

MARIA LINDNER, JAN SAROSIEK  
Instytut Geologiczny, Uniwersytet Wrocławski

## Z BADAŃ BIOGEOCHEMICZNYCH W SUDETACH

W RAMACH naukowej współpracy Zakładu Ziół Rud metali Nieżelaznych Instytutu Geologicznego w Warszawie i Katedry Ekologii i Geografii Roślin Uniwersytetu Wrocławskiego równorzędnie do prac geochemicznych i metalometrycznych prowadzonych w Sudetach przeprowadzono badania biogeochemiczne niektórych metali nieżelaznych.

Podjęcie badań biogeochemicznych w Sudetach pozostaje w prostym związku z koniecznością stosowania biogeochemicznej metody w prospekcji rud nieżelaznych. Ideałem dzisiejszej geologii poszukiwawczej jest stosowanie wszystkich dostępnych dziś metod poszukiwawczych. W Związku Radzieckim i USA obok metod geofizycznych i geochemicznych coraz

częściej stosuje się również metodę biogeochemiczną w poszukiwaniu złoża rudnego, a nawet i do wstępnej jego oceny (1, 3, 4, 9, 11). Opracowanie biogeochemicznej metody poszukiwania rud różnych metali nieżelaznych wymaga przede wszystkim znajomości biogeochemii poszukiwanych metali określonych formacji geobotanicznych i geologicznych.

Wstępne prace badawcze w Sudetach obejmowały analizę geobotaniczną i geochemiczną badanych terenów, analizę koncentracji badanych metali nieżelaznych w glebie i w roślinach oraz ich wzajemne związku w zakresie chemicznej ekologii roślin. Analiza ekologiczna gleby i roślin stanowi podstawę wszelkich badań biogeochemicznych (15, 8).

Wstępne badania biogeochemiczne przeprowadzono głównie w Sudetach Środkowych w różnych miejscowościach Gór Kaczawskich i Gór Izerskich oraz na ich rozległym pogórzu. Badaniami objęto tylko niektóre metale: ołów, miedź, cynę, wanad.

We wszystkich przypadkach niezależnie od typu litologicznego podłoża stwierdzono biologiczną akumulację ołowiu w poziomie próchnicznym profilu glebowego. Koncentracja ołowiu w podglebiu znacząco jest zawsze wyższa od średniej normalnej zawartości tego pierwiastka w normalnych glebach ( $1,6 \times 10^{-3}\%$  wg A. P. Winogradowa — 10). Gleby podłoża łupków krystalicznych (Miedzianka), podłoża granito-gnejsów (Podgórze) i podłoża porfirów (Lubawka) mają 10—100-krotnie podwyższoną koncentrację ołowiu w stosunku do średniej normalnej zawartości tego pierwiastka w glebie. Koncentracja ołowiu w glebie wzrasta w kierunku zalegania ciała rudnego. Średnia koncentracja ołowiu w badanych glebach wynosi  $4,5 \times 10^{-2}\%$ . Średnia zawartość ołowiu w glebach podłoża fyllitów (Rząsiny k. Gryfowa) wynosi  $2,8 \times 10^{-3}\%$ , natomiast w podłożu wapieni tych okolic nieco mniejsza ( $1,9 \times 10^{-3}\%$ ). W strefie kontaktowej fyllitów i serii wapieni w okolicy Rząsiny koncentracja ołowiu jest już dziesięciokrotnie podwyższona. Analizie zawartości ołowiu poddano 50 gatunków roślin. Stwierdzono, że rośliny z miejsc zalegania rudy ołowiu masowo koncentrują ten mikroelement. Średnio koncentracja ołowiu w popiele badanych roślin z Miedzianki i Podgórze wynosi 3,94% Pb, z Rząsiny zaś 0,9%. Wybitnymi koncentratorami ołowiu z miejsc okruszczonych ołowiem okazały się: *Salix caprea* (wierzba iwa), *Betula verrucosa* (brzoza brodawkowa), *Epilobium montanum* (wierzbownica górską), *Impatiens nolitangere* (niecierpek pospolity) i *Calluna vulgaris* (trzcinnik piaskowy). Zależność koncentracji ołowiu w popiele trzcinnika piaskowego od koncentracji ołowiu w glebie i jego przyswajalności badał J. Sarosiek (6). Badane rośliny podłoża fyllitów tylko selektywnie koncentrują ołów w swych tkankach. Selektywnymi koncentratorami ołowiu ze strefy kontaktowej fyllitów i wapieni okazały się: *Vicia cracca* (wyka ptasia), *Tussilago farfara* (podbiał pospolity), *Eupatorium cannabinum* (sadziec konopiasty), *Verbascum nigrum* (dziewanna pospolita), *Vaccinium myrtillus* (borówka czarna), *Deschampsia flexuosa* (śmiałek pogięty) i *Calluna vulgaris* (wrzos zwyczajny). Wymienione gatunki wykazują 10-krotnie zwiększoną koncentrację ołowiu w popiele w stosunku do średniej normalnej jego zawartości. Natomiast koncentracja ołowiu u gatunków wybitnie akumulujących ten mikroelement wynosi od 3,16 do 16,5% popiołu. Wysokiej koncentracji ołowiu w tkankach *Impatiens nolitangere* i *Verbascum nigrum* towarzyszą ekofeniczne objawy chorobowe.

Koncentracja miedzi w glebach podłoża łupków serycytowo-mikowych i łupków grafitowych okolic Pławna i Golejów k. Gryfowa jest znacznie wyższa niż koncentracja miedzi w glebach podłoża piasków tych okolic. Koncentracja miedzi w badanych glebach podłoża łupków okolic Golejowa i Pławnej wzrasta wraz z głębokością profilu glebowego, a najwyższą jej wartość wykazuje zwierzelina tych łupków. Koncentracja miedzi w glebach podłoża łupków wynosi średnio  $3,6 \times 10^{-2}\%$ , a więc jest 10-krotnie wyższa niż średnia normalna zawartość tego pierwiastka w glebach. Koncentracja miedzi w glebach hałd okolic Miedzianki jest przeszło 100-krotnie wyższa niż średnia normalna zawartość w glebie. W Miedziance i w Podgórze koncentracja miedzi w glebie wzrasta w kierunku ciała rudnego. Koncentracja miedzi w glebach podłoża fyllitów i wapieni okolic Rząsiny jest zbliżona do średniej normalnej zawartości tego mikroelementu w glebie, jednak wartość jej wzrasta dziesięciokrotnie w strefie kontaktowej fyllitów i wapieni.

Wybitnymi koncentratorami miedzi wśród badanych 78 gatunków roślin między innymi okazały się: *Thymus pulegioides* (macierzanka zwyczajna), *Linaria vulgaris* (lnica pospolita), *Chamaenerion angustifolium* (wierzbowka koprzyca), *Rumex acetosella* (szczaw polny) i *Campanula rotundifolia* (dzwonek okrągłolistny).

Wymienione gatunki w obszarze występowania rudy miedzi w okolicy Miedzianki koncentrują w swych tkankach 100 — 1000-krotnie więcej miedzi niż rośliny tych samych gatunków wyrosłych poza miejscem zalegania rudy. W strefie kontaktowej fyllitów z wapieniami w okolicy Rząsiny k. Gryfowa selektywnymi koncentratorami miedzi okazały się: *Equisetum arvense* (skrzyp polny), *Lythrum solicaria* (Krwawnica pospolita), *Avena sativa* (owies zwyczajny) i *Juncus bufonius* (sit dwudzielny). Rośliny te wraz ze wzrostem koncentracji w glebie miedzi przyswajalnej dla roślin zwiększają koncentrację tego mikroelementu w tkankach. W strefie kontaktowej fyllitów z wapieniami wykazują 10-krotnie zwiększoną koncentrację miedzi w popiele w stosunku do średniej normalnej zawartości jej w roślinach. Natomiast selektywnymi koncentratorami miedzi na podłożu łupków serycytowo-mikowych okolic Golejowa i Pławnej są: *Agrostis alba* (mietlica biaława), *Alectorolophus glaber* (szelęznik większy), *Melampyrum nemorosum* (pszeniec gajowy), *Melandrium album* (bniec biały) i *Trifolium pratense* (koniczyna łąkowa). Koncentracja miedzi w popiele tych roślin wynosi średnio  $5,3 \times 10^{-3}\%$ . Wszystkie badane rośliny (56 gatunków) podłoża łupków grafitowych okolic Golejowa i Pławnej wykazują zwiększoną koncentrację miedzi w swych tkankach. Zawartość miedzi w popiele roślin wyrosłych na podłożu łupków grafitowych wynosi średnio  $3,12 \times 10^{-2}\%$ . Wśród badanych roślin wybitnie koncentrują miedź na tym podłożu: *Hypericum perforatum* (dziurawiec zwyczajny), *Campanula patula* (dzwonek rozpierzchny), *Linaria vulgaris* (lnica pospolita), *Dactylis glomerata* (kupkówka pospolita).

Badania nad biogeochemią cyny przeprowadzono w Gierczynie i Przeznicy, gdzie są stare, nieczynne już kopalnie cyny, oraz w okolicach Czerniawy-Zdroju i Pobiednej. Najwyższą koncentrację cyny w zwierzelinowych glebach podłoża łupków serycytowo-mikowych stwierdzono na terenie starych kopalń cyny w Gierczynie k. Kwieciszowic. Średnia zawartość cyny w glebach z terenu kopalń wynosi 0,0481%, natomiast koncentracja cyny w glebie podłoża łupków mikowych okolic Czerniawy-Zdroju wynosi średnio 0,0052%. W obu przypadkach stwierdzono biologiczną akumulację cyny w poziomie próchnicznym gleby. Jak wykazali w swych badaniach J. Sarosiek i B. Kłys (7) istnieje ścisła zależność między koncentracją cyny w popiele roślin selektywnie koncentrujących ten mikroelement a koncentracją cyny w glebie. Wybitnymi selektywnymi koncentratorami cyny na podłożu łupków serycytowo-mikowych, zwłaszcza z terenu starych kopalń, są: *Calluna vulgaris* (wrzos zwyczajny), *Gnaphalium silvaticum* (szarota leśna), *Sempervivum soboliferum* (rojnik pospolity), *Silene inflata* (lepnica rozdęta), *Tanacetum vulgare* (wrotycz pospolity) i *Quercus sessilis* (dąb bezszypułkowy).

W mniejszym stopniu koncentrują cynę następujące gatunki roślin: *Deschampsia flexuosa* (śmiałek pogięty), *Festuca ovina* (kostrzewa owcza), *Nardus stricta* (bliźniczka psia trawka), *Achillea millefolium* (krwawnik pospolity), *Galium mollugo* (przytulia pospolita), *Galium verum* (przytulia właściwa), *Pimpinella saxifraga* (biedrzyca mniejszy), *Scabiosa columbaria* (driakiew gołębia), *Vicia sepium* (wyka płotowa), *Lathyrus pratensis* (groszek żółty), *Trifolium pratense* (koniczyna łąkowa), *Knautia arvensis* (świerzbica polna), *Senecio Fuchsii* (starzec Fuchsa) i *Linaria vulgaris* (lnica pospolita). Średnia zawartość cyny w popiele roślin wybitnie koncentrujących ten mikroelement na podłożu łupków serycytowo-mikowych okolic Gierczyna i Przeznicy wynosi  $4,6 \times 10^{-3}\%$ . Warto wspomnieć, że J. W. Harbaugh (2) stwierdził podwyższoną koncentrację cyny w liściach i pędach *Quercus marilandica* z terenu zalegania rudy cyny. Koncentracja cyny w liściach i pędach tego drzewa wynosiła  $1,7 \times 10^{-3}\%$ . W USA gatunek tej rośliny przyjęto jako wskaźnikowy w biogeochemicznej metodzie prospekcji rudy cyny.

We wszystkich przypadkach gleba podłoża fyllitów okolicy Rząsiny k. Gryfowa wykazuje podwyższoną koncentrację cynku. Koncentracja cynku w tych glebach wynosi średnio  $4 \times 10^{-2}\%$ , natomiast średnia

normalna zawartość cynku wg A. P. Winogradowa (10) wynosi  $5 \times 10^{-3}\%$ . Zawartość cynku w glebach podłoża wapieni okolicy Rząsin jest wyraźnie niższa od średniej normalnej zawartości w glebach tego mikroelementu i wynosi  $3,1 \times 10^{-3}\%$ . Koncentracja cynku zwiększa się wraz z głębokością profilu glebowego i jest zawsze wyższa w glebach o odczynie alkalicznym. Najwyższą, bo 100-krotnie większą koncentrację cynku od średniej normalnej zawartości stwierdzono w strefie kontaktowej fyllitów z wapieniami. Selektownymi koncentratorami cynku na podłożu fyllitów okazały się następujące gatunki roślin: *Tussilago farfara* (podbiał pospolity), *Melampyrum nemorosum* (pszeniec gajowy), *Potentilla anserina* (pięciornik gęsi), *Rumex paluster* (szczaw błotny), *Juncus effusus* (sit rozpięchły), *Lysimachia nummularia* (bojęś rozesiłana), *Agropyron repens*, (perz wąciwy), *Vicia cracca* (wyka ptasia). Koncentracja cynku w popiele tych roślin wynosi średnio  $3,06 \times 10^{-1}$ , przy czym średnia normalna zawartość cynku w popiele roślin wg A. P. Winogradowa (10) wynosi  $1 \times 10^{-2}\%$ . Niektóre okazy wymienionych roślin w strefie kontaktowej fyllitów z wapieniami wykazywały ponad 100-krotne wzbogacenie w cynk.

Najwyższą koncentrację wanadu stwierdzono w glebach podłoża łupków grafitowych okolic Golejowa i Pławnej ( $7,54 \times 10^{-2}\%$  średnio). Gleba podłoża łupków serycytowo-mikowych tych okolic ma nieco niższą koncentrację wanadu — średnio  $4,9 \times 10^{-2}\%$ . Najniższą koncentrację wanadu stwierdzono w glebach podłoża piasków tych okolic (średnio  $1,96 \times 10^{-2}\%$ ), której wartość jest już niższa od średniej normalnej zawartości tego pierwiastka w glebach podanych przez A. P. Winogradowa (10):  $1 \times 10^{-2}\%$ . Znacznie niższą zawartość wanadu wykazują gleby podłoża fyllitów (średnio  $5,7 \times 10^{-3}\%$ ) i gleby podłoża wapieni (średnio  $6,7 \times 10^{-3}\%$ ) okolicy Rząsin. We wszystkich badanych przypadkach daje się zauważyć biologiczną akumulację wanadu w poziomie próchnicznym gleby, która osiąga najwyższe swe wartości w glebach o odczynie słabo alkalicznym. W strefie kontaktowej fyllitów z wapieniami w Rząsinach stwierdzono wyraźne podwyższenie koncentracji wanadu w glebie. W tej strefie stwierdzono podwyższenie koncentracji wanadu w popiele niektórych roślin: *Melampyrum arvense* (przeniec różowy), *Salix silesiaca* (wierzba śląska), *Eupatorium cannabinum* (sadziec konopiasty) i *Verbascum nigrum* (dziewanna pospolita). *Hieracium murorum* (jastrzębiec leśny) i *Impatiens nolitangere* (niecierpek pospolity) z podłoża wapieni w strefie kontaktowej wykazują bardzo wysoką koncentrację wanadu w popiele, średnio  $1,1 \times 10^{-1}\%$ . Selektownymi koncentratorami wanadu wśród badanych roślin podłoża łupków grafitowych okazały się następujące gatunki:

*Trifolium pratense* (koniczyna łąkowa), *Plantago maior* (babka zwyczajna) i *Lathyrus pratensis* (groszek żółty). Selektownymi koncentratorami wanadu na podłożu łupków serycytowo-mikowych okazały się: *Agrostis alba* (miętlica biaława), *Mycelis muralis* (sałatek leśny) jak również *Trifolium repens* (koniczyna biała) i *Lathyrus pratensis* (groszek żółty).

Wszystkie wymienione gatunki roślin koncentrujących badane pierwiastki mogą być wykorzystane w biochemicznych metodach prospekcji rud tych pierwiastków w Sudetach. Dalsze badania nad biochemią tych metali nieżelaznych jak i innych są w toku.

#### L I T E R A T U R A

1. Carlisle D., Cleveland G. B. — Plants as a guide to mineralization. Special report 50 California Division of Mines. pp. 31. San Francisco 1958.
2. Harbaugh J. W. — Biochemical investigations in the Tristate District. „Econ. Geol.” 1950, nr 45.
3. Kuzin M. F. — Opyt primienienia biogeochemicznego metoda dla poiskow riedkomietalnych miestorożdienij. „Razwiedka i Ochrana Niedr” 1959, nr 11.
4. Maliuga D. P. — Opyt primienienia biogeochemicznego metoda poiskow rudnych miestorożdienij na Jużnom Urale. „Trudy Biogeochemической Laboratorii”. X: 28—59. Moskwa — 1954.
5. Sarosiek J. — Nowy kierunek badań ekologicznych — chemiczna ekologia. „Kosmos” Ser. A 1955, z. 2.
6. Sarosiek J. — Zawartość ołowiu w *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. „Acta Soc. Bot. Pol.” Vol. XXVIII, nr 3. Warszawa 1959.
7. Sarosiek J., Kłys B. — Badania nad zawartością cyny w glebie i w roślinach z Sudetów. „Acta Soc. Bot. Pol.” Vol. XXXI, nr 4. Warszawa 1962.
8. Sarosiek J., Wachowska K. — Badania nad zawartością manganu, miedzi i kobaltu w glebie oraz w roślinach lasu bukowego w Muszkowicach na Dolnym Śląsku. „Acta Soc. Bot. Pol.” Vol. XXIX, nr 1. Warszawa 1960.
9. Warren H. V., Delavault R. E. — A history of biogeochemical investigations in British Columbia. „Can. Inst. Min. Met.” 1950, Vol. 43, pp. 344—350.
10. Winogradow A. P. — Osnownyje zakonomierosti w raspriedelenii mikroelementow mieźdu rastieniami i sredoj. Mikroelementy w żywni rastienij i żywotnych. Moskwa 1952.
11. Zauer E. M. — K woprosu ob izpolzowanii rastienij-idikatorow w geologii. „Wiestnik Leningradskogo Uniwiersitieta” nr 24. Leningrad 1959.