.

Zawartość Cr w glebach obiektu Sąsiadka waha się w granicach od 12,42 do 64,51 ppm. W glebach brunatnych obserwujemy wyraźną akumulację chromu w poziomie brunatnienia, zaś w glebach pseudobielicowych w poziomie próchnicznym i iluwialnym. Gleby współczesne w porównaniu z glebami kopalnymi nie wykazują większych zmian zawartości Cr. Widzimy tylko niewielki wzrost zawartości tego składnika w glebie pseudobielicowej i niewielkie zubożenie w glebie brunatnej, a rozmieszczenie Cr w profilu gleb współczesnych jest identyczne jak w glebach kopalnych.

Ilość Ba w omawianych glebach waha się w szerokich granicach od 120,69 do 6666,66 ppm. W glebach kopalnych najwyższe stężenie tego mikrośladowca występuje w poziomach próchnicznych — 1538,46 ppm w glebie brunatnej i 6666,66 ppm w glebie pseudobielicowej. Głębsze poziomy gleb kopalnych charakteryzują się kilkakrotnie niższą zawartością Ba. W glebach współczesnych rozmieszczenie Ba jest odmienne. Poziomy próchniczne wykazują stosunkowo niewielką zawartość, zaś w poziomach podpróchnicznych widoczna jest wyraźna akumulacja tego składnika. Przedstawione dane wskazują na to, że w omawianym okresie nastąpiło przemieszczenie Ba w profilu glebowym. W glebie bielicowej uległ on przemieszczeniu z poziomu A_1 do A_2 oraz nastąpiło ogólne zubożenie tych gleb. W glebie brunatnej na skutek działania dwu czynników, erozji i procesu wymywania, zaobserwowano znaczną akumulację baru w poziomie brunatnienia.

ZAWARTOŚĆ PRÓCHNICY I JEJ SKŁAD FRAKCYONARNY

Omawiane gleby cechuje dość wysoka i zróżnicowana zawartość próchnicy. Najwięcej związków organicznych znaleziono w pseudobielicowej glebie współczesnej — 3,28%, najmniej w pseudobielicowej glebie kopalnej — 1,01%. Gleba brunatna współczesna posiada 2,85% próchnicy, zaś kopalna — 1,69%. W głąb profilu ilość próchnicy we wszystkich badanych profilach gwałtownie zmniejsza się, z tym, że gleby współczesne posiadają prawie dwukrotnie wyższą jej zawartość w poziomie podpróchnicznym w porównaniu z glebami kopalnymi. Znacznie wyższa zawartość próchnicy w górnych poziomach gleb współczesnych jest wynikiem długotrwałej gospodarki rolnej, intensywnego nawożenia organicznego w ostatnim okresie oraz znacznej zawartości nierozłożonych resztek organicznych.

Frakcyjny skład próchnicy gleb w Sąsiadce charakteryzuje tab. 16. W próchnicy kopalnej gleby pseudobielicowej przeważają kwasy próchniczne frakcji 1 (48,97% C ogólnego). Kwasy próchniczne frakcji 2 są reprezentowane w znacznie mniejszej ilości (16,32% C ogólnego).

Zawartość nieaktywnej części związków organicznych jest dość duża (30,63% C ogólnego). Głównym składnikiem frakcji 1 są kwasy huminowe, a stosunek CKH/CKF jest bardzo wysoki jak na gleby pseudobielicowe i wynosi 2,42. Frakcja 2 składa się w przewadze z kwasów fulwowych, zaś stosunek CKH/CKF jest niski i wynosi zaledwie 0,37. Ogólnie dla frakcji 1 i 2 stosunek ten wyraża się liczbą 1,66. Gleba pseudobielicowa współczesna, ogólnie biorąc, posiada podobny skład próchnicy do składu próchnicy w glebie kopalnej. Przeważa tu także frakcja 1, lecz stosunek frakcji 1 do frakcji 2 jest znacznie węższy (f. 1 — 40,88% i f. 2 35,53% C ogólnego). Frakcja 1 reprezentowana jest głównie przez kwasy huminowe, a frakcja 2 przez kwasy fulwowe. Stosunek CKH/CKF frakcji 1 jest dwukrotnie niższy niż w glebie kopalnej i wynosi 1,24. Podobnie przedstawia się ten stosunek we frakcji 2 — jest też znacznie niższy niż w glebach kopalnych (0,79). Zawartość związków próchnicznych nieaktywnych jest niewielka i stanowi tylko 21,61% C ogólnego.

Powyższe dane analityczne wskazują na to, że charakter próchnicy w glebie współczesnej, pomimo trzykrotnego wzrostu jej zawartości, zachował się taki sam jak w glebach kopalnych. W obu omawianych glebach stosunek CKH/CKF frakcji 1 jest większy od 1, a frakcji 2 — mniejszy od 1. W omawianym okresie w glebie pseudobielicowej, znajdującej się cały czas w użytkowaniu rolnym, zwiększyła się zawartość kwasów fulwowych oraz zmniejszyła się ilość związków próchnicznych nieaktywnych. Zmniejszyła się także ilość próchnicy związanej z Ca (z 32,65% do 5,34% C ogólnego).

Frakcyjarny skład próchnicy kopalnej gleby brunatnej wykazuje taką samą procentową zawartość frakcji 1 i 2 oraz podobną ilość związków nieaktywnych jak próchnica kopalnej gleby pseudobielicowej. Stosunek CKH/CKF w obu frakcjach jest wysoki i dla frakcji 1 wyraża się liczbą 3,87, a dla frakcji 2 — 1,16. Stosunek ów świadczy o tym, że podstawowym składnikiem próchnicy są tu kwasy huminowe. Kwasy fulwowe występują w małej ilości i stanowią tylko około 37% ogólnej zawartości C obu frakcji.

Skład substancji organicznej brunatnej gleby współczesnej w porównaniu z kopalną uległ dość dużym zmianom i zbliżony jest do składu próchnicy gleby pseudobielicowej. Tak jak w tej ostatniej frakcja 1 jest głównym składnikiem związków próchnicznych, a reprezentowana jest w przewadze przez kwasy huminowe. Stosunek CKH/CKF jest dość wąski i wynosi 1,22. Zawartość frakcji 2 wynosi 23,55% C ogólnego i reprezentowana jest głównie przez kwasy fulwowe, a stosunek CKH/CKF jest bardzo szeroki i wyraża się liczbą 0,32. Substancję orga-

niczną omawianej gleby cechuje bardzo duża zawartość — najwyższa w glebach badanego obiektu — związków próchnicznych nieaktywnych (38,90% C ogólnego).

Jak wynika z omówionych danych analitycznych, charakter próchnicy w glebach brunatnych w ostatnim tysiącleciu uległ zmianie. W okresie budowy wałów obronnych miała ona w badanych glebach charakter huminowo-fulwowej, obecnie jest to próchnica o charakterze fulwowo-huminowej. Oprócz wymienionych zmian wzrosła także ilość związków nieaktywnych oraz zmniejszyła się prawie trzykrotnie zawartość próchnicy związanej z Ca.

GRÓDEK

POŁOŻENIE I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU

Gródek leży w Padole Zamojskim (Hrubieszowskim), zbudowanym z utworów kredowych przykrytych przeważnie pokrywą lessów o różnej miąższości. Rysem charakterystycznym rzeźby tego terenu jest występowanie dość rozległych, lekko sfalowanych płaszczyzn, rozciętych szerokimi, często zabagnionymi dolinami rzecznyymi.

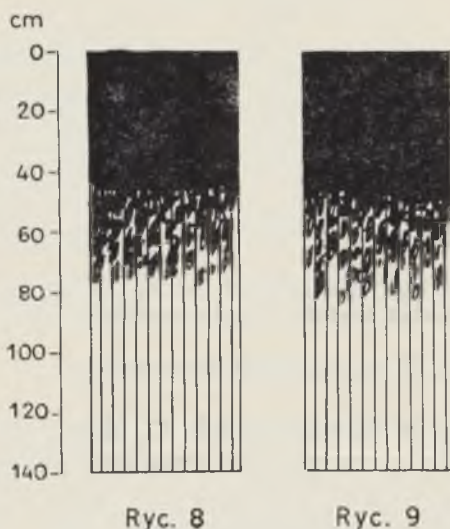
Grodzisko w Gródku znajduje się w widłach rzek Bugu i Huczwy, na rozległej i płaskiej terasie zbudowanej z utworów lessowych. Od strony wschodniej i północnej dostępu do grodu broniły urwiste zbocza doliny rzek Bugu i Huczwy, od zachodu i południa — podwójne wały i fosa. W obrębie grodziska o kształcie owalnym znajduje się gród właściwy, tzw. „Zamek”, położony na wyodrębnionym wzgórzu. Jest to jeden z Grodów Czerwieńskich, tzw. Gródek Nadbużny lub Gród Wołyń, założony prawdopodobnie w X i XI w. Panującymi glebami tego terenu są czarnoziemy, niewiele odbiegające swymi właściwościami od czarnoziemów ukraińskich. Budowa profilu gleby kopalnej wskazuje na to, że gleby te przed zasypaniem znajdowały się w użytkowaniu rolnym. Przebadano tu gleby znajdujące się pod wałem (ryc. 8) oraz gleby współczesne położone w pobliżu wału w takich samych warunkach morfologicznych (ryc. 9).

Cechy morfologiczne omawianych gleb nie wykazują żadnych różnic. Poziom uprawny, tak w kopalnych jak i we współczesnych, posiada nieco jaśniejszą barwę, zaś struktura i układ w całym profilu obu badanych gleb są takie same.

Opis ryc. 8

0—45 cm poziom próchniczny, barwa czarna z odcieniem szarym, warstwa uprawna posiada trochę jaśniejszą barwę, skład mechaniczny: pył ilasty, struktura ziarnista, układ średnio zwięzły, materiał suchy, przejście stopniowe, widoczne skorupki naczyń glinianych;

- 45—80 cm poziom przejściowy, barwa ciemnoczarna z zaciekami i plamami ciemnymi, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura orzechowata, materiał suchy, przejście wyraźne;
- poniżej 80 cm — skała macierzysta lessowa, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, materiał słabo wilgotny.



Ryc. 8. Profil czarnoziemiu kopalnego w Gródku Nadbużańskim
A profile of fossil chernozem in Gródek Nadbużański

Ryc. 9. Profil czarnoziemiu współczesnego w Gródku Nadbużańskim
A profile of present-day chernozem in Gródek Nadbużański

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

Skład mechaniczny omawianych gleb świadczy o tym, że wytworzyły się one z typowych utworów lessowych. Badane gleby charakteryzują się wyrównaną zawartością poszczególnych frakcji mechanicznych w całym profilu glebowym. W glebie współczesnej nie obserwujemy żadnych istotnych zmian w składzie mechanicznym w porównaniu z glebą kopalną.

Porowatość ogólna we wszystkich rozpatrywanych poziomach jest duża i waha się w granicach od 48,64 do 53,82%. Najwyższa porowatość ogólna występuje w poziomie próchnicznym gleby kopalnej, najniższa — w poziomie uprawnym gleby współczesnej. W poziomie A_1/C gleba współczesna posiada nieco większą porowatość ogólną. Omawiane gleby charakteryzują się wysoką porowatością kapilarną — od 40,94 do 46,18%. W obu badanych glebach w głąb profilu porowatość kapilarna początko-

wo wzrasta w poziomie poduprawnym, a następnie z powrotem zmniejsza się. Gleby współczesne posiadają prawie taką samą porowatość kapilarną we wszystkich poziomach genetycznych jak odpowiadające im gleby kopalne.

Opis ryc. 9

- 0—50 cm poziom próchniczny, barwa czarna z odcieniem szarym, poziom uprawny 0—25 cm posiada barwę nieco jaśniejszą, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura ziarnista, widoczne korzenie roślin, gleba słabo wilgotna, przejście stopniowe;
- 50—85 cm poziom przejściowy do skały macierzystej, barwa ciemnoszara z zaciekami i plamami ciemnymi, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, struktura orzechowata, gleba słabo wilgotna, przejście wyraźne;
- poniżej 85 cm poziom skały macierzystej, barwa słomkowa, skład mechaniczny: pył ilasty, układ średnio zwięzły, materiał słabo wilgotny.

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE

Jak wskazują dane pH zawarte w tab. 13, gleby te należą do gleb o odczynie obojętnym. Cechą charakterystyczną dla tych gleb są bardzo wysokie i mało zróżnicowane wartości pH w poszczególnych poziomach genetycznych. Zarówno w glebie współczesnej, jak i w kopalnej wartość pH w 1 n KCl w poziomie uprawnym wynosi 6,8. Wraz ze wzrostem głębokości wzrasta także stopniowo pH do 7,3 w poziomie skały macierzystej.

Bardzo interesująco przedstawia się zawartość łatwo dostępnego dla roślin fosforu (tab.13). Ilość tego składnika w glebie współczesnej i kopalnej jest olbrzymia i prawie nie spotykana w naszych glebach. Przeciętna jego zawartość w naszych czarnoziemach oscyluje na poziomie kilkunastu mg/100 g gleby, wyjątkowo dochodzi do kilkudziesięciu. Omawiane gleby posiadają go w całym profilu ponad 200 mg/100 g gleby, a poziom poduprawny gleby kopalnej — aż 535 mg/100 g gleby.

Zawartość łatwo przyswajalnego potasu jest też znaczna i waha się w granicach od 7,3 do 39,5 mg/100 g gleby. W glebie współczesnej i kopalnej wraz ze wzrostem głębokości ilość owego składnika początkowo zwiększa się, osiągając największą wartość w poziomie A_1 poduprawnym, a następnie zmniejsza się. W okresie ostatniego tysiąclecia w glebach omawianego obiektu, znajdujących się stale w uprawie, nastąpiła akumulacja łatwo dostępnego potasu w poziomie A_1 oraz przeszło dwukrotne zmniejszenie w poziomie A_1/C i C . W wyniku tego procesu w poziomie próchnicznym gleb współczesnych nastąpił wzrost zawartości potasu w warstwie uprawnej o 7,4 mg/100 g gleby, a w warstwie poduprawnej — o 14,9 mg/100 g gleby.

Tab. 11 Skład mechaniczny gleb obiektu Gródek
Texture of soils of Gródek

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Średnica cząstek ziemistych w mm										Suma cząstek	
				1—0,5 %	0,5—0,25 %	0,25—0,1 %	0,1—0,05 %	0,05—0,02 %	0,02—0,006 %	0,006—0,002 %	> 0,002 %	1—0,1 %	0,1—0,02 %	> 0,02 %	
Czarnoziem kopalny	11	A ₁	0—20	0,7	2,3	6,0	15	40	18	6	12	9	55	36	
		A ₁	20—45	1,0	2,5	6,5	15	39	20	6	11	10	53	37	
		A ₁ /C	45—80	0,3	1,2	5,5	11	46	20	6	13	7	54	39	
		C	80—100	0,2	0,4	1,4	10	47	23	9	9	2	57	41	
Czarnoziem współczesny	12	A ₁	5—15	0,5	1,0	2,5	12	46	21	6	11	4	58	38	
		A ₁	30—40	0,2	0,6	2,2	14	42	22	6	13	3	56	41	
		A ₁ /C	60—70	0,1	0,2	1,7	11	45	25	5	12	2	56	42	
		A ₁ /C	80—90	0,0	0,1	0,9	12	49	22	7	9	1	61	38	
		C	100—110	0,1	0,1	0,8	11	47	24	8	8	1	58	41	
C	130—140	0,1	0,3	0,6	10	48	24	6	11	1	58	41			

Tab. 12 Właściwości fizyczne gleb obiektu Gródek
Physical properties of soils of Gródek

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Ciężar		Porowatość ogólna		Porowatość kapilarna		Pojemność powietrzna %
				właściwy g/cm ³	objętościowy, g/cm ³	%	objętościowy, %	wagowa %	objętościowy, %	
Czarnoziem kopalny	11	A ₁	0—20	2,60	1,22	53,08	35,26	42,79	10,29	
		A ₁	20—45	2,62	1,21	53,82	38,39	46,18	7,64	
		A ₁ /C	45—80	2,67	1,37	48,69	29,99	40,94	7,63	
		C	80—100	2,69	1,36	49,44	30,09	41,06	8,50	
Czarnoziem współczesny	12	A ₁	5—15	2,57	1,32	48,64	32,87	42,28	5,82	
		A ₁	30—40	2,60	1,27	51,15	34,32	43,51	7,64	
		A ₁ /C	60—70	2,65	1,27	52,08	33,25	42,82	9,80	
		C	100—110	2,65	1,34	49,43	30,67	40,98	8,45	

Ilość Al_2O_3 jest niewielka i mało zróżnicowana, a waha się w granicach od 6,36% do 11,19%. Najwięcej tego składnika posiadają poziomy skały macierzystej, najmniej poziom poduprawny gleby kopalnej i poziom uprawny gleby współczesnej. W glebie współczesnej w porównaniu z kopalną obserwujemy niewielkie przemieszczenie Al_2O_3 z poziomu uprawnego do poziomów głębszych.

Zawartość TiO_2 w glebie kopalnej i współczesnej jest podobna i zawiera się w granicach od 0,28% do 0,42%. Najmniejszą zawartość tego makroelementu wykazują poziomy próchniczne, a najwyższą — poziomy A/C i C. W glebie współczesnej w porównaniu z kopalną nie widzimy żadnych zmian zawartości, a także i rozmieszczenia TiO_2 w profilu glebowym.

Znalezione ilości MgO w omawianych glebach zawierają się w granicach od 1,11% do 2,71%. Rozmieszczenie MgO w profilu gleby kopalnej i współczesnej jest identyczne. Najmniejsze wartości występują w poziomie uprawnym. Wraz ze wzrostem głębokości wzrasta stopniowo zawartość MgO , osiągając maksimum w poziomie C. Średnia zawartość tego składnika w glebie współczesnej jest o około 30% wyższa niż w kopalnej.

Zawartość FeO i Fe_2O_3 w czarnoziemach jest duża — od 1,69% do 3,26%. Największe ilości związków żelaza znaleziono w poziomie C, najmniejsze w poziomie próchnicznym w warstwie uprawnej. W omawianym okresie w glebie współczesnej nastąpił tylko w poziomie uprawnym wzrost zawartości związków żelaza o 0,90%. W pozostałych poziomach znalezione ilości tego składnika są takie same jak w glebie kopalnej.

Zawartość mikroskładników V, Cu, Mn, Pb, Sr, Cr i Ba w czarnoziemach badanego obiektu ilustruje tab. 15. Rozmieszczenie omawianych mikroelementów w profilu glebowym przedstawiono na ryc. 20.

Czarnoziem współczesny charakteryzuje się większą różnicą w zawartości V w poszczególnych poziomach genetycznych niż kopalny. Zawartość V w czarnoziemie współczesnym waha się w granicach od 37,38 do 60,60 ppm, w czarnoziemie kopalnym różnice te są mniejsze — od 30,76 do 42,55 ppm. W glebie kopalnej najmniej V znaleziono w poziomie próchnicznym (warstwa uprawna 30,76 ppm), wraz ze wzrostem głębokości ilość V początkowo wzrasta do 41,66 ppm i utrzymuje się na tym poziomie aż do skały macierzystej. Rozkład tego mikroelementu w profilu gleby współczesnej jest w zasadzie zbliżony do rozkładu w glebie kopalnej z tą tylko różnicą, że w poziomie A_1 (warstwa uprawna) znajduje się go o 7,70 ppm więcej, zaś w poziomie A_1/C obserwujemy wyraźną akumulację (60,60 ppm).

Tab. 13. Właściwości chemiczne gleb obiektu Gródek
 Chemical properties of soils of Gródek

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość				Zawartość łatwo dostępnego dla roślin w mg/100 g gleby			pH	
				próchnicy %	CaCO ₃ %	P ₂ O ₅	K ₂ O	w 1n KCl	w H ₂ O			
Czarnoziem kopalny	11	A ₁	0—20	1,94	0,1	275	19,1	6,8	7,2			
		A ₁	20—45	2,29	0,5	535	24,6	7,0	7,5			
		A ₁ /C	45—80	0,80	0,9	288	23,7	7,0	7,6			
		C	80—100	0,14	15,7	50	20,7	7,3	7,8			
Czarnoziem współczesny	12	A ₁	5—15	3,59	0,1	275	26,5	6,8	7,3			
		A ₁	30—40	2,81	0,2	275	39,5	6,9	7,4			
		A ₁ /C	60—70	1,05	0,4	207	13,7	7,0	7,6			
		A ₁ /C	80—90	0,37	3,3	215	10,7	7,2	7,9			
		C	100—110	0,27	13,4	146	7,3	7,3	8,0			
C	130—140	0,15	15,3	50	9,3	7,3	8,1					

Zawartość Cu w poszczególnych poziomach genetycznych omawianych gleb oscyluje w szerokich granicach od 9,92 do 34,24 ppm. Najmniejsze ilości miedzi znajduje się w poziomie C, największe w poziomie A_1 gleby współczesnej. Średnia zawartość miedzi w całym profilu obu czarnoziemów jest podobna. Podobne jest także i jej rozmieszczenie. Wraz ze wzrostem głębokości ilość Cu początkowo wzrasta, a następnie maleje. W czarnoziemie uprawnym w ostatnim tysiącleciu nastąpiło tylko zmniejszenie zawartości miedzi w poziomie A_1/C i wzrost w poziomie A_1 .

Ilość Ni jest niewielka i zawiera się w granicach od 15,52 do 23,36 ppm. Rozmieszczenie tego pierwiastka w profilu obu badanych gleb jest podobne. Wraz ze wzrostem głębokości zawartość niklu początkowo wzrasta, osiągając maksymalne stężenie w poziomie A_1/C , następnie zmniejsza się. W omawianych czarnoziemach uprawnych w okresie od zasypania gleb kopalnych nastąpiła wyraźna akumulacja Ni w całym profilu glebowym.

W rozpatrywanym obiekcie obserwujemy duże zróżnicowanie między glebą kopalną i współczesną w zawartości oraz rozmieszczeniu w profilu glebowym Mn. Gleba kopalna nie wykazuje większych różnic zawartości Mn w poszczególnych poziomach genetycznych, a średnia zawartość manganu wynosi około 380 ppm. W glebie współczesnej zawartość manganu w poszczególnych poziomach jest bardziej zróżnicowana. Najwyższe stężenie występuje w poziomie A_1 (666,66 ppm), najniższe w poziomie A_1/C i C (330,57 i 344,82 ppm). Jak wynika z przytoczonych danych, w ostatnim tysiącleciu użytkowanie rolnicze oraz procesy glebotwórcze przyczyniły się do akumulacji tego składnika w poziomie A_1 . W wyniku tej akumulacji ilość Mn w poziomie próchnicznym wzrosła prawie dwukrotnie.

Zawartość Pb w badanych czarnoziemach jest niewielka w porównaniu z ilościami spotykanymi w różnych glebach i waha się od 8,81 do 30,76 ppm. W glebie kopalnej najniższa zasobność występuje w poziomie A_1 (w warstwie uprawnej 22,47 ppm). W poziomie poduprawnym i przejściowym zasobność wzrasta do 30,76 ppm, a następnie zmniejsza się do 25,64 ppm w skale macierzystej. Gleba współczesna najwyższą zasobność w ołów (24,09 ppm) wykazuje w poziomie ornym. Wraz ze wzrostem głębokości zasobność ta stopniowo zmniejsza się aż do 8,81 ppm w poziomie C. W glebie współczesnej w omawianym okresie nastąpiło prawie dwukrotne zmniejszenie ogólnych ilości ołowiu.

Badane gleby charakteryzują się dużym zróżnicowaniem zawartości Sr w poszczególnych poziomach genetycznych. W glebie kopalnej najmniejsze i największe ilości strontu znaleziono w poziomie próchnicznym (625,00 ppm w poziomie poduprawnym i 140,84 ppm w poziomie upraw-

Tab. 14. Zawartość makroskładników w glebach obiektu Gródek
Content of major elements in the soils of Gródek

Typ gleby	Nr profilu	Pozłom	Głębokość w cm	Zawartość makroskładników w %				
				Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	FeO+Fe ₂ O ₃	
Czarnoziem kopalny	11	A ₁	0—20	8,39	0,30	1,11	1,69	
		A ₁	20—45	6,37	0,26	1,34	2,59	
		A ₁ /C	45—80	7,69	0,35	1,45	2,69	
		C	80—100	9,79	0,39	2,71	3,26	
Czarnoziem współczesny	12	A ₁	5—20	9,96	0,28	1,48	2,59	
		A ₁	30—40	7,15	0,29	1,49	2,58	
		A ₁ /C	60—70	6,99	0,30	1,39	2,69	
		A ₁ /C	70—80	11,19	0,49	2,23	2,79	
		C	100—110	11,04	0,42	2,58	2,99	

nym). W poziomach niżej zalegających ilość Sr początkowo zmniejsza się a następnie z powrotem zwiększa się do 454,54 ppm. Rozmieszczenie tego mikroskładnika w glebie współczesnej podobne jest do rozmieszczenia w glebie kopalnej z tą tylko różnicą, że zawartość Sr w poszczególnych poziomach jest bardziej wyrównana. Rozkład Sr w profilu gleby współczesnej dowodzi, że zachodzące w omawianym okresie procesy glebowe prowadziły do przemieszczenia go z górnych poziomów do dolnych.

Rozmieszczenie Cr w obu rozpatrywanych profilach jest identyczne. W poziomie ornym znaleziono niewielkie ilości chromu (4,29 ppm w glebie kopalnej i 21,27 ppm w glebie współczesnej). Wraz ze wzrostem głębokości ilość chromu początkowo wzrasta (do 26,66 ppm w glebie kopalnej i 33,89 ppm w glebie współczesnej), a następnie z powrotem zmniejsza się w poziomie skały macierzystej. Zarówno w glebie kopalnej, jak i współczesnej wyraźna akumulacja Cr występuje w poziomach glebowych zalegających na głębokości 20—100 cm. W glebie współczesnej obserwujemy bardzo duży (5-krotny) wzrost zawartości chromu w poziomie ornym oraz dość znaczny w poziomie próchnicznym (w warstwie poduprawnej) i A_1/C .

Znalezione ilości Ba w omawianych czarnoziemach wahają się w bardzo szerokich granicach (od 86,20 do 2222,22 ppm). Najmniejszą zawartość baru posiadają poziomy uprawne. W głąb profilu w glebie kopalnej ilość tego mikroelementu stopniowo wzrasta, osiągając maksimum w poziomie A_1/C (2000,00 ppm), natomiast w glebie współczesnej stężenie Ba początkowo wzrasta do 2222,22 ppm w poziomie A_1 poduprawnym a następnie z powrotem spada do 1000,00 ppm w poziomie A_1/C . Porównując rozmieszczenie baru w profilu gleby kopalnej i współczesnej, obserwujemy w tej ostatniej wyraźną akumulację w poziomie A_1 . W rezultacie tego procesu w glebie współczesnej nastąpił prawie dziesięciokrotny wzrost zawartości baru w poziomie ornym i dwukrotny w poziomie próchnicznym w warstwie poduprawnej.

ZAWARTOŚĆ PRÓCHNICY I JEJ SKŁAD FRAKCYONARNY

Zawartość próchnicy w poziomie akumulacyjnym zawiera się w granicach od 1,94% do 3,59%, a w poziomie przejściowym — od 0,80% do 1,05%. Gleba współczesna w porównaniu z kopalną posiada znacznie więcej związków organicznych w poziomie A_1 i prawie taką samą zawartość w poziomie A_1/C . Szczególnie duże różnice występują w warstwie ornej (1,94% w glebie kopalnej i 3,59% w glebie współczesnej).

Jak wynika z danych zestawionych w tab. 17, głównym składnikiem substancji organicznej gleby kopalnej i współczesnej są połą-

Tab. 15. Zawartość mikroskładników w glebach obiektu Gródek
Content of trace elements in the soils of Gródek

Typ gleby	Nr profilu	Poziom	Głębokość w cm	Zawartość mikroskładników w ppm									
				V	Cu	Ni	Mn	Pb	Sr	Cr	Ba		
Czarnoziem kopalny	11	A ₁	0—20	30,76	10,04	15,52	357,14	22,47	140,84	4,29	86,20		
		A ₁	20—45	41,66	27,47	20,16	384,51	30,76	625,00	20,61	1176,47		
		A ₁ /C	45—80	42,46	32,46	20,32	360,36	30,76	169,49	26,66	2000,00		
		C	80—100	41,66	10,20	19,08	430,10	25,64	454,54	19,41	500,00		
Czarnoziem współczesny	12	A ₁	5—20	38,46	25,51	21,18	655,73	24,09	204,08	21,27	952,38		
		A ₁	30—40	39,60	34,24	21,73	666,66	20,00	256,41	33,89	2222,22		
		A ₁ /C	60—70	41,23	19,37	23,36	366,97	20,20	204,08	32,25	1176,74		
		A ₁ /C	80—90	60,60	16,12	22,72	330,57	10,81	454,54	29,85	1000,00		
C	100—110	37,38	9,92	19,08	344,82	8,81	112,35	10,98	256,41				

czenia próchniczne związane z Ca i niekrzemianowymi formami R_2O_3 (frakcja 1). Połączenia próchniczne wolne lub związane z niekrzemianowymi formami R_2O_3 , rozpuszczalne w 0,1 n NaOH (frakcja 2) stanowią niewielki odsetek związków próchnicznych badanych gleb. Zawartość związków rozpuszczalnych w 0,1 n H_2SO_4 (frakcja 3) jest bardzo mała i waha się w granicach od 1,15% do 3,44% C ogólnego. Związki nieaktywne, trudno rozpuszczalne, występują w znacznych ilościach i zawartość ich w glebie kopalnej wynosi około 33%, a w glebie współczesnej — 45% C ogólnego. Zawartość próchnicy związanej z Ca jest duża (średnio w całym profilu w glebie kopalnej znaleziono 31%, a we współczesnej 22% C ogólnego). W związkach próchnicznych frakcji 1 gleby kopalnej w poziomie A_1 nad kwasami fulwowymi zdecydowanie przeważają kwasy huminowe. Stosunek CKH/CKF w warstwie od 0 do 20 cm wynosi 1,94, a w poziomie poduprawnym (20—40 cm) — 1,96. W poziomie A_1/C gleby kopalnej frakcja 1 wykazuje jednakową zawartość kwasów huminowych i fulwowych, a stosunek CKH/CKF wynosi 1. Głównym składnikiem frakcji 2 omawianej gleby są kwasy fulwowe. Kwasy huminowe występują w tej frakcji w małej ilości, zaś stosunek CKH/CKF jest w całym profilu mniejszy od 1 i wynosi w poziomie ornym 0,24, poduprawnym — 0,40 i przejściowym — tylko 0,10. W próchnicy gleby kopalnej wraz ze wzrostem głębokości zmniejsza się procentowa zawartość związków organicznych związanych z wapniem z 43,61% w poziomie uprawnym do 32,06% w poziomie A_1/C . Dość zróżnicowany jest także rozkład w profilu związków organicznych nieaktywnych. W poziomie uprawnym znajduje się ich tylko 21,11% C ogólnego, w poziomie poduprawnym ilość ta wzrasta prawie dwukrotnie (41,68% C ogólnego), zaś w poziomie A_1/C obserwujemy ponowny spadek do 37,16% C ogólnego.

W glebie współczesnej zawartość związków próchnicznych frakcji 1 wzrasta w głąb profilu, a głównym składnikiem są tu, podobnie jak w glebie kopalnej, kwasy huminowe. Stosunek CKH/CKF we wszystkich poziomach jest większy od 1 (w poziomie A_1 uprawny wynosi 1,71, w A_1 poduprawnej — 2, i w A_1/C — 1,29). Procentowa zawartość frakcji 2, a także i rozmieszczenie jej w profilu podobne są do zawartości i rozmieszczenia tego elementu w glebie kopalnej. Przeważają tu także kwasy fulwowe, a stosunek CKH/CKF w całym profilu jest wyrównany i średnio dla całego profilu wynosi 0,41. Zawartość związków próchnicznych nieaktywnych jest duża, znacznie większa niż w glebie kopalnej i osiąga w poszczególnych poziomach następujące wartości: A_1 up. — 46,56%, w A_1 — 48,42% i w A_1/C — 40,67% C ogólnego. Ilość związków organicznych związanych z Ca jest dość zróżnicowana i znacznie mniejsza niż w glebie kopalnej. Najmniej tej formy próchnicy znaleziono w po-

Tab. 16 Skład substancji organicznej gleb
Composition of humus compounds of soils

Typ gleby	Nr profilu	Głębokość w cm	Poziom	C ogółem	C rozpuszczalny w $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$			
					C wydz.	C kw. hum.	C kw. fulw.	CKH CKF
Gleba bielnicowa kopalna	8	0—8 A_1		0,672	0,306 *	0,120	0,186	0,64
					45,54 **	17,86	27,68	
Gleba pseudobielnicowa współczesna	10	5—15 A_1		1,020	0,558 54,70	0,230 22,55	0,328 32,15	0,70
Gleba pseudobielnicowa kopalna	1	0—12 A_1		0,588	0,288 48,97	0,204 34,69	0,084 14,28	2,42
Gleba pseudobielnicowa współczesna	4	5—15 A_1		1,908	0,780 40,88	0,432 22,64	0,348 18,23	1,24
Gleba brunatna kopalna	2	5—15 A_1		0,984	0,468 47,56	0,372 37,80	0,096 9,75	3,87
Gleba brunatna współ- czesna	3	5—15 A_1		1,656	0,588 35,50	0,324 19,54	0,264 15,95	1,22

* — rząd górny, węgiel w %% C gleby; ** — rząd dolny, węgiel w %% C ogólnego.

ziomie uprawnym (7,71% C ogólnego), najwięcej w poziomie A_1/C (30,40% C ogólnego).

Wyżej omówione dane wskazują, że w czarnoziemach znajdujących się przez cały omawiany okres w uprawie pod wpływem naturalnych czynników glebotwórczych oraz działalności człowieka zaszły następujące zmiany frakcyjnego składu próchnicy. Można zaobserwować znaczne zmniejszenie zawartości związków organicznych związanych z Ca (szczególnie duże, prawie siedmiokrotne, zubożenie w tę formę próchnicy wykazuje poziom A_1 up.) oraz wzrost zawartości nieaktywnych związków próchnicznych (największy wzrost, prawie dwukrotny, nastąpił w poziomie A_1 up.). Pozostałe frakcje próchniczne, poza niewielkim wzrostem zawartości kwasów huminowych, nie wykazują większych zmian. Ogólnie należy stwierdzić, że różnice te nie wpłynęły na zmianę charak-

obiektu Leszczyna i Sąsiadka
of Leszczyna and Sąsiadka

C rozpuszczalny w 0,1n NaOH						
C wydz.	C kw. hum.	C kw. fulw.	CKH	C rozpuszczalny w 0,1n H ₂ SO ₄	C związany z Ca	Związki próchniczne nierozpuszczalne
			CKF			
0,072	0,009	0,063		0,017	0,234	0,277
10,70	1,34	9,36	0,14	2,53	34,83	41,13
0,350	0,123	0,227		0,021	0,208	0,091
34,31	12,06	22,25	0,54	2,05	20,39	8,94
0,096	0,036	0,060		0,024	0,192	0,180
16,32	6,12	10,20	0,37	4,08	32,65	30,63
0,678	0,300	0,376		0,034	0,102	0,416
35,53	15,72	19,80	0,79	1,78	5,34	21,61
0,156	0,084	0,072		0,040	0,312	0,320
15,85	8,63	7,31	1,16	4,06	31,70	32,53
0,390	0,096	0,294		0,034	0,198	0,644
23,55	5,79	17,75	0,32	2,05	11,95	38,90

teru próchnicy. W czarnoziemie współczesnym zachowała ona taki sam charakter próchnicy huminowo-fulwowej, jaki wykazuje czarnoziem kopalny.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badane gleby, pomimo dużej odległości w rozmieszczeniu punktów badań oraz różnych jednostek fizjograficznych (w których występują omawiane obiekty), znajdują się w podobnych warunkach morfologicznych. Wysokość n.p.m. w Leszczynie i Sąsiadce jest taka sama i wynosi 225 m, zaś Gródek położony jest tylko o 5 m niżej (220 m n.p.m.). Grodziska w Leszczynie, Sąsiadce i Gródku znajdują się na urwistych cypłach, zbudowanych z utworów lessowych. Wysokości względne we wszystkich trzech grodziskach są podobne i wahają się od 21 do 25 m.

Tab. 17 Skład substancji organicznej
Composition of humus compounds of

Typ gleby	Nr profilu	Głębokość w cm	Poziom	C ogółem	C rozpuszczalny w $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$			
					C wydz.	C kw. hum.	C kw. fulw.	CKH CKF
Czarnoziem kopalny	11	0—20 A_1		1,128	0,678 *	0,448	0,230	
					60,10 **	39,71	20,39	1,94
Czarnoziem kopalny	11	20—40 A_1		1,332	0,624	0,413	0,211	
					46,84	31,00	15,84	1,96
Czarnoziem kopalny	11	50—70 A_1/C		0,468	0,216	0,108	0,108	
					46,16	23,08	23,08	1
Czarnoziem współczesny	12	5—20 A_1		2,086	0,786	0,485	0,283	
					36,78	23,22	13,56	1,71
Czarnoziem współczesny	12	30—40 A_1		1,632	0,648	0,432	0,216	
					39,70	26,47	13,23	2
Czarnoziem współczesny	12	60—70 A_1/C		0,612	0,264	0,149	0,115	
					43,14	24,35	18,80	1,29

* rząd górny, węgiel w %% C gleby; ** rząd dolny, węgiel w %% C ogólnego.

Omawiane gleby wytworzyły się z typowych lessów głębokich, które wykazują mimo znacznych odległości podobny skład mechaniczny. Nieznaczna różnica w składzie mechanicznym występuje w Gródku, gdzie znaleziono większą zawartość frakcji piaszczystej (do paru procentów) oraz w lessach w Leszczynie, posiadających trochę wyższą zawartość frakcji pyłowej. Większe zróżnicowanie składu mechanicznego obserwujemy w poszczególnych poziomach genetycznych. Gleby bielcowe i pseudobielcowe charakteryzują się większą zawartością cząstek koloidalnych w poziomie iluwalnym (do 8%) oraz niższą w poziomie eluwalnym. W glebach brunatnych wyższa zawartość frakcji koloidalnej występuje w poziomie brunatnienia, a w czarnoziemach — w poziomie A_1 i A_1/C . We wszystkich badanych punktach nie stwierdzono różnic w składzie

gleb obiektu Gródek
soils of Gródek

C rozpuszczalny w 0,1n NaOH							
C wydź. C	C kw. hum. C	C kw. fulw. C	CKH		C rozpuszczalny w 0,1n H ₂ SO ₄	C związany z Ca	Związki próchnicz- ne nieroz- puszczalne
			CKH	CKF			
0,186 16,49	0,036 3,19	0,150 13,29	0,24		0,026 2,30	0,492 43,61	0,238 21,11
0,120 9,01	0,034 2,55	0,086 6,46	0,40		0,033 2,47	0,504 37,83	0,555 41,68
0,066 14,11	0,006 1,29	0,060 12,82	0,10		0,012 2,57	0,150 32,06	0,174 37,16
0,324 15,51	0,106 5,07	0,218 10,44	0,49		0,024 1,15	0,161 7,71	0,954 46,56
0,168 10,29	0,040 2,45	0,128 7,84	0,31		0,026 1,59	0,480 29,41	0,790 48,42
0,078 12,75	0,024 3,93	0,054 8,83	0,44		0,021 3,44	0,186 30,40	0,249 40,67

mechanicznym między glebami współczesnymi a kopalnymi. Nawet współczesna gleba brunatna w Sasiadce, zalegająca na zboczu nachylnym pod kątem 6° i ulegająca procesom erozyjnym, posiada taki sam skład mechaniczny jak gleba brunatna kopalna. Czynniki ten wpłynął tylko na spłylenie o 30 cm profilu glebowego.

Jak wynika z wyżej przedstawionych danych, w badanych glebach wytworzonych z utworów lessowych Wyżyny Lubelskiej w ostatnim tysiącleciu naturalne procesy glebotwórcze oraz użytkowanie rolnicze nie wpłynęły na zmianę składu mechanicznego. Gleby współczesne charakteryzują się podobnym do gleb kopalnych składem mechanicznym oraz rozmieszczeniem poszczególnych frakcji w profilu glebowym.

Porowatość ogólna w glebach współczesnych i kopalnych jest znaczna i oscyluje w górnych poziomach w pobliżu wartości 50%. Gleby ko-

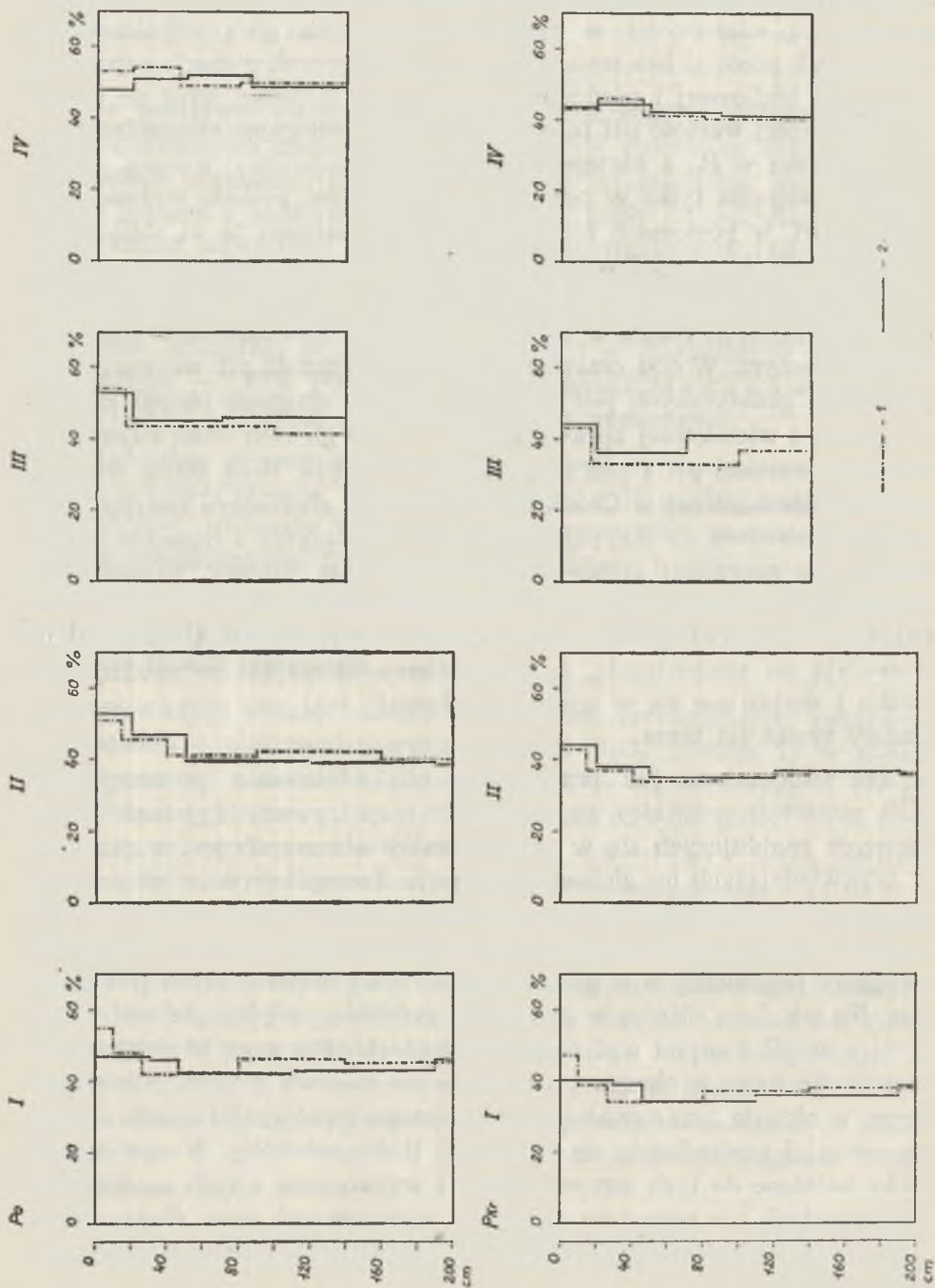
palne, jak wykazują dane zamieszczone w tab. 2, 7, 12, mimo dość znacznego obciążenia nie zmieniły swego układu i posiadają podobną porowatość ogólną do gleb współczesnych. Rozkład porowatości ogólnej w profilach gleb kopalnych i współczesnych jest podobny. Największą porowatość ogólną posiadają poziomy próchniczne. Wraz ze wzrostem głębokości porowatość ogólna stopniowo zmniejsza się. Tylko w dwu przypadkach, w glebie współczesnej w Leszczynie i Gródku, porowatość ogólna w poziomie od 0 do 20 cm jest niższa niż w poziomie poduprawnym. Na mniejszą porowatość ogólną w obu glebach wpłynęła uprawa koniczyny, która następnie była spasana przez bydło. Nie stwierdzono także istotnych różnic w porowatości kapilarnej i pojemności powietrznej gleb.

Uzyskane dane wskazują na to, że tysiącletnia uprawa mechaniczna oraz naturalne procesy glebotwórcze, działające w tym okresie, nie spowodowały żadnych zmian stosunków wodno-powietrznych. Gleby współczesne cechuje taka sama jak 1000 lat temu porowatość ogólna, porowatość kapilarna i pojemność powietrzna. Gleby współczesne posiadają taki sam układ, taką samą strukturę jak ich odpowiedniki kopalne. Czarnoziemy kopalne i współczesne w poziomie próchnicznym wykazują strukturę ziarnistą, a poziomy eluwalne w glebach pseudobielicowych — strukturę blaszkowatą.

Omawiane gleby współczesne charakteryzują się dość zróżnicowanym odczynem. Gleby pseudobielicowe to gleby kwaśne, brunatne posiadają odczyn słabo kwaśny, natomiast czarnoziemy — odczyn obojętny. Porównując bezwzględne wartości pH w glebach kopalnych i współczesnych, można zaobserwować w glebach brunatnych i pseudobielicowych kopalnych znacznie wyższe wartości pH, szczególnie w tych ostatnich. Różnice pH w 1 n KCl w glebach pseudobielicowych w górnych poziomach dochodzą do 2,6. Tak znaczne różnice w odczynie gleb pseudobielicowych współczesnych i kopalnych są wynikiem przykrycia ostatnich utworami zawierającymi znaczne ilości CaCO_3 . Jak wykazały dane analityczne, zawartość CaCO_3 w skałach lessowych Sąsiadki wynosi 11,65%, a Leszczyny

Ryc. 10. Kształtowanie się porowatości ogólnej i kapilarnej w profilach badanych gleb; Po — porowatość ogólna, Pkr — porowatość kapilarna, I — gleby obiektu Leszczyna, II — gleby pseudobielicowe obiektu Sąsiadka, III — gleby brunatne obiektu Sąsiadka, IV — czarnoziemy obiektu Gródek, — — — gleby kopalne, ——— gleby współczesne

Total and capillary porosity in the profiles of the soils studied; Po — total porosity, Pkr — capillary porosity, I — soils of Leszczyna, II — pseudopodzolic soils of Sąsiadka, III — brown soils of Sąsiadka, IV — chernozems of Gródek, — — — fossil soils, ——— present-day soils



7,8%. Mimo jednak dużego zróżnicowania bezwzględnych wartości pH rozkład tej właściwości w profilach pionowych gleb współczesnych i kopalnych pozostał bez zmian. W pseudobielicowych glebach współczesnych oraz bielicowej i pseudobielicowej glebie kopalnej wraz ze wzrostem głębokości wartość pH początkowo maleje, osiągając minimalną wartość poziomą w B_1 , a następnie z powrotem stopniowo wzrasta. Gleba brunatna kopalna tylko w poziomie próchnicznym posiada wyższą o 0,8 wartość pH, w poziomach niżej zalegających wartości te są zbliżone do pH gleby współczesnej. I w tym przypadku brunatna gleba kopalna przykryta została warstwą lessu dość zasobnego w CaCO_3 . Nie stwierdzono natomiast żadnych różnic w odczynie pomiędzy czarnoziemem kopalnym a współczesnym. W obu omawianych glebach wartość pH we wszystkich poziomach genetycznych jest taka sama. Mimo długiego okresu zasypiania jednej i wieloletniej uprawy drugiej w obu glebach obserwujemy takie same wartości pH i taki sam rozkład w profilu. Brak zmian wartości pH w glebie kopalnej w Gródku jest wynikiem charakteru nasypu, leżącego bezpośrednio na zasypanej glebie. W Leszczynie i Sąsiadce bezpośrednio na zasypanej glebie znajdował się less burzący, natomiast w Gródku 40 cm warstwa nasypu zalegająca bezpośrednio na glebie kopalnej — to poziom próchniczny dawnych czarnoziemów. Uzyskane dane pozwalają na stwierdzenie, że czarnoziemy zalegające w pobliżu grodziska i znajdujące się w uprawie zachowały taki sam odczyn, jaki posiadały tysiąc lat temu.

Jak wspomniano już przy omawianiu właściwości poszczególnych gleb, zawartość próchnicy we wszystkich rozpatrywanych glebach współczesnych znajdujących się w pobliżu wałów obronnych jest większa niż w odpowiadających im glebach kopalnych. Szczególnie duże różnice występują w poziomie próchnicznym lub uprawnym. Wraz ze wzrostem głębokości różnice te zmniejszają się i na głębokości około 1 m zawartość związków organicznych w glebach kopalnych i współczesnych jest podobna. Na tak dużą różnicę w zawartości próchnicy między glebami kopalnymi a współczesnymi wpłynęły dwa czynniki. Pierwszy to ekstensywna gospodarka rolna w okresie poprzedzającym budowę grodów. Nie stwierdzono w okresie tym nawożenia organicznego gleb, a taki sposób uprawy nie sprzyjał gromadzeniu się większych ilości próchnicy. Nawet obecnie gleby należące do tych samych typów i wytworzone z tych samych skał macierzystych nie nawożone nawozami organicznymi przez dłuższy okres (kilkanaście lat) wykazują zbliżony do omawianych gleb kopalnych procent próchnicy.

Drugi czynnik warunkujący to stałe i dość znaczne nawożenie oma-

wianych gleb obornikiem (prawdopodobnie przez cały okres ostatniego stulecia). Gleby te znajdują się w pobliżu osiedli i z tej racji otrzymują obornik w znacznie większych dawkach.

Na podstawie otrzymanych danych analitycznych należy stwierdzić, że dotychczasowa gospodarka rolna, w której stosowane było tylko stałe nawożenie organiczne (obornik), sprzyjała gromadzeniu się znacznych ilości jednego z podstawowych składników gleby — próchnicy. Największy wzrost zawartości próchnicy, przeszło trzykrotny, obserwujemy w glebie pseudobielicowej w Sasiadce. W pozostałych glebach wzrost ten jest też znaczny i wynosi w glebie pseudobielicowej w Leszczynie 0,76%, w glebie brunatnej w Sasiadce — 1,16% i w czarnoziemie w poziomie uprawnym — 1,65%. Podobne wyniki otrzymali M a d a n o w, W o j k i n i i B o l i a n i n badając gleby kopalne pod kurhanami.

Naturalne procesy glebowe oraz zabiegi agrotechniczne stosowane w omawianym okresie, oprócz zwiększania ogólnych zapasów substancji organicznej, wpłynęły także na zmianę zawartości poszczególnych połączeń próchnicznych. Uzyskane dane ze składu frakcyjnego próchnicy dowodzą, że procesy kształtujące właściwości związków organicznych w ostatnim tysiącleciu miały różny przebieg i różne natężenie w poszczególnych typach glebowych.

Porównując zmiany zawartości połączeń próchnicznych związanych z wapniem i niekrzemianowymi formami R_2O_3 (frakcja 1) w glebach współczesnych z zawartościami tej frakcji w odpowiadających im glebach kopalnych, obserwujemy dużą zależność od typu gleby. Gleba pseudobielicowa współczesna w Leszczynie w zestawieniu z glebą bielicową leśną kopalną wykazuje znaczny wzrost zawartości frakcji 1 (z 45,54 do 54,70% C ogólnego). W glebie pseudobielicowej współczesnej w Sasiadce, która już w czasie budowy wałów obronnych znajdowała się w użytkowaniu rolnym, obserwujemy nieznaczny spadek zawartości frakcji 1. W glebie brunatnej tego obiektu różnice są większe — zawartość frakcji 1 zmniejszyła się z 47,56 do 35,50% C ogólnego. Największą różnicę zawartości frakcji 1 stwierdzono w czarnoziemie w poziomie uprawnym, gdzie udział tej frakcji zmniejszył się prawie dwukrotnie (z 60,10% C ogólnego w glebie kopalnej do 36,78% C ogólnego w glebie współczesnej).

Odwrotnie przebiegał proces kształtujący zawartość połączeń próchnicznych wolnych lub związanych z niekrzemianowymi formami R_2O_3 (frakcja 2). Gleby współczesne charakteryzują się następującymi zmianami zawartości frakcji 2 w porównaniu z ilością tej frakcji w odpo-

wiednikach kopalnych: gleba pseudobielicowa w Leszczynie posiada prawie trzykrotnie więcej, gleba pseudobielicowa w Sąsiadce — dwukrotnie więcej, a gleba brunatna wykazuje już tylko niewielki wzrost zawartości frakcji 2. Natomiast czarnoziem posiada prawie taką samą zawartość owej frakcji. Dość duże zmiany wystąpiły w zawartości związków próchnicznych nieaktywnych. Tu także obserwujemy ścisłą zależność zmian od typu gleby. W glebie pseudobielicowej w Leszczynie nastąpiło przeszło dwukrotne zmniejszenie zawartości tej niekorzystnej formy próchnicy. W glebie pseudobielicowej w Sąsiadce ta forma próchnicy także uległa zmniejszeniu prawie o 50%, natomiast w glebie brunatnej udział próchnicy nieaktywnej zwiększył się z 32,53% do 38,90% C ogólnego. Najniekorzystniej zaznaczył się ten proces w czarnoziemie, który posiada przeszło dwukrotnie więcej próchnicy nieaktywnej w poziomie uprawnym.

Procesy ługowania, powszechnie obserwowane w omawianych miejscach, wpłynęły na poważne zmniejszenie zawartości związków próchnicznych związanych z Ca. We wszystkich badanych glebach współczesnych w porównaniu z glebami kopalnymi udział tej formy próchnicy jest kilkakrotnie mniejszy.

Zawartość kwasów huminowych i fulwowych w glebach współczesnych nie uległa w ostatnim tysiącleciu większym zmianom. Obserwujemy tylko nieznaczny wzrost ilości kwasów huminowych w glebie współczesnej w Leszczynie i wyższą zawartość kwasów fulwowych w glebach Sąsiadki, natomiast czarnoziem w Gródku nie wykazuje prawie żadnych zmian.

Z uwagi na to zmienił się także stosunek CKH/CKF. W glebie pseudobielicowej w Leszczynie stosunek ten dla obu frakcji wzrósł z 0,49 do 0,62, w Sąsiadce w glebie pseudobielicowej zmniejszył się z 1,43 do 1,01, natomiast w czarnoziemie w Gródku w całym profilu utrzymał się na tym samym poziomie. Największe zmiany stwierdzono w glebie brunatnej. Stosunek CKH/CKF dla obu frakcji zmniejszył się z 2,71 do 0,79. Oprócz tego zmienił się także charakter próchnicy. W brunatnej glebie kopalnej jest to próchnica huminowo-fulwowa, natomiast gleba współczesna wykazuje próchnicę fulwową-huminową. Zmiana charakteru próchnicy w tej glebie jest wynikiem nałożenia się na procesy glebotwórcze znacznie intensywniejszego procesu erozyjnego (uprawa zgodna z nachyleniem). Na skutek działania tego procesu związki organiczne występujące w omawianej glebie są związkami bardzo młodymi, o przewadze kwasów fulwowych.

Charakter próchnicy w pozostałych glebach w zasadzie nie uległ zmianie.

W omawianym okresie procesy glebotwórcze oraz uprawa mechaniczna spowodowały znaczne zmniejszenie zasobności gleb pseudobielicowych i czarnoziemów w łatwo dostępny dla roślin fosfor. Uzyskane dane są zgodne z wynikami otrzymanymi wcześniej przez Madanowa i Wojkina (24). Jedynie gleba brunatna nie wykazuje zubożenia gleb w ów składnik. Jednak gleba ta, jak już wspomniano wyżej, w omawianym okresie uległa erozji i proces ten został zakłócony.

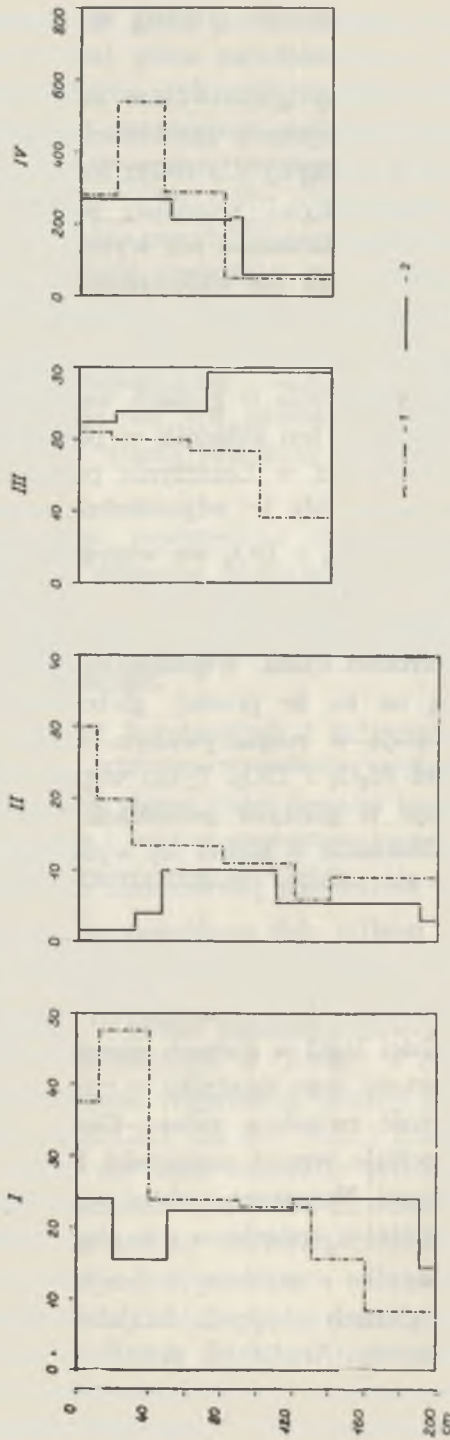
Odwrotnie przedstawia się zasobność w łatwo dostępny dla roślin potas. W okresie ostatniego tysiąclecia w glebach współczesnych Sąsiadki i Gródka wzrosła zasobność w ten składnik w poziomach próchnicznych. Tylko gleba pseudobielicowa w Leszczynie posiada mniejszą zawartość łatwo dostępnego potasu niż jej odpowiednik kopalny.

Rozmieszczenie w profilu Al_2O_3 i TiO_2 we wszystkich badanych glebach jest podobne. Wraz ze wzrostem głębokości ilość tych składników początkowo wzrasta, osiągając maksimum na głębokości 40—70 cm, a następnie z reguły z powrotem spada. Współczesne gleby lessowe Wyżyny Lubelskiej wskazują na to, że procesy glebotwórcze zachodzące w glebach uprawnych zdążają w rozpatrywanym okresie w kierunku zmniejszania ogólnych ilości Al_2O_3 i TiO_2 . Tylko współczesna gleba brunatna w Sąsiadce wykazuje w górnych poziomach trochę wyższą zawartość tych składników. Jednakże w glebie tej wyżej wymieniony proces został zakłócony przez zachodzącą jednocześnie dość znaczną erozję.

Rozmieszczenie MgO w profilu gleb współczesnych jest identyczne do rozmieszczenia w odpowiadających im glebach kopalnych.

Rozpatrywany okres zaznaczył się w omawianych glebach dość znacznym zmniejszeniem zawartości MgO w glebach pseudobielicowych i brunatnej oraz wzrostem zawartości tego składnika w czarnoziemie. Odmienne przedstawia się zawartość związków żelaza. Gleby współczesne we wszystkich przypadkach cechuje wzrost zawartości FeO i Fe_2O_3 w porównaniu z glebami kopalnymi. Natomiast rozkład tego składnika w profilach badanych gleb w ostatnim tysiącleciu nie uległ zmianie.

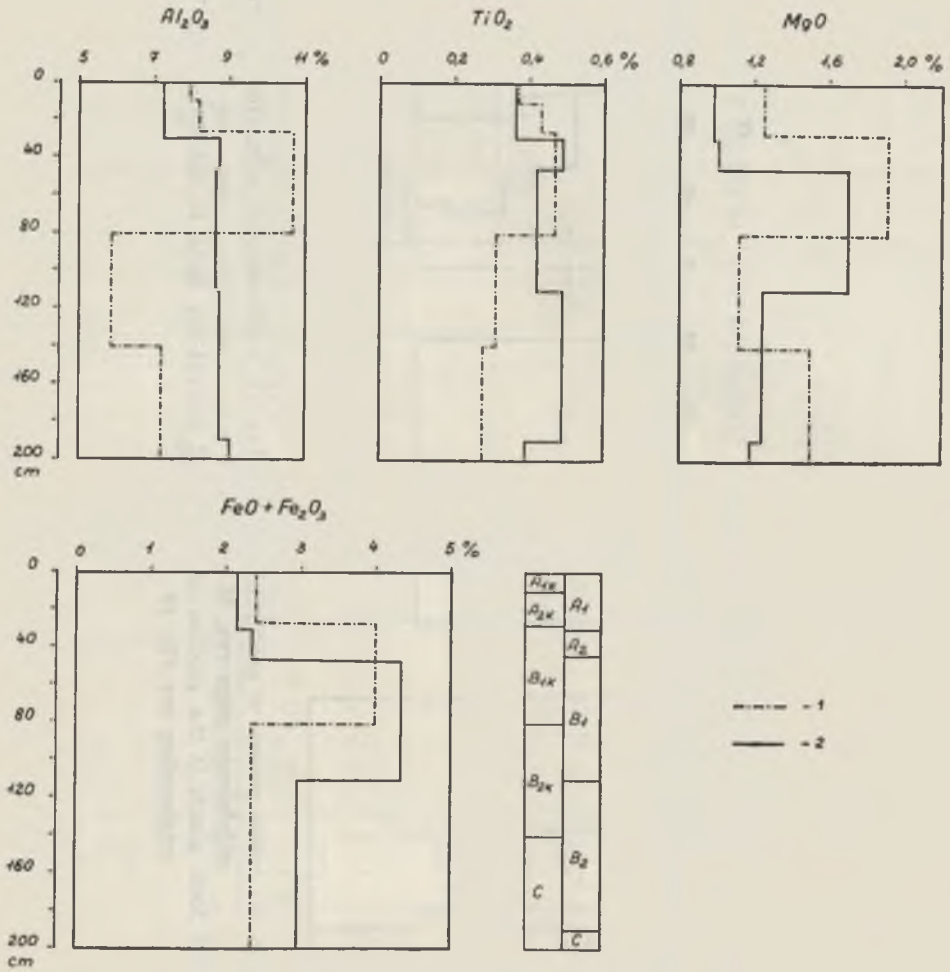
Mikroskładniki, jak to wynika z uzyskanych danych, są bardziej czułe na zmiany zachodzące w glebach objętych działalnością człowieka niż omawiane wyżej makroelementy. Analizując zawartość oraz rozmieszczenie w profilu glebowym oznaczonych mikroskładników (V, Cu, Ni, Pb, Sr, Cr i Ba) w glebach współczesnych i kopalnych widzimy duże zróż-



Ryc. 11. Rozmieszczenie łatwo dostępnego dla roślin fosforu w profilach gleb kopalnych i współczesnych w mg/100 g gleby; objaśnienia patrz ryc. 10
 Distribution of phosphorus easily available for plants in the profiles of fossil and present-day soils, in mg/100 g soil; for explanation see Fig. 10

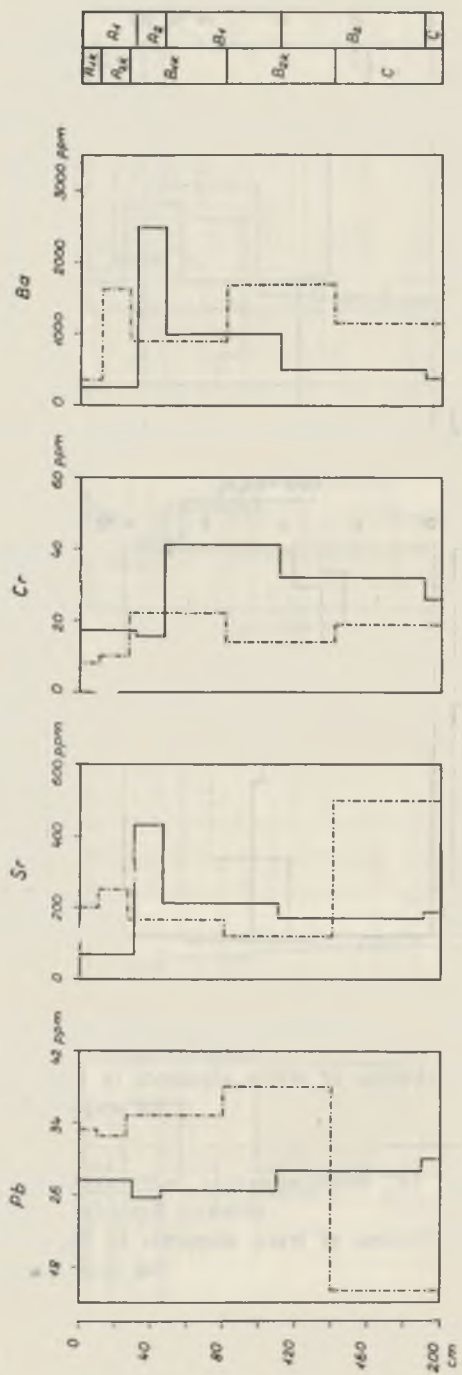
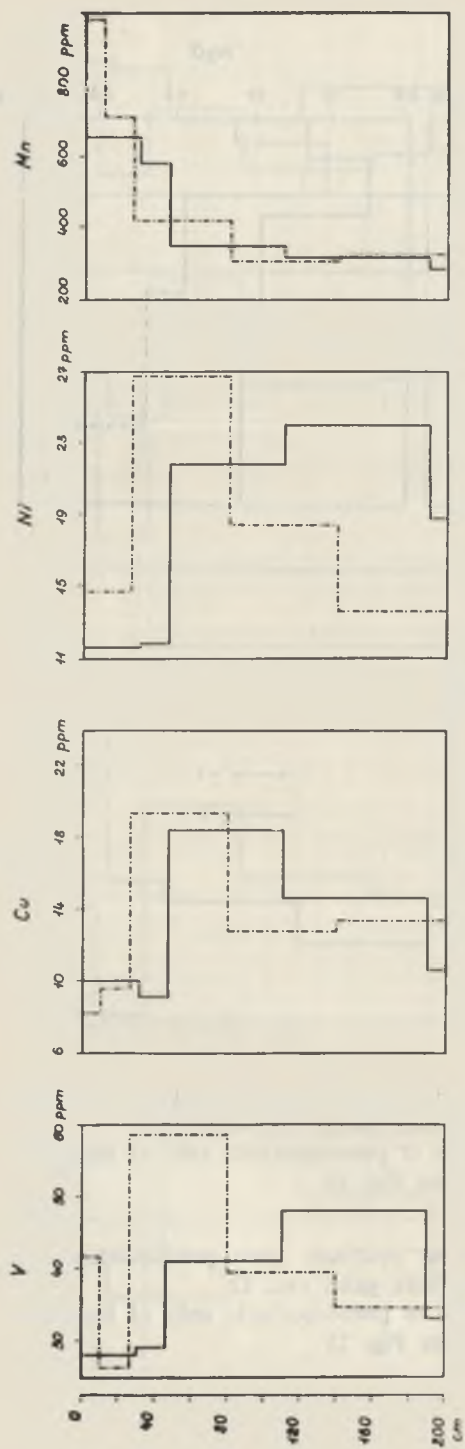


Ryc. 12 Rozmieszczenie łatwo dostępnego dla roślin potasu w profilach gleb kopalnych i współczesnych w mg/100 g gleby; objaśnienia patrz ryc. 10
 Distribution of potassium easily available form plants in the profiles of fossil and present-day soils, in mg/100 g soil; for explanation see Fig. 10

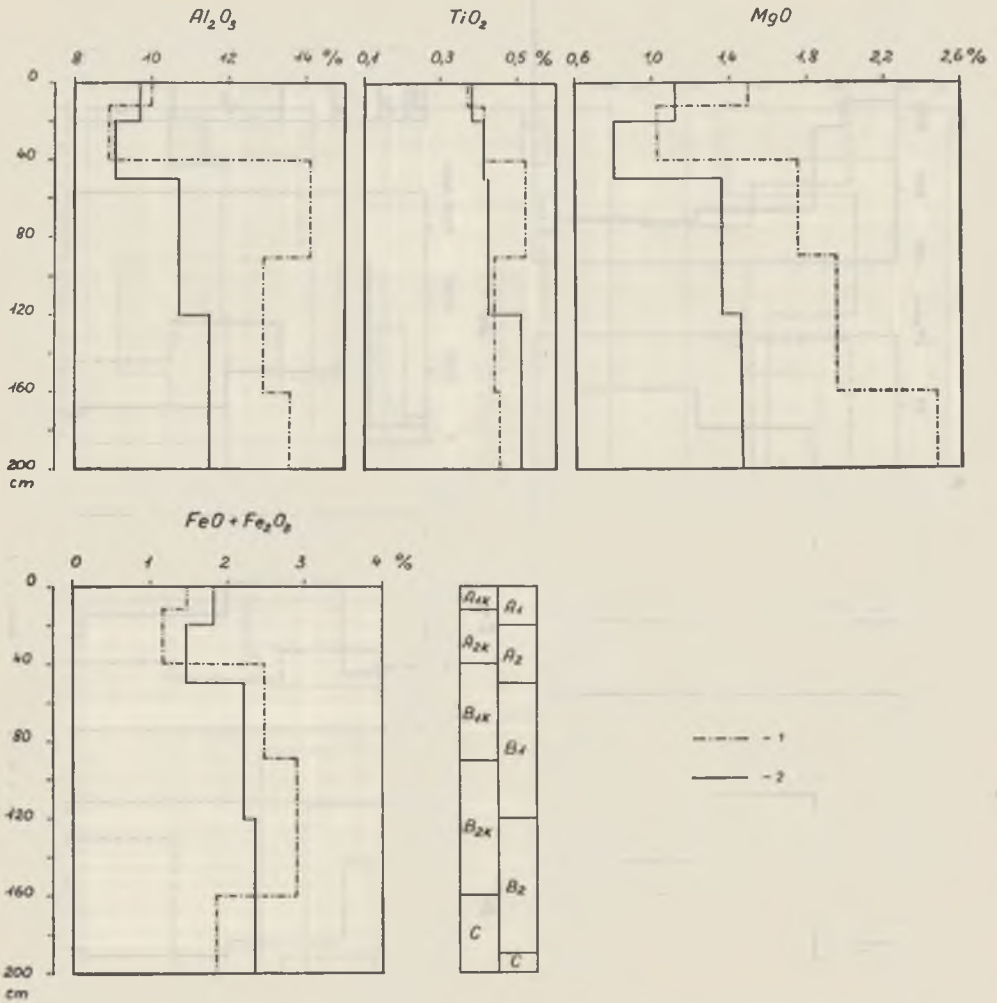


Ryc. 13. Rozmieszczenie makroskładników w profilu gleby bielcowej i pseudo-bielcowej obiektu Leszczyna; -.-.- gleba kopalna, ——— gleba współczesna
 Distribution of major elements in the profile of podzolic and pseudopodzolic soil of Leszczyna; -.-.- fossil soil, ——— present-day soil

Ryc. 14. Rozmieszczenia mikroskładników w profilu gleby bielcowej i pseudo-bielcowej obiektu Leszczyna; objaśnienia patrz ryc. 13
 Distribution of trace elements in the profile of podzolic and pseudopodzolic soil of Leszczyna; for explanation see Fig. 13

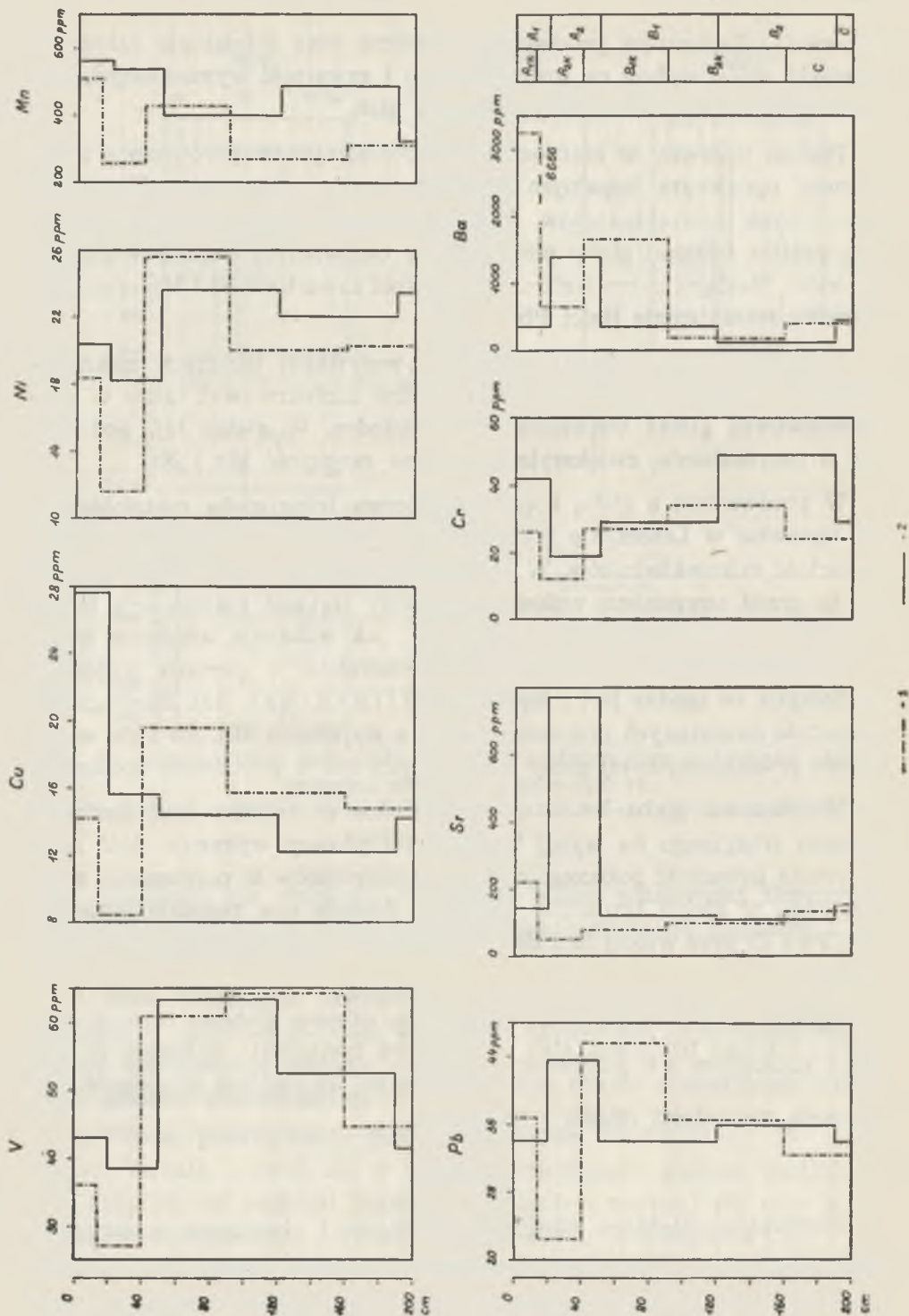


— 1 — — 2 —



Ryc. 15. Rozmieszczenie makroskładników w profilach gleb pseudobielicowych obiektu Sasiadka; objaśnienia patrz ryc. 13
 Distribution of major elements in the profiles of pseudopodzolic soils of Sasiadka; for explanation see Fig. 13

Ryc. 16. Rozmieszczenie mikroskładników w profilach gleb pseudobielicowych obiektu Sasiadka; objaśnienia patrz ryc. 13
 Distribution of trace elements in the profiles of pseudopodzolic soils of Sasiadka; for explanation see Fig. 13



nicowanie. Zachodzące procesy glebotwórcze oraz działalność człowieka wywarły różny wpływ na rozmieszczenie i zawartość wymienionych mikroelementów w poszczególnych typach gleb.

Poziom uprawny w czarnoziemie współczesnym w porównaniu z poziomem uprawnym kopalnym wykazuje wzrost zawartości wszystkich oznaczonych mikroskładników. Ogólna zawartość V, Cu, Sr, Cr, Ba w całym profilu badanej gleby nie uległa w omawianym okresie większym zmianom. Nastąpił natomiast znaczny wzrost zawartości Ni i Mn oraz dość wyraźne zmniejszenie ilości Pb.

Podobny proces wzrostu zawartości wszystkich badanych mikroelementów w górnych partiach profilu można zaobserwować także w pseudobielicowej glebie współczesnej w Sąsiadce. W glebie tej, podobnie jak w czarnoziemie, zwiększyła się ogólna zawartość Mn i Ni.

W porównaniu z glebą kopalną bielicową leśną gleba pseudobielicowa uprawna w Leszczynie wykazuje, z wyjątkiem Cr, mniejszą ogólną zawartość mikroskładników. W obiekcie tym zmiana szaty roślinnej (gleby te przed usypaniem wałów znajdowały się pod roślinnością leśną) i przeszło tysiącletnia uprawa sprzyjały, jak wskazują uzyskane wyniki, przemieszczaniu się omawianych składników z górnych poziomów do dolnych, co zgodne jest z badaniami Glińskiego (15). Bezwzględna zawartość omawianych mikroelementów, z wyjątkiem Mn, Pb i Cr, w poziomie próchnicznym tej gleby jest mniejsza niż w poprzednio opisanych.

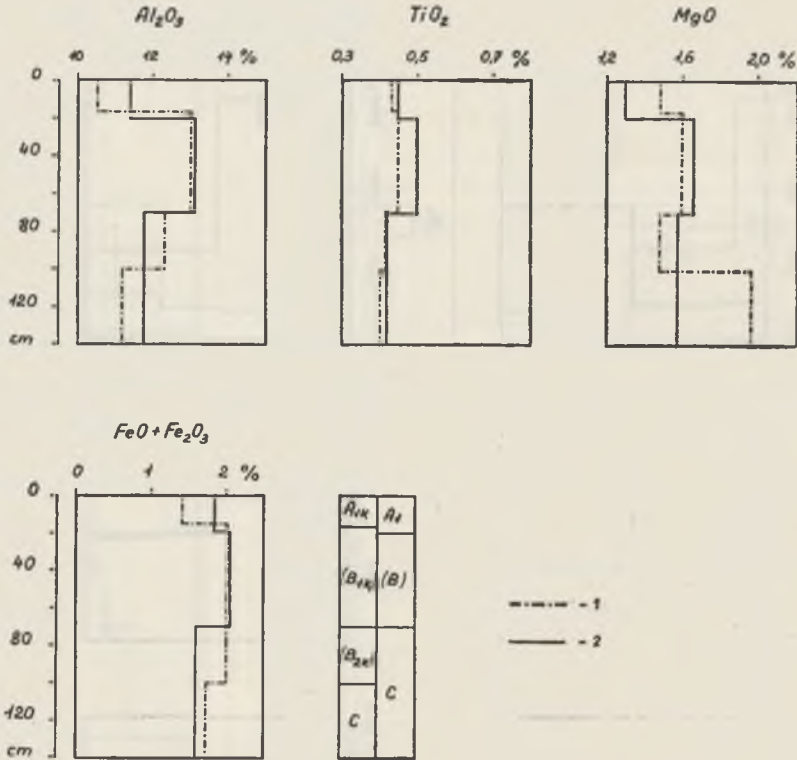
Współczesna gleba brunatna w Sąsiadce w wyniku nakładania się procesu erozyjnego na wyżej wymienione procesy wykazuje dość zróżnicowaną zawartość poszczególnych mikroelementów w porównaniu z zawartością w glebie brunatnej kopalnej. Posiada ona znacznie mniej V, Mn, Pb i Cr oraz więcej Sr i Ba. Ogólna ilość Cu i Ni nie uległa większej zmianie.

Ogólnie należy stwierdzić, że naturalne procesy glebowe oraz użytkowanie rolnicze badanych gleb w ostatnim tysiącleciu wpłynęły na poważne zmniejszenie ołowiu oraz zwiększenie, szczególnie w górnych poziomach, zawartości miedzi i manganu.

WNIOSKI

Porównując niektóre właściwości fizyczne i chemiczne omawianych gleb kopalnych i współczesnych, należy wyciągnąć następujące wnioski:

1. Naturalne procesy glebotwórcze oraz działalność człowieka w ostat-



Ryc. 17. Rozmieszczenie makroskładników w profilach gleb brunatnych obiektu Sąsiadka; objaśnienia patrz ryc. 13

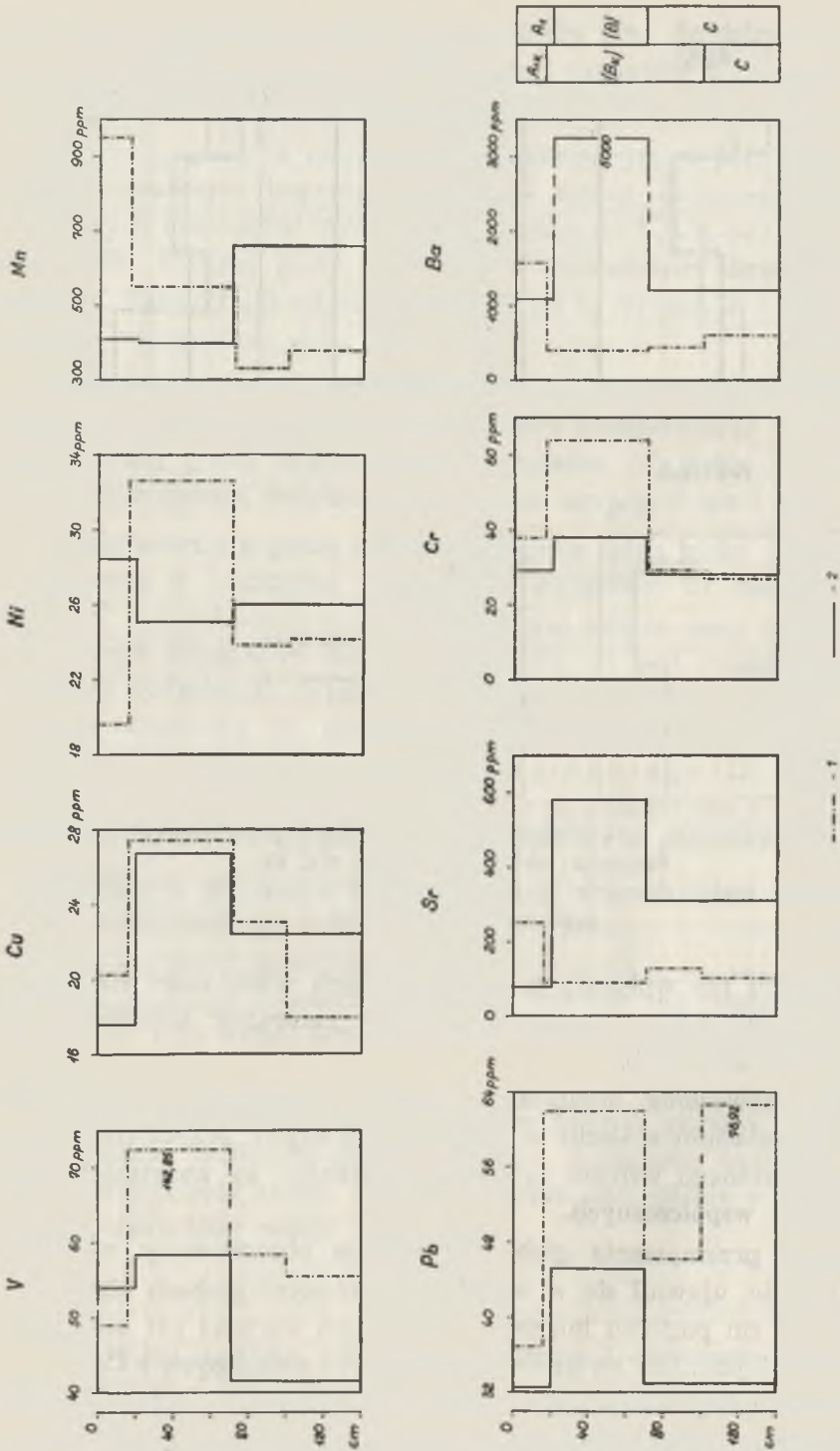
Distribution of major elements in the profiles of brown soils of Sąsiadka; for explanation see Fig. 13

nim tysiącleciu nie wpłynęły na zmianę takich właściwości fizycznych, jak: skład mechaniczny, porowatość ogólna, porowatość kapilarna i pojemność powietrzna gleb.

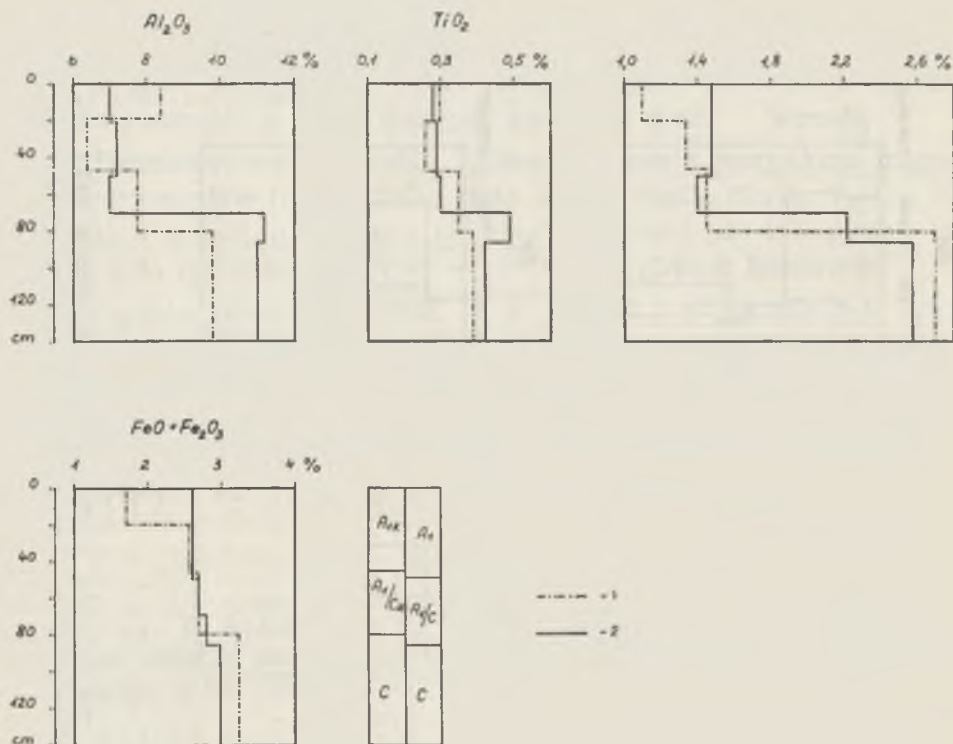
2. Stałe nawożenie organiczne (obornik), stosowane w znacznych ilościach w ostatnim stuleciu w glebach uprawnych, przyczyniło się do prawie dwukrotnego wzrostu zawartości próchnicy we wszystkich badanych glebach współczesnych.

3. Proces przemywania gleb, powszechnie obserwowany na opisywanym terenie, ujawnił się w wyżej wymienionych glebach obniżeniem o kilkanaście cm poziomu burzenia, obniżeniem wartości pH oraz kilkukrotnym zmniejszeniem związków organicznych związanych z Ca.

4. Zmiana użytkowania gleby z leśnej w uprawną i tysiącletnia uprawa wpłynęły na wzrost zawartości kwasów huminowych, prawie cztero-



Ryc. 18. Rozmieszczenie mikrośladników w profilach gleb brunatnych obiektu Sąsiadka; objaśnienia patrz ryc. 13
 Distribution of trace elements in the profiles of brown soils of Sąsiadka; for explanation see Fig. 13



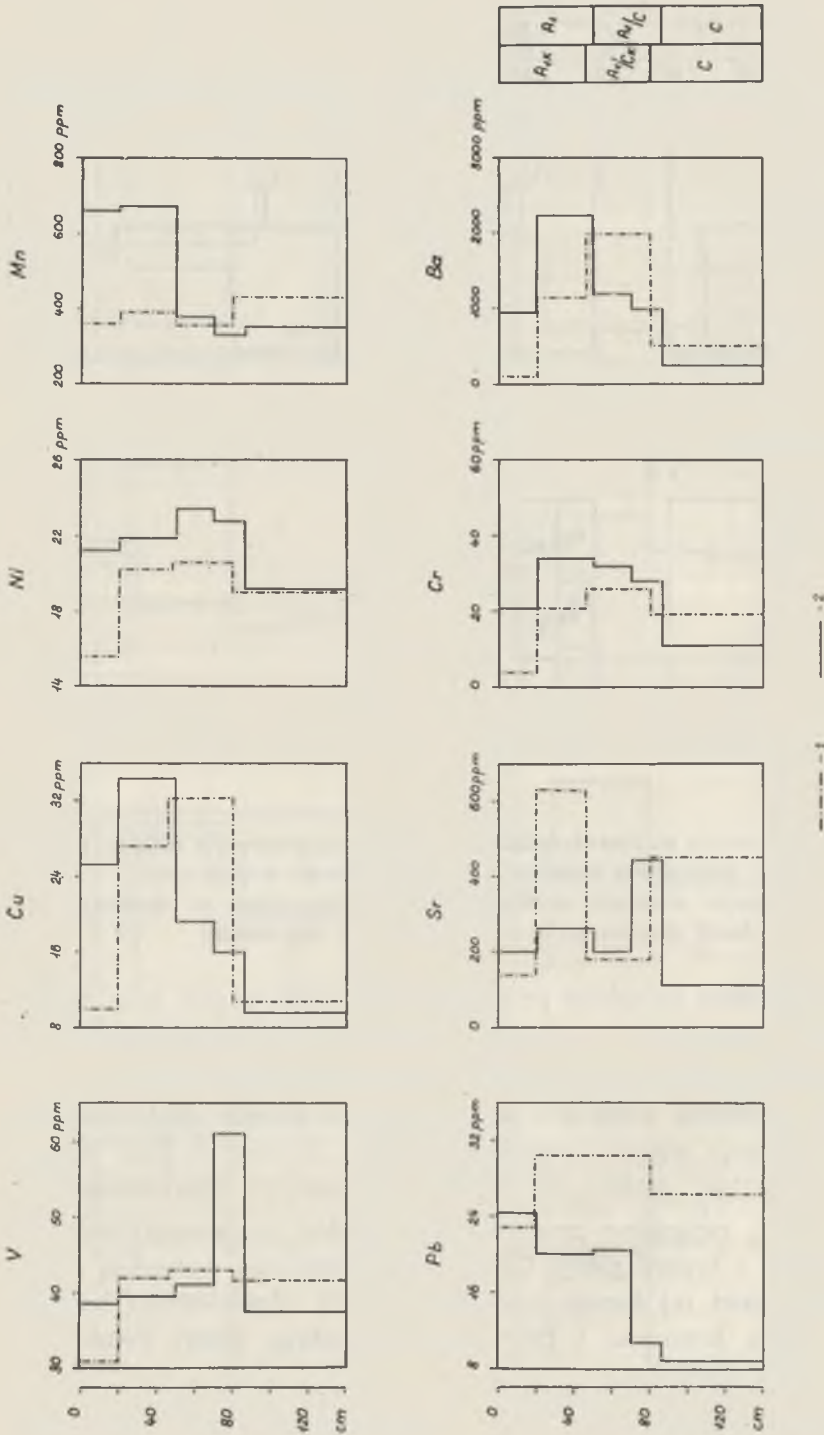
Ryc. 19. Rozmieszczenie makroskładników w profilu czarnoziemów obiektu Gródek;
 - - - czarnoziem kopalny, — czarnoziem współczesny
 Distribution of major elements in the profile of chernozems of Gródek; - - -
 fossil chernozem, — present-day chernozem

krotne zmniejszenie związków próchnicznych nieaktywnych oraz zmniejszenie ilości, szczególnie w górnych poziomach glebowych (oprócz Cu i Cr) wszystkich oznaczonych makro- i mikroskładników gleby.

5. Gleba brunatna ulegająca w omawianym okresie dość znacznym zrywom wykazuje wzrost zawartości kwasów fulwowych oraz znaczne zubożenie zawartości prawie wszystkich oznaczonych mikroskładników.

6. Zawartość związków próchnicznych trudno rozpuszczalnych jest ściśle związana z typem gleby. Gleby pseudobielicowe wykazują znacznie mniejsze ilości tej formy próchnicy niż ich odpowiedniki kopalne, natomiast gleba brunatna i czarnoziem posiadają nawet dwukrotnie więcej tej formy próchnicy.

7. Za okres ostatniego tysiąclecia w omawianych glebach uprawnych



Ryc. 20. Rozmieszczenie mikrośladników w profilu czarnoziemów obiektu Gródek; objaśnienia patrz ryc. 19
 Distribution of trace elements in the profile of chernozems of Gródek; for explanation see Fig. 19

w Sąsiadce i Gródku obserwujemy wyraźny wzrost zawartości Cu, Ni, Mn, Cr oraz zmniejszenie takich mikroskładników, jak Pb, Sr. Zasobność w łatwo dostępny dla roślin fosfor z reguły zmniejszyła się, natomiast zasobność w łatwo dostępny dla roślin potas — wzrosła.

8. Rozmieszczenie w profilu glebowym prawie wszystkich makro- i mikroelementów (Al_2O_3 , TiO_2 , MgO , $FeO + Fe_2O_3$, MnO_2 , V, Cu, Ni, Mn, Cr) w omawianym okresie nie uległo zmianie i jest indentyczne lub podobne do rozmieszczenia tych elementów w glebach kopalnych.

9. Ogólnie należy stwierdzić, że w glebach wytworzonych z utworów lessowych Wyżyny Lubelskiej naturalne procesy glebowe i ekstenywna gospodarka rolna zmierzały w ostatnim tysiącleciu do podniesienia żyzności gleb, zmniejszenia zawartości pierwiastków szkodliwych, jak Pb i Sr, oraz zwiększenia ilości pierwiastków deficytowych, Mn i Cu, wpływających korzystnie na rozwój roślin i zwierząt.

LITERATURA

1. Becker E., Schönhals E.: Über Unterschiede in den Bodenbildungsprozessen während des Spät- und Post-glazials in Mitteleuropa. 8th International Congress of Soil Science, Bukarest 1964.
2. Borowiec J.: Charakterystyka porównawcza substancji organicznej czarnoziemów występujących na terenie Polski (Comparative Description of the Organic Matter of the Chernozem Soils Occurring in Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXIII, 4, Lublin 1968.
3. Bugakow P. S., Czuprowa W. W.: Soderżanije i kaczestwiennyj sostaw gumusa w osnownych poczwach Krasnojarskoj lesostiepi. Poczwow., 12, 1970.
4. Brunnacker H.: Über fossile gleyartige Böden in Löss Bayerns. Z. Pfl. Ernähr. Dung., t. 65, 1954.
5. Cziczagowa O. A.: O sostawie gumusa pogriebionnych poczw raznych tipow poczwobrazowanija. Geogr. soobszcz., wyp. 2, 1961.
6. Dobrzański B., Pomian J. i inni: Changes of some Soil Properties in a Course of Time on the Example of Buried Soil Under the Trajan Wall (Rumunia). Polish Journal of Soil Sci., vol. 1, 1968.
7. Dobrzański B.: Regradacja bielcowych gleb lessowych (Regradation of Podsolized Loess Soils). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. II, Lublin 1947.
8. Dobrzański B.: Wpływ wieloletniego nawożenia na fizyczne właściwości gleby (The Influence of Long-continued Fertilizing upon Soil Physical Properties). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. VIII, 1, Lublin 1953.
9. Dobrzański B., Gliński J.: The Distribution of Trace Elements in Profiles of Eroded Soils. Polish Journal of Soil Sci., vol. 1, 1968.

10. Dokuczajew B. B.: Kartografija russkich poczw. Objasnitielnyj tiekst k kartie Czesławskiego. Izd. Min. Gos. Imuszczestw. SPB, 1879.
11. Durasow A. M., Almaew E. N.: O gienieticzeskich osobiennostiach tipicznych i wyszczelocennych czernoziomow Wysokogo Zawołżja (po dannym grupowego sostawa gumusa). Poczwow. 11, 1970.
12. Dupuis J., Dutreel J. P., Jambu P.: Les rendzines historiques des buttes coquillieres de Saint Michelen-Iheren. C. R. Agric. gr. 9, t. 260, 1965.
13. Gerasimow I. P.: Absolutnyj i otnositielnyj woзраст poczw. Poczwow., 5, 1969.
14. Gliński J.: Wpływ niektórych czynników glebotwórczych na zawartość i rozmieszczenie mikroskładników w profilach glebowych. Cz. I. Występowanie Cu i Mn w glebach w zależności od rzeźby terenu (The Influence of some Soil-Forming Factors on the Content and Distribution of Trace Elements in Soil Profiles. Part I. The Occurrence of Cu and Mn in Soils with Regard to the Relief). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXII, 3, Lublin 1967.
15. Gliński J.: Wpływ niektórych czynników glebotwórczych na zawartość i rozmieszczenie mikroskładników w profilu glebowym. Cz. II. Rozmieszczenie mikroskładników w glebie w zależności od jej użytkowania (The Influence of some Soil-Forming Factors on the Content and Distribution of Trace Elements in Soil Profiles. Part II. The Distribution of Trace Elements in Soil in Relation to its Utility). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXII, 4, Lublin 1967.
16. Gliński J.: Rapid Spectrographic Method of Determination of Trace Elements in Soils. 8th International Congress of Soil Science, Bukarest 1964.
17. Gliński J., Stawiński J., Magierski J.: Determination of Major Elements in Soils by Spectral Analysis. Polish Journal of Soil Sci., vol. 1, 1968.
18. Gurba J.: Neolithic Settlements on the Lublin Loess Upland. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XV, 13, Lublin 1960.
19. Kononowa M. M.: Zagadnienie próchnicy glebowej. PWRiL 1968.
20. Kononowa M. M., Bielczikowa N. P.: K izuczeniju prirody gumusowych wieszczestw poczwy prijomami frakcyonirowanija. Poczwow., 11, 1960.
21. Kowda B. A., Samojłowa E. M.: O wozmożnosti nowego ponimania istorii poczw Russkoj rawniny. Poczwow. 9, 1966,
22. Ložek V.: Mittel-und Jungpleistozäne Loess-Serien in der Tschechoslowakei und ihre Bedeutung für die Loess-Stratigraphie Mitteleuropas. VIth International Congress on Quaternary, vol. IV, 1964.
23. Madanow P. W., Wojkin L. M., Bolianin M. I.: Pogrebnionnye poczwy pod kurganami bronzowego wieku na Russkoj rawninie. Poczwow., 2, 1968.
24. Madanow P. W., Wojkin L. M.: Pogrebnionnye poczwy pod oboronitelnyymi sooruzenijami Russkogo gosudarstwa XVI—XVII ww. Poczwow., 9, 1966.
25. Morozowa T. D., Cziczagowa O. A.: Issledowanija gumusa iskopajemych poczw i ich znaczenije dla paleogeografii. Poczwow., 6, 1968.
26. Musierowicz A.: Niektóre mikroelementy w glebach (Mg, Cu, Ca, Zn, B, Mn, Ti). Roczniki Gleboznawcze, t. IX (dodatek), 1960.

27. Muckenhausen E.: Fossile Böden in nordlichen Rheinland. Z. Pfl. Ernähr. Dung, t. 65, 1954.
28. Pietrow B. F.: Znaczenije iskopajemych i driewnich poczw dla czetwiertcznoej paleogeografii. Materiały k czetwiertcznomu pieriodu SSSR. Wyp. 2, Izd. AN. SSSR, 1950.
29. Piotrowska M.: Rozmieszczenie pierwiastków śladowych w niektórych profilach gleb wytworzonych z lessów Wyżyny Sandomierskiej. Pamiętniki Puławskie, Prace IUNG, t. 30, 1967.
30. Piszczek J.: Wpływ nawożenia i płodozmianu na zawartość manganu w glebie (The Influence of Fertilizing and Crop Rotation on the Content of Manganese in Soils). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. VI, Lublin 1951.
31. Strzemski M.: Przemiany środowiska geograficznego Polski jako tła przyrodniczego rozwoju rolnictwa na ziemiach polskich (od połowy trzeciego tysiąclecia p.n.e. do naszych czasów). Kwartalnik Historii Kultury Materialnej, R. IX, 3, 1961.
32. Swaine D. J.: The Distribution of Trace Elements in Soils. Thesis. Univ. of Aberdeen, 1951.
33. Sztrejs A. A.: Izmienienije sodierżanija sostawa gumusa i form azota pri uskoriennom oswojenii celinnych diernowo-podzolistych piesczanych poczw. Poczwow. 12, 1969.
34. Turski R.: Badania nad substancją organiczną w typowych glebach Wyżyny Lubelskiej. Cz. I. Gleby wytworzone z utworów pyłowych Lubelszczyzny (A Study of the Organic Substance in Typical Soils of the Lublin Upland. Part I. Soils of silty Origin). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XVIII, 2, Lublin 1963.
35. Turski R.: Charakterystyka substancji organicznej czarnoziemów Wyżyny Lubelskiej w aspekcie ich genezy (Investigations on the Organic Substance of the Chernozems of the Lublin Upland, with Special Consideration of their Origin). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXI, 2, Lublin 1966.
36. Turski R.: The Influence of Erosion on the Organic Matter Compounds in the Brown Soils and Chernozems of the Lublin Upland. Roczniki Gleboznawcze, t. XIV (dodatek), 1964.
37. Wieliczko A. A., Morozowa T. D.: Mikulińskaja iskopajemaja poczwa, jejo osobiennosti i stratigraficzeskoe znaczenije. W Sb. Antropogien Russkoj rawniny i jejo stratigraficzeskije komponenty. Izd. AN SSSR, 1963.
38. Wierigina K. W. i in.: Wlijanije processow poczwoobrazowanija na raspriedielenije mikroelementow w osnovnych tipach poczw jewropejskoj czasti SSSR. Dokł. K VIII. Miežd. Kongr. Poczw. Izd. „Nauka”, 1964.
39. Wielgusewicz I. P., Bułgakow N. P.: Wałoweje sodierżanije mikroelementow w poczwach BSSR. Poczwow., 3, 1960.
40. Baumann von W., Czerney P., Fielder H. J.: Archäologische und Bodenkundliche Untersuchungen an einem Arbeits- und Forschungsberichte. Zur Sachsischen Bodendenkmalpflege Bd. 13, 1964.

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты исследований некоторых физических и химических свойств ископаемых почв, находящихся под оборонными валами городищ в Лещине, Сонсядке и Грудку, а также соответствующих им современных почв, расположенных недалеко от городищ. Полученные аналитические данные характеризуют некоторые изменения, происходящие в почве образованной из лессов Люблинской возвышенности в последнее 1000-летие.

Исследованные почвы, несмотря на большие расстояния между пунктами исследований, находятся в подобных морфологических условиях и образовались из типичных лессов с похожим механическим составом.

При сравнении некоторых физических и химических свойств ископаемых и современных почв установлено, что натуральные почвообразовательные процессы, а также деятельность человека за последнюю 1000 лет не повлияли на изменение таких свойств, как: механический состав, общая пористость, капиллярная пористость и воздухоемкость почв.

Постоянное органическое удобрение возделываемых земель, применяемое в последнее 100-летие в значительных количествах, вызвало почти двукратное увеличение гумуса во всех исследованных современных почвах.

Наблюдаемые процессы промывания выразились в понижении уровня кипения на 10 и более сантиметров, в понижении рН, а также в уменьшении гумусовых соединений, связанных с Са, в несколько раз.

Преображение лесных почв в возделываемые в Лещине повлияли на увеличение содержания гуминовых кислот, вызвали почти четырехкратное уменьшение неактивных гумусовых соединений и уменьшение количества, особенно в верхних почвенных горизонтах, всех определенных макро- и микроэлементов почвы, за исключением меди и хрома.

Изменение содержания труднорастворимых гумусовых соединений тесно связано с типом почвы. Современные псевдоподзолистые почвы содержат значительно меньше этого гумуса, чем соответствующие им ископаемые почвы. Бурая почва характеризуется небольшим увеличением содержания труднорастворимых гумусовых соединений по сравнению с ископаемой бурой почвой. В современном черноземе количество этих соединений возросло в 2 раза.

За последнюю 1000 лет в рассматриваемых возделываемых почвах (Сонсядка, Грудек) наблюдается явное увеличение содержания Cu, Ni,

Mn, Cr, а также уменьшение содержания таких микроэлементов, как Pb и Sr. Уменьшилось количество фосфора и увеличилось количество калия.

Размещение почти всех макро- и микроэлементов (Al_2O_3 , TiO_2 , MgO, $FeO+Fe_2O_3$, V, Cu, Ni, Mn, Cr) в почвенном профиле за это время не изменилось и подобно размещению этих элементов в ископаемых почвах.

ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рис. 1. Размещение пунктов исследования на Люблинской возвышенности.

Рис. 2. Профиль ископаемой почвы в Лещине.

Рис. 3. Профиль современной почвы в Лещине.

Рис. 4. Профиль псевдоподзолистой ископаемой почвы в Сонсядке.

Рис. 5. Профиль псевдоподзолистой современной почвы в Сонсядке.

Рис. 6. Профиль бурой ископаемой почвы в Сонсядке.

Рис. 7. Профиль бурой современной почвы в Сонсядке.

Рис. 8. Профиль ископаемого чернозема в Грудку Надбужанском.

Рис. 9. Профиль современного чернозема в Грудку Надбужанском.

Рис. 10. Формирование общей и капиллярной пористости в профилях исследованных почв. P_o — общая пористость, P_{kv} — капиллярная пористость; I — почвы объекта Лещина, II — псевдоподзолистые почвы объекта Сонсядка, III — бурые почвы объекта Сонсядка, IV — черноземы объекта Грудек. — — ископаемые почвы, ———— современные почвы.

Рис. 11. Размещение легкоусваиваемого фосфора в профилях ископаемых и современных почв, мг/100 г почвы. Объяснения, см. рис. 10.

Рис. 12. Размещение легкоусваиваемого калия в профилях ископаемых и современных почв, мг/100 г почвы. Объяснения, см. рис. 10.

Рис. 13. Размещение макросоставных в профилях подзолистых и псевдоподзолистых почв, объект Лещина. — — ископаемая почва, ———— современная почва.

Рис. 14. Размещение микросоставных в профилях подзолистых и псевдоподзолистых почв, объект Лещина. — — ископаемая почва, ———— современная почва.

Рис. 15. Размещение макросоставных в профилях псевдоподзолистых почв, объект Сонсядка. — — ископаемая почва, ———— современная почва.

Рис. 16. Размещение микросоставных в профилях псевдоподзолистых почв, объект Сонсядка. — — ископаемая почва, ———— современная почва.

Рис. 17. Размещение макросоставных в профилях бурых почв, объект Сонсядка. — — ископаемая почва, ———— современная почва.

Рис. 18. Размещение микросоставных в профилях бурых почв, объект Сонсядка. — — ископаемая почва, ———— современная почва.

Рис. 19. Размещение макросоставных в профиле черноземов, объект Грудек. — — ископаемый чернозем, ———— современный чернозем.

Рис. 20. Размещение микросоставных в профиле черноземов, объект Грудек. — — ископаемый чернозем, ———— современный чернозем.

Табл. 1. Механический состав почв, объект Лещина.

Табл. 2. Физические свойства почв, объект Лещина.

Табл. 3. Химические свойства почв, объект Лещина.

Табл. 4. Содержание макросоставных в почвах, объект Лещина.

Табл. 5. Содержание микросоставных в почвах, объект Лещина.

Табл. 6. Механический состав почв, объект Сонсядка.

- Табл. 7. Физические свойства почв, объект Сонсядка.
Табл. 8. Химические свойства почв, объект Сонсядка.
Табл. 9. Содержание макросоставных в почвах, объект Сонсядка.
Табл. 10. Содержание микросоставных в почвах, объект Сонсядка.
Табл. 11. Механический состав почв, объект Грудек.
Табл. 12. Физические свойства почв, объект Грудек.
Табл. 13. Химические свойства почв, объект Грудек.
Табл. 14. Содержание макросоставных в почвах, объект Грудек.
Табл. 15. Содержание микросоставных в почвах, объект Грудек.
Табл. 16. Состав органического вещества почв, объекты Лещина, Сонсядка.
Табл. 17. Состав органического вещества почв, объект Грудек.

SUMMARY

The paper presents the results of investigations on some physical and chemical properties of fossil soils which occur under the ramparts of prehistoric fortified settlements at Leszczyna, Sasiadka and Gródek, and of corresponding to them present-day soils situated near these settlements. The obtained analytic data characterize some changes which have taken place in the soils formed from loess of the Lublin Upland in the last thousand-year period.

In spite of a great distance between the spots of investigations, the soils studied are under similar morphological conditions and are formed from typical loess deposits of similar mechanical composition.

The comparison between fossil and present-day soils in some physical and chemical properties showed that natural soil-forming processes and man's activities in the last thousand years did not affect such physical properties as mechanical composition, total porosity, capillary porosity and air capacity of soils.

Organic fertilizing applied regularly and in considerable amounts to arable soils in the last hundred-year period increased almost twice the content of humus in all the present-day soils of this area.

The leakage processes, which have been commonly observed there, manifested themselves by a lowering in the horizon of carbonate accumulation by a dozen or so cm, lowering of pH value and reduction in the humus compounds bound with Ca.

A change of forest soil into an arable one and its many-year cultivation in Leszczyna caused an increase in the content of humic acids, almost a four-fold reduction in the inactive humus compounds and a reduction, particularly in the upper soil horizons, in the amount of all the determined major and trace elements of soil excluding Cu and Cr.

A change in the content of hard soluble humus compounds is closely related with the type of soil. The present-day pseudopodzolic soils

showed considerably smaller amounts of this form of humus than their fossil counterparts. Brown soil was characterized by a slight increase in the content of hard soluble humus compounds, when compared with brown fossil soil. The quantity of these compounds in the present-day chernozems increased almost twice in the period under consideration.

In the last thousand-year period, a marked increase was observed in the content of Cu, Ni, Mn and Cr and a decrease in Pb and Sr content in the soils of Sasiadka and Gródek. The content of phosphorus available for plants was decreased as a rule, where — as that of potassium increased.

The distribution of almost all major and trace elements (Al_2O_3 , TiO_2 , MgO , $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$, V, Cu, Ni, Mn, Cr) in a soil profile has not changed and is identical or similar to their distribution in fossil soils.

