MONOGRAPHIAE BOTANICAE

Vol. 68, 1986

BARBARA LETACHOWICZ

**EKOLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA
POPULACJI
SEMPERVIVUM SOBOLIFERUM SIMS
NA POGÓRZU SUDECKIM**

Ecological characterization of
Sempervivum soboliferum Sims populations
in Sudetic Foothills

Redaktor: R. Olaczek

WARSZAWA

Wydano z pomocą finansową
Polskiej Akademii Nauk

KOMITET REDAKCYJNY

R. Olaczek (Łódź), E. Sidorkiewicz (Warszawa)

RADA REDAKCYJNA

W. Matuszkiewicz (Warszawa), Z. Podbielkowski (Warszawa), E. Sidorkiewicz (Warszawa), R. Olaczek (Łódź), H. Piotrowska (Gdańsk), K. Rostański (Katowice), W. Żukowski (Poznań)

ADRES REDAKCJI: Al. Ujazdowskie 4, 00-478 Warszawa

© Copyright by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1986

ISBN 83-01-05774-2
ISSN 0077-0655

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE. WARSZAWA 1986

Wydanie I. Nakład 320 + 90 egz. Ark. wyd. 5,0. Ark. druk. 4,0 + 2 wkl. Papier druk. sat. kl. III, 80 g, 70 × 100 cm. Oddano do składania we wrześniu 1985 r. Podpisano do druku w marcu 1986 r. Druk ukończono w kwietniu 1986 r. Zam. 3405/85 — J-11. Cena zł 100,—

WROCŁAWSKA Drukarnia Naukowa

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	5
2. Metody badań	6
2.1. Wybór stanowisk i populacji	6
2.2. Analizy gleby	6
2.3. Analizy składników pokarmowych w roślinach	6
2.4. Pomiary biometryczne	8
2.5. Analiza wzajemnych relacji cech populacji i charakterystyk gleb	9
2.6. Doświadczenie	9
2.7. Metody statystyczno-matematyczne	10
3. Omówienie wyników	11
3.1. Charakterystyka mikrosiedlisk <i>Sempervivum soboliferum</i>	11
3.1.1. Krótka charakterystyka florystyczna	11
3.1.2. Podłoże skalne	12
3.1.3. Właściwości chemiczne gleby	14
3.2. Składniki pokarmowe w roślinach	20
3.3. Składniki pokarmowe w roślinach a właściwości chemiczne gleby	20
3.4. Charakterystyka populacji	20
3.4.1. Średnica rozet	20
3.4.2. Cechy struktury populacji	24
3.4.3. Cechy funkcji populacji	29
3.4.4. Relacje między cechami populacji	39
3.4.5. Podobieństwo populacji pod względem cech grupowych i osobniczych	41
3.5. Cechy populacji a właściwości chemiczne gleby	43
3.6. Obserwacje uzupełniające	46
3.6.1. Rośliny <i>Sempervivum soboliferum</i> w uprawie doświadczalnej	46
3.6.2. Anomalie rozwojowe	50
4. Dyskusja	50
5. Podsumowanie	53
6. Summary	56
7. Literatura	59

1. WSTĘP

Przedmiotem niniejszych badań jest ekologia populacji rojnika pospolitego — *Sempervivum soboliferum* Sims — (*Crassulaceae*) z Pogórza Sudeckiego. Wybór gatunku nie jest kwestią przypadku. Roślina ta ma nieliczne już stanowiska na Dolnym Śląsku. Według Fieka (1881) i Schube (1903) występowanie jej było niegdyś częstsze. W ostatnich latach nie udało się odnaleźć tej rośliny między innymi w Kamiennej Górze, Rogoźnicy, Miedziance, Strzelinie, Grodźcu. Przed kilkunastu laty populacja rojnika pospolitego o dużej liczebności, zajmująca powierzchnię kilkunastu metrów kwadratowych w Jeleniej Skale koło Gierczyna (Sarosiek i Kłys 1962), obecnie jest w stanie regresji; reprezentują ją rośliny w kilku rozrzuconych losowo kępach w miejscach zacienionych, w niekorzystnych warunkach rozwoju.

Z natury swej badany gatunek występuje na stanowiskach o ekstremalnych warunkach: na słonecznych, suchych zboczach, skałach, murawach (Hegi 1961; Pawłowska 1955). W naszych warunkach roślinność tych miejsc, będących nieużytkami, jest szczególnie narażona na dewastację. Z tych też względów konieczna staje się ocena zasobów tego gatunku na Pogórzu Sudeckim, którego środowisko przyrodnicze ulega szybkim przeobrażeniom: gospodarczym, przemysłowym, górniczym, turystycznym i innym. Podstawą tej oceny mogą być szczegółowe badania autekologiczne. Konieczne są bliższe informacje o konstytucji ekologicznej tego gatunku. Tymczasem brak jest danych o autekologii *Sempervivum soboliferum*. Nieliczne też dotychczasowe badania synekologiczne dotyczą pośrednio *Sempervivum soboliferum* (Kozłowska 1928; Szafer 1928; Kornaś 1949).

Celem podjętych w 1973 roku badań było poznanie naturalnych (ekologicznych) populacji *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim z punktu widzenia:

- 1) zróżnicowania warunków ekologicznych,
- 2) właściwości grupowych, jak również cech osobniczych roślin badanego gatunku w zależności od warunków edaficznych, na których swistość wpływa różny typ skał macierzystych gleb zasiedlanych przez rojnika,

3) potencjału biotycznego populacji rojnika w różnych mikrosiedliskach.

W tym zakresie badania mogą stanowić podstawę oceny naturalnych zasobów *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim. Postawione kwestie można było rozwiązać na drodze szczegółowej, ekologicznej analizy porównawczej siedlisk i naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum*. Badania przeprowadzono w latach 1973-1976. Wszystkie prace kameralne wykonano w Zakładzie Ekologii i Ochrony Przyrody Uniwersytetu im. B. Bieruta we Wrocławiu.

2. METODY BADAŃ

2.1. WYBÓR STANOWISK I POPULACJI

Przy wyborze naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* do badań przyjęto kryterium dostatecznej obfitości roślin, zapewniającej swobodny dobór prób jednogatunkowych populacji, a więc tworzących wśród innych roślin zwarte, jednogatunkowe płaty. To kryterium spełniało 17 stanowisk rojnika pospolitego na Pogórzu Sudeckim (ryc. 1).

2.2. ANALIZY GLEBY

Na wszystkich stanowiskach pobrano próby glebowe z warstwy powierzchniowej, odpowiadającej poziomowi ryzosfery rojnika pospolitego, tj. z głębokości 5-10 cm. Pobierano po 3 próby na każdym stanowisku, w trzech kolejnych okresach wegetacyjnych. Zbadano: 1) wartość pH — potencjometrycznie w roztworze wodnym i w 1 n KCl; 2) zawartość węgla — metodą Tiürina (K o w a l i ń s k i i in. 1974); 3) zawartość azotu ogólnego — metodą Kiejdahla (L i t y ń s k i i in. 1962).

W wyciągu glebowym z roztworu Morgana oznaczono przyswajalną dla roślin zawartość: 1) wapnia i magnezu — metodą wersenianową (Barrous i Simpson 1962); 2) fosforu — kolorymetrycznie metodą molibdenianową (Babko i Pilipienko 1955); 3) potasu — fotometrycznie (Nowosielski 1968); 4) żelaza — kolorymetrycznie metodą z o-fenantroliną (Marczenko 1968); 5) glinu — metodą Crawlinga-Peecha (Marczenko 1968). Ponadto zanalizowano zależności między aktualnym pH gleby a ilością przyswajalnych dla roślin badanych pierwiastków.

2.3. ANALIZY SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH W ROŚLINACH

Zawartość N, P, K, Ca, Mg i Fe w roślinach *Sempervivum soboliferum* oznaczono tymi samymi metodami, którymi oznaczono zawartość tych pierwiastków w glebie. Materiał roślinny spopielało uprzednio na

Ryc. 1. Rozmieszczenie populacji *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim
 a — stanowiska badanych populacji *Sempervivum soboliferum*; nazwy miejscowości badanych stanowisk: 1 — Strzegom, na Górze Grzegorzowej; 2 i 3 — Jeżów Sudecki, wzgórza szybowiska; 4 — Bardo Śląskie, u podnóża Kalwarii; 5 — Sędziszów; 6 — Potoczek k. Międzyzlesia; 7 — Lubawka k. Kamiennej Góry, na Sępiku; 8, 9 i 10 — Bronówek k. Dobromierza; 11 — Sady Górne; 12 — Sobieszów, na Chojniku; 13 i 14 — Unisław Śląski; 15 — Mysłów k. Wojcieszowa; 16 i 17 — Wojcieszów, na Połomie; b — stanowiska podane przez E. Fieka (1881) i T. Schube (1903), na których nie odnaleziono *Sempervivum soboliferum*; c — główne drogi; d — ważniejsze miasta; e — granica państwa

Fig. 1. Distribution of *Sempervivum soboliferum* populations in Sudetic Foothills
 a — localities of examined populations of *Sempervivum soboliferum*: place-names of localities: 1 — Strzegom, 2 and 3 — Jeżów Sudecki, 4 — Bardo Śląskie, 5 — Sędziszów, 6 — Potoczek, 7 — Lubawka, 8, 9 and 10 — Bronówek, 11 — Sady Górne, 12 — Sobieszów, 13 and 14 — Unisław Śląski, 15 — Mysłów, 16 and 17 — Wojcieszów; b — localities reported by E. Fiek (1881) and T. Schube (1903), where *Sempervivum soboliferum* was not found; c — main roads; d — important towns; e — country border

sucho, a popiół rozpuszczano w 20% kwasie solnym. Do oznaczenia azotu materiał roślinny spopieliano na mokro w stężonym kwasie siarkowym (Mejbaum-Katzenellenbogen i Mochnacka 1968). Próby roślin do analiz chemicznych pobierano losowo ze wszystkich sta-

nowisk, we wrześniu, w trzech kolejnych okresach wegetacyjnych. Każdą próbę reprezentują 3 powtórzenia.

Ponadto zbadano zależności pomiędzy zawartością składników pokarmowych w roślinach a ich przyswajalną zawartością w glebie i odczynem gleby (pH aktualne).

2.4. POMIARY BIOMETRYCZNE

Zgodnie z Zubrzycką (1960) rośliny do analiz biometrycznych wybrano losowo. Każdą z 17 populacji ekologicznych w analizie reprezentuje 12 prób. Próby roślin badano dwukrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego, a mianowicie na przełomie czerwca-lipca (6 prób) i na przełomie września-października (6 prób). Badania wykonano w trzech kolejnych okresach wegetacyjnych. W pracy przedstawiono wyniki tylko z ostatniego okresu wegetacyjnego, ponieważ nie stwierdzono istotnych różnic w wynikach pomiarów roślin w poszczególnych okresach wegetacyjnych. Próby roślin badano z powierzchni 100 cm². Liczebność roślin na takiej powierzchni uznano za reprezentatywną dla dalszych badań statystycznych.

Zgodnie z Odumem (1963) w analizie populacji za najważniejsze uznano następujące cechy grupowe:

- 1) Zagęszczenie, tj. liczbę roślin przypadającą na jednostkę powierzchni, w naszym przypadku na 100 cm². Według Rabotnova (1964) tylko roślina posiadająca system korzeniowy i wykazująca związek z podłożem może być uznana za osobnika *sensu stricto*. W związku z tym analizowano zagęszczenie roślin zakorzenionych oraz zagęszczenie wszystkich roślin, a więc i roślin młodych niezakorzenionych, połączonych z roślinami macierzystymi stolonami.

- 2) Stopień pokrycia powierzchni przez rośliny, wyrażony stosunkiem sumy powierzchni rozet liściowych roślin do zajmowanej powierzchni (100 cm²). Stosunek ten wyraża względny stan skupienia roślin i jest wskaźnikiem struktury przestrzennej populacji.

- 3) Rozrodczość populacji w okresie wegetacyjnym określono na podstawie liczby roślin młodych niezakorzenionych, rozwijających się wegetatywnie w dwóch okresach, tj. na przełomie czerwca-lipca i września-października, a także na podstawie stosunku liczby roślin młodych niezakorzenionych do liczby zakorzenionych.

- 4) Rozkład wielkości roślin w populacji na podstawie średnicy rozet, w dużym stopniu odpowiadający rozkładowi wiekowemu, analizowano metodą szeregu rozdzielczego według Perkal'a (1958). W histogramach tego rozkładu podano na osi rzędnych procentową liczbę roślin, natomiast na osi odciętych — grupy szeregu przy stałym przedziale zmienności. Przy tym samym przedziale zmienności przedstawiono rozkład wielkości roślin dla ogółu badanych populacji rojnika pospolitego.

5) Potencjał biotyczny populacji określono na podstawie:

(a) Wzrostu liczby roślin w populacjach naturalnych i doświadczalnych w krótkim przedziale czasu, tj. w okresie wegetacyjnym, według wzoru podanego przez O d u m a (1977):

$$N_t = N_0 \cdot e^{rt},$$

gdzie: N_0 — liczebność początkowa,
 N_t — liczebność po upływie czasu t ,
 e — podstawa logarytmu naturalnego,
 r — współczynnik równania opisującego wzrost populacji.

Po zlogarytmowaniu obu stron tego równania jego postać wyraża się następująco:

$$\ln N_t = \ln N_0 + rt,$$

$$\text{zatem } r = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}$$

(b) Liczby roślin w stadium rozmnażania wegetatywnego.

(c) Liczby roślin rozmnażających się generatywnie (w stadium kwitnienia).

6) Biomase przypadającą na jednostkę powierzchni gleby, wyprodukowaną w danej fazie rozwoju populacji, wyrażono w g suchej masy na 100 cm². Biomase określono pod koniec okresu wegetacyjnego (28 IX-30 IX 1975).

7) Iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet liściowych (rzut na płaszczyznę) jako wskaźnik względnej zdolności produkcyjnej siedliska.

Ponadto zbadano:

8) Średnicę rozet liściowych w mm dla roślin zakorzenionych i młodych niezakorzenionych.

2.5. ANALIZA WZAJEMNYCH RELACJI CECH POPULACJI I CHARAKTERYSTYK GLEB

Poddano analizie wzajemne relacje między cechami populacji, a także relacje między cechami populacji a charakterystykami gleb.

2.6. DOŚWIADCZENIE

Doświadczenie założono 8 X 1973 r. dla zbadania wskaźnika optimum naturalnego wzrostu populacji (r) i wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska względem *Sempervivum soboliferum* w kontrolowanych warunkach. Ponadto chodziło o wyjaśnienie, czy rośliny z różnych siedlisk, które już w bezpośredniej obserwacji wykazywały różnice wielkości,

przeniesione do jednakowych warunków ekologicznych (doświadczenia) zachowają te różnice międzypopulacyjne, czy też upodobnią się do siebie. Celem więc było sprawdzenie, w jakim stopniu są one ekologicznie zróżnicowane.

Z 16 badanych stanowisk pobrano po 3 próby roślin niezakorzenionych, leżących obok roślin macierzystych. Wszystkie rośliny miały średnicę 10 mm. Przeniesiono je do ogrodu we Wrocławiu, do jednakowych warunków glebowych i mikroklimatycznych, na wyznaczone jednakowe powierzchnie (50×50 cm) zapewniające im swobodne rozmnażanie wegetatywne. Powierzchnie próbne rozmieszczono losowo zgodnie z metodą losowanych bloków. Na każdej powierzchni próbnej doświadczenia wysadzono równomiernie po 5 roślin. Każdą populację rojnika z naturalnych stanowisk reprezentowało zatem 15 roślin na 3 wybranych losowo powierzchniach próbnych. Rośliny te stanowiły początek populacji doświadczalnych rojnika. Numeracja populacji doświadczalnych odpowiada numeracji stanowisk i populacji naturalnych. W toku doświadczenia obserwowano pokrój i wielkość roślin, czas wytwarzania stolonów i młodych roślin w populacjach. Zwrócono również uwagę na anomalie rozwojowe. Pomiary biometryczne populacji doświadczalnych przeprowadzano kilkakrotnie w czasie trwania doświadczenia.

2.7. METODY STATYSTYCZNO-MATEMATYCZNE

W opracowaniu danych empirycznych stosowano następujące metody statystyczne: analizę rozkładu, analizę wariancji, korelację dwóch zmiennych i korelację wielokrotną. Przeprowadzając analizę statystyczną wykorzystano z maszyny cyfrowej.

Zmienność mikrosiedlisk i populacji pod względem rozpatrywanych czynników, takich jak zawartość poszczególnych pierwiastków w glebie i w roślinach oraz wybrane cechy populacji, zbadano metodą wariancji jednokierunkowej według modelu stałego (I), opisanego przez El and t (1964). Podano średnią, współczynnik alfa i najmniejszą istotną różnicę (NIR). Istotność zróżnicowania określono testem F Snedecora przy poziomie prawdopodobieństwa 0,05 (Scheffe 1959; Volk 1965), korzystając z tablic statystycznych Zielińskiego (1972). Dla cech ilościowych nie stanowiących zmiennych losowych przeprowadzono transformację wg Bliss'a oraz zweryfikowano hipotezę o normalności rozkładu testem χ^2 . Stopień powiązania między badanymi czynnikami zbadano wyznaczając współczynniki korelacji metodą macierzy wielokrotnej. Istotność korelacji określono porównując otrzymane współczynniki korelacji ze współczynnikami podanymi w tablicach statystycznych (Zieliński 1972), dla liczby stopni swobody $n-2$. W przypadku istotnego współczynnika korelacji i w przypadkach biologicznie uzasadnionych wyznaczono funkcję liniową lub kwadratową, a analizowane zależności liniowe i kwa-

dratowe przedstawiono wykresami. Istotność regresji określono za pomocą testu F Snedecora, a przedziały ufności współczynników regresji za pomocą testu t-Studenta. W przypadkach biologicznie uzasadnionych zbadano także zależności między jednym a kilkoma czynnikami metodą regresji liniowej wielokrotnej z wybraniem tylko kilku czynników badanych o najwyższych współczynnikach korelacji wielokrotnej. Dla tych czynników wyznaczono równanie prostej regresji wielokrotnej. Istotność regresji wielokrotnej określono za pomocą testu F Snedecora, a przedziały ufności współczynników regresji za pomocą testu t-Studenta (sposób wyznaczania współczynników korelacji wielokrotnej, oraz testowanie istotności podaje Rao 1965).

Podobieństwa między stanowiskami *Sempervivum soboliferum* pod względem charakterystyk gleb i cech populacji (grupowe i osobnicze), dla populacji w okresie lata i jesieni, wyliczono metodą taksonomii wrocławskiej tj. dendrytową (Perkal 1958), przeprowadzając normalizację cech i wyliczając odległości między kolejnymi stanowiskami dla charakterystyk gleb i cech populacji. Na podstawie najmniejszych różnic (odległości) wykreślono dendryty.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

3.1. CHARAKTERYSTYKA MIKROSIEDLISK *SEMPERVIVUM SOBOLIFERUM*

3.1.1. KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA FLORYSTYCZNA

Badane populacje rojnika pospolitego zajmują strome zbocza i półki skalne silnie nagrzane o wystawie południowej. Pokrywa je w małym stopniu roślinność naskalnej murawy. Występują 33 gatunki roślin zielnych i krzewinek oraz 12 gatunków mchów i wątrobowców (tab. 1).

3.1.2. PODŁOŻE SKALNE

Podłoże skalne, na jakim występuje *Sempervivum soboliferum* jest bardzo zróżnicowane. Stanowią je skały różnego pochodzenia i o różnym składzie mineralogicznym; osadowe wapienie i zlepieńce z facji kulmu, magmowe wylewne bazalty i porfiry ortoklazowe, magmowy głębinowy granit oraz metamorficzne łupki zieleńcowe, szarogłazy i gnejsy. Większość tych skał ma charakter bezwęglanowy. Ich skład elementarny przedstawia tabela 2. Różnią się one barwą, strukturą i teksturą. Procesy ich wietrzenia przebiegają różnie. Najtrudniej i najwolniej wietrzeją najtwardsze wśród wymienionych skał — bazalty, toteż ich zwietrzelina najdobitniej odzwierciedla skład elementarny skały litej, w przeciwieństwie do łatwo wietrzących łupków zieleńcowych, których gleby zwietrzelinowe w małym stopniu odzwierciedlają ilościowo skład elementarny litej skały. Wapienie ulegają szybkim procesom wietrzenia, w pierwszej

Tabela 1 — Table 1

Gatunki towarzyszące *Sempervivum soboliferum*Accompanying species of *Sempervivum soboliferum* Sims

Gatunek rośliny Plant species	Stanowisko — Locality																	Razem Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
<i>Sedum acre</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				12	
<i>Thymus pulegioides</i> L.	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+			+			11	
<i>Hieracium pilosella</i> L.	+	+				+		+	+	+	+				+		+	10	
<i>Potentilla arenaria</i> Borkh.	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+					10	
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. B.								+	+	+	+			+				6	
<i>Festuca ovina</i> L.		+	+				+	+				+						6	
<i>Sedum maximum</i> Sut.	+			+	+	+	+	+		+								6	
<i>Achillea millefolium</i> L.											+	+		+				4	
<i>Festuca pratensis</i> Huds.				+				+		+					+			4	
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.												+	+	+	+		+	4	
<i>Nardus stricta</i> L.				+		+									+			3	
<i>Thymus serpyllum</i> L.											+					+		3	
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. B.								+		+	+							2	
<i>Asperula odorata</i> L.								+										2	
<i>Campanula rapunculoides</i> L.			+											+				2	
<i>Cerastium arvense</i> L.				+							+							2	
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.													+		+			2	
<i>Festuca vulgaris</i> (Koch) Hay.								+	+	+			+					2	
<i>Fragaria vesca</i> L.								+	+				+					2	
<i>Galium aparine</i> L.								+	+				+					2	
<i>Hypericum perforatum</i> L.					+								+					2	
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.												+	+	+				2	
<i>Poa pratensis</i> L.			+					+										2	
<i>Sedum spurium</i> M. B.		+						+										2	
<i>Dactylis glomerata</i> L.																		1	
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.							+								+			1	

fazie tego procesu podlegają ługowaniu ze skały węglany, czemu towarzyszy nagromadzenie się krzemianów. Jednakże ich zwietrzelina i tak wyróżnia się największą ilością wapnia i magnezu, a zatem odzwierciedla ilościowo skład elementarny litej, krystalicznej w naszym przypadku skały wapiennej.

Specyfika mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* wyraża się również w składzie chemicznym podłoża skalnego. Wapienie wyróżniają się największą zawartością wapnia, a najmniejszą krzemionki, glinu, żelaza, potasu i sodu, łupki — największą zawartością glinu i sodu, bazalt — największą zawartością magnezu, fosforu i żelaza, natomiast porfir ortoklazowy — największą zawartością potasu, stosunkowo dużą zawartością tego pierwiastka charakteryzuje się gnejs.

3.1.3. WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

Na wszystkich stanowiskach *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim gleby mają charakter początkowego stadium rozwojowego o niewykształconym profilu. Są to gleby skaliste lub szkieletowe z dużą zawartością odłamków skalnych. Na podstawie składu mechanicznego można je określić jako gleby piaszczyste, gliniaste i pyłowe.

Odczyn badanych gleb z powierzchni próbných wynosi od 4,29 do 7,44 pH (tab. 3). Według przyjętej w Polsce klasyfikacji gleb pod względem odczynu (M u s i e r o w i c z 1968) badane gleby można określić jako:

- bardzo silnie kwaśne na podłożu gnejsów (stanowisko 6) i porfiru ortoklazowego (stanowisko 7),
- kwaśne na podłożu bazaltów, szarogłazów, zlepieńców i łupków zieleńcowych (1, 4, 5, 8, 9, 10 i 11),
- lekko kwaśne na podłożu łupków zieleńcowych (2 i 3), granitu i łupków z facji czerwonego spągowca (12 i 14),
- obojętne na podłożu wapieni (15),
- zasadowe na podłożu łupków i wapieni krystalicznych (13, 16 i 17).

Gleby te charakteryzuje stosunkowo duża zawartość substancji organicznych, czego wyrazem jest zawartość w nich węgla od 6,60 do 32,70 % (tab. 3). Dużą część substancji organicznej stanowią w tych glebach szczątki roślinne w małym stopniu rozłożone. W okresie suszy substancje organiczne mają charakter pyłowy. Pod tym względem gleby z różnych siedlisk nie różnią się istotnie, aczkolwiek większą zawartością substancji organicznych wyróżniają się gleby ze stanowisk 4, 7 i 14, a najmniejszą — ze stanowisk 1, 2 i 11.

Gleby z mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje duża, lecz zmienna zawartość azotu ogólnego, co pozostaje w związku z dużą zawartością w nich substancji organicznych (tab. 3). Najuboższa w azot jest gleba ze stanowiska 1, a najbogatsza ze stanowiska 7. Względnie dużą zawartość azotu ogólnego, powyżej 1,5%, stwierdzono w glebie ze stanowisk 3, 4, 9, 15 i 16.

Tabela 3 — Table 3

Charakterystyki chemiczne gleby z siedlisk *Sempervivum soboliferum*
 Chemical characteristics of soil in habitats of *Sempervivum soboliferum*

Stanowisko Locality	pH w		%C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ca:Mg
	H ₂ O	KCl									
1	4,95	3,98	9,00	700	36,08	27,06	400,80	143,49	0,35	1,05	2,79
2	6,35	5,98	10,56	945	43,12	37,88	809,62	147,38	0,40	0,43	5,49
3	5,59	5,04	15,36	1554	45,76	72,57	779,96	174,62	0,73	0,70	4,47
4	4,64	3,82	27,45	1757	30,36	39,36	496,99	131,33	1,04	1,30	3,78
5	4,85	4,39	15,12	1309	28,16	20,91	525,05	134,25	1,00	1,23	3,91
6	4,40	3,49	12,96	1225	19,80	18,04	436,87	68,10	1,00	1,73	6,42
7	4,29	3,43	32,70	2076	36,52	36,49	521,04	130,36	1,43	1,25	4,00
8	5,09	4,23	12,12	987	39,60	30,34	721,44	172,19	0,65	0,78	4,19
9	4,56	3,90	18,00	1582	39,16	49,20	621,24	183,37	0,80	1,00	3,39
10	4,57	3,75	12,72	1008	35,64	37,72	516,23	146,89	0,65	0,93	3,51
11	4,71	3,76	6,60	1043	37,84	25,01	511,42	125,01	1,00	0,98	4,09
12	5,65	4,92	15,12	1253	40,92	23,78	618,94	102,63	0,35	0,93	6,03
13	7,25	6,69	13,56	861	40,48	34,44	1546,29	148,84	0,43	0,08	10,39
14	5,75	5,23	23,70	1078	38,28	38,13	783,16	164,40	0,45	0,98	4,76
15	6,96	6,84	16,98	1330	8,80	27,88	2521,82	136,19	0,65	0,25	18,52
16	7,44	7,09	14,28	1519	5,28	47,56	3940,26	138,62	0,60	0,15	28,42
17	7,33	7,05	14,16	1491	5,72	35,67	3503,58	126,46	0,53	0,18	27,71
Średnia — Mean	5,57	4,92	15,90	1283,6	31,26	35,41	1132,62	139,63	0,71	0,82	8,34
Test											
Snedecora	3,95	3,87	0,78	0,73	2,73	0,86	3,30	1,13	2,95	2,52	3,10
Snedecor	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Test											
Zmienność między siedliskami	xxx	xxx			xx		xx		xx	x	xx
Variability in the habitats											
Alfa	0,00	0,00	0,69	0,74	0,01	0,62	0,00	0,37	0,00	0,01	0,00
NIR — LSD	1,31	1,58	11,34	622,90	17,51	21,99	1384,17	44,74	0,39	0,63	10,59

Zawartość fosforu przyswajalnego dla roślin w badanych glebach wynosi od 5,28 do 45,76 mg P/100 g p.s.m. gleby, co stanowi od 12,09 do 104,79 mg P_2O_5 /100 g p.s.m. gleby. Najwyższą zawartość fosforu przyswajalnego stwierdzono w glebie ze stanowiska 3, a najniższą ze stanowiska 16.

Zawartość potasu przyswajalnego dla roślin w badanych glebach wynosi od 18,04 do 72,57 mg K/100 g p.s.m. gleby, co stanowi od 21,65 do 87,08 mg K_2O /100 g p.s.m. gleby. Największą zawartość potasu przyswajalnego stwierdzono w glebie ze stanowiska 3, a najmniejszą ze stanowiska 6. Pod względem zawartości przyswajalnego dla roślin potasu w glebie badane stanowiska *Sempervivum soboliferum* nie różnią się istotnie.

Biorąc pod uwagę stan dyspersji i odczyn badanych gleb ze stanowisk *Sempervivum soboliferum* przy porównywaniu zawartości w nich przyswajalnego fosforu i potasu do zawartości tych pierwiastków w glebach bielicowych, według liczb granicznych Egnera-Riehma (Musierowicz 1958), można stwierdzić, iż badane gleby charakteryzuje dobra zasobność w fosfor i potas (zawierają one we wszystkich przypadkach więcej od 10 mg P_2O_5 i 20,0 mg K_2O w 100 g p.s.m. gleby).

Pod względem zawartości wapnia badane stanowiska wykazują istotną zmienność. Zawartość wapnia przyswajalnego wynosi od 400,80 do 3940,26 mg Ca/100 g p.s.m. gleby. Najbogatsza w przyswajalny wapń jest gleba z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17) i z podłoża facji czerwonego spągowca (stanowisko 13). Najuboższa w przyswajalny wapń jest gleba z podłoża bazaltów (stanowisko 1), gnejsów (stanowisko 6) i z szarogłazów (stanowisko 4).

Zawartość magnezu przyswajalnego w badanych glebach wynosi od 68,10 do 183,37 mgMg/100 g p.s.m. gleby. Największą zawartością przyswajalnego magnezu wyróżnia się gleba z podłoża łupków zielenicowych w Bronówku (stanowisko 9), a najmniejszą gleba z podłoża gnejsów w Potoczku (stanowisko 6).

Stosunek ilości przyswajalnego wapnia do magnezu w badanych glebach wynosi od 2,79 do 28,42. Pod tym względem stanowiska różnią się między sobą istotnie. Stwierdzono zależność między wartością stosunku przyswajalnego wapnia do przyswajalnego magnezu w badanych glebach od wartości pH gleby (ryc. 2A).

Zawartość żelaza przyswajalnego wynosi od 0,35 do 1,43 mg Fe/100 g p.s.m. gleby. Największą zawartością żelaza przyswajalnego wyróżnia się gleba ze stanowiska 7, najmniejszą ze stanowiska 1. Stwierdzono korelację między zawartością przyswajalnego żelaza w badanych glebach a ich odczynem (pH) (ryc. 2B).

Zawartość przyswajalnego glinu w badanych glebach wynosi od 0,08 do 1,73 mg Al/100 g p.s.m. gleby. Stanowiska różnią się między sobą ilością przyswajalnego glinu w glebie. Największą ilość glinu stwierdzono

Tabela 2 — Table 2

Elementarny skład podłoża skalnego stanowisk *Sempervivum soboliferum*
 Elementary components of bed-rock locality of *Sempervivum soboliferum*

Stanowisko — Locality			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	Inne — Other	Autor — Author
Nr No	Miejscowość Place	Podłoże skalne Bed-rock															
1	Strzegom	bazalt — basalt	43,49	2,35	11,94	4,25	9,78	—	11,64	9,93	2,96	1,11	1,36			S = 0,05	Kuhn, Zimmerman 1986 Pendias, Maciejewski 1959 Pendias, Łydka 1963
2, 3	Jeżów Sudecki	łupek zieleńcowy — verdant slate	47,58	3,05	20,04	9,87	4,11	0,08	2,44	1,54	4,20	0,96	0,34	5,07	1,33	CO ₂ ślady	
4	Bardo Śląskie	szarogłaz — greywacke	74,63	0,25	11,88	2,16	2,33	0,03	1,54	0,73	2,99	2,05	0,08	—	0,26	S = 0,11	
5	Sędziszów	zlepienieć z facji kulmu — conglomerate of facies culm														str. praż. 1,64	
6	Potoczek	gnejs — gneiss	70,40	0,52	14,42	0,31	2,58	ślady	0,95	1,70	4,21	5,23	ślady	—	0,42		
7	Lubawka	porfir ortoklazowy — porphyry orthoclase	69,98	ślady	14,52	2,35	0,90	—	0,52	0,11	1,93	7,80	ślady	1,68	—	SO ₃ = 0,06	Juskowiak 1955
8, 9, 10	Bronówek	łupek zieleńcowy — verdant slate	57,02	1,75	17,83	2,84	4,92	—	1,99	3,68	5,15	2,40	0,51	1,50	0,26		Eyme, Kordymowicz 1935
11	Sady Górne	łupek zieleńcowy — verdant slate	57,02	1,75	17,83	2,84	4,92	—	1,99	3,68	5,15	2,40	0,51	1,50	0,26		Pendias 1965
12	Góra Chojnik k/Sobieszowa	granit karkonoski — Karkonosze granite	72,00	0,42	14,10	2,50	—	—	0,90	2,05	3,70	4,10	—	—	—		Pendias 1965
13, 14,	Unisław Śląski	łupek z facji czerwonego spągowca — slate of facies of new red sandstone															Żaboklicka, Młynarska 1962
15	Mysłów k/Wojcieszowa	wapień — limestone	2,20	—	—	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MgCO ₃ = 22,60 CaCO ₃ = 74,70	Zimmerman, Berg 1941
16, 17	Wojcieszów (Góra Połom)	wapień — limestone	1,40	—	0,43	0,20	—	—	2,82	50,94	0,18	0,10	—	0,42	—	CO ₂ = 42,53 cz. nierozp. 1,54	Zimmerman, Berg 1941

ślady — trace, str. praż. — burnt precipitate, cz. nierozp. — insoluble parts.

Ryc. 2. Zależności między zawartością pierwiastków w glebie (w mg/100 g. p.s.m. gleby) a pH gleby

A — Zależność zawartości stosunku wapnia do magnezu w glebie od pH gleby. B — Zależność zawartości żelaza przyswajalnego w glebie od pH gleby. C — Zależność zawartości glinu przyswajalnego w glebie od pH gleby

Fig. 2. Relations between elements content in soil (in mg/100 g air-dry soil) and soil pH

A — Relation between calcium and magnesium contents in soil and soil pH. B — Relation between assimilable iron content in soil and soil pH. C — Relation between assimilable aluminium content in soil and soil pH

w glebie z podłoża gnejsów (stanowisko 6), a najmniejszą w glebie z podłoża łupków z facji czerwonego spągowca (stanowisko 13). Stwierdzono ujemną korelację między zawartością przyswajalnego glinu w badanych glebach a ich odczynem (ryc. 2C).

Dendryt (ryc. 3A) przedstawia wzajemne podobieństwo siedlisk pod względem wszystkich badanych charakterystyk chemicznych gleby. Skrajne położenie, lecz bliskie sobie, mają stanowiska z glebą na podłożu wapieni (15, 16 i 17), a także szarogłazów (4) i porfirów (7). Na uwagę za-

Ryc. 3. Dendryty mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* z Pogórza Sudeckiego
 A — Podobieństwo mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* na podstawie charakterystyk chemicznych gleby. B — Podobieństwo mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* na podstawie ilości przyswajalnych makroelementów w glebie i jej pH

Fig. 3. Dendrites of *Sempervivum soboliferum* microhabitats in Sudetic Foothills
 A — Similarity of *Sempervivum soboliferum* microhabitats on the basis of chemical characteristics of soil. B — Similarity of *Sempervivum soboliferum* microhabitats on the basis of amounts of assimilable macroelements in soil and its pH

sługują stanowiska z podłoża łupków zielencowych (2 i 3), łupków facji czerwonego spągowca (13) i gnejsów (6), będące bocznymi odgałęzieniami dendrytu, a odbiegające znacznie pod względem charakterystyk gleby od pozostałych stanowisk.

Dendryt (ryc. 3B) przedstawia podobieństwo siedlisk tylko pod wzglę-

Tabela 4 — Table 4

Zawartość składników pokarmowych w roślinach

Content of nutritive components in plants

Stanowisko Locality	% popiołu % of ash	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Na
zawartości w mg/100 g s.m. roślin content in mg/100 g dry weight of plants								
1	24,54	1953,0	176,0	3772,0	3276,54	1295,04	98,5	231,88
2	27,46	1291,5	165,0	2050,0	6282,54	899,84	167,5	247,33
3	23,95	1708,0	209,0	2972,5	4969,92	936,32	90,00	343,18
4	19,55	2168,0	209,0	3075,0	3406,80	1124,80	64,0	241,15
5	24,16	1127,0	143,0	2624,0	4959,90	729,60	230,0	315,35
6	16,73	945,0	110,0	2029,5	3296,58	1282,88	53,0	231,88
7	18,06	2177,0	214,5	2050,0	3517,02	918,08	25,0	231,88
8	24,35	1456,0	154,0	2091,0	5761,50	1185,60	146,0	398,83
9	23,82	1449,0	165,0	2706,0	4488,96	1076,16	75,0	283,82
10	21,68	1477,0	187,0	2870,0	4188,36	1471,36	167,5	265,27
11	19,47	1281,0	122,1	2316,5	3767,52	814,72	117,5	278,25
12	24,01	1155,0	121,0	2009,0	6062,10	820,80	67,0	510,13
13	23,98	805,0	165,0	1476,0	6763,50	699,20	47,5	278,25
14	26,52	854,0	110,0	1640,0	6382,74	565,44	55,5	231,88
15	26,15	1209,6	132,0	1127,5	7034,04	869,44	71,0	281,96
16	27,89	1414,0	159,5	1742,5	7454,88	796,48	67,0	324,63
17	21,81	1400,0	134,2	1312,0	6312,60	729,60	67,0	241,15
Średnia — Mean	23,18	1404,12	157,43	2228,09	5172,09	953,84	94,65	290,40
Test		1,18	0,97	1,95	2,22	1,41	0,58	0,52
Snedecora								
F _{calc.}								
Snedecor								
F _{tab.}								
Test								
Zmienność między stano- wiskami					x			
Variability in the locality								
Alfa		0,34	0,51	0,05	0,03	0,20	0,87	0,92
NIR — LSD		659,08	56,74	1012,95	2007,00	386,18	96,78	133,12

dem zawartości przyswajalnych ilości pierwiastków w glebie i pod względem jej odczynu. I w tym dendrycie wyróżnia się grupę stanowisk z podłoża wapieni (15, 16 i 17) oraz ekstremalne w dendrycie stanowisko 6 z podłoża gnejsów i 3 stanowisko z podłoża łupków zieleńcowych. Duże podobieństwo zaznacza się między stanowiskiem 4 i 7, oraz między stanowiskami 15, 16 i 17 w obu dendrytach.

3.2. SKŁADNIKI POKARMOWE W ROŚLINACH

Zawartość popiołu i makroelementów w roślinach *Sempervivum soboliferum* z badanych stanowisk przedstawia tabela 4.

Ilość poszczególnych składników mineralnych odpowiada wartościom podanym dla wielu gatunków roślin przez Czapka (1920) i Baumeistera (1958). Godna podkreślenia jest stosunkowo wysoka zawartość żelaza i magnezu oraz względnie duża zawartość sodu w roślinach *Sempervivum soboliferum* z Pogórza Sudeckiego.

3.3. SKŁADNIKI POKARMOWE W ROŚLINACH A WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

Stwierdzono dodatnią zależność między zawartością azotu w roślinach a całkowitą zawartością tego pierwiastka w glebie (ryc. 4) oraz istotną zależność, wyrażoną funkcją kwadratową, między zawartością wapnia w roślinach a zawartością wapnia przyswajalnego w glebie (ryc. 5).

Stwierdzono także zależności między zawartością pierwiastków w roślinach a wartością pH gleby:

- ujemną dla potasu i magnezu (ryc. 6A, B);
- dodatnią dla wapnia (ryc. 6C).

Nie stwierdzono natomiast istotnych zależności między zawartością fosforu, potasu i magnezu w roślinach *Sempervivum soboliferum* a ich przyswajalną ilością w glebie.

3.4. CHARAKTERYSTYKA POPULACJI

3.4.1. ŚREDNICA ROZET

Średnica rozet liściowych roślin zakorzenionych w badanych populacjach *Sempervivum soboliferum* wynosi od 11,63 do 27,77 mm latem, a jesienią od 9,82 do 20,37 mm. Wartości te są mniejsze od przeciętnej średnicy rozet 25 do 40 mm podanej dla tego gatunku przez Hegiego (1961) i Pawłowską (1955). Populacje różnią się między sobą pod względem średnicy rozet roślin zakorzenionych zarówno w lecie jak i na jesieni (tab. 5).

Populacja z podłoża szarogłazów (stanowisko 4) wyróżnia się w okresie letnim i jesiennym roślinami zakorzenionymi o największej średnicy

Ryc. 4. Zależność między zawartością azotu w roślinach (y — w mg/100 g s.m. roślin) a zawartością azotu w glebie (x — w mg/100 g p.s.m. gleby)

Fig. 4. Relation between nitrogen content in plants (y — in mg/100 g dry weight of plants) and nitrogen content in soil (x — in mg/100 g air-dry soil)

Ryc. 5. Zależność między zawartością wapnia w roślinach (y — w mg/100 g s.m. roślin) a zawartością wapnia przyswajalnego w glebie (x — w mg/100 g p.s.m. gleby)

Fig. 4. Relation between nitrogen content in plants (y — in mg/100 g dry weight of plants) and nitrogen content in soil (x — in mg/100 g air-dry soil)

rozet. W okresie letnim najmniejsza średnica rozet zakorzenionych charakteryzuje rośliny z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17). Populacje te również jesienią charakteryzuje bardzo mała średnica rozet roślin zakorzenionych, aczkolwiek najmniejszą średnicę rozet roślin zakorzenionych stwierdzono w populacji z podłoża zlepieńców (stanowisko 5).

Średnica rozet roślin młodych niezakorzenionych w badanych populacjach wynosi od 2,95 do 7,90 mm latem, a jesienią od 3,61 do 6,46 mm. Populacje różnią się między sobą pod względem średnicy rozet roślin

Ryc. 6. Zależności między zawartością pierwiastków w roślinach (w mg/100 g s.m. roślin) a pH gleby

A — Zależność między zawartością potasu w roślinach a pH gleby. B — Zależność między zawartością magnezu w roślinach a pH gleby. C — Zależność między zawartością wapnia w roślinach a pH gleby

Fig. 6. Relations between elements content in plants (in mg/100 g dry weight of plants) and soil pH

A — Relation between potassium content in plants and soil pH. B — Relation between magnesium content in plants and soil pH. C — Relation between calcium content in plants and soil pH

młodych niezakorzenionych zarówno latem jak i jesienią. Populacje z podłoża łupków zielencowych (stanowiska 8, 9 i 11) wyróżniają się latem roślinami o największej średnicy rozet. Natomiast najmniejszą średnicę rozet stwierdzono w populacji z podłoża łupków zielencowych w Jezowie Sudeckim (stanowisko 2). Podkreślić należy względnie małą średnicę rozet roślin młodych niezakorzenionych z podłoża wapieni (sta-

Tabela 5 — Table 5

Średnica rozet liściowych ekologicznych populacji *Sempervivum soboliferum*
 Leaf rosettes diameter of ecological populations of *Sempervivum soboliferum*

Stanowisko — Locality	Średnica rozet liściowych w mm — Leaf rosettes diameter in mm					
	roślin zakorzenionych rooted plants		roślin młodych niezakorzenionych new, not rooted plants		roślin wszystkich all plants	
	A	B	A	B	A	B
1	17,48	15,93	5,72	4,87	13,41	14,26
2	14,17	11,75	2,95	4,38	10,53	10,52
3	22,85	17,75	6,75	5,73	15,98	16,07
4	24,77	20,37	5,08	4,94	13,89	18,45
5	16,66	9,82	4,29	3,61	13,31	9,24
6	18,12	12,18	6,61	3,92	15,63	11,98
7	16,52	19,38	6,29	6,46	15,32	18,34
8	17,08	19,20	6,07	5,32	13,24	18,08
9	20,11	18,98	7,29	5,30	14,36	17,38
10	22,90	14,55	7,90	4,44	18,13	14,47
11	21,20	13,29	6,74	4,29	13,75	13,06
12	20,21	12,34	7,84	4,95	14,78	11,95
13	22,40	14,91	7,13	5,01	15,44	13,83
14	14,22	15,02	5,78	4,79	13,35	13,95
15	12,91	11,24	3,67	4,19	10,20	10,95
16	11,63	11,68	3,42	4,55	9,44	11,39
17	12,43	10,55	3,26	4,35	10,57	10,32
Średnia — Mean	17,98	14,64	5,68	4,77	13,66	13,78
Test Snedecora	9999,99	9999,99	9999,99	2264,68	9999,99	9999,99
Snedecor Test	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Zmienność między stanowiskami Variability in the locality	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Alfa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NIR — LSD	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03

A — populacja w okresie lata — population in summer B — populacja w okresie jesieni — population in autumn

nowiska 15, 16 i 17). Jesienią największymi rozetami wyróżnia się populacja z podłoża porfirów ortoklazowych (stanowisko 7), a najmniejszymi populacje z podłoża zlepieńców (stanowisko 5).

Średnia średnica rozet wszystkich roślin, tj. łącznie roślin zakorzenionych i młodych niezakorzenionych, w badanych populacjach wynosi latem od 9,44 do 18,13 mm, a jesienią od 9,24 do 18,49 mm (tab. 5). Populacje różnią się między sobą pod względem tej cechy zarówno latem jak i jesienią. Latem populacje z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17) wyróżniają się roślinami o najmniejszej średnicy rozet liściowych, natomiast roślinami o największej średnicy wyróżnia się populacja z podłoża łupków zieleńcowych (stanowisko 10). Jesienią największymi rozetami liściowymi odznacza się populacja z podłoża szarogłazów (stanowisko 4), a najmniejszymi populacja z podłoża zlepieńców (stanowisko 5). Podkreślić należy, że populacje z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17) jesienią również charakteryzują rośliny o bardzo małej średnicy rozet, aczkolwiek nie najmniejszej. Względnie dużą, aczkolwiek nie największą średnicę rozet liściowych mają rośliny populacji z podłoża porfirów ortoklazowych (stanowisko 7) i łupków zieleńcowych (stanowisko 8).

3.4.2. CECHY STRUKTURY POPULACJI

Zagęszczenie ekologicznych populacji *Sempervivum soboliferum* wynosi od 28,38 do 68,85 roślin/100 cm² latem i od 27,19 do 103,42 roślin/100 cm² jesienią (tab. 6). Badane populacje różnią się między sobą istotnie zagęszczeniem zarówno latem jak i jesienią. Populacje o największym zagęszczeniu latem występują na podłożu wapieni (stanowiska 15, 16 i 17), a o najmniejszym zagęszczeniu latem na podłożu gnejsów (stanowisko 6). Jesienią najmniejsze zagęszczenie charakteryzuje populację z podłoża szarogłazów (stanowisko 4), a największe z podłoża łupków zieleńcowych (stanowisko 2). Pod koniec okresu wegetacyjnego względnie duże zagęszczenie zachowują również populacje z podłoża gnejsów (stanowisko 6), granitów (stanowisko 12) i wapieni (stanowiska 15, 16 i 17). Populacje ze stanowisk 4, 7, 8, 14 i 16 w okresie od czerwca do października zmniejszyły swe zagęszczenie, jednak pozostała większość populacji rojnika zwiększyła swe zagęszczenie.

W badanych populacjach zagęszczenie roślin zakorzenionych wynosi od 19,18 do 54,77 roślin/100 cm² latem, a od 24,48 do 89,22 roślin/100 cm² jesienią (tab. 6). Latem największe zagęszczenie roślin zakorzenionych charakteryzuje populacje z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17), a najmniejsze z podłoża szarogłazów (stanowisko 4). Populację z podłoża szarogłazów charakteryzuje również najmniejsze zagęszczenie jesienią. Względnie małe zagęszczenie charakteryzuje populacje z podłoża łupków zieleńcowych (stanowiska 3, 9 i 10) oraz z łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 13). Największym zagęszczeniem jesienią wyróżnia się

Tabela 6 — Table 6

Cechy populacyjne ekologicznych populacji *Sempervivum soboliferum* Sims
Population features of ecological populations of *Sempervivum soboliferum* Sims

Stanowisko — Locality	Zagęszczenie Density		Stopień pokrycia po- wierzchni Extent of ground covering	Stopień pokrycia po- wierzchni przez rośliny za- korzenione Extent of ground covering by rooted plants	% udział roślin młodych niezakorzenionych % of new not rooted plants	% udział roślin zakorze- nionych rozmnażających się wegetatywnie % rooted plants repro- duction in vegetative way	Stosunek liczby roś- lin młodych nieza- korzenionych do liczby roślin zako- rzenionych Number of not rooted plants to number of rooted plants	Biomasa Sucha masa Dry weight g/100 cm ² g/100 cm ²	Iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet wszystkich roślin Product of density and of mean plane of rosettes for all plants	Iloczyn zagęszczenia po- pulacji i średniej powierzch- ni rozet roślin zakorze- nionych Product of density and of mean plane of rosettes for rooted plants
	liczba roślin/100 cm ² number of plants/100 cm ²	liczba roślin zakorzenio- nych/100 cm ² number of rooted plants/100 cm ²								
1	A 43,43 B 51,55	A 27,27 B 42,78	A 1,15 B 1,12	A 0,65 B 0,85	A 37,21 B 17,00	A 22,66 B 13,96	A 0,50 B 0,20	4,81	A 11532,40 B 11229,14	A 6540,98 B 8522,20
2	54,86 103,42	37,01 85,84	0,90 1,28	0,58 0,93	32,54 16,99	13,30 9,14	0,48 0,20	2,64	9021,73 12766,16	5833,52 9303,34
3	36,93 55,27	20,36 46,61	1,65 1,51	0,83 1,51	44,86 15,27	24,34 5,25	0,81 0,18	3,02	16457,48 15093,68	8344,95 11527,58
4	41,06 27,19	19,18 24,48	2,06 0,94	0,92 0,80	53,28 10,00	34,39 10,81	1,14 0,11	2,35	20608,01 9367,56	9237,85 7973,87
5	49,35 98,31	35,92 89,22	1,15 0,84	0,78 0,68	27,20 9,24	11,80 5,41	0,43 0,10	3,24	11465,48 8447,78	7826,25 6753,95
6	28,38 42,62	23,50 41,49	0,83 0,55	0,61 0,48	17,18 2,66	12,86 2,06	0,30 0,03	3,17	8288,09 5477,52	6056,89 4831,93
7	34,79 29,02	29,03 26,12	0,85 0,95	0,62 0,77	18,54 10,00	12,03 10,05	0,22 0,11	2,39	8533,99 9506,11	6219,39 7700,96
8	39,66 36,49	26,76 34,03	1,02 1,14	0,61 0,98	32,52 6,76	17,06 4,95	0,48 0,09	4,08	10229,50 11370,28	6128,31 9847,60
9	40,38 37,74	19,30 32,77	1,45 1,15	0,61 0,93	52,21 13,18	24,87 6,57	1,09 0,14	3,66	14503,69 11504,66	6127,00 9267,03
10	29,50 40,50	20,77 42,88	1,36 0,74	0,86 0,71	29,81 1,10	21,87 1,10	0,42 0,01	2,04	13589,17 7357,63	8550,18 7126,23
11	41,41 56,74	22,16 55,28	1,61 0,76	0,78 0,77	46,48 2,57	30,37 2,14	0,87 0,04	5,32	16085,54 7552,09	7818,27 7664,57
12	42,93 74,26	26,69 70,68	1,58 1,03	0,86 0,84	37,83 4,81	20,12 3,37	0,54 0,05	3,38	15826,02 10305,06	8557,61 8449,09
13	37,42 48,17	21,00 42,96	1,62 0,94	0,83 0,75	43,88 10,81	32,15 5,22	0,93 0,12	5,86	16232,42 9355,09	8271,48 7496,95
14	49,38 49,03	41,52 44,23	0,91 0,96	0,66 0,78	15,93 9,79	8,30 5,32	0,19 0,11	5,44	9133,32 9566,24	6590,47 7833,13
15	66,24 70,43	46,85 67,39	0,94 0,80	0,61 0,67	29,27 4,31	13,28 2,94	0,41 0,05	6,59	9366,34 7955,77	6129,38 6683,74
16	68,85 63,59	50,97 61,23	0,79 0,79	0,54 0,66	25,96 3,73	11,88 2,89	0,35 0,04	4,44	7942,54 7843,19	5411,99 6565,69
17	68,50 75,43	54,77 72,70	0,86 0,77	0,66 0,64	20,05 3,62	9,22 2,95	0,25 0,04	3,05	8879,65 7710,45	6643,05 6351,80
Średnia — Mean	45,47 56,46	30,87 51,81	1,22 0,96	0,71 0,79	33,22 8,34	18,89 5,54	0,55 0,09	3,84	12218,02 9554,06	7075,74 7876,45
Test Snedecora	Fobl. — Fcalc.	9999,99 9999,99	848,11 9999,99	1287,06 522,98	130,04 251,64	9999,99 9999,99	2441,96 9999,99	781,24 38,20	9999,99 9999,99	9999,99 9999,99
Snedecor Test	Ftab. — Ftab.	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75	1,75 1,75
Zmienność między stanowiskami Variability in the locality	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx	xxx xxx
Alfa	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
NIR — LSD	0,43 0,04	1,17 0,04	0,03 0,03	0,03 0,03	0,04 0,04	0,48 0,04	0,03 0,03	2,82 2,15	2,42 1,86	2,42 1,86

A — populacja w okresie lata — population in summer
B — populacja w okresie jesieni — population in autumn

populacja z podłoża zlepieńców (stanowisko 5). Względnie duże zagęszczenie występuje jesienią w populacji z podłoża łupków zielenkowych (stanowisko 2), granitów (stanowisko 12) i wapieni (stanowiska 15, 16 i 17). W okresie od czerwca do października populacje rojnika pospolitego zwiększyły zagęszczenie roślin zakorzenionych, z wyjątkiem populacji z podłoża porfirów (stanowisko 7).

Stwierdzono dodatnią korelację między zagęszczeniem populacji *Sempervivum soboliferum* a liczbą roślin zakorzenionych w populacjach (ryc. 7).

Ryc. 7. Zależność zagęszczenia populacji *Sempervivum soboliferum* (liczba roślin/100 cm²) od liczby zakorzenionych na 100 cm²
a — populacja latem, b — populacja jesienią

Fig. 7. Relation between density of *Sempervivum soboliferum* populations (number of plants/100 cm²) and number of rooted plants per 100 cm²
a — population in summer, b — population in autumn

Stopień pokrycia powierzchni przez wszystkie rośliny *Sempervivum soboliferum* w badanych populacjach wynosi od 0,79 do 2,06 latem, i od 0,55 do 1,51 jesienią (tab. 6). Pod względem stopnia pokrycia powierzchni populacje *Sempervivum soboliferum* różnią się między sobą istotnie, zarówno w lecie jak i na jesieni.

Wartość stopnia pokrycia mniejsza od 1 oznacza niecałkowite pokrycie powierzchni przez rośliny, natomiast wartość równa 1 i większa od 1 oznacza całkowite pokrycie; gdy wartość pokrycia jest większa od 1, mamy do czynienia z dwu lub kilkuwarstwowym rozmieszczeniem roślin na tej samej powierzchni, co jest zrozumiałe w przypadku *Sempervivum soboliferum* jako rośliny o wzroście plagiotropowym i udziale w jej naturalnych populacjach roślin młodych niezakorzenionych, wolnych lub pozostających w kontakcie z roślinami macierzystymi poprzez stolony we wczesnym stadium rozwoju. Najmniejszy stopień pokrycia w lecie wyróżnia populację z podłoża wapieni (stanowisko 16), a największy populację z podłoża szarogłazów (stanowisko 4). Jesienią natomiast naj-

mniejszy stopień pokrycia charakteryzuje populację z podłoża gnejsów (stanowisko 6), a największy populację z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 3).

W okresie od czerwca do października w większości populacji rojnika stopień pokrycia powierzchni maleje. W tym okresie wzrósł stopień pokrycia w populacji z podłoża łupków zielencowych (stanowiska 2 i 8), z podłoża porfirów (stanowisko 7) i z podłoża łupków czerwonego spągowca (stanowisko 14).

Stopień pokrycia powierzchni przez rośliny zakorzenione wynosi od 0,54 do 0,92 latem, a od 0,48 do 1,15 jesienią. Najwyższy stopień pokrycia roślin zakorzenionych latem charakteryzuje populację z podłoża szarogłazów (stanowisko 4). Jesienią, najwyższy stopień pokrycia charakteryzuje populację z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 3), a najniższy populację z podłoża gnejsów (stanowisko 6). Jesienią względnie niski stopień pokrycia charakteryzuje populacje z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17).

Nie stwierdzono istotnej korelacji między zagęszczeniem populacji *Sempervivum soboliferum* a stopniem pokrycia powierzchni przez rośliny.

Rozkład wielkości roślin pod względem średnicy ich rozet liściowych zilustrowano histogramami (ryc. 8, 9, 10). We wszystkich badanych populacjach w lecie przewagę mają rośliny o rozetach małych. W populacjach ze stanowisk 1, 2, 3, 4 i 15 dominują rośliny o najmniejszych rozetach tj. z 1 klasy wielkości (ryc. 8, 10), w pozostałych dominują rośliny z 2 klasy wielkości. Największą skalą wielkości rozet wyróżnia się populacja ze stanowiska 13 (ryc. 10), a najmniejszą ze stanowiska 17 (ryc. 10). Populacja ze stanowiska 3 (ryc. 8) ma specyficzny rozkład wielkości rozet, istotnie różny od rozkładu dla ogółu populacji (ryc. 10Z); charakteryzuje go najmniejszy udział roślin w 2 klasie wielkości. Populacja ze stanowiska 8 (ryc. 9) wyróżnia się rozkładem najbardziej zbliżonym do rozkładu wypadkowego, tj. dla ogółu populacji (ryc. 10Z).

Ryc. 8. Rozkład wielkości roślin populacji *Sempervivum soboliferum* pod względem średnicy rozet liściowych

x — klasy przedziału, y — % zawartość roślin w danej klasie, a — rozkłady dla populacji w lecie, b — rozkłady dla populacji jesienią, 1 — populacja ze Strzegomia, 2 i 3 — populacje z Jeżowa Sudeckiego, 4 — populacja z Barda Śląskiego, 5 — populacja z Sędziszawia, 6 — populacja z Potoczka

Fig. 8. Size distribution of plants of *Sempervivum soboliferum* population in relation to leaf rosettes diameter

x — classes division, y — % of plants in given class, a — distributions for populations in summer, b — distributions for populations in autumn, 1 — population from Strzegom, 2 and 3 — populations from Jeżów Sudecki, 4 — population from Bardo Śląskie, 5 — population from Sędziszaw, 6 — population from Potoczek

□ a
▨ b

Rozkład wielkości rozet dla ogółu badanych populacji *Sempervivum soboliferum* w lecie zbliżony jest do rozkładu trójkątnego (Gerstenkorn i Śródka 1976). W tym okresie w populacjach dominują rośliny małe z 2 i 3 klasy wielkości rozet (ryc. 10Z).

Również na jesieni we wszystkich badanych populacjach przewagę mają rośliny o rozetach małych. W większości populacji dominują rośliny z 2 klasy wielkości. Populacje ze stanowiska 8 i 10 charakteryzują się największą frekwencją roślin z 3 klasy wielkości (ryc. 9). Największą skalą wielkości rozet wyróżnia się populacja ze stanowiska 9 (ryc. 9), najmniejszą zaś ze stanowiska 17 (ryc. 10). Populacja ze stanowiska 4 ma specyficzny rozkład wielkości rozet, odbiegający od rozkładu pozostałych populacji (ryc. 8), rozkład jest zaburzony, stwierdzono mały udział roślin z 2 i 3 klasy wielkości, natomiast klasy wielkości 4 i 5 są licznie reprezentowane przez rośliny.

Rozkład roślin pod względem wielkości rozet dla ogółu badanych populacji *Sempervivum soboliferum* na jesieni charakteryzuje się dominacją roślin małych z 2 i 3 klasy wielkości. Jest podobny do rozkładu dla ogółu tych populacji w lecie. Zbliżony jest do rozkładu trójkątnego.

Porównując histogramy rozkładu wielkości roślin dla ogółu badanych populacji *Sempervivum soboliferum* latem i jesienią, stwierdzić można, że prawidłowością w tych naturalnych populacjach jest wzrost frekwencji roślin od lata do jesieni w klasach wielkości 2, 4 i 5, czemu towarzyszy zmniejszony udział roślin w 1 klasie wielkości i utrzymanie się na tym samym poziomie frekwencji roślin w klasach 8-13. Jesienią giną rośliny największe, tj. z klas wielkości 14 i 15.

3.4.3. CECHY FUNKCJI POPULACJI

Rozkład wiekowy. Rozkład wielkości rozet liściowych populacji *Sempervivum soboliferum* w dużym stopniu winien odpowiadać rozkładowi wiekowemu w naturalnych populacjach tego gatunku. Rośliny z 1, 2 i 3 klasy wielkości, tj. o średnicy rozet liściowych mniejszej od 15 mm, reprezentują w populacjach wczesne stadium juwenilne. Są

Ryc. 9. Rozkład wielkości roślin populacji *Sempervivum soboliferum* pod względem średnicy rozet liściowych

x — klasy przedziału, y — % zawartość roślin w danej klasie, a — rozkłady dla populacji w lecie, b — rozkłady dla populacji jesienią, 7 — populacja z Lubawki; 8, 9 i 10 — populacje z Bronówka; 11 — populacja z Sadów Górnych; 12 — populacja z Sobieszowa

Fig. 9. Size distribution of plants of *Sempervivum soboliferum* population in relation to leaf rosettes diameter

x — classes division, y — % of plants in given class. a — distributions for populations in summer, b — distributions for populations in autumn, 7 — population from Lubawka, 8, 9 and 10 — populations from Bronówek, 11 — population from Sady Górne, 12 — population from Sobieszów

a
 b

jeszcze nieukorzenione, w przeważającej liczbie pozostają w kontakcie z roślinami macierzystymi poprzez stolony. Z reguły pozostają one w tym kontakcie do osiągnięcia wzrostu wyrażonego średnicą rozet wielkości 1 cm, tj. około 7 tygodni. Z obserwacji poczynionych na stanowisku 8 w Bronówku, tj. na podłożu łupków zieleńcowych wynika, iż czas zanim ukorzenia się młode rośliny z namnożenia klonalnego wynosi od 20 do 42 dni, przeciętnie ukorzeniają się one w ciągu 30 dni.

Za II stadium rozwojowe młodych roślin można uznać stan, gdy utraciły już kontakt z macierzystym organizmem, pozostają w mobilizacji procesów prowadzących do ich ukorzenia i zakorzenia w glebie, lecz jeszcze nie są zdolne do wegetatywnego rozmnażania. W rozkładzie wielkości roślin znajdują się one w 4 i 5 klasie wielkości, są to rośliny o średnicy rozet od 15 do 25 mm, które nie osiągnęły jeszcze wieku 1 roku. Dopiero po upływie pełnego roku wejdą one w następne stadium rozwojowe (III), które charakteryzuje zdolność rozmnażania wegetatywnego. W rozkładzie wielkości roślin znajdują się one w klasach wielkości od 6 do 15, tj. mają średnicę rozet liściowych większą od 25 mm. W założonym doświadczeniu stwierdzono, iż rośliny rozwijające się klonalnie w marcu, są zdolne do wegetatywnego rozrodu dopiero w marcu roku następnego, rośliny rozwijające się klonalnie w czerwcu, wchodzą w stadium rozmnażania wegetatywnego w czerwcu roku następnego, podobnie rośliny rozwijające się mniej obficie z końcem września dopiero następnego roku we wrześniu, a nawet pod koniec października wytwarzają klonalnie nowe, młode rośliny. W tym ostatnim przypadku stwierdzono pewne przedłużenie okresu uzyskania zdolności wegetatywnego rozrodu, co jest zrozumiałe ze względu na kompleks warunków jesienno-zimowych.

Populacje z poszczególnych stanowisk różnią się między sobą frekwencją roślin zakorzenionych, rozmnażających się wegetatywnie (tab. 6). Udział roślin rozmnażających się wegetatywnie w badanych populacjach wynosi od 8,30 do 34,39% latem i od 1,1 do 13,96% jesienią. Latem największym udziałem roślin w stadium wegetatywnej reprodukcji wyróżnia się populacja z podłoża szarogłazów (stanowisko 4), a najmniej-

Ryc. 10. Rozkład wielkości roślin populacji *Sempervivum soboliferum* pod względem średnicy rozet liściowych

x — klasy przedziału, y — % zawartość roślin w danej klasie, a — rozkłady dla populacji w lecie, b — rozkłady dla populacji jesienią, 13 i 14 — populacje z Unisławia Śląskiego, 15 — populacja z Mysłowa, 16 i 17 — populacje z Wojcieszowa, Z — rozkład dla ogółu populacji

Fig. 10. Size distribution of plants of *Sempervivum soboliferum* population in relation to leaf rosettes diameter

x — classes division, y — % of plants in given class, a — distributions for populations in summer, b — distributions for populations in autumn, 13 and 14 — populations from Unisław Śląski, 15 — population from Mysłów, 16 and 17 — populations from Wojcieszów, Z — distribution for total populations

szym populacja z podłoża łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 14), natomiast jesienią największy udział roślin rozmnażających się wegetatywnie charakteryzuje populację z podłoża bazaltów (stanowisko 1), a najmniejszy populację z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 10). Daje się zauważyć pewną zbieżność między udziałem w populacjach roślin zakorzenionych rozwijających się wegetatywnie a udziałem roślin młodych niezakorzenionych. Gdy udział roślin rozmnażających się wegetatywnie jest większy, to także większy jest udział roślin młodych niezakorzenionych.

Odrębne stadium rozwojowe rojnika pospolitego stanowią rośliny, które osiągają zdolność generatywnej reprodukcji. Zaobserwowano, iż na Pogórzu Sudeckim rojnik zakwita w lipcu, dopiero w III, a głównie w V roku życia. Są to rośliny o największej średnicy rozet, tj. z klas 12-15. Po wydaniu kwiatów rośliny w krótkim okresie czasu giną (ok. 30 dni).

Zakwitanie rojnika na badanych stanowiskach jest niezmiernie rzadkie. W ciągu 3 lat (1973-1976) tylko na 4 stanowiskach stwierdzono ogółem 7 roślin kwitnących. Ich charakterystykę podano w tabeli 7.

Tabela 7 — Table 7
Charakterystyka roślin kwitnących
Characterization of flowering plants

Stanowisko Locality	Liczba roślin kwitnących Number of flowering plants	Zagęszczenie — Density		Rośliny kwitnące — Flowering plants		
		liczba roś- lin/100 cm ² number of plants/100 cm ²	liczba roślin zakorzenio- nych/100 cm ² number of rooted plants/100 cm ²	średnica ro- zet liściowych leaf rosettes diameter (mm)	kwiatostan inflorescence	
					średnica diameter (mm)	wysokość hight (mm)
5	1	26	19	61	45	110
10	2	36	22	63	30	140
		29	21	63	28	140
		33	18	73	30	92
13	1	33	18	73	30	92
12	3	33	21	56	25	140
		30	22	58	28	130
		22	15	76	40	130

Rozrodczość naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje procentowy udział roślin młodych niezakorzenionych rozwijających się latem i jesienią (tab. 6). Udział roślin młodych w badanych populacjach wynosi od 15,93 do 53,29% latem i od 1,1 do 17,0% jesienią. Największą rozrodczością latem wyróżnia się populacja z podłoża szarogłazów (stanowisko 4), a najmniejszą populacja na podłożu łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 14). Jesienią największą rozrodczość

ma populacja z podłoża bazaltów (stanowisko 1), a najmniejszą populacja z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 10).

We wszystkich badanych populacjach rozrodczość jesienią zmniejsza się w stosunku do rozrodczości notowanej latem. Porównując udział roślin młodych niezakorzenionych w każdej z populacji w lecie i na jesieni można stwierdzić, że tylko niektóre z badanych populacji o dużej rozrodczości letniej zachowują ją równie dużą i jesienią (populacja z podłoża łupków zielencowych ze stanowisk 3 i 9). Natomiast populację z podłoża gnejsów (stanowisko 6) zarówno latem jak i jesienią charakteryzuje mała rozrodczość. Tylko populacja z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 11), która latem odznacza się względnie dużą rozrodczością, jesienią szczególnie, zmniejsza swą rozrodczość, w większym stopniu niż pozostałe populacje. Populacje z podłoża bazaltów (stanowisko 1) i z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 2), które charakteryzuje w lecie przeciętna rozrodczość, jesienią odznaczają się dużą rozrodczością. Natomiast populacja z podłoża porfirów (stanowisko 7) i podłoża łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 14) odznaczające się małą rozrodczością, jesienią wykazują rozrodczość przeciętną.

O różnym tempie wzrostu liczebności badanych populacji latem i jesienią świadczy różna wartość stosunku liczby roślin młodych niezakorzenionych do liczby roślin zakorzenionych (tab. 6). Jesienią wartość tego stosunku dla każdej z badanych populacji jest niższa niż latem, wynosi od 0,01 do 0,20. Latem natomiast wartość tego stosunku wynosi od 0,19 do 1,14. Większe wartości tego stosunku wskazują na wyższy potencjał biotyczny; większej rozrodczości wegetatywnej roślin towarzyszy możliwość zwiększenia zagęszczenia populacji, wykorzystanie wolnej przestrzeni przez większą liczbę zakorzeniających się roślin. Stwierdzono zależność między wartością stosunku liczby roślin młodych niezakorzenionych do roślin zakorzenionych w populacji a stopniem pokrycia powierzchni; ze wzrostem stopnia pokrycia wzrasta wartość tego stosunku (ryc. 11). Latem wyższa wartość tego stosunku charakteryzuje populacje z podłoża szarogłazów (stanowisko 4), łupków zielencowych (stanowiska 3, 9 i 11) oraz z podłoża łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 13). Na uwagę zasługuje populacja z podłoża gnejsów (stanowisko 6), którą charakteryzuje zarówno latem, jak i jesienią mała wartość stosunku liczby roślin niezakorzenionych do roślin zakorzenionych. Populacje z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17) charakteryzuje wartość tego stosunku mniejsza od średniej latem i wyraźnie mała jesienią.

B i o m a s a wyrażona suchą masą wynosi od 2,04 do 6,59 g/100 cm² (tab. 6). Największą biomasą wyróżnia się populacja z podłoża wapieni (stanowisko 15), względnie dużą z podłoża łupków facji czerwonego spągowca (stanowiska 13, 14), a najmniejszą populacja z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 10).

Pod względem wartości iloczynu zagęszczenia i średniej powierzchni

Ryc. 11. Zależność między wartością stosunku liczby roślin młodych niezakorzenionych do roślin zakorzenionych w populacji a stopniem pokrycia powierzchni
a — populacja latem, b — populacja jesienią

Fig. 11. Relation between number of not rooted in relation to rooted plants in population and extent of ground coverage
a — population in summer, b — population in autumn

rozet jako wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska względem *Sempervivum soboliferum* w naturalnych warunkach, badane populacje z poszczególnych stanowisk różnią się istotnie zarówno latem jak i jesienią (tab. 6).

W przypadku analizy wszystkich roślin w populacji (zakorzenionych i niezakorzenionych) wartość tego wskaźnika latem wynosi od 7942,54 do 20608,01, a z końcem jesieni od 5477,52 do 15093,68. Latem, wyższą wartość tego wskaźnika wykazują populacje *Sempervivum soboliferum* na stanowiskach 3, 4 (największa wartość), 11 i 13, a małą populacje ze stanowisk 6, 7, 16 (najmniejsza wartość) i 17. Jesienią, większą wartość tego wskaźnika wykazują populacje *Sempervivum soboliferum* ze stanowisk 1, 2, 3, (największa wartość), 8 i 9, a małą populacje ze stanowisk 6 (najmniejsza wartość) 10, 11, 15, 16 i 17.

W przypadku analizy tylko roślin zakorzenionych, wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska latem wynosi od 5411,99 do 9237,85, a z końcem jesieni od 4831,93 do 11527,58. Latem większą wartość tego wskaźnika wykazują populacje *Sempervivum soboliferum* ze stanowisk 3, 4 (największa wartość), 12 i 13, a małą populacje ze stanowisk 2, 6, 8, 9, 15 i 16 (najmniejsza wartość). Jesienią większą wartość tego wskaźnika wykazują populacje *Sempervivum soboliferum* ze stanowisk 2, 3 (największa wartość) 8 i 9, a małą populacje ze stanowisk 5, 6 (najmniejsza wartość) 15, 16 i 17. W przypadku analizy wszystkich roślin w po-

populacjach, a także w przypadku analizy tylko roślin zakorzenionych, stwierdzono, iż populacje z podłoża gnejsów (stanowisko 6) i z podłoża wapieni krystalicznych (stanowiska 15, 16 i 17) wykazują względnie małą wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska zarówno latem jak i jesienią. Natomiast populacja z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 3) wykazuje dużą wartość tego wskaźnika.

Wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska w warunkach doświadczalnych względem populacji *Sempervivum soboliferum*, pochodzących z różnych stanowisk na Pogórzu Sudeckim (tab. 8), w przypadku analizy wszystkich roślin wynosi latem od 5151,18 do 11374,11, a jesienią od 8975,92 do 19977,30, zaś w przypadku analizy tylko roślin zakorzenionych wartość tego wskaźnika latem wynosi od 4950,57 do 11164,44, a jesienią od 8748,26 do 19539,51. Zarówno w analizie wszystkich roślin w populacji, jak i w analizie tylko roślin zakorzenionych latem populacje ze stanowisk 3 (największa wartość) 10 i 12 wyróżniają się dużą wartością wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska, natomiast mała wartość tego wskaźnika charakteryzuje populacje ze stanowisk 7, 15 i 16. Jesienią, dużą wartość tego wskaźnika wykazują również populacje ze stanowisk 3, 4 i 8. Mała wartość tego wskaźnika charakteryzuje populacje ze stanowisk 15 i 16 (jak latem), a także populację ze stanowiska 9.

Wszystkie populacje *Sempervivum soboliferum* wykazują jesienią większą niż latem wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska, od 23,17 do 55,15‰ w analizie wszystkich roślin, bądź od 21,15 do 55,89‰ w analizie obejmującej tylko rośliny zakorzenione. Wzrostowi wartości wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska jesienią odpowiada 2,31- do 3,96-krotny wzrost zajmowanej przez rośliny powierzchni.

Wskaźnik optimum naturalnego wzrostu populacji doświadczalnych *Sempervivum soboliferum* wyraża maksymalna wartość współczynnika r^* , którą przyjęło się określać potencjałem biotycznym populacji (tab. 9).

Wartość r dla badanych populacji doświadczalnych wynosi od 0,79 do 2,74. Stosując kryterium podziału na klasy wielkości ($n - \sqrt{0,5n}$) według Perkala (1958) sklasyfikowano badane populacje doświadczalne pod względem wartości współczynnika r na 3 grupy:

I — 2,74-2,09 — populacje ze stanowisk 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 i 13;

II — 2,09-1,44 — populacje ze stanowisk 1, 8 i 14;

III — 1,44-0,79 — populacje ze stanowisk 15 i 16.

Im wartość współczynnika r jest większa, tym większy jest potencjał biotyczny danej populacji. Najmniejszy potencjał biotyczny w warunkach doświadczalnych przejawiają populacje z podłoża wapieni (stanowiska

* r jest współczynnikiem w równaniu opisującym wzrost populacji w środowisku nieograniczonym w określonych warunkach doświadczenia.

Tabela 8 — Table 8

Wskaźnik zdolności produkcyjnej siedliska dla *Sempervivum soboliferum* w populacjach doświadczalnych (iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet liściowych/100 cm²)

Production ability index of habitat for *Sempervivum soboliferum* in experimental populations (product of density and of rosette mean plane of leaves/100 cm²)

Nr stanowiska No locality	Iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet wszystkich roślin Product of density and of mean plane of rosettes for all plants		Przyrost tego iloczynu w % Growth of this product in %	Iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet roślin zakorzenionych Product of density and of mean plane of rosettes for rooted plants		Przyrost tego iloczynu w % Growth of this product in %	Wzrost zajętej powierzchni n-krotnie n-times increase of plane
	A	B		A	B		
1	9273,23	12745,68	27,24	8957,76	12530,57	28,51	3,06
2	9008,52	14563,62	38,14	8665,22	14121,43	38,64	3,22
3	11374,11	18451,83	38,36	11164,44	17869,76	37,52	3,55
4	9029,16	19977,30	54,80	8639,13	19539,51	55,79	3,09
5	8378,93	13295,83	36,98	7930,91	12956,97	38,79	3,82
6	9793,65	16384,45	40,32	9638,83	16096,29	40,12	3,96
7	6345,86	14149,48	55,15	5948,08	13486,28	55,89	3,55

8	9973,19	18093,85	44,88	9769,72	17719,36	44,86	3,42
9	9630,28	12534,59	23,17	9602,01	12178,13	21,15	3,42
10	10272,01	15076,26	31,87	10019,68	14640,15	31,56	2,31
11	9407,52	14137,98	33,46	9304,20	13674,34	31,96	2,91
12	10585,29	14006,41	24,42	10131,74	13346,13	24,08	2,51
13	9817,79	16284,66	39,71	9514,44	15946,53	40,34	3,24
14	7997,71	13203,60	39,43	7909,79	12931,02	38,83	3,61
15	7075,52	10809,37	34,54	7075,52	10516,91	32,72	2,40
16	5151,18	8975,92	42,61	4950,57	8748,26	43,41	2,72
Średnia — Mean	8944,62	14543,18	37,81	8701,38	13375,10	37,76	3,17
Test							
Snedecora							
	F _{obl.} — F _{calc.}						
Snedecor							
Test	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
Zmienność między stanowiskami							
Variability in the locality	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Alfa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NIR — LSD	9,37	9,28	4,02	7,82	7,04	2,40	0,14

A — populacja w okresie lata — population in summer
 B — populacja w okresie jesieni — population in autumn

15 i 16). Większość populacji charakteryzuje się wysokim potencjałem biotycznym. Względnie dużym potencjałem biotycznym wyróżniają się populacje ze stanowisk 4, 5, 6, 10 i 12 (najwyższy potencjał).

Wskaźnik optimum naturalnego wzrostu naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* w warunkach rzeczywistych (terenowych) wyrażony wartością r (tab. 9) jest we wszystkich przypadkach mniejszy.

Tabela 9 — Table 9

Wartość współczynnika r równania opisującego wzrost populacji $N_t = N_0 e^{rt}$

The value of coefficient r of equation descriptioning population height $N_t = N_0 e^{rt}$

Stanowisko Locality	Populacje doświadczalne Experimental populations					Populacje naturalne Natural populations				
	No	Nt ₁	Nt ₂	r ₁	r ₂	No	Nt ₁	Nt ₂	r ₁	r ₂
1	34	64	192	0,63	1,73	27	43	52	0,46	0,65
2	48	81	583	0,52	1,97	37	55	73	0,40	0,68
3	50	78	547	0,45	2,39	20	37	46	0,62	0,83
4	47	114	579	0,89	2,51	19	41	48	0,77	0,93
5	49	107	601	0,78	2,51	36	49	58	0,31	0,48
6	51	80	673	0,46	2,58	23	28	30	0,20	0,27
7	45	63	453	0,34	2,31	29	35	38	0,20	0,27
8	33	38	238	0,14	1,98	27	40	43	0,39	0,47
9	48	78	508	0,49	2,36	19	40	45	0,75	0,86
10	42	58	551	0,32	2,58	21	30	33	0,36	0,45
11	45	62	406	0,32	2,20	22	41	44	0,62	0,69
12	52	97	805	0,62	2,74	27	43	47	0,46	0,55
13	46	61	399	0,28	2,16	21	37	43	0,57	0,72
14	40	48	173	0,18	1,46	41	50	55	0,20	0,29
15	22	25	49	0,17	0,79	47	66	69	0,34	0,38
16	23	27	69	0,16	1,10	51	69	72	0,30	0,35
17	—	—	—	—	—	55	69	74	0,23	0,30

No — liczebność początkowa — the number at the beginning

Nt — liczebność po upływie czasu t — the number after some time

Wartość współczynnika r dla naturalnych populacji wynosi od 0,27 do 0,93. Wyróżniono 3 grupy naturalnych populacji pod względem wartości współczynnika r :

I — 0,93-0,71 — populacje ze stanowisk 3, 4, 9 i 13;

II — 0,71-0,49 — populacje ze stanowisk 1, 2, 11 i 12;

III — 0,49-0,27 — populacje ze stanowisk 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16 i 17.

Populacje naturalne *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje niższy od populacji doświadczalnych potencjał biotyczny. Populacje naturalne o największym potencjale biotycznym również w warunkach doświadczalnych o nieograniczonych możliwościach wzrostu należą do grupy o najwyższym potencjale.

Stwierdzono ujemną korelację między średnicą rozet liściowych a zagęszczeniem populacji (ryc. 12). Podobną zależność stwierdzono w przypadku analizy tylko roślin zakorzenionych w populacji (ryc. 13). Istnie-

Ryc. 12. Zależność między średnicą rozet liściowych (w mm) a zagęszczeniem (liczba roślin/100 cm²)

a — populacja latem, b — populacja jesienią

Fig. 12. Relation between rosettes diameter (in mm) and density (number of plants/100 cm²)

a — population in summer, b — population in autumn

Ryc. 13. Zależność między średnicą rozet liściowych roślin zakorzenionych (w mm) a zagęszczeniem (liczba roślin/100 cm²)

a — populacja latem, b — populacja jesienią

Fig. 13. Relation between rosettes diameter of rooted plants (in mm) and density (number of plants/100 cm²)

a — population in summer, b — population in autumn

Ryc. 14. Zależność między % udziałem roślin młodych w populacji a stopniem pokrycia powierzchni

a — populacja latem, b — populacja jesienią

Fig. 14. Relation between % of new plants in population and extent of ground coverage

a — population in summer, b — population in autumn

Ryc. 15. Zależność między iloczynem zagęszczenia i średniej powierzchni rozet a zagęszczeniem (liczba roślin w populacji/100 cm²)

a — populacja latem, b — populacja jesienią

Fig. 15. Relation between product of density and of rosette mean surface and density (number of plants in population/100 cm²)

a — population in summer, b — population in autumn

je zależność między udziałem roślin młodych niezakorzenionych w populacji a stopniem pokrycia powierzchni przez rośliny w populacji; ze wzrostem udziału roślin młodych niezakorzenionych w populacji, wzrasta pokrycie powierzchni (ryc. 14). Także większym wartościom iloczynu zagęszczenia i średniej powierzchni rozet liściowych odpowiada większy udział roślin młodych w populacji (ryc. 15).

Stwierdzono również korelację wielokrotną między udziałem roślin młodych niezakorzenionych w populacji *Sempervivum soboliferum* a wartością iloczynu zagęszczenia i średniej powierzchni rozet liściowych oraz stopniem pokrycia powierzchni przez rośliny zakorzenione, zarówno latem jak i jesienią wyrażoną równaniami:

$$y = 31,16 + 0,005 x_1 - 82,56 x_2,$$

$$y = -1,22 + 0,004 x_1 - 41,16 x_2,$$

3.4.5. PODOBIENSTWO POPULACJI POD WZGLĘDEM CECH GRUPOWYCH I OSOBNICZYCH

Wzajemne podobieństwo naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* z różnych stanowisk na Pogórzu Sudeckim pod względem cech grupowych i osobniczych w lecie ilustruje dendryt (ryc. 16A). Skrajne położenie, lecz bliskie sobie, mają populacje z podłoża wapieni krystalicznych (stanowisko 15, 16 i 17). Także bliskie sobie są populacje z podłoża gnejsów i porfirów (stanowiska 6 i 7), tworzące odrębną grupę wyraźnie odbiegającą od wszystkich pozostałych populacji. Podobnie populacje z podłoża łupków zielencowych i łupków facji czerwonego spągowca (stanowiska 3, 11 i 13) są bliskie sobie i można je wydzielić w odrębną grupę. Skrajne położenie w dendrycie zajmują populacje dość znacznie odbiegające od pozostałych, a będące bocznymi odgałęzieniami dendrytu. Są to populacje z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 2), z podłoża łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 14) i populacja z podłoża szarogłazów (stanowisko 4), zajmująca krańcowe położenie. Populację z podłoża zlepieńców ze stanowiska 5 charakteryzuje bardzo małe podobieństwo do populacji z innych stanowisk, pomimo iż tworzy z nimi główną linię dendrytu.

Podobieństwo tychże samych populacji *Sempervivum soboliferum* jesienią ilustruje dendryt (ryc. 16B).

Porównując dendryty, ilustrujące wzajemne podobieństwo naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* w lecie i na jesieni, należy stwierdzić duże podobieństwo populacji z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17). Natomiast małe podobieństwo do populacji z innych stanowisk, zarówno latem jak i jesienią, wykazuje populacja z podłoża łupków zielencowych (stanowisko 2), a także populacja z podłoża zlepieńców (stanowisko 5).

Populacja z podłoża szarogłazów (stanowisko 4) latem wykazuje małe podobieństwo do innych populacji (w dendrycie ma krańcowe położenie), natomiast jesienią wykazuje podobieństwo do populacji z podłoża porfirów (stanowisko 7).

Ryc. 16. Dendryty populacji *Sempervivum soboliferum* z Pogórza Sudeckiego na podstawie cech grupowych i osobniczych

A — Dendryt populacji *Sempervivum soboliferum* w lecie. B — Dendryt populacji *Sempervivum soboliferum* jesienią

Fig. 16. Dendrites of *Sempervivum soboliferum* populations in Sudetic Foothills on the basis of group and individual features

A — Dendrite of *Sempervivum soboliferum* populations in summer, B — Dendrite of *Sempervivum soboliferum* populations in autumn

3.5. CECHY POPULACJI A WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

Między niektórymi z badanych cech populacji (osobniczych i grupowych) a właściwościami gleby z mikrosiedlisk ich występowania stwierdzono korelacje.

Średnica rozet liściowych *Sempervivum soboliferum* z naturalnych populacji jest skorelowana z wartością pH gleby (ryc. 17A). Natomiast

Ryc. 17. A — Zależność między średnicą rozet (w mm) a pH gleby. B — Zależność między średnicą rozet roślin zakorzenionych (w mm) a zawartością fosforu przyswajalnego w glebie (w mg/100 g p.s.m. gleby)

Fig. 17. A — Relation between rosettes diameter (in mm) and soil pH. B — Relation between rosettes diameter of rooted plants (in mm) and phosphorus content in soil (in mg/100 g air-dry soil)

średnica rozet liściowych roślin zakorzenionych w populacji jest zależna od przyswajalnej ilości fosforu w glebie (ryc. 17B).

Zagęszczenie naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* zależy

Ryc. 18. Zależność zagęszczenia populacji (liczba roślin/100 cm²) od pH gleby

Fig. 18. Relation between density of population (number of plants/100 cm²) and soil pH

Ryc. 19. Zależność między stopniem pokrycia powierzchni przez rośliny a zawartością fosforu przyswajalnego w glebie w mg/100 g p.s.m gleby (A), oraz zawartością potasu przyswajalnego w glebie w mg/100 g p.s.m. gleby (B)

Fig. 19. Relation between extent of ground coverage by plants and assimilable phosphorus content in soil in mg/100 g air-dry soil (A), and assimilable potassium content in soil in mg/100 g air-dry soil (B)

od odczynu gleby, ze wzrostem wartości pH gleby wzrasta zagęszczenie populacji (ryc. 18).

Stopień pokrycia powierzchni przez rośliny jest skorelowany z ilością fosforu i potasu w glebie; ze wzrostem ilości przyswajalnego fosforu od 5 do 17 mg P/100 g p.s.m. gleby maleje pokrycie powierzchni przez rośliny, a przy dalszym wzroście ilości przyswajalnego fosforu w glebie pokrycie powierzchni przez rośliny wzrasta (ryc. 19A). Ze wzrostem ilości przyswajalnego potasu w glebie również zwiększa się pokrycie powierzchni przez rośliny (ryc. 19B).

Iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet liściowych, będący wskaźnikiem zdolności produkcyjnej siedlisk *Sempervivum soboliferum*, jest zależny od ilości przyswajalnego fosforu i magnezu w gle-

Ryc. 20. Zależność między iloczynem zagęszczenia i średniej powierzchni rozet a zawartością fosforu przyswajalnego w glebie w mg/100 g p.s.m. gleby (A), oraz zawartością magnezu przyswajalnego w glebie w mg/100 g p.s.m. gleby (B)

Fig. 20. Relation between product of density and rosette mean surface and assimilable phosphorus content in soil in mg/100 g air-dry soil (A), and assimilable magnesium content in soil in mg/100 g air-dry soil (B)

bie. Wartość tego iloczynu zmniejsza się ze wzrostem ilości przyswajalnego fosforu od 5 do 18 mg P/100 g p.s.m. gleby, a zwiększa przy dalszym jego wzroście (ryc. 20A). Ze wzrostem ilości przyswajalnego magnezu w glebie wartość iloczynu zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet liściowych zwiększa się (ryc. 20B).

Ponadto stwierdzono następujące korelacje wielokrotne między charakterystykami populacji *Sempervivum soboliferum* a warunkami edaficznymi:

1) Średnica rozet liściowych jest zależna od zawartości przyswajalnego fosforu i żelaza w glebie ($y = 7,35 + 0,116 x_1 + 3,95 x_2$), oraz od zawartości przyswajalnego magnezu i żelaza ($y = 1,90 + 0,060 x_1 + 4,97 x_2$).

2) Średnica rozet liściowych roślin zakorzenionych w populacji jest zależna od zawartości przyswajalnego fosforu, magnezu i żelaza w glebie ($y = 0,47 + 0,098 x_1 + 0,05 x_2 + 5,04 x_3$).

3) Iloczyn zagęszczenia populacji i średniej powierzchni rozet liściowych jest zależny od ilości przyswajalnego fosforu i magnezu w glebie ($y = 1281,76 + 79,182 x_1 + 14,51 x_2$).

3.6. OBSERWACJE UZUPEŁNIAJĄCE

3.6.1. ROŚLINY *SEMPERVIVUM SOBOLIFERUM* W UPRAWIE DOŚWIADCZALNEJ

W stenotopowych warunkach na poletkach doświadczalnych, w czwartym roku uprawy, rośliny pochodzące z podłoża wapieni krystalicznych w Wojcieszowie i Mysłowie (stanowiska 15 i 16, ryc. 21 i 22), z podłoża zlepieńców w Sędziszawiu (stanowisko 5, ryc. 23) i z podłoża łupków zieleńcowych w Jeżowie Sudeckim (stanowisko 2, ryc. 24), zachowały swą odrębność pod względem wielkości i pokroju. Nie zmieniły się one w stosunku do roślin z populacji naturalnych z jakich pochodziły. Zachowały podobną średnicę rozet liściowych i ten sam charakterystyczny stopień skupienia (zwarcia) liści w rozecie.

Rośliny z pozostałych populacji pochodzących z różnych stanowisk upodobniły się względem siebie, przede wszystkim zwiększyły wielkość, osiągnęły średnicę rozet liściowych roślin największych w naturalnych warunkach, tj. roślin z populacji w Bardzie Śląskim na podłożu szarogłazów (stanowisko 4, ryc. 25). W uprawie rośliny pochodzące z podłoża gnejsów w Potoczku ze stanowiska 6 (ryc. 26), aczkolwiek zwiększyły swe rozety liściowe w stosunku do roślin z naturalnej populacji i upodobniły się pokrojem do roślin innych populacji, to jednak zachowały swą odrębność pod względem czasu wytwarzania stolonów i młodych roślin. Tak jak w naturalnych warunkach, tak i w uprawie we Wrocławiu wytwarzają one stolony z młodymi roślinami około 12 dni później w stosunku do roślin pozostałych populacji.

Zaobserwowane różnice w wielkości i pokroju roślin w uprawie i w naturze świadczą o prawdopodobnym ekotopowym zróżnicowaniu

Ryc. 21. Populacja doświadczalna *Sempervivum soboliferum* z podłoża wapieni z Wojcieszowa, skala 1:1

Fig. 21. Experimental population of *Sempervivum soboliferum* from limestone bedrock of Wojcieszów, scale 1:1

Ryc. 22. Populacja doświadczalna *Sempervivum soboliferum* z podłoża wapieni z Mysłowa, skala 1:1

Fig. 22. Experimental population of *Sempervivum soboliferum* from limestone bedrock of Mysłów, scale 1:1

Ryc. 23. Populacja doświadczalna *Sempervivum soboliferum* z podłoża zlepieńców z Sędziszawia, skala 1:1

Fig. 23. Experimental population of *Sempervivum soboliferum* from conglomerate bedrock of Sędziszław, scale 1:1

Ryc. 24. Populacja doświadczalna *Sempervivum soboliferum* z podłoża łupków zieleńcowych z Jeżowa Sudeckiego, skala 1:1

Fig. 24. Experimental population of *Sempervivum soboliferum* from verdant slate bedrock of Jeżów Sudecki, scale 1:1

Ryc. 25. Populacja naturalna *Sempervivum soboliferum* z podłoża szarogłazów w Bardzie Śląskim, skala 1:1

Fig. 25. Natural population of *Sempervivum soboliferum* from greywacke bedrock of Bardo Śląskie, scale 1:1

Ryc. 26. Populacja doświadczalna *Sempervivum soboliferum* z podłoża gnejsów z Potoczka, skala 1:1

Fig. 26. Experimental population of *Sempervivum soboliferum* from gneiss bedrock of Potoczek, scale 1:1

naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim. Populacje, które zachowały swą odrębność w stenotopowych warunkach, prawdopodobnie stanowią ekotypy uwarunkowane głównie edaficznie, jak w przypadku populacji pochodzących z podłoża wapieni, ze stanowisk 15 i 16, z podłoża łupków zielencowych ze stanowiska 2 i z podłoża zlepieńców ze stanowiska 5, bądź mikroklimatycznie jak w przypadku populacji pochodzącej z podłoża gnejsów w Potoczku ze stanowiska 6. Populacja rojnika w Potoczku pozostaje w odmiennych warunkach klimatycznych. Pozostałe populacje, których rośliny w warunkach uprawy we Wrocławiu zmieniły swą wielkość i pokrój, można by traktować jako ekofeny (warianty środowiskowe według Stebbinsa 1950). To ewentualne zróżnicowanie ekotypowe będzie przedmiotem dalszych obserwacji w zakresie eksperymentalnej ekologii, zgodnie z metodyką sprawdzania ekotypów poprzez wysiew nasion podaną przez Baskin i Baskin (1973).

3.6.2. ANOMALIE ROZWOJOWE

W ciągu ostatnich lat obserwacji, tylko w dwóch populacjach naturalnych rojnika pospolitego, tj. w Jeżowie Sudeckim (stanowisko 2) i w Bronówku (stanowisko 10), stwierdzono występowanie roślin o stolonach z 3 lub 4 rozwiniętymi rozetami liściowymi. Młode rośliny skupione na szczycie stolonu są ze sobą zrosnięte. Normalnie na stolonach tworzą się młode rośliny pojedynczo. Frekwencja roślin o stolonach rozwijających 3 lub 4 młode rośliny w populacji z podłoża łupków zielencowych w Jeżowie Sudeckim wynosiła 7%, a w populacji w Bronówku, również z podłoża łupków zielencowych 5%. Wytwarzanie stolonów z 3 lub 4 młodymi roślinami jest niezależne w obserwowanych populacjach od ich zagęszczenia. Anomalie rozwojowe tego typu ujawniły się również w populacji doświadczalnej pochodzącej z Jeżowa Sudeckiego. Frekwencja roślin z tymi anomaliami wynosiła w tym przypadku 4%. Natomiast w populacji doświadczalnej pochodzącej z Bronówka nie ujawniły się tego typu anomalie.

Ponadto jedynie w naturalnej populacji w Jeżowie Sudeckim (stanowisko 2) stwierdzono staśmienie rojnika pospolitego, anomalię opisaną u tego gatunku przez Marczonek (1975). Frekwencja staśmionych roślin w populacji wynosiła 8%. Staśmione rośliny wystąpiły w dużym skupieniu przy bardzo dużym zagęszczeniu populacji.

4. DYSKUSJA

Powszechnie spotykana mozaikowość środowiska pozwala każde z badanych stanowisk *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim, związane z odmiennym typem skały macierzystej (tab. 2), określić jako wariant środowiska. Objawem mozaikowości środowiska zdaniem Trojana

(1975) jest skupiskowość roślin, w naszym przypadku skupiskowy rozkład przestrzenny populacji *Sempervivum soboliferum*, a także innych towarzyszących im gatunków naskalnych (tab. 1). Różne skały macierzyste gleb wczesnego stadium rozwojowego, ulegające na powierzchni fizyczno-chemicznemu wietrzeniu, kształtują odmienne mikrosiedliska o swoistym ekologicznie kompleksie warunków edaficznych i mikroklimatycznych (Wiktorow 1952; Sarosiek 1964). Znajduje to swój wyraz w stosunkowo dużym zróżnicowaniu mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim, pod względem charakterystyk glebowych (ab. 3). O znaczeniu ekologicznym zróżnicowania odczynu gleby i makroelementów w glebie badanych mikrosiedlisk świadczą stwierdzone ilościowe związki: między wartością pH gleby, a poziomem makroelementów w roślinach, tj. potasu, magnezu i wapnia (ryc. 6A, B), C), oraz między poziomem makroelementów w glebie a ich zawartością w roślinach, tj. azotu i wapnia (ryc. 4, 5).

Podobną zależność składników pokarmowych różnych roślin od ich poziomu w glebach młodych, zwietrzelinowych wykazali między innymi Minguzzi i Vergnano (1953), Dobrzańska (1955), Krause (1958) i Sarosiek (1964). Mówi to o znaczeniu podłoża dla konstytucji ekologicznej roślin dziko rosnących (Walter 1951; Hundt 1966; Marczonek i Sarosiek 1969). Wspomnieć należy, iż *Sempervivum soboliferum* jest również rośliną wskaźnikową poziomu cyny w podłożu (Krusch 1914; Sarosiek i Kłys 1962).

Aczkolwiek różnice między mikrosiedliskami można scharakteryzować walencją każdego z czynników ekologicznych, to jednakże ekologiczny sens tych różnic wyraża głębiej cały kompleks tych czynników (Daubenmire 1973). W naszym przypadku możliwe więc było ustalenie podobieństwa mikrosiedlisk *Sempervivum soboliferum* na podstawie kompleksu charakterystyk glebowych (ryc. 3A). Między dendrytem przedstawiającym pokrewieństwo stanowisk pod względem charakterystyk glebowych (ryc. 3A) a dendrytami przedstawiającymi pokrewieństwo pod względem cech grupowych i osobniczych populacji w lecie (ryc. 16A) i na jesieni (ryc. 16B) istnieje pewne określone podobieństwo. W dendrytach tych wyróżniają się, jako odrębna grupa, mikrosiedliska i populacje z podłoża wapieni (15, 16 i 17). Także położenie bliskie we wszystkich dendrytach mają stanowiska i populacje z podłoża łupków zieleńcowych z Jezowa Sudeckiego (3) i Bronówka (9). We wszystkich trzech dendrytach, mimo iż odległości między stanowiskami bądź odległości między populacjami z tych stanowisk są duże, to jednak stanowiska 3 i 9 oraz populacje z tych stanowisk grupują się razem. Na uwagę zasługuje podobieństwo między dendrytem, przedstawiającym pokrewieństwo pod względem charakterystyk glebowych (ryc. 3A) a dendrytem przedstawiającym pokrewieństwo pod względem cech grupowych i osobniczych populacji jesienią (ryc. 16B). W obu tych dendrytach zaznacza się podobieństwo

między stanowiskami i populacjami z podłoża szarogłazów (4) i porfirów (7). Podobne ugrupowania mikrosiedlisk i naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* z Pogórza Sudeckiego w dendrytach (Ryc. 3A, 16A i B) wskazuje, iż skały macierzyste kształtujące swoiste warunki edaficzne i mikroklimatyczne warunkują ekologiczną organizację populacji *Sempervivum soboliferum*. Takie uwarunkowania dynamiki populacji roślin wyższych w oparciu o wybrane cechy struktury lub funkcji populacji wykazali: Snaydon (1970), Wilcock (1974), Szurova (1970), Bachmatova (1974), a także Sulma i in. (1964, 1967). Nie można przyjąć dla *Sempervivum soboliferum* udziału roślin w stadium rozwoju generatywnego (kwitnących) w populacji za kryterium optymalnych warunków ekologicznych podane przez Grigorievą (1972) na podstawie badań dynamiki populacji *Medicago falcata* L. O potencjale biotycznym populacji *Sempervivum soboliferum* decyduje rozród wegetatywny.

Populacje rojnika pospolitego, występujące na różnych podłożach, różniły się potencjałem biotycznym. Najwyższy potencjał biotyczny zarówno w warunkach naturalnych jak i doświadczalnych wykazały populacje z podłoża łupków zielencowych, szarogłazów i łupków facji czerwonego spągowca, natomiast najniższy potencjał biotyczny populacje z podłoża wapieni. Podobną zależność stwierdziła Falińska (1976) badając ekosystemy łąkowe, źródłiskowe, łęgowe i olsowe. Wykazała, że populacje *Caltha palustris* różnią się potencjałem biotycznym. Populacje kaczeńca przeniesione z badanych ekosystemów w wyrównane warunki ogrodu doświadczalnego zwiększają potencjał biotyczny.

Rośliny *Sempervivum soboliferum* w warunkach doświadczalnych, na żyznej glebie nie zakwitły (w warunkach naturalnych kwitną sporadycznie — tab. 7), spotęgowały natomiast rozrodczość wegetatywną. W naszym przypadku zatem optymalne warunki ekologiczne może wyrażać wartość współczynnika r równania opisującego wzrost populacji (tab. 9) i wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska (tab. 8). Populacje z podłoża łupków zielencowych (stanowiska 3 i 9), szarogłazów (stanowisko 4) i z podłoża łupków facji czerwonego spągowca (stanowisko 13), odznaczają się najwyższym potencjałem biotycznym i wykazują wysoką wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska.

W poznanej amplitudzie ekologicznej *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim, warunki ekologiczne mikrosiedlisk na stanowiskach 3, 4, 9 i 13 można więc określić jako optymalne względem pozostałych mikrosiedlisk, korzystniejsze do rozwoju tej rośliny. Zgodnie z Symonides (1974) i Wilkoń-Michalską (1976) duży udział roślin w klasach wielkości 1, 2 i 3 oraz mała liczba klas w populacji *Sempervivum soboliferum* (ryc. 10), z podłoża wapieni (stanowiska 15, 16 i 17) świadczą również o niekorzystnych warunkach rozwoju. Natomiast populacje *Sem-*

pervivum soboliferum o dużym wskaźniku zdolności produkcyjnej siedliska i o dużym potencjale biotycznym (ze stanowisk 3, 4, 9 i 13) charakteryzuje większy udział roślin dużych i większa liczba klas wielkości (ryc. 8, 9, 10).

Wszystkie naturalne populacje *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje duże zagęszczenie (tab. 6). Stwierdzona zależność między zagęszczeniem populacji *Sempervivum soboliferum* a przeciętną średnicą rozet liściowych potwierdza sugestię White'a i Harpera (1970), iż ujemną zależność między zagęszczeniem a wielkością organizmów w populacji można wyrazić nie tylko przeciętnym ciężarem organizmu.

Odrębną kwestię stanowi zjawisko przegęszczenia populacji *Sempervivum soboliferum*. O przegęszczeniu mogłaby świadczyć wewnątrzpopulacyjna hierarchia roślin, bowiem w populacjach tych przy małym udziale roślin dużych mają znaczną przewagę bardzo drobne rośliny, podobnie jak to stwierdzili Mathews i Westlake (1969) w populacjach *Glyceria maxima*. Także Wilkoń-Michalska (1976) stwierdziła, iż na skutek przegęszczenia nastąpiło w populacji *Salicornia patula* zmniejszenie wzrostu roślin. O przegęszczeniu populacji *Sempervivum soboliferum* można by sądzić również na podstawie nikłego udziału w nich roślin kwitnących, przyjmując za Harperem i Ogdenem (1970), iż ze wzrostem zagęszczenia zmniejsza się procent kwitnących i owocujących roślin. Kwitnące rośliny rojnika stwierdzono tylko w populacjach o małym zagęszczeniu (tab. 7), zasiedlających względnie korzystne mikrosiedliska i wykazujące względnie duży potencjał biotyczny i wskaźnik zdolności produkcyjnej siedliska. Pozostaje to w pewnym związku z dużym rozrodem wegetatywnym *Sempervivum soboliferum*.

5. PODSUMOWANIE

1) Zróżnicowane warunki edaficzne i mikroklimatyczne *Sempervivum soboliferum* na Pogórzu Sudeckim, związane z różnym typem skał macierzystych pozwalają sądzić, iż ta naskalna roślina ma szeroką amplitudę ekologiczną i znajduje tu optymalne warunki rozwoju.

2) Integrujące współzależności naturalnych populacji *Sempervivum soboliferum* przejawiające się dużą towarzyskością roślin, rozmnażaniem wegetatywnym, skupiskowością, konkurencją wewnątrzpopulacyjną o przestrzeń życiową odpowiadają właściwościom gatunku i typowi biologicznemu rośliny. Ekologiczna organizacja populacji, tj. cechy jej struktury i funkcji są zależne od warunków edaficznych:

a) Zagęszczenie populacji *Sempervivum soboliferum* warunkuje wewnątrzpopulacyjną konkurencję, co wyraża ujemna korelacja między średnicą rozet liściowych a zagęszczeniem populacji.

b) Duży stopień pokrycia powierzchni przez rośliny w populacjach *Sempervivum soboliferum* związany z typem wegetatywnego rozrodu jest zależny od przyswajalnych ilości fosforu i potasu w glebie.

c) Populacje *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje rozkład wielkości roślin pod względem średnicy ich rozet liściowych, odpowiadający ich rozkładowi wiekowemu, a wyróżniający się największą frekwencją roślin o małej średnicy rozet. Naturalne, różnowiekowe populacje *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje trójkątny, bądź zbliżony do trójkątnego rozkład roślin pod względem ich wielkości. Zaburzenia w rozkładzie tj. nierównomierny spadek frekwencji roślin w klasach od 1 do 15 i brak roślin w niektórych pośrednich klasach, wskazują na zakłócenia naturalnej dynamiki populacji *Sempervivum soboliferum*.

d) Populacje *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje duża rozrodczość, której wynikiem jest duży udział roślin młodych niezakorzenionych w populacjach. Duża rozrodczość wegetatywna *Sempervivum soboliferum* następująca w 3 kolejnych etapach w ciągu okresu wegetacyjnego zapewnia pełne wykorzystanie powierzchni przez rośliny i utrzymuje populację w stanie prawie ciągłego przegęszczenia. Znajduje to swój wyraz w dodatniej korelacji między udziałem roślin młodych niezakorzenionych w populacjach a ich stopniem pokrycia powierzchni.

3) Populacje *Sempervivum soboliferum* charakteryzuje mało zmienna biomasa niezależna od ich zagęszczenia i stopnia pokrycia powierzchni.

4) Wskaźnik zdolności produkcyjnej siedliska względem *Sempervivum soboliferum*, wyrażony iloczynem zagęszczenia i średniej powierzchni rozet liściowych, w warunkach naturalnych w wyniku przegęszczenia populacji maleje od lata do jesieni, natomiast w warunkach doświadczalnych, nieograniczających wzrost liczebności populacji i rozprzestrzenianie się roślin, wartość tego wskaźnika wzrasta. Względnie wysoki wskaźnik zdolności produkcyjnej siedliska wykazują populacje *Sempervivum soboliferum* na podłożu szarogłazów, łupków zielencowych i z facji czerwonego spągowca, a względnie małe populacje z podłoża wapieni. Wartość wskaźnika zdolności produkcyjnej siedliska *Sempervivum soboliferum* jest dodatnio skorelowana z udziałem roślin młodych w populacji i zależy od ilości przyswajalnego fosforu i magnezu w glebie.

5) Potencjał biotyczny populacji *Sempervivum soboliferum* wyrażony wartością współczynnika r równania opisującego wzrost populacji, w warunkach doświadczalnych jest większy niż w warunkach naturalnych. Wysoki potencjał biotyczny charakteryzuje populacje z podłoża łupków zielencowych, łupków facji czerwonego spągowca i szarogłazów, natomiast niski populacje z podłoża wapieni.

6) Naturalne populacje *Sempervivum soboliferum* wykazują ekotopowe zróżnicowanie, które ujawnia się w stenotopowych warunkach doświadczalnych:

a) Populacje z podłoża wapieni, łupków zielencowych, zlepieńców i gnejsów prezentują odrębne ekotypy.

b) Pozostałe populacje, z innych podłoży skalnych, o dużej zmienności środowiskowej przypuszczalnie stanowią ekofeny w różnym stopniu odpowiadające zróżnicowaniu warunków edaficznych.

Dr Barbara Letachowicz
Zakład Ekologii i Ochrony Przyrody
Instytut Botaniki
Uniwersytet Wrocławski
ul. Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław

6. SUMMARY

Ecological characterisation of *Sempervivum soboliferum* Sims populations in Sudetic Foothills

Autoecological investigations are presented on *Sempervivum soboliferum* from the territory of the Sudetic Foothills. The stress is put, above all, on the very specific ecological dynamics and organisation of the populations. The aim of the studies undertaken in the period 1973-1976 was to acquire a knowledge of natural (ecological) populations of *Sempervivum soboliferum* from the point of view of:

- 1) differentiation of the ecological conditions,
- 2) group properties and characters of individual plants of the studied species in relation to edaphic conditions,
- 3) the biotic potential of populations in various microhabitats.

Seventeen localities with varying rock substrate in the Sudetic Foothills were included in the investigation (Fig. 1). The foundation consists of rocks of various origin: sedimentary calcareous rocks and conglomerates of the Kulm faction, magnetic extrusive basalts and orthophyre, granite and metamorphic verdant slate greywackes and gneisses (Table 2). Soil samples were taken from all sites and their pH was determined, so was carbon and total nitrogen content and assimilable contents of calcium, magnesium phosphorus, potassium, iron and aluminium (Table 3). The content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and iron in *Sempervivum soboliferum* plants was also determined (Table 4). In the selected 17 sites, the populations of *Sempervivum soboliferum* were examined twice in the course of the vegetation period (Tables 5 and 6), namely at the turn of June-July and of September-October. In accordance to Odum (1963), the most important in *Sempervivum* analysis was:

- 1) density, i.e. number of plants per 100 cm². Density of rooted plants was examined and density of all plants, thus also of young unrooted ones attached to the old plants by maternal stolons;
- 2) the degree of coverage of the surface by the plants;
- 3) the reproductiveness of the population in the vegetation period;
- 4) size distribution of the plants in the populations on the basis of the rosette diameter, corresponding largely to the age distribution;
- 5) biomass falling to one soil surface area unit, produced in the given phase of population development;
- 6) the product of population density and mean surface area of leaf rosettes as the index of the relative production capacity of the habitat;
- 7) the biotic potential of the populations, described on the basis of:

a) the increase of the plant number in natural and experimental populations in a short time interval, that is in the vegetation period, according to the formula given by Odum (1977):

$$N_t = N_0 e^{rt},$$

where N_0 — initial size of population,

N_t — size after time t ,

e — base of natural logarithm,

r — coefficient of equation describing population growth;

b) number of plants in stage of vegetative propagation;

c) number of plants reproducing generatively (in stage of flowering).

For establishing the natural growth optimum index of the population (r) and the index of the productive capacity of the habitat for *Sempervivum soboliferum*, an experiment in which the plants could freely reproduce vegetatively was started in 1973. In the course of the experiment the habitus, the size of the plants, and the formation time of stolons and young plants in populations were recorded. It was also checked whether plants from various substrates—showing in direct observation differences in size, when transferred to identical ecological conditions—preserve these intepopulation differences or become similar. Thus, the aim was to check to what extent these plants are ecologically differentiated.

In the elaboration of the empirical data the following statistical methods were used: analysis of distribution, analysis of variance, correlation of two variables and multiple correlation. When the correlation coefficient was significant and in biologically justified cases, the linear or square function was plotted and the linear and square relations in the diagrams were analysed. Both the sites and populations of *Sempervivum soboliferum* were treated as multi-character objects and the similarities between the sites, in regard to soil features and the group characteristics, were established by the method of Wrocław taxonomy (Perkal 1958).

Different bedrocks of the soils in early developmental stage develop different microhabitats with a specific complex of edaphic and microclimatic conditions (Wiktorow 1952; Sarosiek 1964). This finds expression in the relatively wide differentiation of the microhabitats of *Sempervivum soboliferum* in the Sudetic Foothills in regard to soil characteristics. The ecological significance of differentiation of the pH and macroelements in the soil of the examined microhabitats are indicated by the quantitative relations between the soil pH value and microelement levels in *Sempervivum soboliferum* plants, that is potassium, magnesium and calcium (Fig. 6A, B, C), and between the macroelement levels in the soil and their content in *Sempervivum soboliferum* plants, namely, of nitrogen and calcium (Figs. 4, 5). The differences between the microhabitats, may be characterised by the valency of each of the ecological factors; however, the ecological meaning of the differences is more fully expressed by their whole complex (Deubenmire 1973), as shown by the dendrite (Fig. 3A).

There is similarity between the dendrite presenting the relationships of sites in regard to soil characteristics, and the dendrite presenting the relationships of groups and individual population characteristics. In these dendrites, microhabitats and populations from a calcareous substrate stand out as a separate group (15, 16, 17). Microhabitats and populations from the verdant slate of Jeżów Sudecki (3) and Bronówek (9) also from a distinct group. Between the dendrite presenting the relationships between habitats, in regard to soil characteristics and the dendrite presenting the relationships of groups and individual characters for populations in the autumn period, a similarity is noted between the microhabitats and populations from the greyewacke (4) and porphyry (7) substrates. Similar groupings of microhabitats and natural *Sempervivum soboliferum* populations from the Sudetic Foothills in dendrites indicate that the bedrock ensuring specific edaphic

and microclimatic conditions influence the ecological organisation of the *Sempervivum soboliferum* population.

Sempervivum soboliferum plants with characteristic sizes and habits have an ecological organisation of their populations, different from that of other accompanying epilithic plants, in which the integrating correlations between the individuals are manifested in a high degree of gregariousness, vegetative reproduction, patch-forming and intrapopulational competition for living space. A high density of the *Sempervivum soboliferum* population conditions intrapopulational competition, expressed by a negative correlation between the leaf rosette diameter and population density (Figs. 12, 13). Population density exhibits a high variability dependent on the soil pH (Fig. 18). The high degree of surface coverage in *Sempervivum soboliferum* populations, connected with the type of vegetative reproduction, depends on the amount of assimilable phosphorus and potassium in the soil (Figs. 19A, B). *Sempervivum soboliferum* is characterised by a specific plant size distribution in regard to the diameter of the leaf rosettes, corresponding to a specific age distribution manifested in the highest frequency of plants with the smallest rosette diameter (classes 1, 2, 3 and 4). Natural different-aged *Sempervivum soboliferum* populations exhibit a triangular or almost triangular graphic plant distribution in relation to their size.

Sempervivum soboliferum populations are characterised by a high vegetative reproduction. This ensures full utilisation of the surface and keeps the populations in a state of almost constant excessive density. This finds its expression in a positive correlation between the participation of young unrooted plants in populations and their degree of surface coverage (Fig. 14).

Sempervivum soboliferum populations are characterised by a but little variable biomass, independent of the density and degree of surface coverage. The productive capacity index of the habitat for *Sempervivum soboliferum*, expressed by the product of population density and the mean surface area of leaf rosettes, decreases under natural conditions as the result of excessive population density from summer to autumn. Whereas, under experimental conditions which do not limit population size and spread of the plants the value of this index increases from 21 to 56 per cent (Table 8). A relatively high index of productive capacity of the habitat is noted in *Sempervivum soboliferum* populations on a greywacke substrate, verdant slate and on slates from the ved warrant facies, but a relatively low for populations from limestone substrate. The value of this index is positively correlated with the participation of young plants in the population (Fig. 15) and dependent on the amount of assimilable phosphorus and magnesium in the soil (Fig. 20A, B). The biotic potential of a *Sempervivum soboliferum* population expressed by the value of coefficient r , in the equation describing population growth under experimental conditions, is higher than in natural conditions (Table 9). A high biotic potential is characteristic for populations from verdant slate, slate of the red warrant facies and greywacke, and low for populations from limestone substrates.

Natural populations of *Sempervivum soboliferum* show an ecotopic differentiation which appears in stenotopic experimental conditions:

- 1) Populations from limestone, verdant slate, conglomerates and gneiss substrate present distinct ecotypes;
- 2) The remaining populations from other rock substrates with a high environmental variability probably constitute ecophenes corresponding to the differentiation of the edaphic conditions.

Dr Barbara Letachowicz
Department of Ecology and Nature Protection
Institute of Botany Wrocław University
Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław, Poland

7. LITERATURA

- Babko A. K., Pilipienko A. T., 1955. Analiza kolorymetryczna. PWT, Warszawa.
- Bachmatova M. P., 1974. O dinamike populacji czemericy *Lobelia* (*Veratrum lobelianum* Bernh.) pri kontrastnych izmienienijach metofologiczeskich uslowij. Naucz. Dok. Wyższ. Szkoły. Biol. n. No 11: 65-71.
- Barrous H. L., Simpson E. C., 1962. An EDTA method for the direct routine determination of calcium and magnesium in soil and plant tissue. Soil Sci. Amer. Proc. 26: 443-445.
- Baskin J. M., Baskin C. C., 1973. Plant population differences in dormancy and germination characteristics of seeds: Heredity or environment? Amer. Midland Nature 90: 493-498.
- Baumeister W., 1958. Die Aschenstoffe. Handbuch-Verlag. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Czapek F., 1920. Spezielle Biochemie. Gustav Fischer, Jena.
- Daubenmire R. F., 1973. Rośliny i środowisko. PWN, Warszawa.
- Dobrzańska J., 1955. Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza. Acta. Soc. Bot. Pol. 24: 357-416.
- Elandt R., 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN, Warszawa.
- Eyme A., Kordymowicz I., 1935. O skałach towarzyszących diorytowi w Hołyczówce. Państw. Inst. Geol., Pośiedz. nauk. 42: 76-77.
- Falińska K., 1976. Dynamika sezonowa *Caltha palustris* L. w zbiorowiskach leśnych i łąkowych. Fragm. flor. geobot. 22: 529-544.
- Fiek E., 1881. Flora von Schleisien preussischen und österreichischen Antheils. Breslau.
- Gerstenkorn T., Śródka T., 1976. Kombinatoryka i rachunek prawdopodobieństwa. PWN, Warszawa.
- Grigorieva N. M., 1972. Ocenka uslovij suscestvovaniya lucerny żeltoj na osnove analiza struktury populacji. [w:] Primenenie kolicestviennykh metodov pri izuceni struktury fitocenzov. Izd. Nauka, Moskva: 150-161.
- Harper J. L., Ogden J., 1970. The reproductive strategy of higher plants. I. The concept of strategy with special reference to *Senecio vulgaris* L. J. Ecol. 58: 681-698.
- Hegi G., 1961. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht. J. F. Lehmanns, München, IV Band. 2 Hälfte: 559-560.
- Hundt R., 1966. Ökologisch-geobotanische Untersuchungen an Pflanzen der mitteleuropäischen Wiesen-vegetation. Bot. Stud. Jena 16: 1-176.

- Juskowiak M., 1955. Magmatyczne gnejsy okolic Międzygórza. Arch. Kat. Petr. UW — praca dyplomowa.
- Kornaś J., 1949. Revue systématique et spectres de la biologie florale des associations végétales rocheuses du Jura Cracovien. Bull. Acad. Pol. Sc. L. Cl. Math.-Nat., Ser. B., 1. Kraków.
- Kowaliński St., Borkowski J., Giedrojć B., Pul W., Szerszeń L., 1974. Cwiczenia z gleboznawstwa i podstaw mineralogii z petrografią. Skrypt Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu.
- Kozłowska A., 1928. Naskalne zbiorowiska roślin na Wyżynie Małopolskiej. Rozpr. Wydz. Mat-Przyr. PAN, 67. dz. A/B, Kraków.
- Krause W., 1958. Andere Bodenspezialisten. Encyclopedia of Plant Physiology. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. Vol. 4: 755-806.
- Krusch P., 1914. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, Stuttgart, II Aufl.
- Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E., 1962. Analiza chemiczno-rolnicza. PWN. Warszawa-Kraków.
- Mathews C. P., Westlake D. F., 1969. Estimation of production by populations of higher plants subject to high mortality. Oikos 20: 1956-1960.
- Marczenko Z., 1968. Kolorymetryczne oznaczanie pierwiastków. WNT, Warszawa.
- Marczonek A., 1975. Staśnienie rojnika pospolitego (*Sempervivum soboliferum* Sims). Wiad. Bot. 19: 257-259.
- Marczonek A., Sarosiek J., 1969. Zagadnienie konstytucji ekologicznej roślin. Ekol. Pol. seria B, 15: 161-166.
- Mejbaum-Katzenellenbogen W., Mochnacka I., 1968. Kurs praktyczny z biochemii. PWN, Wrocław.
- Minguzzi C., Vergnano O., 1953. Il contenuto di elementi inorganici delle piante della formazione ofiolitica dell Impruneta. Nuovo Giorn. Bot. Ital. N. S. 60: 287-319.
- Musierowicz A., 1958. Gleboznawstwo szczegółowe. PWRiL, Warszawa.
- Musierowicz A., 1968. Gleboznawstwo ogólne. PWRiL, Warszawa.
- Nowosielski O., 1968. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa.
- Odum E. P., 1963. Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa.
- Odum E. P., 1977. Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa.
- Pawłowska St., 1955. Rośliny naczyniowe Polski i Ziemi Ościennych. Flora Polska. 7: 46-48.
- Pendias H., 1965. Geochemiczne profile w okolicy Radzimowic na Dolnym Śląsku. cyt. za Czermański J. 1959. Katalog analiz chemicznych skał i minerałów. Warszawa.
- Pendias H., Łydka K., 1963. Petrografia i paleogeografia górnego dewonu synkliny Pogorzały (Sudety Środkowe). Arch. miner., 24, 1.
- Pendias H., Maciejewski S., 1959. Zbiór analiz chemicznych skał magmowych i metamorficznych Dolnego Śląska. Pr. Inst. Geol. 24.
- Perkal J., 1958. Matematyka dla przyrodników i rolników. PWN, Warszawa.
- Rabotnov T. A., 1964. Opredelenie vozrastno sostava populacii vidov v soobczestvie. Polevaja Geobotanika 3: 132-167.
- Rao C. R., 1965. Linear statistical inference and its applications. Wiley and Sons, New York-London.
- Sarosiek J., 1964. Ekologiczna analiza roślin gleb serpentynowych z Dolnego Śląska. Monogr. Bot. 18.
- Sarosiek J., Kłys B., 1962. Badania nad zawartością cyny w roślinach i glebie Sudetów. Acta Soc. Bot. Pol. 31: 737-752.
- Scheffe H., 1959. The analysis of variance. J. Wiley and Sons. New York-London.

- Schube T., 1903. Die Verbreitung der Gefäßpflanzen in schlesienpreussischen und österreichischen Anteils, Breslau.
- Snaydon R. W., 1970. Rapid population differentiation in a mosaic environment. The response of *Anthoxanthum odoratum* populations to soils. *Evolution* 24: 257-269.
- Stebbins G. L., 1950. Variation and evolution in plants. Columbia Univ. Press. New York.
- Sulma T., Tokarz H., Wierzchowska-Renke K., 1964. Badania zmienności morfologicznej Marzanki wonnej (*Asperula odorata* L.) w zależności od jej występowania w różnych zbiorowiskach roślinnych (część I). *Acta Biol. et Med. Soc. Sc. Gedan.* 8: 297-324.
- Sulma T., Tokarz H., Wierzchowska-Renke K., 1967. Zmienność morfologiczna marzanki wonnej (*Asperula odorata* L.) pochodzącej z różnych zbiorowisk roślin w uprawie ogrodowej (część II). *Acta Biol. et Med. Soc. Sc. Gedan.* 11: 321-340.
- Symonides E., 1974. Morphological variability of *Spergula vernalis* Willd. from different dune biotopes of the Toruń Basin. *Ekol. Pol.* 22: 417-440.
- Szafer W., 1928. Guide for the excursion to the valley of the river Prądnik. V I. P. E. Guide des excursion en Pologne, Kraków.
- Szurova E. A., 1970. O vnutripopulacionnoj izmenczivosti morfologiczeskich priznakov *Cerastium Krylovii* Schischk. et Gorczak. z góry Konżakovskij Kamień. *Ekologija* 5: 98-100.
- Trojan P., 1975. *Ekologia ogólna*. PWN, Warszawa.
- Volk W., 1965. *Statystyka stosowana dla inżynierów*. WNT, Warszawa.
- Walter H., 1951. *Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Teil I — Standortslehre*, Stuttgart.
- White J., Harper J. L., 1970. Correlated changes in plant size and number in plant populations. *J. Ecol.* 58: 437-485.
- Wiktorow S. W., 1952. Varirovane vida v zavisimosti ot vlijania poczvoobrazujuszej porody. *Rastenie i Sreda* 3: 228-237.
- Wilcock C. C., 1974. Population variation, differentiation and reproductive biology of *Stachys palustris* L., *S. silvatica* L. and *S. × ambigua* Sm. *New. Phytol.* 73: 1233-1241.
- Wilkoń-Michalska J., 1976. Struktura i dynamika populacji *Salicornia patula* Duvaj-Joure. Rozprawy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Zieliński R., 1972. *Tablice statystyczne*. PWN, Warszawa.
- Zimmerman E., Berg G., 1941 *Geologische Karte Deutschen Reiches. L. 276, Erläuterungen z. Bl. Kauffung. Gradab. 74-4. Preuss. Geol. L.-A.*
- Zubrzycka L., 1960. O rozmieszczeniu punktów próbkowych na płaszczyźnie. *Zastosowanie matematyki* 5: 161-171.
- Zaboklicka W., Miłnarska T., 1962. Otrzymywanie skalenia z krajowych granitów. *Szkło i Ceramika* 13.