ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXVI — Nr 2
1957

Roślinność hałd kopalniano-hutniczych niklu w Szklarach k. Ząbkowic Śl. i warunki jej występowania

Vegetation of the mining-melting nickel heaps in Szklary near Ząbkowice Śląskie and conditions of its occurrence

J. SAROSIEK

WSTĘP

Nie bez znaczenia jest fakt, że obszar Sudetów jako górzysty i nie przykryty przez najmłodsze utwory geologiczne jest z natury rzeczy najlepiej odsłonięty, a zatem złoża rud były tu najbardziej dostępne i poszukiwania ich stosunkowo najprostsze, co pozwoliło na rozwój górnictwa od zamierzchłych czasów. Z jednej strony pochłaniało to duże ilości drzewostanu dla wytapiania rud, a z drugiej strony powstał nowy element krajobrazu Śląska — hałdy kopalniano-hutnicze. Poza niewielkimi obszarami są to powierzchnie nie zagospodarowane i stanowią dość znaczny procent nieużytków kraju. Pierwszym etapem zagospodarowania wszystkich hałd jest naukowe przedstawienie możliwości pokrycia szatą roślinną powierzchni zwałów górniczych. Państwowy Instytut Badań Leśniczych w Warszawie przystąpił do naukowej rejestracji wszystkich nieużytków w Polsce.

Praca niniejsza przedstawia ekologiczną i fitosocjologiczną analizę czterech powierzchni hałd „niklowych" ze szczególnym uwzględnieniem roli ekologicznej niklu jako mikroelementu w świecie roślin w zakresie nowej gałęzi badań ekologicznych, tj. w zakresie chemicznej ekologii. Praca została wykonana w Zakładzie Ekologii i Geografii Roślin Uniwersytetu im. B. Bieruta we Wrocławiu w latach 1953—1954. Panu prof. dr Stefanowi Macko, kierownikowi Katedry składam gorące podziękowanie za pokierowanie tokiem mojej pracy oraz za cenne rady i wskazówki.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BADANEGO TERENU

Miejscowość Szklary k/Ząbkowic Śl., w której znajdują się hałdy „niklowe", należy do przedgórza Sudetów Środkowych. Na południowy za-

chód od Ślęzy rozciąga się pagórkowata kraina okolic Ząbkowic Śl. Złoża rud okolic Ząbkowic Śl. pozostają przede wszystkim w związku z rozmieszczeniem mas pochodzenia magmowego, których wiek nie jest jeszcze dokładnie ustalony. Według Książkiewicza (1947) intruzje te powstały przed okresem górno-dewońskim. Z punktu widzenia genezy i terytorialnego rozmieszczenia, Krajewski (1948) wyróżnia grupy złóż, a wśród nich grupę złóż niklu, chromu i magnezu w skałach zasadowych, obejmującą rejon Ząbkowic i Sobótki, który na północ od brzeżnego uskoku sudeckiego ciągnie się od Grochowa przez Kojancin, Ząbkowice i Szklary. Jest to strefa niewielkich wzgórz zbudowanych w znacznej części z serpentynów o barwie ciemno-zielonej, których druzgot skalny wchodzi w skład badanych hałd. Przy rozkładzie serpentynów, głównie na skutek ich wietrzenia, wydzielają się wchodzące w ich skład związki żelaza, niklu i krzemionki. Związki niklu stanowią tu najbardziej wartościowy produkt, nie wszędzie jednak koncentracja ich posunęła się do tego stopnia, by kalkulowało się ich wydobywanie. Obecnie w Polsce jest tylko jedno złoże eksploatowane przez kopalnię „Szklary"; a w wyniku jej działalności powstały badane hałdy „niklowe". Złoże niklowe przedstawia tu pewnego rodzaju czapę na zwietrzałym serpentynie. W górnej czerwono zabarwionej części tej czapy dominują związki żelaza (około 12—18%) z niewielką zawartością niklu. Procesy rozkładu, w zależności od stopnia rozkruszenia serpentynu, posunęły się w głąb rozmaicie, tak że spośród partii bardziej zwietrzałych sterczą żebra i skałki zwięzłego serpentynu.

Z historią kopalni i huty „Szklary" (dawna nazwa „Marta") wiąże się historia badanych hałd. Do r. 1929 eksploatowano najbogatsze tylko partie złoża, gdyż stosowane metody hutnicze nie były rentowne przy zawartości mniejszej niż 2,5% niklu w rudzie. Ma to swoje odbicie w hałdach starszych, które miejscami mają większą zawartość niklu. W latach 1921—1935 kopalnia była nieczynna, dlatego też nie ma hałd z tego okresu. W 1936 r., po wprowadzeniu nowego systemu wytapiania w piecu obrotowym, uruchomiono masową eksploatację odkrywkową oraz wykorzystano częściowo stare zwały kopalniane. W ten sposób zniszczono najstarsze hałdy, a z nimi najstarszą roślinność, która tam osiadła. Powstały natomiast nowe hałdy, które ciągle powiększają się przy ogromnym rozmachu produkcji, zwłaszcza że już w 1944 r. roboty odkrywkowe przy użyciu bagrów sięgnęły do głębokości 34 m od powierzchni. Prace badawcze wykazały występowanie rud do głębokości 80 m od powierzchni, z czego można wnioskować, że przy dalszej produkcji powstaną nowe hałdy, które razem z istniejącymi będą tworzyły niezbyt może dogodne warunki dla rozwoju roślinnych zespołów.

WARUNKI EKOLOGICZNE

1. Stosunki klimatyczne

Miejscowość Szklary leży w obrębie Wrocławskiej Dzielnicy Klimatycznej, która nie ma jeszcze całkowicie opracowanej rejonizacji klimatycznej, a żaden z poznanych klimatów regionalnych nie odpowiada w 100% istotnym stosunkom klimatycznym okolic Ząbkowic Śl. J. Paczoski (1951) zwracał uwagę na to, że dane oficjalne meteorologiczne bardzo mało nadają się do zrozumienia istoty klimatycznej danej miejscowości, ściślej mówiąc badanego terenu, zwłaszcza wtedy, gdy chcemy rozpatrywać materiały klimatologiczne pod kątem widzenia znaczenia ich dla biocenozy czy rolnictwa.

Stosunki klimatyczne okolic Ząbkowic Śl. odbiegają od ogólnej charakterystyki klimatycznej Dzielnicy Wrocławskiej, jaką podaje Z. Kaczorowska (1950), co jest wynikiem niewielkiego wzniesienia i granicznego położenia okolicy Ząbkowic Śl. Jako przykład można podać różnice w rocznej sumie opadów, która ogólnie dla całej dzielnicy zamyka się w granicach 520—600 mm, a na podstawie mapy Izogradientów Klimatycznych E. Romera, na której autor wykreśla regiony klimatu Polski, można obliczyć, że suma roczna opadu dla Ząbkowic Śl. wynosi 680—700 mm. E. Romer sporządzając mapę Izogradientów Klimatycznych i jej odbicie, tj. Mapę Regionów Klimatu Polski, ułatwił ekologom opracowanie warunków klimatycznych, zwłaszcza dla tych okolic, gdzie brak jest w pobliżu stacji meteorologicznych. W oparciu o mapę Izogradientów Klimatycznych przy opisaniu koniecznym stosunków klimatycznych okolic Ząbkowic Śl. uwzględniono różnice, jakie wynikały przy rozpatrywaniu stosunków klimatycznych Dzielnicy Wrocławskiej podanych przez Z. Kaczorowską. Dzielnica Wrocławska należy do typu klimatów podgórskich nizin i kotlin.

Ponieważ dla biocenozy największe znaczenie ma ciepło, światło i woda, pod tym więc kątem widzenia przedstawiono następujące stosunki klimatyczne okolic Ząbkowic Śl., a więc i terenu badanych hałd „niklowych".

A. Ciepło. Abstrahując od podania temperatur rocznych średnich, miesięcznych, średniej amplitudy rocznej, maksimów i minimów temperatur dziennych, można tu bezpośrednio przedstawić długość okresu wegetacji roślinnej i pochód pór roku. Niektóre rośliny rozpoczynają wegetację, gdy średnie temperatury dzienne przekraczają 3°C, i kończą, gdy temperatury te opadają z powrotem do wysokości 3°C. Tak pojęty okres wegetacyjny trwa w okolicy Ząbkowic Śl. 235—245 dni.

Okres zimowy z temp. śr. dobową poniżej 0°C trwa około 11 tygodni. Przedwiośnie (śr. temp. dobowe przekraczają 0°C) w okolicach Ząbko-

wic Śl. przypada mniej więcej około 1 marca. Izochromy początku okresu wegetacyjnego — wiosny (śred. temp. dobowe powyżej 5°C) około 4—5 kwietnia. Długotrwałość lata (temp. śr. dobowe ponad 15°C) około 13 tygodni. Jesień w okolicach Ząbkowic Śl. rozpoczyna się w pierwszych dniach listopada.

B. Światło (zachmurzenie i usłonecznienie). W zestawieniu rocznym ilość dni pochmurnych na Dolnym Śląsku ma ogromną przewagę nad słonecznymi. W okolicach Ząbkowic Śl. dni słonecznych najwięcej przypada na wrzesień, a ogólne nasłonecznienie dla tych okolic jest stosunkowo duże w porównaniu z pobliskimi górami. Średni dzienny czas nasłonecznienia dla okolic Ząbkowic Śl. wynosi przeciętnie dziennie 4,5 godziny. Najkorzystniejszy pod tym względem jest okres kwiecień—wrzesień (włącznie), gdyż insolacja efektywna przekracza 40% teoretycznie możliwej.

C. Woda (wilgotność i opady atmosferyczne). Średnia roczna wilgotność względna wynosi dla badanej okolicy około 80%. Najwyższe sumy opadowe przypadają z reguły na lipiec, a najniższe w miesiącu lutym. Wtórne minimum jesienne nie zaznacza się. Suma roczna opadów wynosi 700 mm. E. Romer (1949) zwraca uwagę na osobliwe kształtowanie się stosunku sum opadu rocznego do opadów głównej pory rozwoju roślin (miesiące V, VI, VII). Zapotrzebowanie na wodę w tym okresie jest bardzo duże, toteż stosunek ten dobitnie charakteryzuje warunki, w jakich roślinność pozostaje pod względem wody opadowej. Stosunek ten dla Ząbkowic Śl. wynosi 41—42% sumy rocznej, co w przybliżeniu odpowiada mniej więcej 290 mm. W porównaniu do warunków panujących na wybrzeżu Bałtyku, gdzie stosunek ten nie dochodzi nigdzie do 30%, a w strefie „Wielkich Dolin" nie przekracza 35%, można powiedzieć, że roślinność okolic Śląska pod względem wody opadowej znajduje się w dobrych warunkach. Ma to szczególne znaczenie dla roślinności hałd, których podłoże jest bardzo suche, a rośliny nie mogą korzystać z wód gruntowych.

2. Podłoże (gleba)

Hałdy „niklowe" nie stanowią jednolitego substratu glebowego. Nie pochodzą też w całej swej powierzchni z tego samego okresu. Wprawdzie najstarsze hałdy mają przeszło 50 lat, lecz i ten czasokres jest bardzo krótki w porównaniu do czasu, jaki potrzebuje gleba nawet młoda do wykształcenia swego profilu. Obserwacje poczyniono na terenie wszystkich hałd. Analizy wykazały, że różnice pod względem chemicznym i fizycznym nie są duże, ale zaznaczają się tu, gdzie są różne asocjacje roślinne. W tabeli 1 są podane właściwości fizyczne podłoża, a w tabeli 2 właści-

wości chemiczne dla hałd I, II, III, IV. Hałda I przedstawia teren usypiska najmłodszy, od 1—4 lat. Hałda II przedstawia teren usypiska nieco starszy, 10—15 lat. Hałda III, powierzchnia usypiska około 30 lat. Hałda IV, najstarsza, której lata w przybliżeniu określa się na 50 lat.

Podana gleba nie ma wykształconych poziomów glebowych. Warstwa próchnicza, kilkucentymetrowa zaznacza się jedynie w hałdzie IV, nieco słabiej widoczna na hałdzie III. Podłoże należy traktować jako młodą glebę nie posiadającą struktury, o teksturze zbitej, miejscami luźnej (hałdy świeże) o barwie niejednolitej, od buro-szarej do jaskrawo-czerwonej, miejscami żółtej, gdzie przeważa druzgot serpentynów. Analiza mechaniczna gleby wykazała przewagę części ziemistych, o średnicy cząstek mniejszej niż 1 mm, nad ilością części szkieletowych, o średnicy cząstek większej od 1 mm we wszystkich próbkach, przeciętnie wynosząca 73%. Wśród części ziemistych duży procent stanowi frakcja piasku (około 30—40%). Frakcja ta ma ujemne znaczenie w gospodarce wodnej gleby, ponieważ wpływa rozluźniająco na spoistość gleby i charakteryzuje się słabym podsiąkaniem wody. Ciężar właściwy waha się w granicach 3,00—2,3 g/cm^3, co wskazuje na bardzo małą ilość substancji organicznych. Skrajną wartość 2,3 posiada hałda najstarsza, na której występuje największa akumulacja szczątków organicznych. Wartość 2,7 g/cm^3 (hałda II) według A. Musiarowicza (1948) określa gleby piaszczyste, a w wypadku hałdy mamy tu do czynienia z dużą ilością krzemionki, która wydziela się przy rozkładzie serpentynów. Z dużą ilością piasku wiąże się mała porowatość gleby, przez co zmniejsza się wentylacja gleby. Utrudnia to przenikanie korzeni w głąb gleby, co potwierdza ich stratyfikacja. Korzenie wnikają tylko do 15—25 cm w głąb gleby od powierzchni. Wiąże się to również i z suchością podłoża. Z powyższymi właściwościami gleby wiążą się jej stosunki wodne. Źródłem wody w glebie jest wyłącznie woda opadowa, co powoduje duże wahanie wilgotności gleby. Niski poziom wody gruntowej w odniesieniu do sztucznego usypiska nie pozwala na kapilarne jej podsiąkanie aż do strefy penetracji korzeni. W takich warunkach wilgotnościowych może żyć tylko roślinność odznaczająca się odpornością na suszę. Woda grawitacyjna ma tylko większe znaczenie na hałdach starszych, gdzie nie spływa od razu do warstw leżących poniżej strefy korzeni, bowiem jest zatrzymywana przez sieć korzeni zwartej już szaty roślinnej. Ilość wody hygroskopowej jest mała, nieco większe wartości posiadają hałdy starsze, na skutek akumulacji próchnicy. Niewielka też jest wartość wody kapilarnej. Pojemność wodna gleby waha się między 20,6 (hałdy świeże) do 30,24 w %%. Jak widać, stosunki wodne hałd „niklowych" przedstawiają się niezbyt korzystnie dla wegetacji roślinnej. Nieco korzystniejsze warunki pod względem wilgotności stworzyły sobie rośliny na hałdzie III i IV przez całko-

wite pokrycie powierzchni hałdy i przez wzbogacenie podłoża w próchnicę. Hałdy młodsze nie pokryte zwartą szatą roślinną tracą dużo wody drogą bezpośredniego parowania z powierzchni. Duża ilość wody opadowej spływa z hałd po ich pochyłościach.

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

Gleba posiada odczyn słabo kwaśny. Regulujące właściwości gleby, tzn. zdolność gleby do przeciwdziałania zmianom swego odczynu pod działaniem kwasów lub zasad, są dobre. Gleba powoli ulega zakwaszeniu i alkalizowaniu, co ma duże znaczenie dla roślinności hałd, której skład gatunkowy ciągle zmienia się. Analiza chemiczna wykazała dużą zawartość w glebie Mg, Ca, Fe i Ni jako mikroelementu w glebie. Zawartość niklu w podłożu hałd przewyższa tysiąckrotnie przeciętną zawartość tego pierwiastka w naturalnych glebach. Zagadnienie roli niklu w podłożu i jego znaczenie w życiu roślin z terenu hałd „niklowych" będą omówione w następnym rozdziale dotyczącym właściwości chemicznych gleby.

Duże ilości wapnia, magnezu i żelaza pochodzą od druzgotu serpentynów i w mniejszym stopniu od dolomitów. Wapń spełnia rolę utrzymywania słabo kwaśnego odczynu gleby, a oprócz tego przeciwdziała wędrówce związków żelaza, glinu i niklu w głąb zwałów. Różnice pod względem ilości tych pierwiastków na poszczególnych hałdach nie są duże. Gleba hałd, jak widać, przedstawia niezbyt dogodne warunki dla rozwoju roślin, zwłaszcza pod względem stosunków wodnych. Niemniej jednak jest ona substratem przydatnym dla wielu gatunków roślin, których zdolność reakcji na warunki środowiska nie jest duża, a więc głównie roślin tworzących ubogie zespoły ruderalne.

NIKIEL W GLEBIE I ROŚLINIE

Prawie wszystkie gleby wykazują zawartość niklu, w których jest on mikroelementem. Średnia zawartość niklu w glebie według A. Winogradowa (1952) wynosi $4{,}0 \times 10^{-3}$ % dla gleb z terenu Związku Radzieckiego, których skałą macierzystą jest serpentyn. Między innymi ma to miejsce na Południ. Uralu, gdzie D. P. Maluga (1950) wydziela biogeochemiczną prowincję na podstawie obserwacji ekologicznych. W Polsce gleby o podwyższonej zawartości niklu są związane z pokładami serpentynów w masywie Sobótki i okolicznych wzgórz na Dolnym Śląsku. Nikiel w roślinie (w drewnie dębu) po raz pierwszy wykrył w r. 1855 Forchhammer. Nie oznaczył on jednak ilości niklu. Dopiero możliwość oznaczenia małych ilości niklu w materiale organicznym pozwoliła na rozwój badań związanych z zagadnieniem tego mikroelementu. Prace M. Nakamury (1904) i Cottona (1930) wykazały, że sole niklu

w mniejszym stężeniu w roztworze stymulują wzrost niektórych roślin, natomiast większe stężenia soli niklowych są dla tych roślin szkodliwe. Autorzy Scharrerk, W. Schropp i Mc Haragne (1933—1935) podają podobne wyniki doświadczeń. Prawdopodobnie ma to swoje potwierdzenie u szeregu roślin z terenu hałd „niklowych", a więc w warunkach naturalnych, gdyż różne gatunki roślin wykazują różną żywotność na terenie hałd.

Prace Malugi z terenu południowego Uralu wykazały, że rośliny żyjące na podłożu o dużej koncentracji niklu, akumulują ten mikroelement w swych tkankach, a w związku z tym niekiedy zmieniają swą strukturę morfologiczną. Winogradow (1952) takie organizmy nazywa koncentratorami, a zmienność w elementarnym składzie pierwiastków chemicznych w popiele roślin nazywa zmiennością fizjologiczną, która według tego badacza leży u podstaw zmienności morfologicznej. Według Winogradowa i Malugi tylko te organizmy mogą mieć zmienioną strukturę morfologiczną, w zależności od nadmiaru niklu w podłożu, które pozostają przez dłuższy okres czasu pod wpływem podwyższonej koncentracji tego pierwiastka. W wypadku hałdy „niklowej" rośliny nie wykazują zmian morfologicznych, ponieważ nawet 50 lat istnienia tego podłoża jest okresem krótkim. Florę hałd tworzą gatunki roślin, których zdolność reakcji na warunki glebowe jest bardzo mała. Są to przeważnie rośliny ruderalne o małych wymaganiach życiowych. Niektóre tylko z nich wykazują zwiększoną koncentrację niklu w popiele, przewyższającą znacznie zawartość średnią. Ilustruje to tabela 3, przedstawiająca wyniki oznaczeń ilości niklu w różnych organach roślin z terenu hałd.

METODA OZNACZANIA NIKLU W BIOLOGICZNYM MATERIALE

Nikiel oznaczono kolorymetrycznie w różnych częściach rośliny, w jej suchej masie. Stosowano metodę, jaką stosowali O. R. Aleksander E. M. Godar i N. J. Linde (1946) przy oznaczaniu niklu w produktach żywnościowych, a R. Paulais (1936) przy oznaczaniu niklu w organach mięczaków. Metoda ta nieco zmodyfikowana, dostosowana do możliwości Zakładu polega na spalaniu na mokro suchego materiału roślinnego w mieszaninie kwasów: azotowego, siarkowego i nadchlorowego. Roztwór odpowiednio przygotowany traktowano cytrynianem sodu i nadmiarem amoniaku oraz dodawano dwu-metylo-glioksyl. Nikiel ekstrahowano chloroformem. Efekt miedzi pominięto, ponieważ ilość jej nie przekraczała więcej niż 50—100 razy ilości niklu w roztworze (według E. B. Sandella, 1950). Fazę chloroformową wytrząsano z kwasem solnym, do którego dodawano wodę bromową i stężony amoniak oraz roztwór dwu-metylo-glioksylu w alkoholu absolutnym. Tak przygotowany

Tabela 1

Analiza fizycznych właściwości gleby

Miejsce pobrania próbek	Średnica cząstek glebowych poszczególnych frakcji w mm						Ciężar właściwy	Zawartość hygroskopowej wody w %%	Woda kapilarna w %%	Pojemność wodna %	Porowatość
	frakcja szkieletowa ∧ 1 mm	frakcja ziemista ∨ 1 mm	Skład mechan. frakcji ziemistej								
			0,5mm	0,25mm	0,10mm	0,05mm					
	Procenty										
Hałda I	32	68	14	12	18	24	2,48	2,34	30,22	20,60	20,18
Hałda II	34	66	12	13	17	24	2,66	2,80	29,16	24,10	21,00
Hałda III	27	73	19	22	16	26	2,70	4,03	30,23	30,24	18,20
Hałda IV	26	74	19	13	17	25	2,96	4,96	30,34	27,95	14,18

roztwór służy do kolorymetrii. Używano fotometru Pulfricha, posługując się krzywą kalibracyjną, wykreśloną na podstawie skali wzorcowej. Dla kontroli analizę powtórzono trzykrotnie.

Wyniki analiz przedstawia tabela 4. Tabela 3 porównawcza przedstawia zawartość niklu w glebie i roślinach z innych terenów.

Analiza wartości podanych w tabeli 3 i 4

Z tabeli przedstawiającej zawartość niklu w popiele roślin z terenu hałd widać, że średnia zawartość niklu jest nieco mniejsza od średniej zawartości podanej przez Malugę (1950). Cały szereg roślin odznacza się normalną zawartością niklu, jako mikroelementu. Gatunki: *Campanula rotundifolia* (forma pomniejszona), *Cerastium arvense, Plantago lanceolata* i *Tussilago farfara* wykazują mniej więcej dziesięciokrotnie zwiększoną zawartość niklu w popiele. Rośliny te zebrane z innych stanowisk ekologicznych w kontrolnych analizach wykazały normalną zawartość niklu. Rośliny te na podłożu hałdy „niklowej" wprawdzie w małym stopniu koncentrujące nikiel, można nazwać koncentratorami tego mikroelementu.

ROŚLINY HAŁD „NIKLOWYCH"

Hałdy „niklowe" stanowią wolne w przyrodzie miejsce nadające się do życia szeregu roślin o mniejszych wymaganiach pod względem odżywczym i wilgotnościowym glebowego substratu. Rośliny szybko biorą w swe posiadanie takie wolne miejsca. Zanim roślinność najbliższego

otoczenia, w domenie której leżą hałdy „niklowe", opanuje tę wolną przestrzeń życiową, upływa długi okres czasu, w ciągu którego zjawiają się coraz inne gatunki roślin. Łatwo to można zaobserwować na terenie hałd „niklowych", których usypiska powstawały w ciągu 50 lat. Hałdy świeże bardzo dobitnie różnią się pod względem gatunkowego składu ich asocjacji roślinnych od hałd starszych. Najbardziej różni się od pozostałych hałda najstarsza (około 50 lat), której usypisko w powierzchniowej warstwie roślinność zmieniła najwybitniej. Na terenie hałd „niklowych" mamy do czynienia z naturalnymi sukcesjami, których zmiany w tak specyficznych warunkach edaficznych przebiegają z dużą szybkością. Niektóre gatunki np. *Polygonum aviculare* L., *Atriplex patulum* L., *Silene venosa* Asch. osiągają niebywałą żywotność i rozmiary na świeżej hałdzie. Szczególnie *Polygonum aviculare* L. było najbujniej rozwiniętą rośliną hałdy I, daleko lepiej niż w warunkach zwykłego siedliska tej rośliny, tj. przy drogach. Wpływ siedliska hałdy „niklowej" na tę roślinę uwidacznia się dobrze, gdy porównamy jej rozmiary z tabelą rosyjskiego badacza J. W. Popowa, przedstawiającą wzrost tego chwastu w rozmaitych kulturach (J. Paczoski, 1947).

Rozmiary *Polygonum aviculare* L. w różnych kulturach i na hałdzie „niklowej"

Polygonum aviculare długość w cm	Rodzaj kultury					
	pszenica jara	żyto	pszenica ozima	gryka	przy drodze	hałda „niklowa"
dł. głównej łodygi	16,5	9,9	9,8	26,0	14,7	76
dł. gałązek I rz.	4,0	1,2	0,4	4 7	3,4	22
dł. gałązek II rz.	21,2	0	0	0	9,7	107
dł. gałązek III rz.	10,2	0	0	0	0,2	48,4
dł. wszystkich gałązek wraz z dług. głównej łodygi	282	13,5	10,8	52,0	101,0	1202
ilość międzywęźli	12	7,2	7,5	11,0	16,0	63

Według Popowa *Polygonum aviculare* najbujniej rozwinięte w kulturze jarej pszenicy odznaczało się zmniejszoną produkcją owoców w porównaniu z osobnikami rosnącymi przy drodze. *Polygonum aviculare* na hałdzie świeżej, mimo że tak bujnie rozwinęło swe narządy wegetatywne, nie ma zmniejszonej ilości owoców. Tak bujnego rozwoju nie można uzasadniać w tym wypadku wyłącznie brakiem komponentów innych gatunków roślin w pobliskim otoczeniu osobników *Polygonum aviculare*. W miarę przybywania coraz to nowych gatunków i coraz większego ich zagęszczenia część z poprzednich, wcześniejszych przybyszów na hałdę

Tabela 2

Analiza właściwości chemicznych gleby

Miejsce pobrania próbek	Odczyn gleby			Ilość substancji organicznej w g na 100 g s. gleby	Zawartość Ca w g na 10 g s. gleby	Zawartość Mg w g na 10 g s. gleby	Zawartość zdolnych do wymiany zasad	Stopień odporności na działanie		Zawartość niklu w %
	kwasowość potencjalna	kwasowość aktualna	kwasowość wymienna					kwasów	zasad	
Hałda I	4	6,5	6,7	0,8366	0,258	0,237	90,90	0,4	0,3	1
Hałda II	4	6,5	5,8	0,6122	0,288	0,159	86,3	0,2	0,3	1
Hałda III	5	6,5	6,6	6,6100	0,1372	0,279	79,1	0,3	0,4	1,5
Hałda IV	5,5	6,5	6,4	9,8709	0,0962	0,259	77,1	0,3	0,4	2—2,5

musi zrezygnować z przestrzeni życiowej. Tworzy się naturalny łańcuch sukcesji, a z czasem skład gatunkowy zbiorowiska roślinnego ustala się na czas długi, ponieważ taki właśnie, a nie inny skład harmonizuje najlepiej z warunkami życia danego siedliska. Hałda IV, najstarsza, przedstawia bardziej stały typ zbiorowiska w postaci zwartych zarośli wierzbowych *(Salix caprea)* centralnej powierzchni. Ten typ zbiorowiska roślinnego pokrywa hałdę III, nieco młodszą, lecz nie jest jeszcze równie dobrze rozwinięty.

STOSUNKI FITOSOCJOLOGICZNE HAŁDY I, II, III, IV

Skład florystyczny, stopień pokrycia i obfitość przedstawia tabela fitosocjologiczna. Rośliny występujące na powierzchni I hałdy (1500 m^2) w warstwie zielnej nie stanowią zwartej szaty roślinnej, toteż nie można tu mówić o piętrowości, która w dobrze wykształconym zespole powstaje skutkiem współżycia roślin o odmiennych wymaganiach życiowych. Rośliny różnych gatunków na hałdzie I są od siebie znacznie oddalone. Ponieważ na terenie hałd mamy do czynienia z naturalnymi sukcesjami, do określenia obfitości należałoby zastosować metodę transektów, jaką stosował w Ameryce Clements. Wymagałoby to umieszczenia liny lub prętu w różnych kierunkach powierzchni hałdy na czas dłuższy, co jest niemożliwością na terenie kopalni i huty. Dlatego też na hałdzie I obfitość określano stopniami skali Brauna. Wszystkie rośliny hałdy I są nielicznie reprezentowanie, a najliczniej występują osobniki gatunków *Polygonum aviculare, Atriplex patulum, Chenopodium glaucum* i *Silene inflata,* które nadają aspekt florystyczny temu zbiorowisku. Na terenie

hałdy I gatunki występujące najobficiej (stopień 4 skali Brauna) zajmują największą część powierzchni. Gatunki: *Atriplex patulum, Chenopodium glaucum* i *Polygonum aviculare,* jakkolwiek występują nietowarzysko, zajmują dużą powierzchnię w porównaniu z pozostałymi gatunkami przez rozetowe rozłożenie dość długich pędów. *Silene inflata* występuje zespołowo i tworzy niekiedy większe płaty. Pozostałe gatunki występują na hałdzie I bardzo nielicznie w postaci małych kęp *(Festuca duriuscula)* i w pojedynczych okazach pokrywając bardzo niewielką część powierzchni. Repertycja, czyli rozmieszczenie gatunków hałdy I jest prawie równomierne. Jedynie *Rumex acetosella* i *Equisetum arvense* mają rozmieszczenie lokalne na zboczach usypiska, w przeciwieństwie do gatunków pozostałych, których okazy zajmują centralną powierzchnię. Między roślinami centralnej powierzchni jak i roślinami zboczy usypiska jest dużo wolnej przestrzeni, a więc nie może tu być mowy o konkurencji życiowej. Rośliny zbocza nie wkraczają na centralną powierzchnię hałdy, ani rośliny z centralnej powierzchni nie schodzą na zbocza. Przyczyną tego prawdopodobnie jest większe nawilgocenie podłoża zboczy. Rośliny hałdy I mimo suchego i ubogiego podłoża nie wykazują ograniczonego wzrostu ani rozwoju, wszystkie kwitną i owocują. Jedynie *Chamaenerion angustifolium* wykazuje jakby zmniejszoną żywotność, posiada nikły wzrost i bardzo małą ilość kwiatów. *Chamaenerion angustifolium* jest uważane za roślinę nitrofilną (W. Sławiński, 1949), a podłoże hałdy zawiera bardzo niewielką ilość substancji azotowych. Gatunek ten spotykany jest również na gruzach, gdzie wykazuje pełną żywotność. Być może, słaby rozwój *Senecio viscosus* jest również spowodowany brakiem odpowiedniej ilości substancji azotowych. Gatunek ten również jest uważany za nitrofilny. Zwiększoną żywotność wykazują gatunki: *Chenopodium glaucum, Polygonum aviculare* i *Silene inflata.*

Stosunki fitosocjologiczne hałdy II nie różnią się bardzo od stosunków na hałdzie I. Zmienił się skład gatunkowy i wzrósł stopień pokrycia szatą roślinną badanej powierzchni. Roślinność hałdy II tworzy znacznie większe płaty, jednakże całkowicie nie pokrywa powierzchni (około 2000 m^2). Struktura asocjacji jest bardziej złożona niż na hałdzie I. Występuje tu już słabo rozwinięta warstwa krzewów utworzona z młodych siewek *Pinus silvestris, Betula verrucosa* i w większej ilości od poprzednich z *Salix caprea.* Współpanującymi gatunkami na tej powierzchni są: *Agrostis alba* i *Thymus pulegioides.* Płaty zwartej roślinności zajmują miejsca, w których przeważa druzgot serpentynów, a więc miejsca bogatsze w magnez i wapń. Miejsca o większej ilości przetopionej krzemionki i rudy niklowej miały bardzo mały stopień pokrycia roślinnością. Najbardziej zwarte płaty tworzyła macierzanka *(Thymus pulegioides)* ze względu na swe towarzyskie występowanie. Stopień rozmieszczenia

wszystkich gatunków na powierzchni hałdy II jest równomierny. Jakkolwiek warunki wilgotnościowe są nieco lepsze w stosunku do podłoża hałdy I, to wartość substancji odżywczych jest również mała. Nieco zmniejszoną żywotność ma *Chamaenerion angustifolium,* podobnie jak na hałdzie I. *Campanula rotundifolia* na tej hałdzie tworzy formy pomniejszone, co prawdopodobnie wiąże się ściśle z nadmiarem niklu w podłożu. Jeżeli w pierwszych latach od chwili powstania tego usypiska występowała podobna roślinność jak obecnie na hałdzie I, to widzimy obecnie duże zmiany w składzie florystycznym. Cały szereg gatunków ustąpił miejsca nowym przybyszom, np. *Chenopodium glaucum, Atriplex patulum, Polygonum aviculare,* które mogły najbujniej rozwinąć się na świeżym usypisku. Gatunki, które miały niedużą obfitość na hałdzie I, zwiększyły swą objętość na hałdzie II, a w związku z tym zwiększył się i stopień pokrywania np. gat. *Lotus corniculatus.*

Stosunki fitosocjologiczne hałdy III przedstawiają się odmiennie od stosunków hałdy I i II. Zmniejszył się skład gatunków zielnych. Roślinność na hałdzie III prawie całkowicie pokrywa powierzchnię około 1000 m^2. Obok warstwy zielnej dobrze jest wykształcona warstwa krzewów, głównie *Salix caprea,* ale tylko w niektórych płatach centralnej powierzchni. Na zboczach o wystawie południowej rozrasta się *Rosa canina.* Gatunkami współpanującymi są *Agrostis alba* i *Calamagrostis epigeios,* w mniejszym stopniu *Galium verum.* Stopień rozmieszczenia wszystkim gatunków jest tu równomierny. Na zboczach nie spotyka się krzewów *Betula verrucosa, Salix caprea* i siewek *Pinus silvestris.* Zwarte płaty *Galium verum* zajmują zagłębienie w podłożu, jakie istnieje w centralnej części hałdy III. Zwarte płaty *Galium verum* występują wraz z krzewami *Salix caprea* (miejsca odznaczające się nieco większą wilgotnością podłoża).

Roślinność hałdy IV odznacza się najbogatszym składem gatunkowym. Struktura asocjacji dobrze wykształcona, zwłaszcza na centralnej powierzchni hałdy (zwarte zarośla krzewiaste wierzbowo-brzozowe, *Salix caprea* i *Betula verrucosa*). Runo zielne tych zarośli zbudowane głównie z *Agrostis alba* i *Galium verum.* Rośliny te występują bardzo obficie i pokrywają nawet więcej niż połowę powierzchni tego zbiorowiska. Inne rośliny na powierzchni hałdy rozmieszczone są nierównomiernie, raczej w otwartej, pozbawionej zarośli wierzbowo-brzozowych partii brzeżnej tego usypiska. Tworzą one tu mniejsze lub większe skupienia, w sumie dające efekt całkowitego pokrycia powierzchni hałdy z wyjątkiem zboczy, które są prawie nagie. Wśród skalnego druzgotu dolomitów (część usypiska) panuje *Calamagrostis epigeios.*

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZBIOROWISK ROŚLINNYCH HAŁD „NIKLOWYCH"

Roślinność wszystkich czterech hałd „niklowych" jest kategorii „na w pół synantropijnej, na w pół ruderalnej" (określenie W. Sławińskiego, 1949). W zbiorowiskach roślinnych hałd „niklowych" są gatunki roślin ściśle synantropijne i gatunki charakterystyczne dla typowych zespołów ruderalnych. Zbiorowiska te nie są dobrze wykształcone i dlatego trudno jest określić przynależność systematyczną zespołów roślinnych. Niewątpliwie są to zbiorowiska systematycznie należące do klasy *Rudereto—Secalinetea* Braun-Blanquet, 1936 r., o czym świadczą gatunki charakterystyczne dla tej klasy na terenie hałd: *Chenopodium glaucum, Cirsium arvense, Erigeron canadensis, Polygonum aviculare.* Zbiorowiska roślinne, a więc zespoły ruderalne należą do rzędu *Onopordetalia* Br.-Bl. et Tuxen, 1943 r. (według J. Kornasia, 1952). Gatunkami charakterystycznymi tego rzędu są: *Artemisia vulgaris, Atriplex patulum, Bromus sterilis, Chenopodium glaucum, Erigeron canadensis, Rumex crispus, Tanacetum vulgare.*

Niesłuszne jest twierdzenie, że zespoły ruderalne porastają gleby zasobne w rozpuszczalne sole mineralne, głównie w azotany i sole amonowe, a więc że są uważane za zbiorowiska nitrofilne. Usypiska hałd „niklowych" pod względem glebowego substratu są bardzo ubogie w azot, a niektóre gatunki uważane za typowe dla miejsc o większej ilości soli amonowych i tu na hałdzie osiągają swój najbujniejszy rozwój. Dopóki nie będzie ścisłych badań w zakresie chemicznej ekologii, a które dotyczyłyby zagadnienia zależności zespołów ruderalnych od właściwości chemicznych gleby, należy powstrzymać się przed określeniem roślin tych zespołów, przynajmniej części, jako nitrofilnych. Roślinność hałd „niklowych" składa się z 45 gatunków roślin naczyniowych, z czego 34 gatunki są rozsiewane przez wiatr (anemochoryczne — określenie Sernandera), a 11 gatunków przez zwierzęta (ptaki i najczęściej przez mrówki — zoochoryczne, określenie Sernandera). Jak widać, pierwsze miejsce w naturalnej sukcesji mają na terenie hałd rośliny rozsiewane przez wiatr.

Tabela 4

Zawartość niklu w popiele roślin z terenu hałd „niklowych" w %

Achillea millefolium L.	liście	$5{,}9 \times 10^{-4}$
	pędy	$3{,}2 \times 10^{-5}$
	kwiatostany	$1{,}8 \times 10^{-4}$
Atriplex patulum L.	liście	$9{,}8 \times 10^{-5}$
	nasiona	$5{,}8 \times 10^{-5}$
Betula verrucosa Ehrh.	liście	$4{,}4 \times 10^{-4}$
	pędy	$2{,}1 \times 10^{-5}$
Calamagrostis epigeios (L.) Roth.	liście	$3{,}6 \times 10^{-5}$
	pędy	$1{,}7 \times 10^{-5}$
	kwiatostany	$3{,}7 \times 10^{-5}$
	korzeń	$5{,}3 \times 10^{-5}$
Campanula rotundifolia L.	cała roślina	$2{,}6 \times 10^{-4}$
Campanula rotundifolia L. (forma pomniejszona)	cała roślina	$3{,}2 \times 10^{-3}$
Cerastium arvense L.	cała roślina	$1{,}2 \times 10^{-3}$
	liście	$5{,}7 \times 10^{-3}$
Cichorium intybus L.	liście	$6{,}7 \times 10^{-4}$
	korzeń	$7{,}3 \times 10^{-4}$
	kwiaty	$2{,}4 \times 10^{-4}$
Epilobium angustifolium L.	cała roślina	$1{,}3 \times 10^{-5}$
	liście	$6{,}5 \times 10^{-5}$
	kwiatostany	$0{,}9 \times 10^{-5}$
Galium verum L.	liście	$1{,}1 \times 10^{-4}$
	pędy	$5{,}6 \times 10^{-4}$
	kwiatostany	$4{,}2 \times 10^{-4}$
	korzeń	$1{,}6 \times 10^{-6}$
	cała roślina	$1{,}3 \times 10^{-5}$
Hypericum perforatum L.	nasiona	$6{,}3 \times 10^{-4}$
	liście	$5{,}1 \times 10^{-5}$
	pędy	$3{,}5 \times 10^{-5}$
Lotus corniculatus L.	pędy	$3{,}4 \times 10^{-4}$
	owoce	$2{,}4 \times 10^{-5}$
Plantago lanceolata L.	liście	$1{,}4 \times 10^{-3}$
	pędy	$1{,}1 \times 10^{-4}$
	kwiatostany	$6{,}5 \times 10^{-4}$
	korzeń	$3{,}4 \times 10^{-4}$
Polygonum aviculare L.	liście	$2{,}2 \times 10^{-4}$
	pędy	$1{,}2 \times 10^{-4}$
	kwiatostany	$1{,}5 \times 10^{-4}$
	korzeń	$8{,}6 \times 10^{-5}$
Rosa canina L.	liście	$1{,}3 \times 10^{-5}$
	pędy	$1{,}1 \times 10^{-5}$
	kwiaty	$1{,}2 \times 10^{-5}$
	korzeń	$1{,}0 \times 10^{-5}$

Salix caprea L.	liście	$1,8 \times 10^{-4}$
	pędy	$3,1 \times 10^{-5}$
	korzeń	$8,9 \times 10^{-4}$
Senecio viscosus L.	cała roślina	$1,6 \times 10^{-4}$
	liście	$4,3 \times 10^{-4}$
Silene venosa Asch.	liście	$2,5 \times 10^{-4}$
	kwiaty	$1,2 \times 10^{-4}$
	pędy	$1,8 \times 10^{-4}$
Thymus pulegioides L.	liście	$8,6 \times 10^{-4}$
	pędy	$1,9 \times 10^{-4}$
	kwiatostany	$6,0 \times 10^{-4}$
Trifolium arvense L.	pędy	$1,6 \times 10^{-4}$
	liście	$1,7 \times 10^{-4}$
	kwiatostany	$1,4 \times 10^{-4}$
	korzeń	$1,0 \times 10^{-4}$
Tussilago farfara L.	pędy	$7,5 \times 10^{-3}$
	liście	$8,1 \times 10^{-3}$
	korzeń	$9,1 \times 10^{-3}$
	kwiatostany	$7,4 \times 10^{-3}$

Rośliny kontrolne spoza hałd „niklowych"

Plantago lanceolata L.	liście	$6,5 \times 10^{-5}$
Campanula rotundifolia L.	cała roślina	$1,7 \times 10^{-4}$
Cerastium arvense L.	cała roślina	$5,7 \times 10^{-4}$
Tussilago farfara L.	pędy podziemne	$3,5 \times 10^{-4}$
Thymus pulegioides L.	liście	$2,3 \times 10^{-5}$

UWAGI NAD BIOLOGIĄ NIEKTÓRYCH GATUNKÓW ROŚLIN Z TERENU HAŁD

Sposób odżywiania się rośliny nakłada piętno na jej budowę i przebieg życia. Wiadomo, że na glebie suchej, jałowej, rośliny słabo się rozwijają, to samo można powiedzieć o sztucznym podłożu hałdy, ubogim w części odżywcze. Wśród normalnie rozwiniętych okazów *Campanula rotundifolia* na terenie hałdy bardzo często rośliny te są nadzwyczaj drobne, karłowate, lecz mimo śmiesznie małego wzrostu zbudowane harmonijnie. Jest to zjawisko nanizmu. Na sto sztuk przejrzanych okazów było aż 64 sztuki o przekroju nanistycznym. Natomiast na 30 sztuk okazów było 23 jednokwiatowych. Maksymalna wysokość nanistycznych form *Campanula rotundifolia* wynosiła 4,5 cm. J. Paczoski (1947) przytaczając gatunki wytwarzające formy nanistyczne takie, jak: *Plantago major, Gnaphalium uliginosum, Gentiana uliginosa, Urtica urens,* a więc gatunki wymagające do swego rozwoju większego nawilgocenia podłoża, uważa za przyczynę powstania ich form karłowatych niedobór wilgotności w środowisku glebowym w początkowym okresie rozwojowym siewki. J. Paczoski uważa, że to właśnie nastawiło siewkę na rozwój głodowy. Warunki potem mogły się zmienić, mogły nawet zupełnie danej roślinie sprzyjać, ale nie mogła już ona zmienić swego rozwoju życiowego i pozostała

Tablica Fitosocjologiczna

Skład florystyczny zbiorowisk roślinnych hałdy I, II, III i IV oraz stopień obfitości i pokrywania skali Braun-Blanqueta

Hałda I.

Agrostis alba	1.	*Lotus corniculatus* L.	1.
Alyssum desertorum Stapf	2.	*Polygonum aviculare* L.	4.
Atriplex patulum L.	4.	*Plantago lanceolata* L.	3.
Cerastium arvense L.	r.	*Rumex acetosella* L.	3.
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	1.	*Senecio viscosus* L.	2.
Chenopodium glaucum L.	4.	*Silene inflata* (Salisb.) Sm.	4.
Equisetum arvense L.	2.	*Trifolium arvense* L.	2.
Festuca duriuscula L.	3.	*Tussilago farfara* L.	3.

Hałda II.

Achillea millefolium L.	3.	*Lotus corniculatus L.*	2.
Agrostis alba L.	4.	*Melilotus albus* Med.	1.
Campanula rotundifolia L.	1.	*Papaver rhoeas* L.	r.
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	1.	*Picris hieracioides* L.	1.
Chamaenerion palustre Scop	r.	*Silene inflata* (Salisb.) Sm.	3.
Dianthus carthusianorum L.	r.	*Thymus pulegioides* L.	4.
		Trifolium repens L.	3.

Krzewy i siewki:

Betula verrucosa Ehrh.	1.	*Salix caprea* L.	2.
Pinus silvestris L.	1.		

Hałda III.

Agrostis alba L.	4.	*Galium verum* L.	3.
Calamagrostis epigeios L.	4.	*Hypericum perforatum* L.	2.
Erigeron canadensis L.	2.	*Thymus pulegioides* L.	3.
Fragaria vesca L.	1.		

Drobne krzewy:

Betula verrucosa Ehrh.	1.	*Rosa canina* L.	r.
Pinus silvestris L.	r.	*Salix caprea* L.	3.

Hałda IV.

Achillea millefolium L.	2.	*Galium verum* L.	4.
Agrostis alba L.	4.	*Hieracium pilosella* L.	2.
Artemisia vulgaris L.	1.	*Hypericum perforatum* L.	3.
Arrhenatherum elatius (L.) P. B.	1.	*Leontodon autumnalis* L.	r.
Bromus sterilis L.	3.	*Rumex crispus* L.	1.
Calamagrostis epigeios (L.) Roth.	2.	*Sonchus arvensis* L.	1.
Carlina vulgaris L.	1.	*Tanacetum vulgare* L.	2.
Cichorium intybus L.	r.	*Tussilago farfara* L.	2.
Cirsium arvense (L.) Scop.	r.		

Krzewy:

Betula verrucosa Ehrh.	4.	*Salix caprea* L.	4.
Pinus silvestris L.	r.		

Tabela 3 (porównawcza)

Zawartość niklu w glebie i roślinach

1. Średnia zawartość niklu w glebach z terenu Zw. Radzieckiego podana przez Malugę	$4{,}0 \times 10^{-3}$
2. Średnia zawartość niklu w glebach serpentynowych Dolnego Śląska z 20 próbek	$5{,}3 \times 10^{-3}$
3. Gleby serpentynowe z terenu Sępiej Góry i Winowej Góry (Dolny Śląsk) mają zawartość niklu	$1{,}3 \times 10^{-2}$
4. Zawartość niklu w podłożu badanych hałd „niklowych“	około 1%
Zawartość niklu w popiele:	
5. Średnia zawartość niklu w popiele roślin ze Zw. Radzieckiego podana przez Malugę	$7{,}0 \times 10^{-4}$
6. Średnia zawartość niklu w popiele roślin z Doln. Śl.	$3{,}2 \times 10^{-5}$ do — $1{,}2 \times 10^{-4}$
7. Zawartość niklu w popiele *Stipa Iohannis* Czelak. z podłoża niklowego na Południ. Uralu	$1{,}8 \times 10^{-3}$
8. Zawartość niklu w popiele *Linosyris villosa* Benth et Hook z podłoża niklowego Południ. Uralu	$1{,}8 \times 10^{-2}$
9. Zawartość niklu w popiele *Anemone patens* L. (forma normalna) na podłożu niklowym Południ. Uralu	$7{,}8 \times 10^{-4}$
10. Zawartość niklu w popiele *Anemone patens* L. (forma zmieniona, bezpłatkowa albo z chlorozą) na podłożu niklowym Południ. Uralu	
11. Zawartość niklu w popiele *Anemone patents* L. (forma o zmienionym pokroju) z podłoża niklowego z Południ. Uralu	$2{,}5 \times 10^{-2}$

na całe życie liliputem. Paczoski nazywa to bioindukcją związaną z odżywianiem, a więc trofoindukcją. *Campanula rotundifolia* nie ma specjalnych wymagań pod względem substancji odżywczych ani też wilgotnościowych. Porasta nagie skały, przydroża, ugory, żwirowiska. Formy naturalnej wielkości porastały miejsca hałdy kopalnianej o większej ilości druzgotu skalnego serpentynów w przeciwieństwie do form lilipucich, które najczęściej trafiały się na przetopionej krzemionce z większą ilością rudy niklowej albo na świeżych żwirowiskach odkrywek geologicznych również z większą ilością niklu, dochodzącą nawet do 1%. Pod względem warunków wilgotnościowych podłoże druzgotu serpentynowego i podłoże przetopionej krzemionki niewiele różniły się między sobą. Prawdopodobnie zjawisko nanizmu u *Campanula rotundifolia* wiąże się ściśle z nadmiarem niklu w podłożu, jeżeli nikiel ma stymulujące działanie na produkcję auksyn, a przy ich nadmiarze znane są wypadki zahamowania wzrostu. Przypuszczenie to może poprzeć fakt akumulacji niklu w tkankach tej rośliny (tabela 4), a więc zmiana w jej elementarnym składzie chemicznym, co nazywamy najprostszą zmiennością fizjologiczną (A. Winogradow, 1952), która leży u podstaw zmian struktury morfologicznej. Być może, jest tu jeszcze głębszy związek z nadmiarem niklu

w podłożu, który, jak wykazały badania chińskich uczonych, ma stymulujące działanie na produkcję witaminy P (A. Maksimow, 1949). Być może, tej samej natury jest odwrotne zjawisko niebywałego wzrostu *Polygonum aviculare* i żywotności tego gatunku. Drugim gatunkiem tworzącym formy pomniejszone na terenie hałd „niklowych" — to *Chenopodium glaucum*. Roślina ta nie odznacza się tak doskonałą reakcją na warunki glebowe (właściwość większości roślin ruderalnych). Zjawisko to obserwowane pod koniec września można wytłumaczyć za J. Paczoskim tym, że osobniki te rozwijające się z nasion pojawiają się późno, bo w sierpniu, i zakwitają w jesieni tworząc łodyżki 3—5 cm, są wynikiem jesiennego kompleksu warunków ekologicznych, głównie klimatycznych. Dość niska temperatura, płaskie odsłonięte miejsce, narażone na silne chłodne wiatry, hamują rozwój roślin.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

1. Roślinność czterech hałd kopalniano-hutniczych niklu w miejscowości Szklary k/Ząbkowic Śl. na poszczególnych powierzchniach przedstawia stadia sukcesji, które między sobą różnią się składem florystycznym i stopniem pokrycia powierzchni, uwarunkowanym różnicą czasu powstania usypiska jako nowego podłoża dla życia roślin.

2. Asocjacje roślinne składają się w sumie z 45 gatunków roślin, w tym 34 jest rozsiewane przez wiatr, pozostałe zaś przez ptaki i mrówki. Roślinność hałd, jakkolwiek nie mającą dobrze zdefiniowanych zespołów, można zaliczyć na podstawie gatunków charakterystycznych do zbiorowisk klasy *Rudereto—Secalinetea* Braun-Blanquet 1936 r. do rzędu *Onopordetalia* Br.-Bl. et Tuxen, 1943 r. na podstawie takich gatunków, jak: *Artemisia vulgaris, Atriplex patulum, Bromus sterilis, Chenopodium glaucum, Erigeron canadensis, Rumex crispus i Tanacetum vulgare.*

3. Najlepszą strukturę asocjacji roślinnej na terenie hałd „niklowych" posiadają zwarte zarośla krzewiaste, wierzbowo-brzozowe na terenie najstarszej hałdy w jej części centralnej, której podłoże w porównaniu z pozostałymi jest już najbardziej zmienione przez rośliny, a stosunki wilgotnościowe najlepsze.

4. Warunki ekologiczne dość specyficzne, zwłaszcza podłoże sztuczne odznaczające się nadmiarem niklu, żelaza, wapnia i magnezu, a ubogie w części organiczne. Stosunki wodne gleby niekorzystne dla roślinności. Podłoże suche pozbawione kapilarnego podsiąkania wody gruntowej. Rośliny są całkowicie uzależnione od wody opadowej. Stosunek ilości wody opadowej w okresie wegetacji roślinnej (wzmożonej, miesiące V, VI, VII) do sumy rocznej opadów wynosi 42% sumy rocznej, a więc jest korzyst-

ny, dający rekompensatę niedoboru wody gruntowej. Podłoże szybko filtruje się. W takich warunkach mogą rozwijać się tylko te rośliny, których zdolność reakcji na warunki środowiska jest mała, zwłaszcza te rośliny, których wymagania wilgotnościowe i glebowe są małe. Chemiczne właściwości regulujące gleby są dobre, co ma szczególne znaczenie na tym podłożu, które zmienia ciągle swój skład florystyczny. Odczyn gleby nie ulega zmianom w kierunku zakwaszenia podłoża.

5. Spośród roślin występujących na terenie hałd „niklowych" tylko *Campanula rotundifolia* (forma pomniejszona), *Cerastium arvense, Plantago lanceolata, Tussilago farfara* koncentrują w swych tkankach nikiel jako mikroelement.

Rośliny te posiadają dziesięciokrotnie zwiększoną zawartość niklu w porównaniu do średniej normalnej zawartości tego mikroelementu w popiele roślin. Rośliny te więc wykazują najprostszą zmienność fizjologiczną, tj. zmianę elementarnego składu chemicznego.

6. Gatunek *Campanula rotundifolia* na terenie hałd „niklowych" tworzy formy nanistyczne, co prawdopodobnie ma związek z nadmiarem niklu w podłożu. Formy pomniejszone tworzy również *Chenopodium glaucum,* co jest wynikiem jesiennego kompleksu warunków.

Zakład Ekologii i Geografii Roślin
Uniwersytetu we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 17.9.1956 r.)

SUMMARY

1. The vegetation of the four mining-melting nickel heaps in Szklary near Ząbkowice (Silesia) was studied. They differ in floristic composition, degree of covering by vegetation and probably represent different stages of succession.

2. 45 species of vascular plants (from which 34 anemochoric) were found. They do not form regular plant associations but judging from some characteristic species they belong to the class *Rudereto-Secalineta* B r.-B l. and the order *Onopordetalia* B r. - B l.

3. The ecological conditions on the heaps are rather peculiar. There is a great excess of nickel, iron, calcium and magnesium in the soil, which is very poor in organic compounds. The water conditions are very unfavourable for the plants and they depend chiefly on the atmospheric precipitations. In these conditions only those plants can grow that do not require good soil and humidity relations.

4. From all plants of the nickel heaps only *Campanula rotundifolia* (in an dwarfed form), *Cerastium arvense, Plantago lanceolata* and *Tussilago farfara* accumulate nickel in their tissues. In the ash from these plants the content of the nickel is ten times higher as from normal ones.

5. It is possible that the formation of dwarfed forms of *Campanula rotundifolia* is in some connection with the excess of nickel in the soil. The dwarfed forms of *Chenopodium glaucum* are due simply to autumnal conditions of growth.

LITERATURA

Alexander O. R., Godar E. M. and Linde N. J., 1946, Ind. Eng. Ch. Ed. 18 : 206. Ak

Cotton M., 1930, Toxic effects of iodine and nickel on buckwheat grown in solution cultures, Bull. Torrey Bot. Club. 57 : 127.

Kaczorowska Z., 1950, Klimat Śląska, Gospodarstwo wiejskie na Ziem. Zachod. 12 : 12—19.

Kornaś J., 1952, Zespoły roślinne Jury Krakowskiej cz. II: zespoły ruderalne, Acta Soc. Bot. Pol. 21 (4) 701.

Krajewski R., 1948, Złoża rud na Dolnym Śląsku, Oblicze Ziem Odzyskanych I. Dol. Śląsk, : 34—45.

Książkiewicz M., 1947, Zarys budowy geologicznej Sudetów i ich Przedgórza, Wiadomości Muzeum Ziemi 3 : 26—29.

Maksimow A., 1949, Mikroelementy i mikronawozy, Państw. Inst. Wyd. Rol., Warszawa.

Maluga D. P., 1950, O biogeochemiczeskich prowincjach na jużnom Urale, Dokłady A. N. ZSRR, 70 (2) : 258—260.

Mc Haurauge J. S., 1925, The occurence of copper, manganesse, zinc, nickel and cobalt in soil, plants and their possible function as vital factors, Bot. Centr. 6 NF, 1925/26.

Mc Harague J. S., 1927, Significance of the occurence of manganesse, copper, zinc. nickel and cobalt in Kentucky bluegrass, Ind. and Eng. Chem. 19 : 274—276.

Musierowicz A., 1951, Gleboznawstwo ogólne: 464. Państw. Wyd. Rol. i Leśne, Warszawa.

Nakamura M., 1949, Can salts of zinc, cobalt, nickel in high dilution exert a stimulating action on agricultural plants? Bull. Col. Agr. 6 : 96. Tokyo.

Paczoski J., 1951, Dzieła wybrane: 180. Państw. Wyd. Rol. i Leśne, Warszawa.

Paczoski J., 1947, Bioindukcja w państwie roślinnym. Nakł. Poz. Tow. Nauk. Ser. B, 10 (1) : 9. Poznań.

Romer E., 1949, Regiony klimatyczne Polski. Nakł. Wr. Tow. Nauk., Wrocław.

Sandell E. B., 1950, Colorimetric Determination of Traces of Metals, Intersceirnse Publishers, : 270. London.

Sławiński W., 1947, Podstawy Fitosocjologii cz. I i III, Lublin.

Szafer Wł., Kulczyński St., Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie, Warszawa.

Szkolnik M., 1950, Znaczenije mikroelementow w żyźni rastienii i ziemliedielii, Izd. A. N. ZSRR: 41. Moskwa-Leningrad.

Winogradow A., 1952, Mikroelementy w żyźni rastienii i żywotnych, Trudy Konf. po mikroelementach, 19.III.1950: 3—11.