

POLSKIE BADANIA GEOBOTANICZNE
POZA GRANICAMI KRAJU

*Materiały 36 Seminarium Geobotanicznego,
Warszawa, 15–16.03.1991*

Redakcja: J. B. Faliński & Z. Mirek

POLISH GEOBOTANICAL INVESTIGATIONS
ABROAD

*Materials of the 36th Geobotanical Seminar,
Warsaw, 15–16 March 1991*

Edited by: J. B. Faliński & Z. Mirek



ZBIOROWISKA ROŚLINNE I EKOLOGICZNY MONITORING POŁUDNIOWEGO SPITSBERGENU

Plant communities and ecological monitoring of southern Spitsbergen

Krystyna GRODZIŃSKA, Barbara GODZIK

Summary. Field studies were carried out in southern Spitsbergen (Hornsund region) during the successive expeditions in 1985 and 1986. Plant communities of a small watershed Arikammen-Fugleberget were distinguished and characterized on the basis of 160 phytosociological records. The content of heavy metals and cesium-137 was determined in several moss and lichen species using the two as bioindicators of environmental pollution with these elements. It was found that the content of metals in the material collected in Spitsbergen is lower than in central Europe and southern Scandinavia. The content of heavy metals, total S, N and P in two moss species (*Sanionia uncinata* and *Hylocomium splendens*) growing within the *Alle alle* colony was determined. It was found, that the mosses growing within bird colony accumulate more metals and nutrients than the mosses occurring outside the colony. The level of heavy metals was defined in vascular plants and in herbivorous bird (*Plectrophenax nivalis*). The concentration of metals are higher in birds than in plants. The greatest accumulation of heavy metals was found in bone and liver.

Key words: plant communities, heavy metals, mosses, lichens, bird colony

Prof. dr hab. Krystyna Grodzińska, dr Barbara Godzik, Zakład Ekologii Roślin, Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, ul. Lubicz 46, 31–512 Kraków

W latach 1985 i 1986 współorganizatorem ekspedycji naukowych na Spitsbergen był, obok Instytutu Ekologii PAN, Instytut Botaniki PAN. Celem botaników było: (1) poznanie głównych zbiorowisk roślinnych budujących tundrę spitsbergeńską, (2) określenie stanu środowiska tundry spitsbergeńskiej (monitoring ekologiczny), (3) poznanie procesów ekologicznych zachodzących w środowisku tundry. Badania prowadzono w południowej części Spitsbergenu, w fiordzie Hornsund (76°59' N, 15°33' E). Szczegółowym obiektem badań była zlewnia rzeki Fuglebekken o powierzchni ok. 2 km² obejmująca południowe i południowo-wschodnie zbocza gór Fugleberget (569 m) i Ariekammen (511 m) oraz płaski teren u ich podnóża sięgający do zatoki Isbjørnhamna. Czynnikiem różnicującym ten obszar jest kolonia traczyków lodowych (*Alle alle* L.) zlokalizowana w zachodniej części, na zboczach Ariekammen. W oparciu o 160 zdjęć fitosocjologicznych wykonanych metodą Braun-Blanqueta wyróżniono i opisano 11 jednostek, które naniesiono na mapę w skali 1: 5000. Zbiorowiska zdominowane przez porosty zajmują w zlewni ponad 50% jej powierzchni. Budują one kilka odrębnych jednostek fitosocjologicznych, np. na rumoszu skalnym zbior. *Xantoria elegans*, zbior. *Candellariella arctica*. Na suchych zboczach, skałkach występuje zbiorowisko mszysto-porostowe – *Cladina mitis-Cetraria nivalis-Racomitrium lanuginosum*. W płaskiej części zlewni zbiorowisko to występuje w mozaice ze zbior. *Cetraria islandica*. Na kamienistych zboczach, w miejscach stale podmokniętych rozwija się zbiorowisko mszyste, które budują głównie: *Sanionia uncinata*, *Aulacomnium turgidum*, *A. palustre*, *Hylocomium splendens*. Zajmuje ono około 5% powierzchni zlewni. Zbiorowiskom porostowym i mszysto-porostowym towarzyszą w różnym stopniu rośliny naczyniowe: *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. caespitosa*, *Luzula confusa*, *Oxyria digyna*, *Draba adamsii* i in. W obrębie kolonii traczyków rozwija się bogate zbiorowisko „ławkowe” – *Chryso-splenium tetrandrum-Cochlearia officinalis-Cerastium alpinum*, a u podnóża Ariekam-

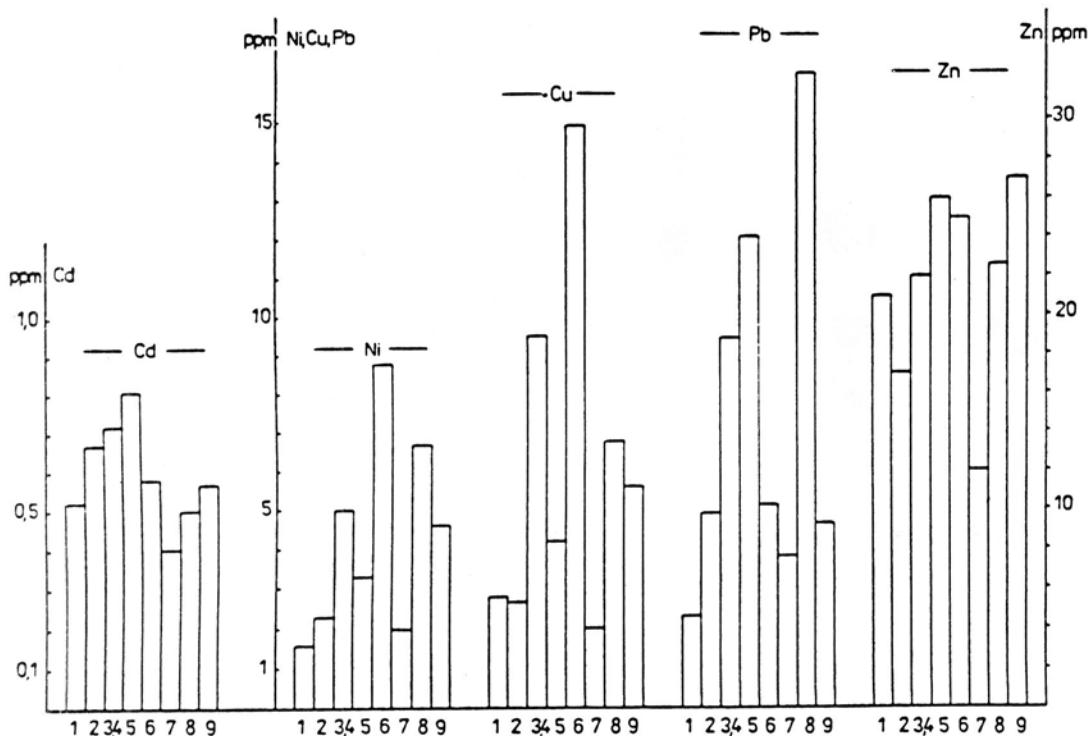
men, w miejscach zalegania odchodów ptasich utworzyło się zbiorowisko *Tetraplodon mnioides-Aplodon wormskoeldii*. Pokrywają one nie więcej niż 5% powierzchni. Na płaskim obszarze zlewni, silnie nawodnionym, występują mszarniki, które wydzielono jako zbiorowisko *Calliergon stramineum-Sanionia uncinata*. Ten typ tundry występuje w zlewni na ok. 20% powierzchni. W bezpośrednim otoczeniu Stacji Polarnej, w promieniu ok. 400 m płaty tundry są silnie wydeptane, florystycznie zubożałe. Wykonano tu 20 zdjęć fitosocjologicznych wyróżniając 4 zbiorowiska [1].

Obfite materiały zielnikowe przekazano do zielnika IB PAN (KRAM) oraz wydano w formie exsiccata: Fas. I (No 1–25) (rośliny wyższe) [2], Fas. I-IV (No 1–80) (mchy) [3].

W ramach monitoringu ekologicznego południowego Spitsbergenu realizowano 4 tematy szczegółowe:

1. W 16 gatunkach pospolicie występujących w tym rejonie mchów określono stężenie kilku metali ciężkich (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn) oraz siarki ogólnej. *Sanionia uncinata* i *Hylocomium splendens* wybrano jako wskaźniki skażenia obszaru południowego Spitsbergenu metalami ciężkimi i związkami siarki. Średnie stężenie kadmu w *Sanionia* wynosi 0.59 µg g⁻¹, ołowiu 7.07, niklu 4.25, miedzi 6.01, cynku 21.13, siarki 1481 µg g⁻¹ (Ryc. 1). *Hylocomium* gromadzi podobne ilości tych pierwiastków. Istnieją znaczne różnice (p<0.05) w stężeniu metali i siarki pomiędzy stanowiskami. Zbadano także wpływ lokalnego emitora (Polska Stacja Polarna) na poziom metali i siarki w 2 gatunkach mchów (*Sanionia*, *Hylocomium*). W odległości 10–25 m od emitora poziom metali ciężkich był 3 do 10-krotnie wyższy niż w odległości 300 m od niego. Oddziaływanie Stacji na środowisko ma więc ograniczony zasięg [4].

2. W kilkunastu gatunkach porostów z rejonu Hornsundu określono stężenie Cd, Pb, Ni, Cu, Zn oraz siarki ogólnej. Wskaźnikiem zanieczyszczenia tego obszaru metalami była *Cetraria islandica*, a związkami siarki *Stereocaulon alpinum*. Średnie stężenie Cd w *Cetraria* wyno-



Ryc. 1. Zawartość Cd, Ni, Cu, Pb i Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$ s. m.) w *Sanionia uncinata* zebranej na różnych stanowiskach (1-9) południowego Spitsbergenu.

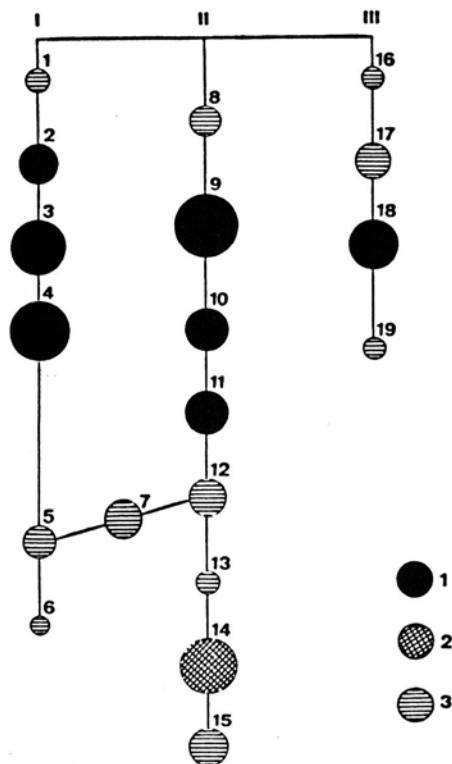
Fig. 1. Concentration of Cd, Ni, Cu, Pb i Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$ d. wt.) in *Sanionia uncinata* collected from different sites (1-9) in southern Spitsbergen.

siło $1.52 \mu\text{g g}^{-1}$, Pb – 13.98 , Ni – 0.89 , Cu – 1.34 , Zn – $17.89 \mu\text{g g}^{-1}$. *Stereocaulon* gromadził siarkę na poziomie $1143 \mu\text{g g}^{-1}$. Występują istotne różnice w stężeniach metali pomiędzy różnymi gatunkami porostów. Ze względu na akumulację siarki wyróżniono dwie grupy porostów. Różnice między nimi były statystycznie istotne. W pobliżu Stacji Polarnej poziom metali w porostach, podobnie, jak w mchach, był podwyższony [5].

3. Określono zawartość cezu-137 w 18 próbach kilkunastu gatunków porostów i mchów z rejonu Hornsundu. Poziom cezu-137 w tych materiałach wahał się w granicach od 155 do 880 Bq/kg s. m. Najwyższe wartości określono w *Racomitrium lanuginosum* i *Cetraria islandica*. W obu kolejnych latach poziom cezu był podobny. Wskazywałoby to na brak wpływu katastrofy w Czarnobylu na środowisko tundry na Spits-

bergenie (badania we współpracy z doc. W. Smułkiem z Instytutu Chemii i Fizyki Jądrowej w Warszawie).

4. W kilku morskich gatunkach zwierząt reprezentujących różne grupy systematyczne oraz jednym gatunku rośliny zebranych w czerwcu 1985 roku w fiordzie Hornsund określono stężenie 7 metali ciężkich (Cd, Pb, Ni, Zn, Cu, Mn, Fe). Krab *Hyas araneus* gromadził w szkielecie zewnętrznym od 1.5–8 razy więcej Pb, Ni, Mn niż w częściach miękkich. Cu i Fe akumulowane były w większych ilościach w ciele, Cd występował w podobnych stężeniach w obu częściach ciała. Spośród pozostałych zwierząt największą ilość metali stwierdzono u liliowca – *Heliometra glacialis*. Brunatnica – *Laminaria sp.* gromadziła szczególnie dużo Zn i Cd – odpowiednio ok. 800 i $5 \mu\text{g g}^{-1}$ [6].



Ryc. 2. Indeks zawartości metali ciężkich w *Sanionia uncinata* zebranej w 3 transektach na zboczu Ariekammen: I – stanowiska w kolonii trzczyka lodowego (wartość indeksu 0.0–0.64); II – stanowisko w miejscu żerowania gęsi *Anser brachyrhynchus* (wartość indeksu 0.44); III – stanowiska poza kolonią trzczyka lodowego (wartość indeksu -0.45–0.0).

Fig. 2. Index of heavy metal contents of the moss *Sanionia uncinata* collected on the slope of Mt. Ariekammen: I – localities within the *Alle alle* colony (index value: 0.0–0.64); II – locality in the feeding ground of *Anser brachyrhynchus* (index value: 0.45), III – localities outside the *Alle alle* colony (index value: -0.45–0.0).

Badania procesów ekologicznych realizowane były w ramach dwóch tematów:

1. Poziom metali ciężkich (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe) określono w dwóch kolejnych ogniwach łańcucha spasanania w południowym Spitsbergenie. Próby mieszane obejmowały rośliny trzech typów tundry (zbiór. *Cetraria delisei*, zbiór. *Chryso-splenium tetrandrum-Cochlearia fenestrata-Cerastium alpinum*, zbiór. *Cladina mitis-Cetraria nivalis-Racomitrium lanuginosum*) oraz różne części organizmu ptaka (*Plec-*

trophenax nivalis) (kości długie, lotki, wątroba, mięśnie, tłuszcz). Stężenie Pb, Ni, Zn i Cu rosło wzdłuż łańcucha troficznego, natomiast stężenie Mn malało. Poziom Fe i Cd nie wykazywał wyraźnej tendencji. Cd, Pb, Ni, Mn były gromadzone głównie w kościach długich i lotkach śniegu, Cu i Fe natomiast w częściach miękkich ciała. Stwierdzono wyższe niż naturalne poziomy metali w krótkim łańcuchu spasanania na Spitsbergenie [7].

2. Poziom metali ciężkich (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe) oraz azotu, fosforu i siarki ogólnej określono w dwóch gatunkach mchów: *Sanionia uncinata* i *Hylocomium splendens* zebranych w trzech transektach położonych w różnych odległościach od kolonii trzczyka lodowego (*Alle alle* L.) na stoku Ariekammen. Średnia zawartość metali i makropierwiastków była w mchach zebranych w kolonii ptasiej od 1.5 do 2 raza wyższa niż w próbach pochodzących z miejsc niezasiadanych przez ptaki i z wyjątkiem Ni i Mn oraz makropierwiastków statystycznie istotna (Ryc. 2.). *Sanionia uncinata* w kolonii gromadziła maksymalnie $8 \mu\text{g g}^{-1}$ Cd, 14Pb , 8Ni , 47Zn , 9Cu , 90Mn i $1354 \mu\text{g g}^{-1}\text{Fe}$. *Hylocomium splendens* okazał się słabszym akumulatorem metali ciężkich niż *Sanionia uncinata*. Kolonie ptasie mają duży udział we wprowadzaniu metali i biogenów do ekosystemu tundry, zasięg oddziaływania kolonii jest ograniczony do niewielkich obszarów [8].

LITERATURA

- [1] GRODZIŃSKA K., GODZIK B., KORZENIAK U. Zbiorowiska roślinne zlewni Ariekammen-Fugleberget (w opracowaniu).
- [2] GODZIK B., WÓJCICKI J. J. 1987. *Plantae vasculares svalbardenses exsiccatae*, Fasc. I (No 1–25). Inst. Bot. PAN, Kraków.
- [3] BEDNAREK-OCHYRA H., GODZIK B., GRODZIŃSKA K. 1987. *Bryophyta svalbardensis exsiccata*. Fasc. I-IV (No 1–80). Inst. Bot. PAN, Kraków.
- [4] GRODZIŃSKA K., GODZIK B. 1991. Heavy metals and sulphur in mosses from southern Spitsbergen. *Polar Research* 9(2): 133–140.
- [5] GRODZIŃSKA K., GODZIK B., SZAREK G. 1993. Concentration of heavy metals and sulphur in lichens from

- southern Spitsbergen. *Fragm. Flor. Geobot., Suppl.* 2(2): 699–708.
- [6] GODZIK B. 1993. Heavy metals in marine organisms from Hornsund region (Spitsbergen). *Polish. Bot. Stud.* 5: 151–155.
- [7] GODZIK B., GRODZIŃSKA K. Stężenie metali ciężkich w zbiorowiskach tundry oraz w ptaku (*Plectrophenax nivalis* L.) (msc).
- [8] GODZIK B. 1991. Heavy metals and macroelements in the tundra of southern Spitsbergen: the effect of colonies of the little auk *Alle alle* (L.) colonies. *Polar Research* 9(2): 121–131.

Institucje współorganizujące badania:
Instytut Ekologii Polska Akademia Nauk, Dziekanów Leśny,
Instytut Botaniki, Polska Akademia Nauk, Kraków.