

ALEKSANDRA HALAREWICZ, ANNA KOSZELNIK-LESZEK

WPŁYW SIEDLISKA NA ROZWÓJ
I SKŁAD CHEMICZNY ORLICY POSPOLITEJ,
PTERIDIUM AQUILINUM (L.) KUHN.

THE EFFECT OF HABITAT ON DEVELOPMENT
AND CHEMICAL COMPOSITION OF BRACKEN FERN,
PTERIDIUM AQUILINUM (L.) KUHN.

Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Abstract: The study was aimed at estimating the influence of soils on the length of the growing period and the plant height. The soils were developed from two rocks: serpentinite and gabro. The soil and plant content of macroelements and heavy metals was analysed as well. Growing period of the plants in the serpentinite soil was delayed and shortened compared to the plants growing in the gabro soil. It is likely that factors responsible for the altered plant appearance and for the shortened growing period are the high concentrations of heavy metals (Cr, Pb, Ni) in the serpentinite soil as well as their accumulation in rootstocks of the bracken fern.

Słowa kluczowe: *Pteridium aquilinum*, serpentynit, gabro, metale ciężkie.

Key words: *Pteridium aquilinum*, serpentinite, gabro, heavy metals.

WSTĘP

Orlica pospolita, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. (*Hypolepidaceae*) jest paprocią o zasięgu kosmopolitycznym, która zasiedla również gleby wytworzone ze skał serpentynitowych. Serpentynity są unikalne w skali kraju, ich występowanie wiąże się wyłącznie z terenem Dolnego Śląska [Weber 1981]. Budują południową część Masywu Ślęży, wschodnie tych skał spotyka się w Górach Sowich i w okolicach Ząbkowic Śląskich. Gleby wytworzone z serpentynitów charakteryzują się specyficzną roślinnością, nieurodzajnością oraz właściwościami toksycznymi [Fabiszewski 1993; Weber 1981; Żoźnierz 1993].

Gatunki rosnące na siedliskach serpentynowych wykształcają pewne cechy, które pozwalają im na przystosowanie się do istniejących warunków podłoża. Dlatego obserwowane są różnice morfologiczne dotyczące tego samego gatunku roślin

rosnących na podłożu powstałym z serpentynitów i na glebach nieserpentynitowych [Sarosiak, Sadowska 1961; Sulej i in. 1970]. Niektórzy autorzy podają, że u roślin zasiedlających gleby powstałe ze skał serpentynitowych obserwuje się nanizm, drobnolistność i plagiotropizm analogiczny do morfoz roślin gleb galmanowych [Dobrzańska 1955; Wierzbička, Panufnik 1998].

Celem pracy była analiza porównawcza orlicy pospolitej rosnącej na glebach wytworzonych ze skał serpentynitowych i z gabra. Badano długość sezonu wegetacyjnego, wysokość roślin, jak również określono zawartość makroskładników i metali śladowych w roślinach i w glebie.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań była orlica pospolita, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn rosnąca na dwóch naturalnych stanowiskach na terenie Masywu Ślęży:

I – na południowym stoku Raduni, na glebie typu ranker właściwy wytworzonej ze zwietrzliny serpentynitu; w monokulturze świerkowej, która jest leśnym zbiorowiskiem zastępczym powstałym w wyniku działalności człowieka na miejscu kwaśnej buczyny górskiej (*Luzulo luzuloidis-Fagetum*);

II – w lesie mieszanym na południowym stoku Ślęży; na glebie brunatnej kwaśnej powstałej ze zwietrzliny gabra; w zespole kwaśnej podgórskiej dąbrowy (*Luzulo-Quercetum*).

Obydwa stanowiska badawcze wyznaczono kierując się zgodnością wysokości 400 m n.p.m. z południowym nachyleniem zbocza, występowaniem luk w koronie drzew oraz nieobecnością innych gatunków ceniolubnych w podszycie.

W latach 2003–2004 w odstępach 10-dniowych, od początku kwietnia do końca pierwszej dekady października, mierzono wysokość 20 losowo wybranych liści złożonych orlicy pospolitej (z jednego kłącza wyrasta tylko jeden liść). W lipcu 2004 roku pobrany został jednorazowo materiał roślinny oraz glebowy w celu wykonania szczegółowych analiz chemicznych. Próbkę glebową (3 dla każdego stanowiska) pobierano z dwóch głębokości 0–15 i 15–30 cm. Materiał roślinny stanowiły 3 całe paprocie losowo wybrane z populacji, które następnie rozdzielono na kłącza i części nadziemne.

Uzyskany materiał roślinny oczyszczono, wysuszone i zmielono. Część materiału zmineralizowano na mokro i oznaczono N ogólny metodą Kjeldahla. Pozostałą część poddano mineralizacji na sucho w temp. 480°C. Popiół rozpuszczono w 1 molowym roztworze HNO₃. W uzyskanym przesączu fosfor oznaczono metodą kolorymetryczną. Zawartość potasu i wapnia określono techniką fotometrii płomieniowej, natomiast zawartość magnezu oraz Zn, Cr, Ni, Cu, Pb, Cd i Fe – techniką spektrometrii atomowej (ASA).

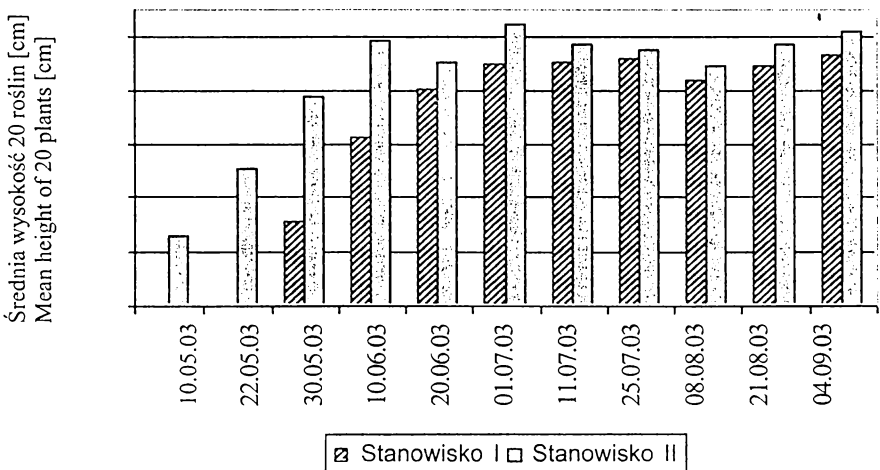
W pobranych próbkach glebowych z obu stanowisk oznaczono: skład granulometryczny – metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, pH – potencjometrycznie w 1 mol · dm⁻³ KCl, P i K przyswajalne – metodą Egnera-Riehma, Mg przyswajalny – metodą Schachtschabela. Spośród metali ciężkich określono zawartość: Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Fe. Formy całkowite wybranych metali w glebach po mineralizacji w 70-procentowym kwasie nadchlorowym oraz formy rozpuszczalne tych metali po ekstrakcji w 1 mol · dm⁻³ HCl oznaczono techniką ASA.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Skład granulometryczny (wg PTG) analizowanych gleb, na których znajdowały się badane stanowiska populacji orlicy pospolitej, określono jako glina średnia pyłasta (stanowisko 1) oraz pył ilasty (stanowisko 2) (tab. 1). Wszystkie pobrane próbki glebowe charakteryzowały się odczynem silnie kwaśnym odczynem – pH od 2,4 do 3,1. Stwierdzono małą zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu w glebach z obu stanowisk, która może być następstwem niskiego pH gleby. Zawartość przyswajalnego magnezu była bardzo wysoka (tab. 1) w glebach pobranych ze stanowiska I (15,3 z głębokości 0–15 cm i 7,8 mg · 100 g⁻¹ z głębokości 15–30 cm). Rozmieszczenie makroskładników na badanych głębokościach było niejednakowe. Wykazano, że poziom powierzchniowy (0–15 cm) był zasobniejszy w przyswajalne formy P, K, Mg niż głębsza warstwa (15–30 cm).

Analizując zawartości w próbkach glebowych wybranych metali ciężkich stwierdzono, że koncentracja form ogólnych chromu i niklu w glebie ze stanowiska I była wysoka (Cr – 119,0 i 140,4 mg·kg⁻¹, Ni – 43,2 i 61,3 mg·kg⁻¹) i przekraczała wartości dopuszczalne w glebach (tab. 2). Zawartość ołowiu w poziomie powierzchniowym z głębokości 0–15 cm na obydwu stanowiskach badawczych była również wysoka i wynosiła odpowiednio na stanowisku I – 128,5, a na II – 104,8 mg·kg⁻¹ (tab. 2). Duża zawartość Cr, Ni i Pb w zwietrzelinie skalnej wynika ze składu chemicznego skał serpentynitowych i gabra [Weber 1981].

Na podstawie obserwacji przeprowadzonych w 2003 i 2004 roku, stwierdzono, że populacja *Pteridium aquilinum* na podłożu serpentynitowym (stanowisko I – Radunia) rozpoczynała sezon wegetacyjny z ponad miesięcznym opóźnieniem w porównaniu z rozwojem tego samego gatunku paproci na glebie powstałej ze zwietrzliny gabra



RYSUNEK 1. Wysokość orlicy pospolitej w sezonie wegetacyjnym 2003
 FIGURE 1. Plant height of bracken fern throughout the 2003 growing season

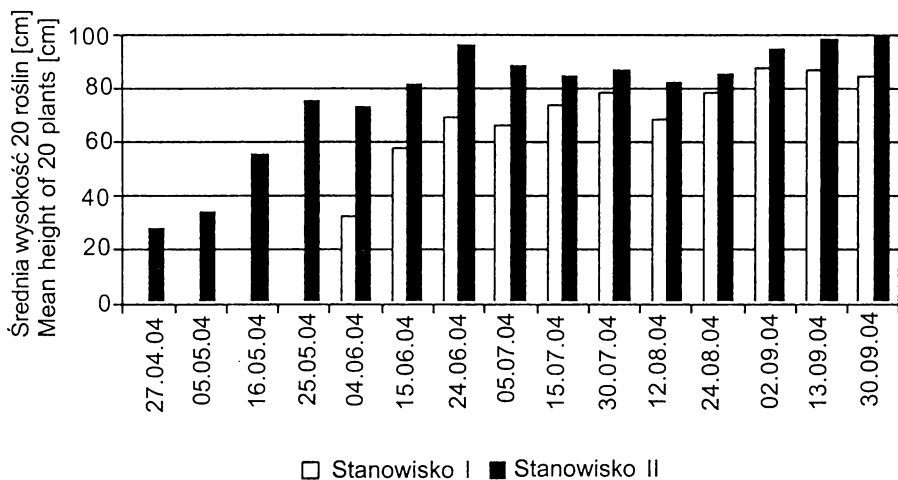
TABELA 1. Skład granulometryczny, pH oraz zawartość przyswajalnych form P, K, Mg w glebie
 TABLE 1. Texture, pH and the content of available forms of P, K, Mg in soils

Miejsce Place	Głębokość pobrania Sampling depth [cm]	Procentowy udział frakcji o średnicy w mm Percent of particular fraction with diameter in mm											pH _{KCl}	P	K	Mg
		1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002	1-0,1	0,1-0,02	<0,02				
*Radunia	0-15	5	11	12	9	22	27	7	7	28	31	41	2,4	1,5	7,33	15,3
	15-30	5	11	13	11	18	30	6	6	29	29	42	2,7	0,5	2,94	7,8
**Ślęża	0-15	1,7	1,1	1,2	11	37	33	7	10	4	46	50	2,9	1,97	11,50	8,9
	15-30	2,5	2,5	3,0	12	43	25	6	6	8	55	37	3,1	0,68	5,30	4,9

*stanowisko I – place I; **stanowisko II – place II

TABELA 2. Zawartość metali ciężkich – formy ogólne i rozpuszczalne w wierzchniej warstwie gleb
 TABLE 2. Content of heavy metals – total forms and soluble forms in the upper layer of soils

Głębokość pobrania Sampling depth [cm]	Formy ogólne – Total forms							Formy rozpuszczalne – Soluble forms						
	mg · kg ⁻¹						%	mg · kg ⁻¹						%
	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd	Fe
Stanowisko I – Place I – Radunia														
0-15	15,0	40,7	119,0	43,2	128,5	0,42	0,83	14,2	14,5	3,2	7,8	113,7	0,25	0,17
15-30	19,9	26,9	140,4	61,3	44,8	0,20	1,23	7,5	6,6	7,1	4,1	37,6	0,10	0,32
Stanowisko II – Place II – Ślęża														
0-15	33,2	46,2	26,7	21,3	104,8	0,59	1,00	16,5	19,8	0,6	3,6	96,6	0,44	0,18
15-30	20,9	26,8	24,6	13,4	35,3	0,26	1,09	8,8	7,1	0,8	1,4	26,1	0,16	0,19



RYSUNEK 2. Wysokość orlicy pospolitej w sezonie wegetacyjnym 2004
 FIGURE 2. Plant height of bracken fern throughout the 2004 growing season

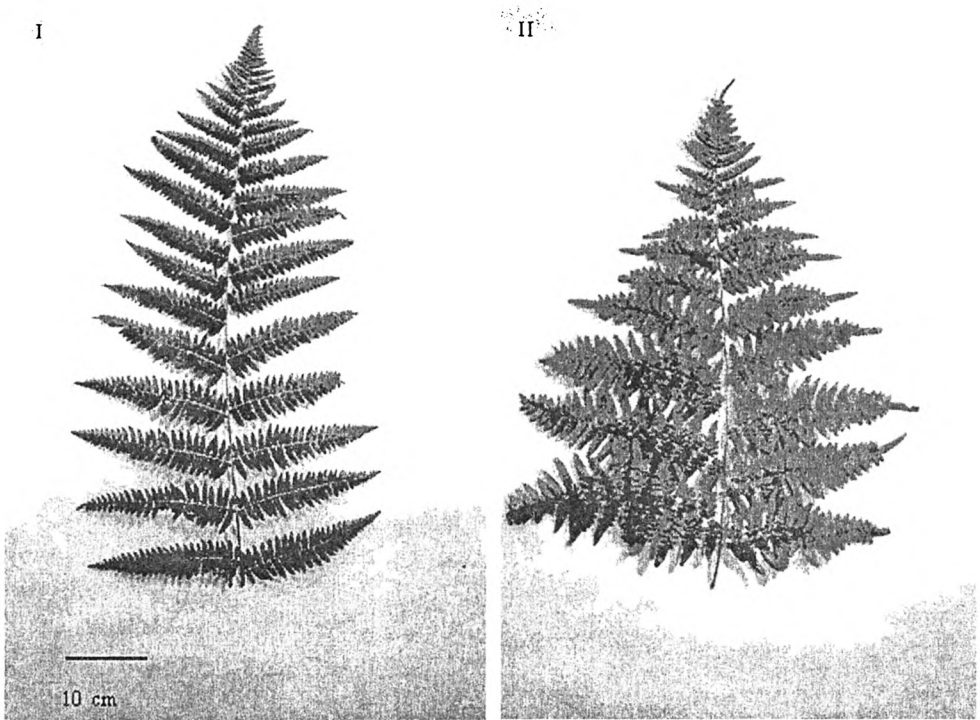
(stanowisko II – Ślęza) (rys. 1 i 2). Na stanowisku I pojedyncze pastorałki orlicy pojawiały się na przełomie maja i czerwca, podczas gdy średnia wysokość osobników na stanowisku II wynosiła wówczas około 75 cm. Podczas obydwu sezonów badawczych osobniki pospolitej na stanowisku I były niższe niż rośliny ze stanowiska II. Od połowy września nie obserwowano już przyrostów części nadziemnych paproci. Zaczynały się pojawiać pierwsze oznaki zamierania fizjologicznego w postaci brązowych przebarwień i plam nekrotycznych blaszek liściowych. Późniejsze rozpoczęcie sezonu wegetacyjnego przez *Pteridium aquilinum* na stanowisku I było powodem skrócenia całego okresu rozwoju tego gatunku.

Zaobserwowano również pewne różnice w budowie morfologicznej liści. Złożone liście orlicy pospolitej są duże, skórzaste, potrójnie pierzaste. Odcinki I rzędu na ogonkach dolne są trójkątne, wyżej położone lancetowate. Wszystkie odcinki II rzędu to liście lancetowate, pierzastosieczne, natomiast odcinki III rzędu całobrzegie, siedzące, o szerokiej nasadzie. Przytoczony schemat budowy obserwowano u wszystkich liści złożonych, niemniej jednak odcinki liściowe II i III rzędu liści osobników ze stanowiska I, podczas obydwu sezonów badawczych, charakteryzowały się mniejszą powierzchnią blaszki liściowej (rys. 3).

Analiza materiału roślinnego (kłącza i liście *Pteridium aquilinum*) wykazała, że zawartość badanych makroskładników była zbliżona do zawartości w roślinach zielnych (tab. 3). Jedynie zawartość fosforu w analizowanych częściach była niższa od podawanej w literaturze [Lityński, Jurkowska 1982]. Rozmieszczenie makroskładników w całej roślinie było niejednakowe. Wyraźnie więcej P, K, Mg i Ca kumulowały liście niż kłącza orlicy pospolitej. Zawartość metali ciężkich w badanych częściach *Pteridium aquilinum* charakteryzowała się również nierównomiernym rozmieszczeniem [Kwasowski i in. 2006]. Z wyjątkiem cynku większe ilości metali stwierdzono w kłączach niż w częściach nadziemnych (tab. 3). Zawartość żelaza, miedzi, cynku i kadmu w orlicy pospolitej była

TABELA 3. Średnia zawartość makroskładników [%] i metali ciężkich [mg·kg⁻¹s.m.] w liściach i kłączach *Pteridium aquilinum*
 TABLE 3. Content of macroelements [%] and of heavy metals [mg·kg⁻¹DM] in leaves and rhizome *Pteridium aquilinum*

	N	P	K	Mg	Ca	Cu	Zn	Fe	Cr	Ni	Pb	Cd
	%					mg · kg ⁻¹						
Stanowisko I – Place I – Radunia, liście – leaves												
Zakres Range	2,2-2,3	0,08-0,10	2,10-2,15	0,23-0,27	0,35-0,63	5,9-6,8	29,0-42,0	35,0-76,5	0,5-0,9	2,5-4,3	2,0-4,2	0,22-0,31
\bar{x}	2,26	0,09	2,13	0,25	0,47	6,5	34,8	53,6	0,7	3,4	2,8	0,26
Stanowisko I – Place I – Radunia, kłącza – rhizome												
Zakres Range	1,4-1,-80	0,03-0,-04	0,06-0,08	0,16-0,22	0,05-0,08	5,3-8,9	30,0-41,0	86,0-123,0	3,6-8,2	7,2-0,3	20,0-1,8	0,32-0,58
\bar{x}	1,57	0,03	0,7	0,19	0,06	7,7	36,7	107,4	10,1	8,6	20,8	0,45
Stanowisko II – Place II – Ślęża, liście – leaves												
Zakres Range	1,9-2,-50	0,07-0,-09	2,10-2,50	0,29-0,37	0,40-0,70	3,9-4,9	36,5-40,0	53,0-74,5	0,6-0,8	1,8-2,6	1,6-2,0	0,07-0,14
\bar{x}	2,23	0,09	2,33	0,32	0,59	4,5	43,2	66,7	0,7	2,1	1,8	0,11
Stanowisko II – Place II – Ślęża, kłącza – rhizome												
Zakres Range	0,9-1,20	0,02-0,05	0,08-1,00	0,11-0,20	0,08-0,13	5,1-6,1	36,0-40,0	133,8-200,2	1,7-4,6	3,1-8,1	12,2-8,7	0,20-0,28
\bar{x}	1,0	0,3	0,59	0,15	0,10	5,7	37,9	160,1	2,8	6,3	16,0	0,24



RYSUNEK 3. Porównanie pokroju liści złożonych orlicy pospolitej na stanowisku I i II
 FIGURE 3. Different appearance of the composed leaves of bracken fern sampled from the sites I and II

zbliżona do zawartości tych metali w paprociach pochodzących z siedlisk naturalnych [Kozanecka i in. 2002]. W kłęczach paproci ze stanowiska I stwierdzono podwyższoną zawartość niklu ($10,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$). Na tym samym stanowisku zawartość chromu (ok. $18,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) i ołowiu ($21,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) w częściach podziemnych przekraczała wartości krytyczne dla roślin [Gorlach, Gambuś 2000].

DYSKUSJA

Wzrost i rozwój populacji roślinnych jest wynikiem działania wielu czynników biotycznych i abiotycznych. Jednym z nich jest niewątpliwie wpływ roślin sąsiednich. Nie wydaje się jednak, by orlica pospolita była narażona na konkurencję innych składników ekosystemu. Właściwości allelopatyczne *Pteridium aquilinum* [Glass 1976; Gliessman, Muller 1978], wysoka odporność na infekcje przez grzyby patogeniczne [Zenkter 2000] oraz niewielka liczba owadów zasiedlających tę roślinę [Southwood 1973] sprawiają, że jest to roślina o szerokiej amplitudzie ekologicznej.

W populacji *Pteridium aquilinum* obserwuje się dość często zjawisko autotoksyczności polegające na degeneracji starych stanowisk roślin, przejście w fazę spoczynkową, po której następuje ponowna rekolonizacja poprzednio zajmowanego terenu [Harborne 1997]. Badane stanowisko na podłożu serpentynitowym obserwowane było od kilku

lat, żywotność osobników nie ulegała zmianie, a pozostałe skupiska orlicy pospolitej rozproszone na stokach Raduni rozpoczynały sezon wegetacyjny w przybliżonym terminie i wysokość roślin była porównywalna (rys. 1 i 2)..

Największe różnice pomiędzy stanowiskami badawczymi dotyczyły właściwości chemicznych podłoża. Pobieranie z roztworu glebowego, na podłożu serpentynitowym (stanowisko I) dużych ilości Cr, Pb i Ni oraz ich kumulacja w długowiecznych kłączach orlicy pospolitej może być przyczyną zmian w wyglądzie zewnętrznym części nadziemnych (rys. 3). Przy koncentracji przekraczającej wartość krytyczną w roślinie, chrom powoduje zahamowanie wzrostu korzeni i części nadziemnych [Lityński, Jurkowska 1982]. Skutki toksycznego działania ołowiu objawiają się między innymi skarlłowaniem ulistnienia [Fergusson 1990]. Stwierdzono, że nikiel pobrany przez rośliny w nadmiarze powoduje redukcję powierzchni i grubości blaszki liściowej [Molas 1997]. Orlica pospolita przystosowała się do istniejących niekorzystnych warunków podłoża na stanowisku I. Wydaje się, że jednym ze sposobów adaptacji było również wydłużenie okresu spoczynku zimowego kłączy.

WNIOSKI

1. Skład chemiczny orlicy pospolitej wykazuje następujące zróżnicowanie: makroskładniki gromadzone są w liściach, zaś głównym organem akumulacji badanych metali ciężkich (oprócz Zn) jest kłącze.
2. Wysokie stężenia Cr, Pb, Ni w glebie powstałej ze zwietrzliny serpentynitu jest przyczyną podwyższonej zawartości tych metali ciężkich w kłączach *Pteridium aquilinum* i może stanowić główny czynnik modyfikujący rozwój badanej rośliny.
3. Orlica pospolita rosnąca na glebie wytworzonej z serpentynitu charakteryzuje się skróceniem okresu wegetacji i mniejszymi przyrostami części nadziemnych w porównaniu z paprociami tego samego gatunku rosnącymi na glebie powstałej z gabra.

LITERATURA

- DOBRZAŃSKA J. 1955: Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Olkusza. *Acta Soc. Bot. Pol.* **24**, 2: 357–409.
- FABISZEWSKI J. 1993: Problemy ochrony szaty roślinnej w obszarze wzgórz Ślęży. *Annales Silesiae* **23**: 65–76.
- FERGUSSON J.E. 1990: The heavy elements. Pergamon Press, Oxford: 461–567.
- GLASS A.D.M. 1976: The allelopathic potential of phenolic acid associated with the rhizosphere of *Pteridium aquilinum*. *Can. J. Bot.* **54**: 2440–2444.
- GLIESSMAN S.R., MULLER C.H. 1978: The allelopathic mechanisms of dominance in bracken (*Pteridium aquilinum*) in Southern California. *J. Chem. Ecol.* **4**, 3: 337–362.
- GORLACH E., GAMBUŚ F. 2000: Potencjalne toksyczne pierwiastki śladowe w glebach (nadmiar, szkodliwość i przeciwdziałanie). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **472**: 275–296.
- HARBORNE J.B. 1997: Ekologia biochemiczna. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 351 ss.
- KWASOWSKI W., MICHALAK D., KOZANECKA T. 2006: Bioaccumulation of microelements in selected plants of the undergrowth in Kampinos National Park. *F. l. J. Environ. Stud.* **15**, 2a: 398–402.

- KOZANECKA T., CHOJNICKI J., KWASOWSKI W. 2002: Content of heavy metals in plant from pollution-free regions. *Pol. J. Environ. Stud.* **11**, 4: 395–399.
- LITYŃSKI J., JURKOWSKA H. 1982: Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWNm Warszawa: 643 ss.
- MOLAS J. 1997: Changes in morphological and anatomical structure of cabbage (*Brassica oleracea* L.) outer leaves and in ultrastructure of their chloroplasta caused by an *in vitro* excess of nickel. *Photosynthetica*. **34**, 4: 513–522.
- SAROSIEK J., SADOWSKA A. 1961: Ekologia roślin gleb serpentynowych. *Wiad. Bot.* **5**, 1: 73–86.
- SOUTHWOOD T. 1973: The insect plant relationship: an evolutionary perspective. W: Insect plant relationships. Van Emden H. (red.). Royal Entomological Society, London: 3–30.
- SULEJ J., ŚLESIAK E., LEONOWICZ-BABIAK K., BUCZEK J. 1970: Próby wyjaśnienia przyczyn karłowatego wzrostu roślin na glebach serpentynowych. *Acta Soc. Bot. Pol.* **39**, 3: 405–419.
- WEBER J. 1981: Geneza i właściwości gleb wytworzonych z serpentynitów Dolnego Śląska. Część III. Właściwości fizykochemiczne. *Rocz. Glebozn.* **32**: 145–162.
- WIERZBICKA M., PANUFNIK D. 1998: The adaptation of *Silene vulgaris* to growth on a calamine waste heap (S. Poland). *Environ. Pollution* **101**: 415–426.
- ZENKTELER E. 2000: Systemy wegetatywnego rozmnażania paproci *in vivo* oraz *in vitro*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań: 150 ss.
- ŻOŁNIERZ L. 1993: Paprocie serpentynitowe w Masywie Ślęży. *Annales Silesiae* **23**: 77–91.

Dr inż. Aleksandra Halarewicz

Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy

pl. Grunwaldzki 24A, 50-345 Wrocław

ahalar@ozi.ar.wroc.pl