Zawartość chromu a karłowatość u *Senecio viscosus* L.

Chromgehalt und Zwergbildung in der Senecio viscosus L.

J. SAROSIEK

WSTĘP

Zjawisko karłowatości roślin (nanizm) obserwowało wielu badaczy. Według różnych autorów przyczyny wywołujące skarłowacenie roślin mogą być różne. J. Paczowski (1947) omawiając nanizm niektórych roślin jednorocznych (*Veronica anagallis*, *Urtica urens*, *Plantago major*, *Gentiana uliginosa*) widzi przyczynę skarłowacenia w podłożu jako ekologicznym czynnikiem i nazywa to zjawisko ogólnie trofoindukcją, która według niego jest tylko szczególnym przypadkiem ogólnie istniejącej „bioindukcji w państwie roślinnym”.

Kraus (1906), Weiss (1924), Libbert (1930) wiążą zjawisko karłowatości roślin z takimi czynnikami ekologicznymi, jak nadmierne nasłonecznienie, silne działanie wiatrów, długotrwałość suszy glebowej. Dużo uwagi temu zjawisku poświęcono w badaniach roślinności gleb serpentynowych (Pichi—Sermolli, 1948). Karłowatość roślin na glebach serpentynowych najczęściej wiąże się z suszą podłoża, które odznacza się dużym współczynnikiem filtracji. W nowszych pracach w zagadnieniach nanizmu zwraca się uwagę na znaczenie chemizmu podłoża. W tym zakresie mamy szereg prac, w których zjawisko karłowatości wiąże się z zawartością niektórych mikroelementów w roślinach pobierających je z podłoża odznaczającego się znaczną ich koncentracją, co ostatnio jest przedmiotem badań nowej gałęzi wiedzy a mianowicie chemicznej ekologii roślin (J. Sarosiek, 1955). Podstawę dla tego kierunku badań zjawisk karłowatości roślin stanowiły prace fizjologiczne, w których stwierdzono wpływ takich mikroelementów jak Ni, Co, Zn, Pb w specyficznych warunkach na wzrost roślin. Przekonano się doświadczalnie, że nadmierne koncentracje tych mikroelementów w podłożu hamowały wzrost nie-

których roślin. Na występowanie karłowatych okazów niektórych gatunków roślin na podłożu galmanowym, a więc bogatym w Zn, zwracali uwagę Schwickerath (1931, 1940) i Jensch jeszcze w r. 1894. Szczegółowo zagadnieniem form karłowatych takich roślin jak *Dianthus carthusianorum* i *Ranunculus acer* z terenu galmanowego zajęła się J. Dobrzańska (1955), która stwierdziła, że formy karłowate, grupy pośredniej pod względem wielkości, odznaczają się wyższą koncentracją tego mikroelementu (Zn) aniżeli rośliny grupy o cechach jak najdalej posuniętej karłowatości. Niemniej jednak wykazała ona, że wszystkie rośliny karłowate tych dwóch gatunków odznaczały się koncentracją Zn w popiele.

Autor niniejszej pracy wiąże zagadnienie nanizmu u *Capanula rotundifolia* z wysoką koncentracją niklu w popiele okazów karłowatych (J. Sarosiek, 1957). W dotychczasowej literaturze w zakresie fizjologii roślin mamy bardzo niewiele prac o roli chromu w życiu rośliny. J. M. Gruszeko (1948) w swej pracy o chromie jako biokatalizatorze nie porusza zagadnienia wpływu chromu na wzrost rośliny. Horecker, Stotze i Hogness (1939) wykazali, że chrom bierze udział w systemie dehydrogenocytochromowym i ma działanie stymulujące. Dobroludskij i Słławo (1955) wykazali wpływ bardzo niskich koncentracji CrSO_4 na zwiększenie zawartości cukrów w owocach winorośli poprzez odżywianie pozakorzonkowe. Stiles W. (1939) przytacza badania Younga, które wykazały, że małe zawartości chromu w roztworze wywierały dodatni wpływ na wzrost tymotki, a wyższe hamowały jej wzrost. Zastosowanie analizy chemicznej do badań zawartości poszczególnych mikroelementów w organizmach roślinnych i zwierzęcych wykorzystano do poszukiwań złóż rudonośnych niemal we wszystkich krajach. Na tej podstawie opracowano metodę biogeochemiczną poszukiwania takich rud, jak: Ni, Co, Pb, Cr i Zn. Na szczególną uwagę zasługują przede wszystkim prace A. P. Winogradowa (1938, 1950), D. P. Malugi (1947, 1950, 1951), Warren i Howatsona (1947), które dały podstawę dla rozwoju chemicznej ekologii. Cały szereg prac z tego zakresu dotyczy zmian zawartości różnych mikroelementów w popiele roślin różnych gatunków oraz zmian struktury morfologicznej. D. P. Maluga (1954) w opracowaniu biogeochemicznej metody poszukiwania złóż chromowych na połudn. Uralu wykazał istnienie biogeochemicznej prowincji na podstawie zwiększonej zawartości chromu w popiele gatunków *Stipa* i *Linosis villosa*, które na tych terenach stanowią element charakterystyczny formacji roślinnych. Zawartość Cr w popiele tych roślin w miejscach występowania pokładów rudonośnych chromu wynosi 0,012—0,090‰, przy czym normalnie średnia zawartość tego mikroelementu w popiele ro-

ślinnym według Winogradowa (1952) nie przekracza nigdy tysięcznych części procentu i wynosi 5×10^{-4} . Maluga wykazał również zwiększenie zawartości chromu w glebach miejsc występowania rudy chromowej. Należy tu wspomnieć za D. P. Malugą, że już w r. 1810 J. Tyson analizując florę serpentynową w Pensylwanii odkrył miejsca występowania rudy chromu.

W polskiej literaturze botanicznej nie ma ani jednej pracy dotyczącej zawartości chromu w roślinie.

Przeprowadzone obserwacje nad karłowatością *Senecio viscosus* L. z terenu hałd „chromowych” w miejscowości Tąpadła k. Sobótki na Doln. Śląsku są częścią badań właściwości ekologicznych roślinności złóż serpentynowych w zakresie chemicznej ekologii roślin prowadzonych od 1952 r. razem z prof. drem Stefanem Macko. Złoża rudy chromowej — chromitu są związane tu z występowaniem skał serpentynowych w kilku punktach Doln. Śląska. Jedynie złożo w pobliżu miejscowości Tąpadła na połudn. zachód od Sobótki było eksploatowane w ubiegłym stuleciu i w okresie pierwszej wojny światowej.

W latach 1948—1955 były próby wydobywania rudy chromu. W związku z działalnością kopalni powstały hałdy jako sztuczne usypiska częściowo już zajęte przez rośliny. W pracy niniejszej zanalizowano karłowate formy *Senecio viscosus* L. w powiązaniu z analizami chemicznymi zawartości chromu w karłowatych i normalnych roślinach. Nie podaję tu obserwacji florystycznych ani fitosocjologicznych w powiązaniu ze szczegółową analizą warunków ekologicznych występowania roślinności na terenie hałd „chromowych”, ponieważ jest to tematem oddzielnej pracy.

Rośliny do analiz chemicznych zbierano w r. 1955 i 1956.

KRÓTKI OPIS TERENU

Hałdy chromowe zajmują niewielką powierzchnię, około 700 m², otoczoną z trzech stron lasem, a z jednej łąką. Od jednej strony wznosi się wzgórze serpentynowe, do którego wnikają sztolnie opuszczonej już kopalni. Ze wzgórza na powierzchnię hałdy w okresie długotrwałych deszczów spływają strumienie wody. Powierzchnia hałdy od strony wschodniej wznosi się do 10 m wysokości, ale mimo to nie jest narażona na silne wiatry, którym opór stawiają ściany lasu. Powierzchnia hałdy nie jest całkowicie pokryta roślinnością, zwłaszcza zbocza są rzadko porośnięte. Powierzchnia części hałdy najmłodszej (z lat 1949—1955) nawet na centralnej partii nie jest całkowicie pokryta roślinnością. Rośliny występujące na hałdzie należą do roślin ruderalnych. Miejsca najstarszej

Tabela 1

Procentowa zawartość chromu w podłożu hałdy i w glebach kontrolnych
 In Prozenten angegebener Chromgehalt des Haldengrundes und der zur Kontrolle
 geprüften Böden (Mittelwert der Menge der untersuchten Proben)

Miejsce		Ilość analiz	Cr ogólny w % s. m. gleby	Cr ogólny w % s. m. gl. wyraż. w potędze	Cr w % s. m. gl. rozp. w 2% HCl	Cr rozp. w 2% HCl wyraż. w potędze
G ł ę b o k o ś ć 0 — 10 cm						
Hałda stara	suche	5	0,580	$5,8 \times 10^{-1}$	0,020	$2,0 \times 10^{-2}$
	wilgotne	5	0,380	$3,8 \times 10^{-1}$	0,032	$3,2 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	5	0,220	$2,2 \times 10^{-1}$	0,038	$3,8 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	5	0,510	$5,1 \times 10^{-1}$	0,021	$2,1 \times 10^{-2}$
Hałda młoda	suche	3	0,430	$4,3 \times 10^{-1}$	0,014	$1,4 \times 10^{-2}$
	wilgotne	3	0,180	$1,8 \times 10^{-1}$	0,016	$1,6 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	3	0,210	$2,1 \times 10^{-1}$	0,023	$2,3 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	3	0,390	$3,9 \times 10^{-1}$	0,011	$1,1 \times 10^{-2}$
Inne gleby	ugór k/Sobótki	2	0,043	$4,3 \times 10^{-2}$	0,0081	$8,1 \times 10^{-5}$
	żwir. k/Oławny	2	0,0013	$1,3 \times 10^{-5}$	nie oznacz.	nie oznacz.
	wał nad Odrą	2	0,00013	$1,3 \times 10^{-4}$	nie oznacz.	nie oznacz.
	hałda „nikl.”	2	0,0099	$9,9 \times 10^{-5}$	nie oznacz.	nie oznacz.
G ł ę b o k o ś ć 40 — 50 cm						
Hałda st.	suche	5	0,720	$7,2 \times 10^{-1}$	0,021	$2,1 \times 10^{-2}$
	wilgotne	5	0,450	$4,5 \times 10^{-1}$	0,018	$1,8 \times 10^{-2}$
Hałda mł.	suche	3	0,880	$8,8 \times 10^{-1}$	0,0032	$3,2 \times 10^{-5}$
	wilgotne	3	0,250	$2,5 \times 10^{-1}$	0,0075	$7,5 \times 10^{-5}$

części hałdy wykazują już kilkucentymetrową warstwę surowej próchnicy, a raczej darni utworzonej z kilku gatunków traw, między innymi z *Festuca ovina*. Okazy karłowate *Senecio viscosus* L. występują na części starej i młodej hałdy. Środowisko ilustruje załączony szkic sytuacyjny, na którym zaznaczone są miejsca próbek „gleby” do analiz chemicznych.

1. opuszczona sztolnia	6. potok spływający ze wzgórza serpentynowego
2. miejsce pobrania prób do analiz	7. łąka
3. las sosnowy	8. druzgot dużych skał serpentynowych
4. las grabowy	9. leśna droga
5. młotnik brzoźowy	

Ryc. 1. Szkic sytuacyjny hałd „chromowych” w Tapadłach

CHROM W BADANYM PODŁOŻU

1. Pobieranie próbek glebowych. Próby pobierano z hałdy starszej i młodszej z miejsc suchych, wilgotnych, zadarnionych i niezadarnionych, z podłoża hałd oraz do analiz kontrolnych z gleb normalnych i hałdy „niklowej” w Szklarach. Próby pobierano na głębokości 0—10 cm, oraz niektóre tylko z głębokości 40—50 cm.

2. Przygotowanie próbki. Glebę dobrze utartą w moździerzu suszono w temp. 110°C . Do analizy brano 25 mg utartej i wysuszonej gleby uprzednio przesianej przez sito.

3. Metoda oznaczania. Metodę oznaczania Cr podali Walt i van der Merwe (1938), a przystosowali ją do badań gleby David-

Ryc. 2. Okazy nanistyczne *Senecio viscosus* L. grupy 1 zebrane z terenu hałd w Tapadłach

soni Mitchell (1940). Jest to metoda bardzo czuła, polega na użyciu nadsiarczanu i dwufenylokarbazydu. Tok oznaczania i dalszego przygotowania próbki do analizy podany jest w książce „Analiza kolorymetryczna” — Noel L. Allport (1956). Przygotowanie próbki z barwną, charakterystyczną reakcją mierzono w kolorymetrze Pulfricha posługując się uprzednio przygotowaną krzywą kalibracyjną na podstawie roztworów standardowych. Wyniki analizy zebrane są w tabeli 1.

Taką samą metodą oznaczono chrom w popiele roślin. Rośliny utarte w ilości 10 g spalano w piecu w temp. 500°C . Dalszy tok oznaczania Cr w popiele roślin jak w analizie gleby.

4. Zawartość chromu w podłożu. Hałda jako sztuczne usypisko zbudowana jest głównie z druzgotu skalnego serpentynów, których chemiczny rozkład jest już daleko posunięty. Z przeprowadzonych analiz mikroskopowych oddzielnych frakcji glebowych (mineralnych) wynika, że główną masę chromu podłoża, na którym występują karłowate okazy *Senecio viscosus* L., stanowią mało zmienione ziarna chromitu (FeCr_2O_4), minerału o połysku metalicznym, barwy brunatno-czarnej. Według D. P. Malugi (1954) ziarna chromitu w podłożu pod wpływem wody ulegają przemianom, a w rezultacie powstaje część związków chromu dostępnych roślinie w postaci rozpuszczalnych kwaśnych soli chromowych. Potwierdzają to analizy chemiczne z hałdy „chromowej”. Miejsca u podnóża hałdy od strony południowej, gdzie ze stoku spływa mały strumień wody tworzący się w czasie dłuższej trwających deszczów, odznaczają się większą ilością chromu rozpuszczającą się w 2% HCl. Podobnie próbki podłoża wzięte ze szczytu hałdy (centralna powierzchnia) z głębokości 0—10 cm posiadają nieco wyższą zawartość chromu rozpuszczalnego w 2% HCl aniżeli próbki tych samych miejsc z głębokości 40—50 cm. Miejsca hałdy wykazujące zagłębienia, w których okresowo zbiera się woda spływająca z otaczającego wzgórza, odznaczają się również podwyższoną zawartością wymienionego chromu i wynoszą około 8% całej zawartości chromu w podłożu (miejsce na szkicu sytuacyjnym 12, 13, 14, 15, 16, 17). Próbki wody zbierającej się okresowo w zagłębieniu hałdy (miejsce na szkicu 15, 16, 17) wykazały jeszcze mniejsze zawartości chromu, podobnie jak to podaje D. P. Maluga (1954). Według niego ilość chromu dostępna roślinom w wodzie gruntowej z warstw rudonośnych wynosi około $1,0 \times 10^{-6}\%$. Ogólna zawartość chromu w próbkach glebowych hałdy „chromowej” nie przekracza 1% s. m. gleby. Wyniki analiz chemicznych próbek podłoża na zawartość ogólną chromu i dostępną roślinom (rozpuszczalną 2% HCl) przedstawia tab. 1. Miejsca pobierania próbek zaznaczone są na schemacie przedstawiającym powierzchnię hałdy „chromowej”.

Analizy porównawcze innych gleb (miejsca podane w tab. 1), na których rosły normalne okazy *Senecio viscosus* L., mają znacznie niższą zawartość chromu aniżeli hałda. Ogólnie zawartość chromu w tych glebach zbliża się do średniej zawartości Cr w glebach podanych przez Winogradowa (1952).

KARŁOWATOŚĆ *SENECIO VISCOSUS* L.

Krótki opis normalnej rośliny znajduje się w „Kluczu — Rośliny polskie” Szafera, Kulczyńskiego i Pawłowskiego (1953), gdzie podano, że normalna wysokość *Senecio viscosus* leży w granicach 15—50 cm.

KLASYFIKACJA FORM KARŁOWATYCH

Formy karłowate *Senecio viscosus* L. zbierano trzykrotnie w okresie wegetacji r. 1955 (4.VII., 5.IX., 6.X.) oraz w następnym okresie wegetacji (2.VII.1956). Formy karłowate tej rośliny występują zarówno na łądziej młodej, jak i starszej. Karłowatość *Senecio viscosus* L. wyraża się tu całkowitym pomniejszeniem wszystkich morfologicznych części rośliny, przy czym zachowana jest harmonia i proporcja budowy.

Formy karłowate *Senecio viscosus* L. podzielono zasadniczo na dwie grupy pod względem wielkości części nadziemnych rośliny.

Ryc. 3. Okazy nanistyczne *Senecio viscosus* L. dwu koszyczkowe zebrane z terenu łąd w Tapadłach

Pierwsza grupa to formy karłowate, nierozgałęzione, o pojedynczych koszyczkach, wysokość 1,5—4 cm.

Druga grupa to formy karłowate nierozgałęzione i rozgałęzione jedno-

i dwukoszyczkowe, wysokość od 4 do 6 cm. Ponadto znaleziono 3 okazy nanistyczne *Senecio viscosus* L. o trzech koszyczkach. Klasyfikację form nanistycznych zebranych na terenie hałd „chromowych” przedstawiają tab. 2 i 3. W tabelach tych uwzględniono również w obrębie obu grup wysokość pośrednią zebranych okazów.

Obok okazów karłowatych tej rośliny znaleziono również okazy normalne pod względem wielkości w miejscu, gdzie hałda przylega do drogi (miejsce na szkicu 19 i 20). Ilość ich jednak w stosunku do karłowatych jest bardzo mała i wynosi mniej więcej około 15%. Z tabeli 2 widać, że

Tabela 2

Klasyfikacja form nanistycznych *Senecio viscosus* L. zebranych w okresie wegetacji roślin w r. 1955

Einteilung der Formen von nanistischen *Senecio viscosus* L. gesammelt zur Zeit der Vegetation im Jahre 1955

Data zbioru	Ilość szt. okazów nanistycznych								Razem
	Grupa pierwsza 1,5—2 cm 2,5—4 cm				Grupa druga 5 cm 5—6 cm				
	Podłoże		Podłoże		Podłoże		Podłoże		
	suche	wilgotne	suche	wilgotne	suche	wilgotne	suche	wilgotne	

Hałda stara

4.VII.1955	8	14	6	4	5	18	—	2	57
5.IX.1955	3	3	4	9	4	14	—	5	42
6.X.1955	—	2	5	6	6	9	4	3	35

Hałda młoda

4.VIII.1955	—	2	2	2	2	3	4	3	18
5.IX.1955	—	—	1	2	3	1	5	3	15
6.X.1955	—	—	3	—	2	1	4	—	10

najwięcej okazów karłowatych *Senecio viscosus* L. znaleziono w lipcu (57 szt.). Pod koniec wegetacji roślinnej liczba ich maleje (35 szt.). Na hałdzie starszej ilość okazów karłowatych jest dwukrotnie większa w porównaniu z ilością tych okazów na hałdzie młodszej. Trzeba zaznaczyć, że ogólnie stopień pokrycia szatą roślinną powierzchni hałdy młodszej jest znacznie mniejszy aniżeli na hałdzie starszej. Większa ilość okazów karłowatych przypada również na miejsca wilgotne hałdy (tab. 2 i 3). Z tabeli 3 przedstawiającej klasyfikację form karłowatych zebranych w r. 1956 wynika, że na miejscach hałdy z małą ilością surowej próchnicy również występuje większa ilość karłowatych okazów. Z obu tabel wy-

nika, że największy udział w ogólnej ilości okazów karłowatych mają okazy grupy trzeciej (5 cm wys.) i to na miejscach wilgotnych.

KARŁOWATOŚĆ A ZAWARTOŚĆ CHROMU U *SENECIO VISCOSUS* L.

Zawartość Cr zanalizowano w roślinach karłowatych wszystkich grup oraz w roślinach normalnych (kontrolnych) z innych miejsc występowania. Wyniki analiz chemicznych na zawartość chromu w popiele roślinnym zebrane są w tabelach: 4 — z hałdy starej, 5 — z hałdy młodej i jej pod-

Ryc. 4. Okazy nanistyczne *Senecio viscosus* L. trójkoszczkowe zebrane z terenu hałd w Tąpadłach

nóza, 6 — z innych miejsc występowania. Z wyników przedstawionych w tabelach można zauważyć, że formy karłowate grupy pierwszej *Se-*

necio viscosus L. posiadają najwyższą zawartość chromu jako mikroelementu i to zarówno na hałdzie starej, jak i na młodej. Najwyższe zawartości chromu w formach karłowatych rośliny odnoszą się do miejsc wilgotnych oraz do miejsc podłoża z małą warstwą surowej próchnicy. Na miejscach tych zaznacza się większy udział okazów karłowatych badanej rośliny aniżeli na miejscach suchych pozbawionych zupełnie próchnicy. Miejsca te jakkolwiek posiadają nieco wyższą zawartość ogólnego chromu, posiadają znacznie niższe wartości chromu rozpuszczalnego w 2% HCl (3% ogólnej zawartości chromu, tab. 1), a więc chromu do-

Tabela 3

Klasyfikacja form nanistycznych *Senecio viscosus* L. zebranych w r. 1956
Mittelwerte der Formen von nanistischen *Senecio viscosus* L. gesammelt im Jahre 1956

Miejsce zbioru		Razem szt.	Ilość sztuk okazów nanistycznych							
			grupa 1 1,5—2,5 cm		grupa 2 2,5—4 cm		grupa 3 5 cm		grupa 4 5—6 cm	
			Podłoże		Podłoże		Podłoże		Podłoże	
			suche	wilg.	suche	wilg.	suche	wilg.	suche	wilg.
Hałda stara	z sur. próchn.	62	4	6	7	9	4	17	3	12
	bez próchn.	40	3	—	5	9	3	11	—	9
Hałda młoda	z sur. próchn.	30	2	4	—	5	3	8	2	6
	bez próchn.	32	—	—	2	12	—	12	3	3

stępnej roślinie zgodnie z twierdzeniem D. P. Malugi (1954). Na miejscach wilgotnych, odznaczających się nieco niższą zawartością chromu ogólnego, a znacznie wyższą zawartością chromu rozpuszczalnego w 2% HCl (około 8% ogólnej zawartości chromu), porastają formy karłowate badanej rośliny, które koncentrują chrom w swych tkankach w znacznie większym stopniu, a mianowicie formy karłowate I grupy. Można je więc nazwać koncentratorami chromu na tym podłożu.

Niewątpliwie mała już ilość surowej próchnicy prawdopodobnie wpływa tu na to, że pobieranie większej ilości Cr przez rośliny jest tu wyraźniejsze aniżeli na miejscach suchych czy też wilgotnych, ale pozbawionych próchnicy. Rośliny pobierają w tych miejscach Cr w mniejszych ilościach. Porównując zawartość chromu w roślinach hałdy starej z zawartością tego mikroelementu w roślinach hałdy młodszej należy stwierdzić, że rośliny hałdy młodszej posiadają prawie dwukrotnie mniejszą zawartość chromu. Wiąże się to prawdopodobnie z mniejszą ilością chromu rozpuszczalnego w 2% HCl w badanym podłożu.

Na pytanie, czy istnieje związek między karłowatością *Senecio viscosus* L. na podłożu hałdy „chromowej” a zawartością chromu w popiele okazów karłowatych, należy odpowiedzieć twierdząco. Przemawia za tym kilka faktów.

Tabela 4

Srednia zawartość Cr w popiele form karłowatych *Senecio viscosus* L. z hałdy starej
Mittlerer Chromgehalt in der Asche von Zwergformen der *Senecio viscosus* L.
von einer alten Halde

Grupa	Miejsce	Ilość analiz	Zawartość popiołu		Zawartość Cr w popiele		
			w mg	w % s. m.	Cr w %	Cr w mg	Cr w % wyrażony w potęgze
p i e r w s z a	suche	5	523	5,23	0,073	0,381	$7,3 \times 10^{-2}$
	wilgotne	6	535	5,35	0,084	0,449	$8,4 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	8	473	4,73	0,092	0,462	$9,2 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	6	482	4,82	0,072	0,342	$7,2 \times 10^{-2}$
	suche	5	581	5,81	0,034	0,197	$3,4 \times 10^{-2}$
	wilgotne	5	511	5,11	0,067	0,342	$6,7 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	8	432	4,32	0,073	0,315	$7,3 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	4	492	4,92	0,066	0,327	$6,6 \times 10^{-2}$
d r u g a	suche	11	506	5,06	0,008	0,048	$8,0 \times 10^{-3}$
	wilgotne	10	563	5,63	0,012	0,067	$1,2 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	10	421	4,21	0,019	0,079	$1,9 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	6	491	4,91	0,006	0,029	$6,0 \times 10^{-3}$
	suche	6	580	5,80	0,027	0,156	$2,7 \times 10^{-2}$
	wilgotne	4	514	5,14	0,033	0,169	$3,3 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	4	472	4,72	0,059	0,278	$5,9 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	5	582	5,82	0,025	0,145	$2,5 \times 10^{-2}$

a) Najwyższe zawartości chromu przypadają na te osobniki *Senecio viscosus* L., których karłowatość jest już najdalej posunięta (rośliny grupy 1 zwłaszcza o wysokości części nadziemnych 1,5—2,5 — tabele 4 i 5).

b) Za tym, że wyższa zawartość chromu w roślinie *Senecio viscosus* L. powoduje jej skarłowacenie, przemawia również fakt, że rośliny normalne, nie wykazujące zupełnie cech skarłowacenia (wysokość 40—50 cm), zebrane z gleb nie odznaczających się koncentracją chromu jako mikroelementu gleby, nie wykazują koncentracji tego pierwiastka (tab. 4). Za-

Tabela 5

Srednia zawartość Cr w popiele form karłowatych *Senecio viscosus* L. z hałdy młodej i jej podnóża

Mittlerer Chromgehalt in der Asche von Zwergformen der *Senecio viscosus* L. einer jungen Halde sowie vom Fusse derselben

Grupa	Miejsce	Ilość analiz	Zawartość popiołu		Zawartość Cr w popiele		
			w mg	w $\frac{\%}{s. m.}$	Cr w $\frac{\%}{s. m.}$	Cr w mg	Cr w $\frac{\%}{s. m.}$ wyraż. w potęgach
p i e r w s z a	suche	5	456	4,56	0,027	0,123	$2,7 \times 10^{-2}$
	wilgotne	5	472	4,72	0,039	0,184	$3,9 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	5	438	4,38	0,049	0,214	$4,9 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	5	432	4,32	0,029	0,125	$2,9 \times 10^{-2}$
	suche	5	501	5,01	0,030	0,150	$3,0 \times 10^{-2}$
	wilgotne	5	464	4,64	0,035	0,162	$3,5 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	8	451	4,51	0,042	0,189	$4,2 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	8	518	5,18	0,027	0,139	$2,7 \times 10^{-2}$
d r u g a	suche	10	470	4,70	0,020	0,094	$2,0 \times 10^{-2}$
	wilgotne	5	476	4,76	0,022	0,104	$2,2 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	5	423	4,23	0,029	0,042	$2,9 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	6	455	4,55	0,019	0,095	$1,9 \times 10^{-2}$
	suche	4	438	4,38	0,004	0,017	$4,0 \times 10^{-3}$
	wilgotne	5	443	4,43	0,018	0,079	$1,8 \times 10^{-2}$
	z sur. próchn.	5	412	4,12	0,020	0,082	$2,0 \times 10^{-2}$
	bez próchn.	5	482	4,82	0,008	0,038	$8,0 \times 10^{-3}$
	podnóże hałdy suche	3	566	5,66	0,016	0,090	$1,6 \times 10^{-2}$
	podnóże hałdy wilgotne	3	522	5,22	0,022	0,114	$2,2 \times 10^{-2}$
	podnóże hałdy suche	3	578	5,78	0,015	0,086	$1,5 \times 10^{-2}$

wartość Cr w tych okazach leży w granicy średniej zawartości w roślinach podanej przez Winogradowa (1950). Średnia zawartość Cr w roślinach według Winogradowa wynosi 5×10^{-4} .

Ryc. 5. Okazy nanistyczne *Senecio viscosus* L. zebrane z terenu hałd w Tapadłach w porównaniu z okazem normalnym (gruzy w Legnicy)

c) Normalne okazy *Senecio viscosus* L. zebrane z hałdy „niklowej” w Szklarach częściowo wykazują również zwiększoną zawartość Cr w popiele ($2,7 \times 10^{-3}$), jednakże ilość Cr nie osiąga wartości wykazanych form karłowatych *Senecio viscosus* z terenu hałd „chromowych”. Podłoże hałdy „niklowej” w Szklarach k. Ząbkowic Śl. w części jest również zbudowane z serpentynów, z którymi wiąże się występowanie rudy chromowej, ale tu w znacznie mniejszej ilości aniżeli w Tapadłach.

Fakt ten również przemawia za tym, że wysoka koncentracja chromu w *Senecio viscosus* L. powoduje skarłowacenie rośliny.

d) Powyższe argumenty mają swe potwierdzenie w doświadczeniach, jakie prowadził Young, a które przytacza w swej pracy Stiles (1939). Doświadczenia Younga wykazały, że wyższe koncentracje chromu w roztworze wywierały ujemny wpływ na wzrost tymotki.

Tabela 6

Srednia zawartość Cr w popiele normalnych okazów *Senecio viscosus* L. z różnych miejsc występowania

Mittlerer Chromgehalt in der Asche von normalen Exemplaren der *Senecio viscosus* L. gesammelt an verschiedenen Orten ihres Auftretens

Lp.	Miejsce	Ilość analiz	Zawartość popiołu		Zawartość Cr w popiele		
			w mg	w ‰	Cr w ‰	Cr w mg	Cr w ‰ wyrażony w potęgze
1	Hałda „niklowa” w Szklarach	5	502	5,02	0,0027	0,014	$2,7 \times 10^{-5}$
2	Żwirowisko k. Oławy	3	476	4,76	0,0008	0,004	$8,0 \times 10^{-4}$
3	Przy drodze do Leśnicy	5	492	4,92	0,00017	0,0008	$1,7 \times 10^{-4}$
4	Hałda galmanowa k. Piekar Śl.	8	518	5,18	—	—	—
5	Tory kolejowe w Sobótce G.	5	499	4,99	0,0013	0,0064	$1,3 \times 10^{-3}$
6	Ugory k. Sobótki	4	470	4,70	0,0008	—	$0,8 \times 10^{-4}$
7	Gruzy w Legnicy	5	543	5,43	0,0004	0,0020	$0,4 \times 10^{-4}$
8	Ugory k. Leśnicy	5	506	5,06	0,0001	0,0005	$0,1 \times 10^{-4}$
9	Wał nad Odrą-Karł.	5	463	4,63	ślady	—	—

Trzeba zaznaczyć, że *Senecio viscosus* L. jako typowa roślina ruderalna posiada mniejszą zdolność reakcji na zmianę warunków ekologicznych, zwłaszcza podłoża. Dlatego też nie należy tu specjalnie analizować innych czynników ekologicznych, które, zdaniem innych badaczy, mogą mieć również wpływ na skarłowacenie rośliny. *Senecio viscosus* L. w ogólnych warunkach ekologicznych na hałdzie „niklowej” takich samych jak na hałdzie „chromowej” nie tworzy form karłowatych.

Nie należy negować tu znaczenia innych czynników ekologicznych, które mogą razem działać z nadmiarem chromu w podłożu, jednakże wydaje się, że ten czynnik ma tu największe znaczenie.

WNIOSKI

1. Hałda „chromowa“ w Tąpadłach jako sztuczne usypisko druzgotu serpentynów stwarza specyficzne siedlisko wzrostu *Senecio viscosus* L. odznaczające się wysoką koncentracją chromu, głównie w postaci chromitu. Ilość chromu dostępnego roślinie jest bardzo niska i w miejscach wilgotnych oraz z małą ilością surowej próchnicy wynosi około 8% chromu ogólnego. W miejscach suchych pozbawionych próchnicy ilość chromu dostępnego roślinie (rozpuszczalny w 2% HCl) jest jeszcze niższa i wynosi około 2—3% Cr ogólnego.

2. Na powierzchni hałdy występują liczne okazy karłowate *Senecio viscosus* L. Wśród nich przeważają okazy 4—5 cm jedno- i dwukoszyczkowe. Liczba okazów karłowatych sklasyfikowanych w dwie grupy jest największa latem, pod koniec wegetacji roślinnej maleje. Ilość okazów na miejscach wilgotniejszych hałdy jest większa w porównaniu z ilością okazów karłowatych miejsc suchych hałdy.

3. Okazy *Senecio viscosus* L. o jak najdalej posuniętym skarłowaceniu odznaczają się najwyższą koncentracją chromu w popiele. Ogólnie można powiedzieć, że formy karłowate *Senecio viscosus* L. na hałdzie „chromowej” są koncentratorami Cr. Średnia zawartość Cr w popiele okazów karłowatych wynosi $3,5 \times 10^{-2}$ %. Wartość ta jest znacznie wyższa od średniej normalnej zawartości Cr w popiele roślin podanej przez Winogradowa, która według niego wynosi $5,0 \times 10^{-4}$ %.

4. Okazy zebrane z miejsc wilgotnych i odznaczających się małą ilością próchnicy wykazują w popiele większe zawartości chromu w porównaniu z okazami karłowatymi miejsc suchych, co wiąże się z większą ilością dostępnego chromu w tych miejscach.

5. Okazy normalne *Senecio viscosus* L. zebrane z innych miejsc występowania nie mają zwiększonej ilości chromu w popiele.

6. Na hałdzie „niklowej” w Szklarach k. Ząbkowic Śl. w warunkach ekologicznych bardzo podobnych do warunków hałdy „chromowej” w Tąpadłach rosną tylko okazy normalnej wysokości *Senecio viscosus* L. Podłoże hałdy w Szklarach jest również usypiskiem druzgotu serpentynowego, ale nie ma tak dużej koncentracji chromu jak w Tąpadłach.

7. Skarłowacenie *Senecio viscosus* L. jest wywołane nadmiarem chromu w podłożu hałdy. Potwierdzeniem tego jest wysoka koncentracja tego pierwiastka w tkankach *Senecio viscosus* L. na terenie hałdy chromowej.

Praca niniejsza została wykonana w Katedrze Ekologii i Geografii Roślin Uniwersytetu Wrocławskiego. Pragnę podziękować panu profesorowi Stefanowi Mac k o, kierownikowi katedry, za cenne uwagi w opra-

cowaniu tego zagadnienia jak i kol. Januszowi Sysce za pomoc przy zbieraniu materiału do analiz.

Katedra Ekologii i Geografii Roślin
Uniwersytetu Wrocławskiego

(Wpłynęło dn. 6.I.1957)

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser behandelt in seiner Abhandlung das Auftreten von Zwergformen der *Senecio viscosus* L. und zwar auf dem Gebiete der „Chromhalden“ in dem Orte Tapadla in Niederschlesien. Die chemische Analyse des Bodens dieser Halde, welche zumeist aus Serpentin schutt besteht, wies viel konzentrierten Chrom auf, und zwar hauptsächlich in Form von Chromitkörnern. Die Formen der nanistischen *Senecio viscosus* wurden in zwei Gruppen eingeteilt unter Rücksichtnahme auf die Grösse der oberirdischen Sprösse:

- 1) nanistische Formen von 1,5 bis 4 cm nichtverzweigte Einkörbchenformen,
- 2) nanistische Formen von 4 cm — 6 cm, die verzweigte oder unverzweigte Ein- oder Zweikörbchenformen darstellen können.

Eine alte, mehr bewachsene Halde weist mehr Zwergformen auf, als eine junge Halde. Die Zahl der Zwergexemplare der Versuchspflanze nimmt mit Ende der Pflanzenvegetation ab, und somit kann nicht behauptet werden, dass ökologische Bedingungen des Herbstes diese Zwergformen hervorgerufen haben. An feuchten Orten, die ein wenig Humus aufweisen, ist die Anzahl der Zwergexemplare grösser. Die steht im Zusammenhang mit grösserem Gehalt von Chrom, auflösbar in 2% HCl, also in einer den Pflanzen zugänglichen Form deren Zahl ungefähr 8% von Chrom des allgemeinen Grundes beträgt. Die, der Pflanze zugängliche Menge von Chrom an trockenen Orten, welche keinen Humus aufweisen, ist bedeutend geringer und beträgt von 2—3% vom allgemeinen Chrom, trotzdem der Gehalt vom allgemeinen Chrom ist bedeutend höher, jedoch 1% des trockenen Bodens nicht übersteigt.

In dieser Abhandlung wird der Gehalt von Chrom in der Asche von Zwergexemplaren aller vier Gruppen von älteren sowie jüngeren Halden analysiert. Die Resultate der Analysen sind in Tabelle 4 und 5 angegeben. Die Resultate der Analysen auf ihren Gehalt von Chrom bei normalen Exemplaren dieser Gattung, gesammelt auf Böden, die keine Konzentration von Chrom aufweisen, befinden sich auf Tabelle 4. Die Resultate der Analysen weisen darauf hin, dass Chrom die Zwergformen der *Senecio viscosus* L. hervorruft. Viele Tatsachen sprechen dafür, dass die Asche von Exemplaren, an denen die Zwergbildung am weitesten fortgeschritten ist (Exemplare Gruppe 1), am meisten Chrom aufweisen. Der durchschnittliche Gehalt von Chrom in der Asche von Zwergexemplaren beträgt $3,5 \times 10^{-20}\%$, wogegen der durchschnittliche Wert dieses Mikroelementes in der Asche von normalen Pflanzen nach Winogradow $5,0 \times 10^{-40}\%$

beträgt. Der Gehalt von Chrom in normalen Pflanzen von durchschnittlicher Höhe 15 bis 50 cm überschritt die von Winogradow angegebenen mittleren Werte nicht. Der Gehalt von Chrom in normalen Exemplaren der *Senecio viscosus* gesammelt auf „Nickelhalden“, also auf einer ähnlichen Ansiedlung wie Chromhalden unter den allgemeinen gewöhnlichen ökologischen Bedingungen (Feuchtigkeit des Grundes, Wind, Sonnenbestrahlung, chemische Zusammensetzung des Bodens) ist etwas höher im Verhältniss zu den Exemplaren auf den übrigen Böden, doch erreichen diejenigen nicht so hohe Chrommengen wie die Zwergexemplare. Der Boden der „Nickelhalde“ ist ebenfalls aus Serpentinischutt gebildet, jedoch ist hier der Gehalt von Chrom geringer.

Auf Grund der Resultate, die in den Tabellen angegeben sind, kann man behaupten, dass die Zwergformen der *Senecio viscosus* L. auf Chromhalden Chrom sammeln.

LITERATURA

- Allport N. L., 1956, Analiza kolorymetryczna, PZWŁ, W-wa.
- Davidson M. i Mitchell R. L., 1940, J. Soc. Chem. Ind. 59/2:212—232.
- Dobroludskij O. K. i Sławo A. W., 1955, Winodielie i winogradarstwo, ZSRR, (6):2—43.
- Dobrzańska J., Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza, Acta Soc. Bot. Pol. 14 (2):357—408.
- Gruszko J. M., 1948, Chrom jako bioelement, Biochimia. 13 (2):43—49.
- Horecker B. L., Stotze E. and Hogness T. R., 1939, Journ. Biol. Chem. (128):251.
- Jensch Ed., 1894, Beiträge zur Galmeiflora in Schlesien, Zeitschr. f. angew. Chemie. 14—15.
- Kraus G., 1906, Über den Nanismus unserer Wellkalkpflanzen, Verhandl. d. Phys.-Med. Gesellschaft zu Würzburg N. F. Bd. 38, ref. Bot. Centralblatt, 102:245—246.
- Libbert W., 1930, Die Vegetation des Fallsteingebietes, Mitt. floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen (2):1—66, Osterwieck.
- Maluga D. P., 1947, Priroda (6):14—17.
- Maluga D. P., 1950, O biogeochemicznych prowincjach na Jużnom Urale, DAN ZSRR, 70 (3):53—58.
- Maluga D. P., 1951, DAN ZSRR, 76 (2):42—51.
- Maluga D. P., 1954, Opyt prymienienia biogeochemickoskovo metoda poiskow rudnych miestorożdenii na Jużnom Urale, Trudy Biogeochem. Laboratorii, X:28—59.
- Paczoski J., 1947, Bioindukcja w państwie roślinnym, Poz. Tow. P. N. Seria B. 10. (1):1—57.
- Pichi—Sermoll R., 1948, Flore e vegetazione della serpentine e della altare ofioliti dell Alta Valle del Tevere (Toscana), Webbia 6:1—380, Firenze.
- Sarosiek J., 1955, Chemiczna ekologia roślin — nowy kierunek badań ekologicznych, Kosmos, Seria A. 4 (1/2):265—273.
- Sarosiek J., 1957, Roślinność hałd kopalniano-hutniczych niklu w Szklarach k. Ząbkowic Śl. i warunki jej występowania, Acta Soc. Bot. Pol. 26 (2):271—290.
- Schwickerath M., 1940, Eifelfahrt 1937, Beihefte Bot. Centralbl. 60 Abt. B. S. 52—123.

- Stiles W., 1948, Trace elements in plants and animals, New York.
- Walt C. J. i van der Merve A. J., 1938. Analyst 63: 808—809.
- Warren K. V. and Howatson C. H., 1947. Biogeochemical prospecting for copper and zinc, Bull. of Geolog. Soc. of America. 58, (9): 803—820.
- Weiss R. F., 1923/24, Die Gipsflora des Südharzen Beihefte Bot. Centralbl. 40, Abt. II.: 223—232.
- Winogradow A. P., 1938, Biogeochemičeskie prowincji i endemii. DAN ZSRR 18. (4—5): 23—37.
- Winogradow A. P., 1950, Geochimia redkich i rassiejannykh chimičeskikh elementow w poczwach, Izd. A. N. ZSRR.
- Winogradow A. P., 1952, Osnownyje zakonomiarnosti w raspredienii mikroelementow mieždu rastieniami a sredoj. Sb. Mikroelementy w żyźni rastienii i żywotnykh: 7—37. Izd. A. N. ZSRR.