

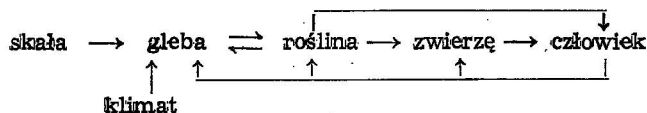
Alina KABATA-PENDIAS, Henryk PENDIAS

Geochemia a przyrodnicze środowisko człowieka

W związku z Raportem Sekretarza Generalnego ONZ U-Thanta oraz programem badań zaplanowanych przez ONZ, a dotyczących szkodliwego wpływu rozwijającej się powszechnie industrializacji podjęto próbę przedstawienia w niniejszym artykule aktualnych zagadnień na temat zależności człowieka od przyrodniczego środowiska. Jednocześnie zwrócono uwagę na udział w tych problemach badań geochemicznych, zwłaszcza prowadzonych na terenie naszego kraju.

Zależność człowieka od układu otaczającego środowiska biogeochemicznego jest obserwowana już od czasów prehistorycznych. Stałe migracje plemion na różnych kontynentach prawie od początków istnienia ludzkości miały między innymi przyczynami także związek z wpływem środowiska glebowo-klimatycznego na wyżywienie i zdrowie ludzi. Znane są przykłady stosowania przez dzikie plemiona, nie prowadzące jeszcze żadnej gospodarki uprawowej czy pasterskiej, okresowego korzystania z pożywienia w określonych rejonach. Przyczyną szukania innych obszarów przez plemiona był najczęściej spadek ilości produkowanej żywności oraz jej wartości biologicznej.

W naturalnym układzie środowiska przyrodniczego gleba jest podstawowym źródłem chemicznych składników pokarmowych, niezbędnych dla rozwoju roślin. Natomiast zdrowotność i rozwój zarówno ludzi, jak i zwierząt zależy w głównej mierze od odżywczej wartości roślin. Tak więc układ ten można traktować jako kompleks biogeochemiczny, określający współzależność pomiędzy glebą, rośliną i zwierzęciem. Schemat wspomnianej współzależności może być przedstawiony w następującej uproszczonej formie:



Jak z powyższego układu wynika, skała oraz procesy pedogeniczne (hipergeniczne) wpływają bezpośrednio na szereg właściwości gleby. Pozostałymi czynnikami, często równorzędnymi lub niekiedy ważniejszymi, decydującymi o procesach pedogenicznych są: klimat, roślina i człowiek. A. I. Perelman (1961) scharakteryzował podstawowe właściwości poszcze-

gólnych typów geochemicznego krajobrazu. Obecnie nauka dysponuje już wieloma szczegółowymi informacjami, określającymi współzależność w systemie skała — gleba — roślina — zwierzę, ale jeszcze długo będzie brakować pełnego poznania i syntetycznej oceny właściwości określonych środowisk biogeochemicznych. Niektóre z wymienionych zagadnień przedstawia w sposób zwięzły podręcznik A. Polańskiego i K. Smulikowskiego (1969).

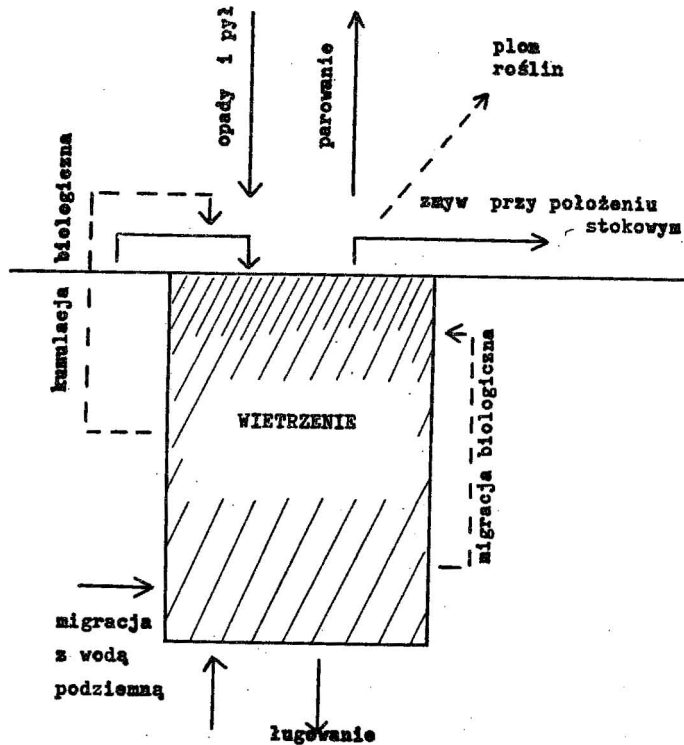


Fig. 1. Schemat przemieszczania chemicznych składników pokarmowych w glebie
Scheme of displacement of nutrient elements in soil

Oddzielny problem stanowi geochemia pierwiastków biofilnych (O, C, N, S), które tworzą główną masę żywych organizmów i biorą udział w ich metabolizmie. A. Polański (1948) podał charakterystykę tych składników na tle ich obiegu w przyrodzie.

W specyficznym układzie warunków, zwłaszcza obecnie, wpływ działalności ludzkiej (rolniczej, urbanistycznej, przemysłowej) może mieć znaczenie zasadnicze, a kierunek zmian ekologicznych jest często niekorzystny z punktu widzenia zachowania naturalnej równowagi środowiska oraz jego biologicznej wartości dla człowieka (J. S. Atkinson, 1965; D. Purves, 1966; J. Sarosiek, 1955; J. Siurta 1968; J. Greszka, S. Godziłk, 1969).

O równowadze chemicznych składników w określonych środowiskach decyduje bezpośrednio chemiczny i mineralny skład skał podłoża, a następ-

nie zmiany, jakie zachodzą w wyniku procesów hipergenicznych, w kierunkach ściśle związanych ze specyficznymi właściwościami geochemicznymi poszczególnych pierwiastków oraz całego układu geochemicznego krajo-brazu (fig. 1).

W. D. Keller (1961) przedstawił rolę procesów hipergenicznych w uruchamianiu składników chemicznych, związanych w różnych minerałach. W oparciu o jego opracowanie ustalono schematyczny szkielet, obrazujący zakres wpływu środowiska geochemicznego na zdolność pobierania składników pokarmowych przez rośliny (fig. 2).

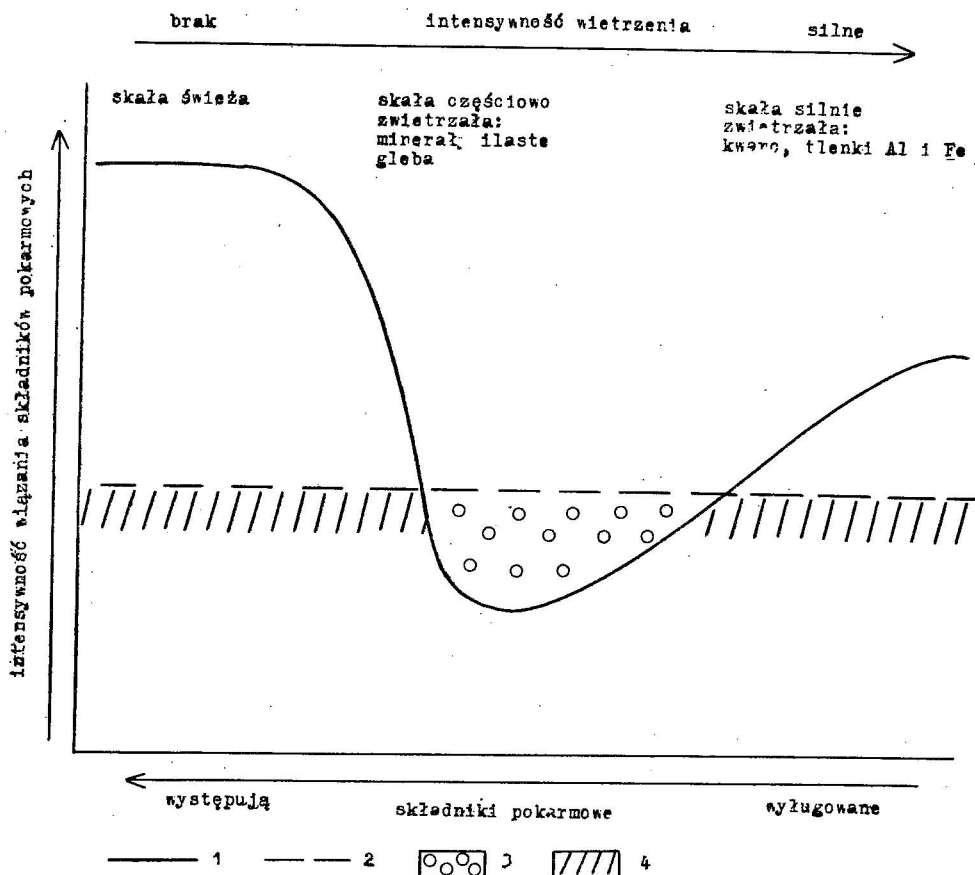


Fig. 2. Wpływ procesów wietrzenia na uruchomienie składników pokarmowych
 Effect of weathering processes upon the mobility of nutrient elements

1 — energia wiązania pierwiastków w minerałach; 2 — średnia energia pobierania składników pokarmowych przez rośliny; 3 — składniki pokarmowe dostępne dla roślin; 4 — ogólny niedobór składników pokarmowych dostępnych dla roślin

1 — bond energy of chemical elements in minerals; 2 — mean energy of nutrient element uptake by plants; 3 — nutrient element available to plants; 4 — general deficiency of nutrient element to plants

Z punktu widzenia przyswajalności biologicznej składników pokarmowych minerały przedstawiają różną wartość. Największą rolę odgrywają minerały ilaste, wiążące różne kationy na zasadzie sorpcji fizycznej i che-

micznej (A. Kabata-Pendias, 1968b). Również niektóre minerały pierwotne stanowią istotne źródło pewnych składników pokarmowych. W tabeli 1 przedstawiono zawartość głównych składników pokarmowych w minerałach najczęściej występujących w glebach.

Tabela 1

Zawartość głównych składników pokarmowych w minerałach pierwotnych występujących w glebach

Minerał	Zawartość procentowa			
	MgO	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅
ortoklaz	0,3	—	12	—
mikroklin	0,3	—	12	—
albit	0,2	1-8	—	—
oligoklaz	0,2	1-8	—	—
muskowit	1-2	—	9	—
biotyt	10	1	7	—
apatyt	—	50	—	42
amfibol	12	10	—	—
epidot	—	20	—	—

Zależność występowania pierwiastków, zwłaszcza śladowych, w glebie od ich zawartości w skale macierzystej jest bezspornie ustalona przez wielu autorów (A. Kabata-Pendias, 1966; E. A. Jenny 1968; J. S. Webb, I. Nichol i I. Thorton, 1968; J. F. Hodgson — w przygotowaniu do druku). Natomiast zagadnienie pobierania tych składników przez rośliny stanowi nadal przedmiot bardzo obszernych i szczegółowych badań. Skład chemiczny rośliny jest wynikiem różnych czynników, a mianowicie: składu chemicznego skał, czynników pedogenicznych, rozpuszczalności pierwiastków chemicznych w glebie oraz zdolności selektywnego pobierania przez roślinę w określonym środowisku glebowym (A. Kabata-Pendias, 1968a; F. J. Hodgson, w przygotowaniu do druku). Zakres wpływu i współzależność pomiędzy wymienionymi czynnikami nie są jeszcze poznane i będą stanowiły przedmiot szczegółowych badań w najbliższej przyszłości.

Tabela 2

Zawartość głównych składników pokarmowych w rocznym plonie lucerny w przeliczeniu na wagę skały lub minerału zawierających określony pierwiastek

Pierwiastek	Skała	Ciężar w kg
P, Ca	fosforyty	148
S, Ca	gips	134
Mg, Ca	dolomit	118
Ca	wapień	30
K	granit	4000

Przykładem zapotrzebowania roślin na pierwiastki, których źródłem są mineralne składniki gleby, może być porównanie ich zawartości w rocznym plonie lucerny z 1 ha, wynoszącym około 8 ton suchej masy (siana),

z występowaniem ich w odpowiednich utworach skalnych (tabela 2). Zawartość metali ciężkich, odgrywających ważną rolę w metabolizmie roślin i zwierząt, w masie rocznego plonu lucerny z 1 ha wynosi w przybliżeniu (w g): Fe — 1600, Mn — 800, Zn — 400, Cu — 200, B — 200, Mo — 40, Co — 1.

Obliczone przez J. F. Hodgsona (w przygotowaniu do druku) współczynniki pobierania pierwiastków śladowych przez rośliny na podstawie literatury światowej wskazują na zakres wpływu składu chemicznego gleb na skład chemiczny roślin (tabela 3). Wartości liczbowe współczynników występowania pierwiastków śladowych w roślinach (stosunek zawartości pierwiastka w roślinie do jego występowania w glebie) wykazują, że pobieranie tych składników przez rośliny z gleby łączy się ściśle z ich specyficznymi właściwościami geochemicznymi. Przy wysokiej wartości tego współczynnika dodatkowe doprowadzenie danego pierwiastka do gleby w formie nawożenia lub na drodze zanieczyszczeń przemysłowych powoduje wzrost jego zawartości w masie roślinnej. Natomiast przy niskiej wartości danego współczynnika, zmiany chemicznego składu gleby odgrywają znacznie mniejszą rolę w pobieraniu danego pierwiastka śladowego przez rośliny.

Tabela 3

Występowanie pierwiastków śladowych w glebach i w roślinach (w ppm na pow. s.m.)
wg J. F. Hodgsona

Pierwiastek	Gleba	Roślina	Stosunek zawartości roślina/gleba
As	6	0,85	0,12
B	10	53	5
Be	6	0,1	0,07
Br	5	15	3
Cd	0,06	0,64	10
Cr	100	1,6	0,02
Co	8	0,84	0,1
Cu	20	9,3	0,45
F	200	6	0,03
Fe	10000	83	0,008
I	5	0,12	0,025
Pb	10	4,5	0,45
Mn	850	56	0,065
Mo	2	1,13	0,5
Ni	40	1,8	0,045
Sr	300	79	0,25
V	100	1	0,01
Zn	50	32	0,6

Często w naturalnych warunkach środowiska przyrodniczego następują zmiany równowagi chemicznej niekorzystnej z punktu widzenia biologicznego. Zmiany takie doprowadzające do nadmiernej koncentracji określonego pierwiastka lub jego strat, względnie zachwiania proporcji wzajem-

nych stosunków ilościowych pomiędzy poszczególnymi chemicznymi składnikami powodują zaburzenia w rozwoju organizmów roślinnych i zwierzęcych. Jakkolwiek geograficzne rozmieszczenie różnych schorzeń związanych z geochemią środowiska nie pokrywa się ściśle z zarysem powierzchniowej budowy geologicznej, to jednak znane są liczne przykłady dużego związku pomiędzy geochemią siedliska a biologicznymi endemiami (A. Krupski i in., 1947; F. Anczykowski, 1954, 1956; S. J. Atkinson, 1965).

Ostatnio obserwuje się w literaturze zagranicznej duże zainteresowanie zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej zagadnieniem wpływu geochemicznego środowiska na równowagę pomiędzy pierwiastkami chemicznymi występującymi w organizmach żywych. Duże straty ponieszone przez rolnictwo niektórych państw, spowodowane toksycznymi lub niedoborowymi schorzeniami roślin i zwierząt, pociągają za sobą poważne nakłady finansowe w celu zapobiegania tym zjawiskom na drodze regulowania chemicznej równowagi ekologicznej względnie ochrony naturalnych zasobów przyrodniczych.

Ostatnio zwraca się także dużą uwagę na zależność człowieka od środowiska geochemicznego. Wyrazem tego jest referat Przewodniczącego Fundacji Rockefellera, J. G. Harrara z dnia 13 czerwca 1966 r., jak również Raport Sekretarza Generalnego ONZ — U-Thanta z dnia 26 maja 1969 r., poświęcony problemowi poznania oraz regulowania i ochrony przyrodniczych środowisk człowieka. W Raporcie tym przedstawiono szeroko zakrojony 4-letni cykl badań międzynarodowych z zakresu różnych dziedzin przyrodniczych i przemysłowych, których zadaniem ma być poznanie wpływu podstawowych zjawisk niszczących naturalne środowisko człowieka, a mianowicie: nadmierny wzrost populacyjny, wzrost urbanizacji, rozwój komunikacji i technologii.

Wymienione wyżej procesy nieodłącznie towarzyszą wzrastającej aktywności człowieka, ale wyprzedzają jego wiedzę o naturalnym środowisku przyrodniczym, możliwości jego ochrony i regulacji w kierunku najbardziej korzystnym dla zachowania równowagi biologicznej.

Zagadnienie wpływu środowiska geochemicznego na życie biologiczne w Polsce nie stanowi przedmiotu obszernych badań, ponieważ ze względu na korzystny układ warunków glebowo-klimatycznych nie obserwujemy na terenie naszego kraju drastycznych przykładów biologicznych endemii. Niemniej, na niektórych obszarach zaznaczają się braki określonych chemicznych składników pokarmowych, a olbrzymi rozwój urbanizacji z towarzyszącym zapleczem rekreacyjno-technologicznym oraz wzrost przemysłowania może w bardzo krótkim okresie spowodować duże i trudne do odwrócenia niekorzystne zmiany układu biogeochemicznego środowiska. Z nielicznych publikacji polskich, przedstawiających częściowe opracowanie wspomnianego zagadnienia, należy wymienić prace F. Anczykowskiego (1954, 1956) wykazujące związek pomiędzy chemicznym i mineralnym składem piasków fluwiolacjalnych a niską zawartością składników pokarmowych w glebie oraz w następstwie występowaniem szeregu schorzeń niedoborowych u zwierząt. W tym okresie ukazał się również artykuł J. Sarosięka (1955) o znaczeniu warunków równowagi chemicznej w ekologii oraz publikacja M. Strzeńskiego i A. Kabaty (1956) o wpływie małej zawartości kobaltu w glebach na zdrowotność zwierząt domowych. Przykładem badań z zakresu fizjologii może być publikacja Z. Ewy i R.

Rysia (1961) wykazująca zaburzenia w metabolizmie zwierząt na obszarach gleb niedoborowych w niektóre pierwiastki śladowe. W naszym piśmiennictwie pojawiają się również prace dotyczące ujemnego wpływu przemysłu na równowagę chemiczną i biologiczną środowiska przyrodniczego (J. Paluch, J. Pielka, K. Wnuk, 1961; T. Sikawina, T. Wąchalewski, 1965; J. Siuta 1968). Jednocześnie przeprowadzane są obserwacje świadczące o szkodliwych skutkach nieracjonalnej intensyfikacji rolnictwa, związanej z wadliwym nawożeniem mineralnym (E. Pinkiewicz, 1969).

Na podstawie dotychczasowych badań krajowych ustalono, że niedobory niektórych pierwiastków śladowych z punktu widzenia potrzeb rolnictwa mogą występować lub już występują na określonych rodzajach gleb Polski.

Na glebach bielcowych lub brunatnych wytworzonych z piasków słabogliniastych obserwuje się u roślin niedobór miedzi i manganu, a niekiedy molibdenu. Natomiast u zwierząt występują braki kobaltu, miedzi i manganu.

Gleby bielcowe i brunatne wytworzone z niektórych lessów, glin lub ilów są na ogół zasobne w pierwiastki śladowe. Jednakże często stwierdza się w nich brak przyswajalnego boru przy specjalnych uprawach roślin.

Większość gleb mułowo-torfowych, a także niektóre czarne ziemie mogą zawierać niewystarczające ilości pierwiastków śladowych w formach łatwo dostępnych dla roślin. Dlatego na glebach tych stwierdza się u roślin niedobory miedzi i manganu, rzadziej cynku czy molibdenu. Natomiast u zwierząt występuje brak kobaltu, miedzi i manganu. Często jednak w przypadku silnego zamulenia gleb torfowych ilość składników tych jest wystarczająca.

Zawartość pierwiastków śladowych w rędzinach jest dosyć zmienna w zależności od rodzaju wapieni, z których one powstały.

Gleby wytworzone z innych utworów skalnych nie zajmują na terenie naszego kraju dużych obszarów i dlatego stanowią jedynie przedmiot dla teoretycznych badań wpływu procesów pedogenicznych na profilowe rozmieszczenie składników chemicznych. Na ogół pomimo działania procesów kumulacji biologicznej oraz sorpcji przez minerały ilaste, gleby wytworzone ze skał o małej zawartości określonych pierwiastków śladowych mogą być zaliczane do gleb niedoborowych.

Pomimo że zagadnienia chemicznej równowagi przyrodniczego środowiska człowieka są przedmiotem różnych publikacji i dyskusji naukowych, a także popularnych artykułów w prasie, to jednak brak jest ustalonego programu skoordynowania badań z odpowiednim uwzględnieniem udziału w nich nauk o Ziemi. Szczególnie przydatną rolę w tych pracach mogą odegrać następujące dyscypliny: geologia, geochemia, hydrogeochemia i gleboznawstwo. Dotychczasowy wkład krajowych badań dotyczących zagadnienia geochemii krajobrazu obejmuje dosyć różnorodny wachlarz tematyki.

Z nauk ściśle związanych z geologią badania z dziedziny biogeochemii i powierzchniowej prospekcji geochemicznej oraz z zakresu hydrogeochemii najbardziej łączą się z zagadnieniami geochemii krajobrazu. Celem wymienionych opracowań jest głównie prospekcja rud metali nieżelaznych w określonych regionach względnie w utworach skalnych. Dodatkowe znaczenie tych badań to informacje z zakresu wpływu chemicznego składu

skała na właściwości chemiczne gleby lub wody oraz na skład chemiczny roślin. We wszystkich pracach tego typu autorzy wskazują na zależność, jaką zaznacza się w zakresie chemizmu podstawowych czynników środowiska przyrodniczego, a mianowicie pomiędzy skałą, glebą i rośliną.

Z. Walenczak (1955, 1961) na podstawie metodycznych badań biogeochemicznej prospekcji zwrócił uwagę, że podwyższona zawartość Ni, Co i Cr w skałach jest bezpośrednią przyczyną wzrostu zawartości tych składników w drzewach. M. Lindner i J. Sarosiek (1963) przedstawili zagadnienie akumulacji biologicznej w glebie oraz selektywnego pobierania przez rośliny następujących pierwiastków: Pb, Cu, Sn, Zn i V. Ustalono przez tych autorów gatunki roślin mogą być wykorzystywane w biogeochemicznych metodach prospekcji rud tych metali w Sudetach.

W niektórych przypadkach stężenie pierwiastków śladowych w określonych gatunkach roślin osiąga toksyczne wartości z punktu widzenia pokarmowych potrzeb zwierząt. Jakkolwiek rośliny wykazują zdolność selektywnego pobierania składników chemicznych, zwłaszcza pierwiastków śladowych, odznaczają się one dużą tolerancją w zakresie toksycznych zawartości i w określonych warunkach glebowych mogą pobierać tych składników wielokrotnie więcej, co stanowi źródło szkodliwych dawek metali ciężkich w paszach danego rejonu (M. Lindner, J. Sarosiek, 1963; A. Kabata-Pendias, 1968a).

Hydrogeochemia również stanowi interesujący przedmiot w geochemicznych badaniach krajobrazu. Rola wody we wszystkich procesach geologicznych i biologicznych jest podstawowa. Dlatego też stopień jej mineralizacji ma istotne znaczenie zarówno dla poszukiwawczych prac geochemicznych, jak i dla zachowania chemicznej równowagi ekologicznej. J. Serafin-Radlicz (w przygotowaniu do druku) oraz Z. Płochniewski i H. Ważny (w przygotowaniu do druku) wykazali, że w określonych warunkach geochemicznych zachodzi zależność pomiędzy mineralizacją wód powierzchniowych i podziemnych a stopniem okruszczenia i składem chemicznym skał podłoża. Brak jest natomiast szczegółowych opracowań krajowych z zakresu wpływu mineralizacji wód na zdrowotność roślin i zwierząt danego rejonu.

Obszerną pozycję w literaturze geochemicznej stanowią prace z zakresu prospekcji złóż metali nieżelaznych w oparciu o analizy pierwiastków wskaźnikowych występujących w glebie, podglebiu i w aluwjach. Teoretyczną podstawą tych badań jest założenie, że skład chemiczny skał rzutuje na zawartość danych pierwiastków w utworach otaczających. Zależność ta kształtuje się różnie w odniesieniu do określonych skał, składników chemicznych oraz specyficznych warunków hipergenicznych. Przykładem prac tego typu są badania H. Chilińskiej (1963) dotyczące geochemicznych metod poszukiwania cyny oraz publikacje B. Kerber i in. (1966, 1967) na temat metalometrycznych metod prospekcji niklu. Różne prace geochemiczne (J. Maciejowska, J. Serafin, 1958; M. Lindner, 1963; H. Pendias, 1965) skierowane na poszukiwanie polimetalu opierają się na chemicznych analizach niższych poziomów glebowych w celu ustalenia anomalnych zawartości, odzwierciedlających możliwość znalezienia złóż. Geochemiczne metody badań utworów powierzchniowych znalazły także zastosowanie na terenie naszego kraju dla poszukiwania złóż uranu (T. Depciuch i in., 1965; W. Zajączkowski, 1968; S. Przeniosło, w przygotowaniu do druku).

Z prac dotyczących geochemicznych badań prospekcyjnych powierzchniowych utworów należy wymienić również publikację H. Fortuńskiej i A. Jaworskiego (1966).

Rozmieszczenie pierwiastków śladowych w powierzchniowych utworach geologicznych jest wykorzystywane również dla celów paralelizacji chronologicznej. Metody te okazały się przydatne między innymi w ustalaniu stratygrafii lessów (W. Łukaszew, E. Mojski, 1968; H. Maruszczak, M. Piotrowska, 1969).

Przedstawione w ogólnym zarysie prace geochemiczne prowadzone na terenie naszego kraju stanowią również wkład do badań z zakresu geochemii krajobrazu. Zagadnienie warunków oraz zmienności geochemicznej krajobrazu staje się w coraz większym stopniu przedmiotem aktualnych zainteresowań wielu dyscyplin naukowych. Badania geochemiczne obejmujące systematycznie powierzchniowe utwory skalne w powiązaniu z innymi pokrewnymi naukami, a także z biologicznymi mogą dostarczyć cennych informacji dla interpretacji i korygowania niektórych zjawisk zachodzących w przyrodniczym środowisku człowieka.

Zakład Geochemii
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 25 października 1969 r.

PIŚMIENNICTWO

- ANCZYKOWSKI F. (1954) — Badania kompleksowe siedliska życia gospodarczego. *Med. wet.*, **10**, p. 66—73. Warszawa.
- ANCZYKOWSKI F. (1956) — Badania kompleksowe siedliska życia gospodarczego. *Med. wet.*, **12**, p. 25—30. Warszawa.
- ATKINSON J. S. (1965) — Regional geochemical reconnaissance applied to some agricultural problems in Co Limerick, Eire. *Nature*, **208**, p. 1056—1059. London.
- CHILIŃSKA H. (1963) — Zastosowanie metod geochemicznych i ich przydatność dla poszukiwań złóż rud cyny w Górach Tzerskich. *Prz. geol.*, **11**, p. 200—205, nr 4. Warszawa.
- DEPCIUCH T., LIS J., PRZENIOSŁO S., SYLWESTRZAK H. (1965) — Powstawanie anomalii uranometrycznych w aluwjach i ich wykrywalność zależnie od uziarnienia analizowanych frakcji. *Prz. geol.*, **13**, p. 104—107, nr. 3. Warszawa.
- EWY Z., RYS R. (1961) — Zawartość miedzi, żelaza i cholesterolu w surowicy, hemoglobiny w krwi manganu w sierści bydła woj. szczecińskiego. *Med. wet.*, **3**, p. 169—173. Warszawa.
- FORTUNSKA H., JAWORSKI A. (1966) — Wstępne wyniki badań geochemicznych wykonanych w rejonie Zabkowic Śląskich. *Prz. geol.*, **10**, p. 449—451, nr 10. Warszawa.
- GRESZKA J., GODZIŃSKI S. (1969) — Wpływ hutnictwa cyniku na gleby. *Rocz. gleb.*, **20**, p. 195—214. Warszawa.

- HARRAR J. G. (1966) — The quality of the future. Atlanta, Ga.
- HODGSON J. F. (w przygotowaniu do druku) — Chemistry of trace elements with reference to trace element concentration in plants. USDA Nutrition Laboratory, Ithaca, N. Y.
- JENNY E. A. (1968) — Controls on Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn concentration in soils and water. Trace Inorganics in Water. Adv. in Chemistry, p. 397—387. Washington.
- KABATA-PENDIAS A. (1966) — Pierwiastki śladowe w glebach Polski, Využití mikroelementu v zemědělství, p. 83—90. Praha.
- KABATA-PENDIAS A. (1968a) — Występowanie cynku, miedzi i kobaltu w niektórych glebach oraz w roślinach rejonu nadmorskiego. Roczn. Nauk roln., 94-A-4, p. 567—583. Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A. (1968b) — The sorption of trace elements by soil-forming minerals. Roczn. gleb., 19 (Dodatek), p. 55—72. Warszawa.
- KELLER W. D. (1961) — Mineral and chemical alluviation in a unique pedologic example. Jour. Sed. Petrol., 31, p. 80—86.
- KERBER B., SERAFIN J. (1966) — Próba zastosowania zdjęcia glebowego do poszukiwań niklu w Sudetach. Techn. Poszukiwań, nr 18, p. 14—18. Warszawa.
- KERBER B., SERAFIN-RADLICH J., CIEMNIEWSKA M. (1967) — Poszukiwania niklu metodą metalometryczną w rejonie Nowej Rudy. Biul. Inst. Geol., 205, p. 139—155. Warszawa.
- KRUPSKI A., HUBER H., GRÜNINGEN F., QUERVAIN F., ULRICH H. (1947) — Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Gehalt des Futters an lebensnotwendigen Mineralstoffen. Separat Abd. Schweizer Arch. Tierheilkunde, 89, p. 476—485.
- LINDNER M. (1963) — Geochemiczne poszukiwania rud polimetali w Górach Kaczawskich. Prz. geol., 11, p. 192—199, nr 4. Warszawa.
- LINDNER M., SAROSIEK J. (1963) — Z badań biogeochemicznych w Sudetach. Prz. geol., 11, p. 448—450, nr 10. Warszawa.
- LUKASZEW W., MOJSKI J. E. (1968) — Badania geochemiczne lessów Wyżyny Lubelskiej. Kwart. geol., 12, p. 966—982, nr 4. Warszawa.
- MACIEJOWSKA J., SERAFIN J. (1968) — Badania geochemiczne w północno-wschodniej części Gór Kaczawskich z uwzględnieniem historii i metodyki dotychczasowych prac geologicznych. Kwart. geol., 2, p. 653—672, nr 3. Warszawa.
- MARUSZCZAK H., PIOTROWSKA M. (1969) — Tundrowa gleba kopalna w profilu lessowym we wsi Hulcze. Kwart. geol., 13, p. 655—668, nr 3. Warszawa.
- PALUCH J., PIEŁKA J., WNUK K. (1961) — Występowanie fluoru w niektórych wodach powierzchniowych i podziemnych woj. katowickiego. Gaz, Woda i Techn. san., 35, p. 82—85. Katowice.
- PENDIAS H. (1965) — Geochemiczne profile w okolicy Radzimowic na Dolnym Śląsku. Biul. Inst. Geol., 170, p. 81—145. Warszawa.
- PINKIEWICZ E. (1969) — Wpływ intensyfikacji rolnictwa na występowanie niektórych chorób bydła. Życie wet., 6, p. 161—166. Warszawa.
- PŁOCHNIEWSKI Z., WAŻNY H. (w przygotowaniu do druku) — Wody magnezowe Polski na tle geochemii magnezu.
- POLANSKI A. (1948) — Z zagadnień biogeochemii. Wiad. Muz. Ziemi, 4, p. 33—59. Warszawa.
- POLANSKI A., SMULIKOWSKI K. (1969) — Geochemia. Warszawa.

- PRZENTOSŁO S. (w przygotowaniu do druku) — Geochemia uranu w aluwialach wschodniej części metamorfiku Łącka i Śnieżnika Kłodzkiego. Biul. Inst. Geol. Warszawa.
- PURVES D. (1966) — Contamination of urban garden with copper and boron. *Nature*, 210, p. 1077—1078. London.
- SAROSIEK J. (1955) — Nowy kierunek badań ekologicznych — chemiczna ekologia. *Kosmos*, ser. A, 2, p. 265—273. Warszawa.
- SERAFIN-RADLIJCZ J. (w przygotowaniu do druku) — Anomalie hydrochemiczne w NE części Górnego Śląska i ich przydatność dla poszukiwań mineralizacji Zn-Pb.
- SIUTA J. (1968) — Badania nad zmianami warunków przyrodniczych i rolniczych w strefie zanieczyszczeń atmosferycznych rejonu Puław. *Post. Nauk roln.*, 5, p. 65—73. Warszawa.
- SKAWINA T., WĄCHALEWSKI T. (1965) — Pierwiastki śladowe Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. *Biul. Zakł. Bad. Nauk. GOP-PAN*, 5, p. 235—245. Zabrze.
- STRZEMSKI M., KABATA A. (1956) — Inwentaryzacja kobaltu w glebach Polski dokonywana przez Puławski Zakład Gleboznawstwa. *Med. wet.*, 2, p. 86. Warszawa.
- U. N. ECONOMIC AND SOCIAL COUNCIL. 47 Session. Problem of the human environment. — Report of the Secretary General. 26 May 1969. New York.
- WALENCZAK Z. (1955) — Metody biogeochemiczne w badaniach zawartości niklu w serpentynitach dolnośląskich. *Arch. mineral.*, 18, p. 303—317. Warszawa.
- WALENCZAK Z. (1961) — Podstawy metodyczne poszukiwań biogeochemicznych na Dolnym Śląsku na przykładzie niklu, kobaltu i chromu. *Arch. mineral.*, 23, p. 353—430. Warszawa.
- WEBB J. S., NICHOL I., THORNTON I. (1968) — The broadening scope of regional geochemical reconnaissance. XIII. Intern. Geol. Congress 6, p. 131—147. Praha.
- ZAJĄCZKOWSKI W. (1968) — Poszukiwania złóż uranu metodami geochemicznymi na wybranych obszarach Sudetów. *Biul. Inst. Geol.*, 214, p. 5—74. Warszawa.
- ПЕРЕЛЬМАН А. И. (1961) — Геохимия ландшафта. Москва.

Алина КАБАТА-ПЕНДИАС, Хенрик ПЕНДИАС

ГЕОХИМИЯ И ЕСТЕСТВЕННАЯ СРЕДА ЧЕЛОВЕКА

Резюме

Проблема биогеохимической среды человека в настоящее время является предметом заинтересования множества ученых и практиков различных отраслей. Эта проблема наметается в исследованиях, проводимых на территории нашей страны. К ней в определенной степени относятся и работы в области геохимии.

В статье представлены некоторые проблемы взаимозависимости факторов, определяющих биогеохимическую среду, а также учтены польские исследования, касающиеся геохимии ландшафта.

Alina KABATA-PENDIAS, Henryk PENDIAS

GEOCHEMISTRY AND NATURAL ENVIRONMENT OF MAN

S u m m a r y

The problem of biogeochemical environment of Man is to-day an object of interest of numerous scientists and specialists in various domains. This problem appears also in the research carried on in Poland, as well. To some extent, geochemical works may also be referred to the problem considered.

The article presents some questions concerning the relationship of the factors determining the biogeochemical environment, and discusses Polish studies on the geochemistry of the landscape.