

Porosty cynkowo-ołowiowych terenów pogórnicznych w Jaworznie

BEATA KRZEWICKA, MONIKA JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA
i DOROTA HOLLITZER-ZIELIŃSKA

KRZEWICKA, B., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA, M. AND HOLLITZER-ZIELIŃSKA, D. 2020. Lichens of zinc-lead post-mining areas in Jaworzno town. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 27(2): 313–322. Kraków. e-ISSN 2449-8890, ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The paper presents the occurrence of 69 lichen species in calamine areas in Jaworzno town, including 47 taxa in the Ciężkowice area, 32 in Długoszyn and 38 in Sadowa Góra. Six lichen species are red-listed in Poland. Rare species characteristic of zinc- and lead-enriched substrates were found: *Agonimia vouauxii*, *Diploschistes muscorum*, *Sarcosagium campestre*, *Vezdaea aestivalis* and *V. leprosa*.

KEY WORDS: anthropogenic habitats, lichenized fungi, metal-enriched environments

B. Krzewicka (autor korespondencyjny), Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512, Kraków, Polska; e-mail: b.krzewicka@botany.pl

M. Jędrzejczyk-Korycińska, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice, Polska; e-mail: monika.jedrzejczyk-korycinska@us.edu.pl

D. Hollitzer-Zielińska, Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512, Kraków, Polska; e-mail: d.hollitzer@botany.pl

WSTĘP

Tereny po górnictwie rud cynkowo-ołowiowych stanowią miejsca, na których panują specyficzne warunki siedliskowe, głównie ze względu na znaczną koncentrację metali ciężkich w podłożu. Obecność ołowiu, cynku czy kadmu wpływa na organizmy kolonizujące te siedliska, wymuszając tworzenie się specyficznych mechanizmów ułatwiających przetrwanie w niekorzystnych, a nawet toksycznych warunkach (BAKER i in. 2010). Tereny te kolonizują organizmy o szerokiej tolerancji na stres środowiskowy, tworząc unikatowe zbiorowiska roślinności galmanowej (DOBRAŃSKA 1955; PAWLIK-SKOWROŃSKA i in. 2008; BAČKOR & LOPPI 2009; BAKER i in. 2010; PAWLIK-SKOWROŃSKA & BAČKOR 2011; BIELCZYK 2015; OSYCZKA i in. 2016).

Pierwotnie na terenie Polski zbiorowiska galmanowe wykształcały się jedynie na naturalnych wychodniach skalnych płytko zalegających skał rudonośnych. Z czasem jednak w wyniku intensywnego pozyskiwania złóż metali i ich przetwarzania, tereny rudonośne zostały silnie przekształcone przez człowieka. Zbiorowiska galmanowe powstawały

w miejscach składowania odpadów górniczych, tj. na hałdach lub na terenach położonych w sąsiedztwie kopalń albo hut, na glebach silnie zanieczyszczonych metalami pochodzącymi ze spływu powierzchniowego lub z emisji atmosferycznych (JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA & ROSTAŃSKI 2015). Wśród roślin dominują tu metalofity – gatunki tolerujące, a nawet preferujące wysokie stężenia metali ciężkich w glebie (KAPUSTA i in. 2010). Występujące na tych terenach porosty towarzyszą zbiorowiskom roślinnym lub tworzą samodzielne ugrupowania mszysto-porostowe (PURVIS & HALLS 1996).

W Jaworznie pierwsze badania lichenologiczne na terenach po górnictwie rud cynku i ołowiu prowadzone były w latach 2002–2004 przez zespół BIELCZYK i in. (2009). W trakcie tych badań autorzy odnotowali 33 gatunki porostów. W tym samym czasie również inne tereny po górnictwie rud (w okolicach Olkusza) stały się przedmiotem szerszego zainteresowania lichenologów w kraju (KISZKA 2003; KISZKA & SZAREK-ŁUKASZEWSKA 2006; BIELCZYK i in. 2009; BIELCZYK 2012, 2015; BIELCZYK & KOSSOWSKA 2015). Stwierdzili oni, że występujące tu gatunki porostów są rzadkie w skali Polski. Należą do nich takie gatunki, jak: *Diploschistes muscorum*, *Sarcosagium campestre*, *Steinia geophana*, *Vezdaea aestivalis* czy *V. leprosa* (BIELCZYK & KOSSOWSKA 2015). Gatunki te należą do rzadkich również w Europie, gdzie znane są tylko z paru regionów w Niemczech, Belgii, Holandii, Francji i Wielkiej Brytanii (BIELCZYK 2015). Dla zachowania siedlisk tych cennych gatunków porostów konieczna jest ich czynna ochrona, polegająca przede wszystkim na zahamowaniu naturalnej sukcesji prowadzącej do ich zadrzewienia.

Celem przeprowadzonych badań lichenologicznych było poznanie aktualnego stanu bioty porostów na hałdach odpadów po górnictwie rud cynku i ołowiu na terenie Jaworzna.

TEREN BADAŃ

Początki górnictwa cynkowo-ołowiowego na terenie Jaworzna datuje się na wiek XII i działalność ta trwała aż do początku XX w. (MOLENDĄ 1972). Poszukiwania i eksploatację prowadzono początkowo metodą wieloszybikową i przewalową – to jest przez przekopywanie ziemi i pozyskiwanie płytko zalegających skał rudonośnych. W miarę upływu czasu, stosowano doskonalsze narzędzia pracy i wydobywano urobek z coraz to niższych pokładów. W konsekwencji, eksplorowany obszar pokryty został nieregularną siecią wyrobisk chodnikowych oraz dziesiątkami szybków i dukli o głębokości od dwóch do dwudziestu metrów. Do dnia dzisiejszego w dwóch obecnych dzielnicach Jaworzna: Ciężkowice i Długoszyn oraz w okolicy wzgórza Sadowa Góra występują dobrze widoczne ślady po dawnej eksploatacji tamtejszych złóż, takie jak kopy ziemi, warpia, doły, leje i hałdy nadpoziomowe (MOLENDĄ 1972).

Do badań wytypowano trzy powierzchnie zlokalizowane na terenach dawnych wyrobisk kopalnianych w Jaworznie (w Ciężkowicach, Długoszynie i na Sadowej Górze).

Powierzchnia „Ciężkowice” to użytek ekologiczny „Góra Wielkanoc” położony niedaleko zabudowań w południowej części dawnej miejscowości Ciężkowice, a obecnie dzielnicy miasta Jaworzna, o tej samej nazwie. Użytek zajmuje obszar o powierzchni 5,6 ha, od 2015 r. objęty ochroną prawną na mocy uchwały Rady Miejskiej nr V/36/2015.

Przedmiotem ochrony są murawy kserotermiczne oraz walory krajobrazowe. W granicach użytku znajdują się miejsca dawnej eksploatacji rud cynku i ołowiu kopalni „Góra Wielkanoć” (CABAŁA & SUTKOWSKA 2006). Rudy wydobywane były tu metodą odkrywkową lub płytkimi szybikami. Prace górnicze trwały najprawdopodobniej do drugiej połowy XVI w., kiedy to, jak podaje LEŚ-RUDNICKA (2000), „zamarły wszystkie góry” (czyli kopalnie) w Jaworznie. Na obszarze użytku znajdują się fragmenty muraw galmanowych z *Festuca ovina*, *Silene vulgaris*, *Arabidopsis arenosa*, *Helianthemum nummularium*, *Rumex acetosa*, *Carlina vulgaris*, *Pimpinella saxifraga*, czy też z *Thymus pulegioides* i *Potentilla arenaria* (M. Jędrzejczyk-Korycińska, dane niepubl.).

Powierzchnia „Długoszyn” to obszar o powierzchni 3,5 ha położony w dawnej miejscowości Długoszyn a obecnie znajdujący się w granicach miasta Jaworzno, gdzie między terenami zabudowanymi nadal widoczne są ślady wydobywania rudy cynku i ołowiu. Górnictwo rozwijało się tu już od XIII w.; na przestrzeni lat działało tu sporo niewielkich kopalń. Eksploatacja rud metali trwała w Długoszynie aż do początku XX w., kiedy ostatecznie wydobywania zaprzestano i największa kopalnia „Fryderyk” (CABAŁA & SUTKOWSKA 2006). Pozostałościami po eksploatacji i przerobieniu rud, są dziś ukryte w lesie, lejowate zapadliska będące śladami po szybikach oraz usypiska skał płonnych. Do naszych czasów przetrwał, dość dobrze zachowany, ślad po starej sztolni odwadniającej. Część terenu badań jest pokryta lasem mieszanym z *Pinus sylvestris*, *Quercus rubra* i *Betula pendula*, w runie występuje m.in. *Brachypodium pinnatum*, *Silene vulgaris*, *Carlina vulgaris* i *Carlina acaulis*. Miejscami spotykane są murawy z takimi gatunkami, jak *Festuca ovina*, *Phleum phleoides*, *Dianthus carthusianorum*, *Armeria maritima*, *Arabidopsis arenosa*, *Helianthemum nummularium*, *Rumex acetosa*, *Pimpinella saxifraga* lub *Thymus pulegioides* (M. Jędrzejczyk-Korycińska, dane niepubl.). Na części terenu badań występują odlogowane i uprawiane do dziś pola.

Powierzchnia „Sadowa Góra” obejmuje tereny przyległe do nieczynnego obecnie kamieniołomu o tej samej nazwie. Kamieniołom ten do 1980 r. dostarczał do Cementowni Szczakowa wapień, dolomit i margiel. Badany obszar zajmuje około 3,6 ha z pozostałościami po działalności poszukiwawczej i wydobywczej. Pokryty jest on przez las brzo-zowo-sosnowy, w prześwietleniach występują takie gatunki, jak *Brachypodium pinnatum*, *Carlina vulgaris*, *Carlina acaulis* i z dużym pokryciem *Anthericum ramosum* oraz *Pteridium aquilinum*. W jego otoczeniu znajdują się ślady po działalności górniczej (świetliki, szyby, z dobrze zachowanymi fragmentami muraw galmanowych z takimi gatunkami, jak *Festuca ovina*, *Dianthus carthusianorum*, *Arabidopsis arenosa*, *Helianthemum nummularium*, *Rumex acetosa*, *Pimpinella saxifraga*, *Scabiosa ochroleuca*, *Silene vulgaris* czy *Thymus pulegioides* – M. Jędrzejczyk-Korycińska, dane niepubl.). Część z obszarów przylegających do terenu badań zajmują koszone łąki.

MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe prowadzone były w okresie jesiennym (wrzesień – październik) w 2018 r. na trzech opisanych wyżej powierzchniach badawczych („Ciężkowice”, „Długoszyn” i „Sadowa Góra”). Inwentaryzując gatunków porostów wykonano metodą marszrutową, uwzględniając pełne spektrum siedlisk.

Zebrany materiał porostowy analizowany był pod względem morfologicznym, anatomicznym i chemicznym przy użyciu standardowych metod TLC (ORANGE i in. 2001). Materiał zielnikowy zdeponowany został w zielniku Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie (KRAM). Nomenklaturę taksonów porostów podano za MycoBank Database z dnia 31.07.2019 r.

WYNIKI I Dyskusja

Na badanych powierzchniach łącznie stwierdzono występowanie 69 taksonów porostów, w tym na powierzchni „Ciężkowice” 46 gatunków, na powierzchni „Długoszyn” 32 gatunki, na powierzchni „Sadowa Góra” 38 gatunków (Tab. 1). Przeważają tu porosty związane z murawami, czyli gatunki naziemne głównie krzaczkowate z rodzaju *Cladonia* (11 gatunków) oraz drobne porosty o plesze proszkowato-gruzelkowatej rozwijające się na szczątkach roślinnych, jak *Bacidia baglietoana*, *Diploschistes muscorum* czy *Vezdea aestivalis* i *V. leprosa*. Są to porosty typowe dla siedlisk wzbogaconych o metale ciężkie (BIELCZYK & KOSSOWSKA 2015). Rzadziej notowane były porosty listkowate z rodzaju *Peltigera* czy luseczkowato-listkowate z rodzaju *Enchylium*. Dużą grupę stanowią porosty naskalne powszechnie obecne na drobnych kamieniach albo na sporadycznie występujących tu murkach, takie jak *Verrucaria* (12 gatunków), *Myriolecis* (3 gatunki) czy *Thelidium* (2 gatunki). Dość liczną grupę, około ¼ stwierdzonych tu taksonów stanowią gatunki porostów epifitycznych, które występowały na pojedynczych stanowiskach na drzewach licznie zarastających badane powierzchnie, np. *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens*, *Ph. tenella* czy *Xanthoria parietina*. Epifity te należą do grupy gatunków tolerujących średnie zanieczyszczenie powietrza pyłami (SMITH i in. 2009). Osiedlają się na drzewach zarastających murawy, głównie na *Pinus sylvestris*, ale i na *Betula pendula*, *Quercus rubra* oraz *Tilia cordata*. Jedynie dwa taksony porostów epifitycznych, *Lecanora conizaeoides* i *Scoliciosporum chlorococcum*, o plechach skorupiasto-gruzelkowatych, występowały powszechnie na badanych powierzchniach. Są to porosty odporne na wysokie stężenia zanieczyszczeń w powietrzu (KISZKA 1977).

Wśród stwierdzonych gatunków porostów na wyróżnienie zasługują metaloporosty (Tab. 1). Wśród nich wyróżniamy dwie podstawowe grupy: gatunki preferujące wysokie stężenia metali w glebie zwane porostami metalolubnymi (inaczej metaloporostami obligatoryjnymi, związane jedynie z siedliskami zawierającymi rudy metali) i gatunki tolerujące wysokie stężenia metali czyli porosty metalotolerancyjne (inaczej metaloporosty fakultatywne, występujące również na siedliskach zawierających rudy metali) (BIELCZYK & KOSSOWSKA 2015). Niestety trudno określić jednoznacznie czy dany gatunek jest obligatoryjnym czy fakultatywnym metaloporostem. Typowymi naziemnymi gatunkami porostów metalolubnych czyli metaloporostów obligatoryjnych, u których udokumentowano zdolność akumulacji metali ciężkich w plechach, a występującymi na badanym terenie są: *Cladonia chlorophaea*, *C. pyxidata*, *C. rei* i *Peltigera didactyla* (PAWLIK-SKOWROŃSKA i in. 2008; PAWLIK-SKOWROŃSKA & BAČKOR 2011). Wśród form skorupiastych przedstawicielem porostów metalolubnych jest *Diploschistes muscorum* tworzący na badanym terenie duże i wyraźne płaty plechy. Ma on dużą zdolność akumulacji cynku i ołowiu i jest hiperakumulatorem metali ciężkich wśród porostów (BIELCZYK & KOSSOWSKA 2015).

Tabela 1. Wykaz gatunków porostów stwierdzonych na powierzchniach badawczych na terenach pogórnicznych w Jaworznie. Użyte skróty: (+) – gatunek obecny na powierzchni badawczej; kategorie zagrożenia: VU – narażone; NT – bliskie zagrożenia; DD – niedostateczne dane (CIEŚLIŃSKI i in. 2006); wytłuszczenie – metaloporost

Table 1. List of lichen species identified in post-mining areas in Jaworzno town. Abbreviations: (+) – species present in the study area; threat categories: VU – vulnerable, NT – near threatened, DD – data deficient (CIEŚLIŃSKI *et al.* 2006); bold – metallophyte

Lp. (No.)	Gatunki (Species)	Podłoże (Substrat)	Ciężkowice	Długoszyn	Sadowa Góra	Kategoria zagrożenia (Category of threat)
1	<i>Agonimia vouauxii</i> (B. de Lesd.) M. Brand & Diederich	na mszakach, glebie (on mosses, soil)	+	+	+	
2	<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	na korze (on bark)	+			
3	<i>Athallia holocarpa</i> (Hoffm.) Arup, Frödén & Söchting	na kamieniach, betonie (on stones, concrete)	+			
4	<i>Bacidia bagliettoana</i> (A. Massal. & De Not.) Jatta	na mszakach, glebie (on bryophytes, soil)	+	+	+	
5	<i>Bacidia phacodes</i> Körb.	na mszakach, glebie (on bryophytes, soil)	+			
6	<i>Bilimbia sabuletorum</i> (Schreb.) Arnold	na korze (on bark)	+			
7	<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.	na korze (on bark)			+	
8	<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	na kamieniach (on stones)	+		+	
9	<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	na kamieniach (on stones)	+			
10	<i>Circinaria contorta</i> (Hoffm.) A. Nordin, Savić & Tibell	na kamieniach (on stones)	+			
11	<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.	na glebie (on soil)	+	+	+	
12	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	na korze (on bark)		+	+	
13	<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	na glebie (on soil)			+	
14	<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	na glebie (on soil)	+	+		
15	<i>Cladonia glauca</i> Flörke	na glebie (on soil)	+	+		
16	<i>Cladonia pocillum</i> (Ach.) O.J. Rich.	na glebie, mszakach (on soil, mosses)	+	+	+	
17	<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.	na glebie, mszakach (on soil, mosses)	+	+	+	
18	<i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm	na glebie (on soil)		+		
19	<i>Cladonia rei</i> Schaer.	na glebie (on soil)	+	+		
20	<i>Cladonia subulata</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg.	na glebie (on soil)		+		
21	<i>Diploschistes muscorum</i> (Scop.) R. Sant.	na mszakach, <i>Cladonia</i> spp. (on mosses, on <i>Cladonia</i> spp.)		+		
22	<i>Enchylium limosum</i> (Ach.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin	na glebie (on soil)	+			
23	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl	na korze (on bark)		+	+	
24	<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Cromb.	na korze (on bark)	+	+	+	
25	<i>Lecanora saligna</i> var. <i>sarcopis</i> (Ach.) Hikkmann	na korze (on bark)	+	+	+	
26	<i>Lepraria eburnea</i> J.R. Laundon	na korze (on bark)			+	
27	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	na korze, mszakach na skałach (on bark, mosses, rocks)		+	+	
28	<i>Lepraria jackii</i> Tønsberg	na korze (on bark)			+	

Tabela 1. Kontynuacja – Table 1. Continued

Lp. (No.)	Gatunki (Species)	Podłoże (Substrat)	Ciężkowice	Długoszyń	Sadowa Góra	Kategoria zagrożenia (Category of threat)
29	<i>Lepraria lobificans</i> Nyl.	na mszakach, skalach (on mosses, rocks)	+	+	+	
30	<i>Micarea denigrata</i> (Fr.) Hedl.	na drewnie (on wood)		+		
31	<i>Micarea prasina</i> Fr.	na korze (on bark)		+	+	
32	<i>Mycobilimbia tetramera</i> (De Not.) Vitik., Ahti, Kuusinen, Lommi & T. Ulvinen ex Hafellner & Türk	na mszakach, glebie (on mosses, soil)	+		+	
33	<i>Myriolecis albescens</i> (Hoffm.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch	na kamieniach, betonie (on stones, concrete)	+			
34	<i>Myriolecis dispersa</i> (Pers.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch	na kamieniach, betonie (on stones, concrete)	+			
35	<i>Myriolecis hagenii</i> (Ach.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch	na kamieniach, betonie (on stones, concrete)	+			
36	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	na korze (on bark)	+	+	+	
37	<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	na korze (on bark)		+		
38	<i>Peltigera didactyla</i> (With.) J.R. Laundon	na glebie (on soil)	+			
39	<i>Peltigera rufescens</i> (Weiss) Humb.	na glebie (on soil)	+	+		
40	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	na kamieniach, betonie (on stones, concrete)	+			
41	<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier	na korze, na kamieniach (on bark, stones)			+	
42	<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Hampe ex Fűrnr.	na kamieniach (on stones)	+			
43	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	na korze (on bark)	+	+	+	
44	<i>Placynthiella dasaea</i> (Stirt.) Tønberg	na drewnie (on wood)		+	+	
45	<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James	na korze (on bark)		+	+	
46	<i>Porpidia crustulata</i> (Ach.) Hertel & Knoph	na kamieniach (on stones)	+			
47	<i>Protoblastenia rupestris</i> (Scop.) J. Steiner	na kamieniach (on stones)	+		+	
48	<i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy	na kamieniach (on stones)	+		+	
49	<i>Sarcogyne regularis</i> Körb.	na kamieniach (on stones)	+			
50	<i>Sarcosagium campestre</i> (Fr.) Poetsch & Schied.	na mszakach, glebie (on mosses, on soil)			+	
51	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda	na korze (on bark)		+	+	
52	<i>Scoliciosporum umbrinum</i> (Ach.) Arnold	na kamieniach (on stones)	+			
53	<i>Staurothele hymenogonia</i> (Nyl.) Th. Fr.	na kamieniach (on stones)	+			VU
54	<i>Thelidium decipiens</i> (Hepp) Kremp.	na kamieniach (on stones)	+			VU
55	<i>Thelidium minutulum</i> Körb.	na kamieniach (on stones)			+	NT
56	<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins & P. James	na mszakach, glebie (on mosses, on soil)	+	+	+	
57	<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> Coppins & P. James	na mszakach, szczątkach roślinnych (on mosses, on plant debris)		+	+	
58	<i>Verrucaria dolosa</i> Hepp	na kamieniach (on stones)	+	+	+	
59	<i>Verrucaria muralis</i> Ach.	na kamieniach (on stones)	+	+	+	
60	<i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.	na kamieniach (on stones)	+			

Tabela 1. Kontynuacja – Table 1. Continued

Lp. (No.)	Gatunki (Species)	Podłoże (Substrat)	Ciężkowice	Długoszyn	Sadowa Góra	Kategoria zagrożenia (Category of threat)
61	<i>Verrucaria nigroumbrina</i> Servit	na kamieniach (on stones)	+			VU
62	<i>Verrucaria obfuscans</i> Nyl.	na kamieniach (on stones)	+			
63	<i>Verrucaria</i> sp. 1	na kamieniach (on stones)	+	+		
64	<i>Verrucaria viridula</i> (Schrad.) Ach.	na kamieniach (on stones)			+	
65	<i>Verrucaria xyloxena</i> Norman	na glebie (on soil)	+			DD
66	<i>Vezeada aestivalis</i> (Ohlert) Tscherm.-Woess & Poelt	na mszakach, glebie (on mosses, soil)	+	+	+	
67	<i>Vezeada leprosa</i> (P. James) Vězda	na mszakach, glebie (on mosses, soil)	+	+	+	VU
68	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	na korze (on bark)	+		+	
69	<i>Xanthoria ulophyllodes</i> Räsänen	na korze (on bark)			+	
Suma (Total)			47	32	38	

Spośród 69 gatunków porostów stwierdzonych w Jaworznie jedynie 8 gatunków występowało na trzech badanych powierzchniach: *Agonimia vouauxii*, *Bacidia bagliettoana*, *Cladonia chlorophaea*, *C. pyxidata*, *Verrucaria dolosa*, *V. muralis*, *Vezeada aestivalis* i *V. leprosa* (Tab. 1). Gatunki te należą głównie do porostów metalolubnych (BIELCZYK & KOSSOWSKA 2015). Plechy tych gatunków były obserwowane w różnych stadiach rozwojowych bez śladów przebarwień i nekroz. Wśród badanych porostów występowały okazy wytwarzające jedynie okresowo organy rozmnażania generatywnego (np. u *Sarcosagium campestre*, *Vezeada aestivalis*, *V. leprosa*). Zjawisko okresowego wytwarzania owocników jest nietypowe dla porostów i charakterystyczne dla naziemnych gatunków związanych z siedliskami wzbogaconymi o rudy metali.

Na badanych powierzchniach naziemne porosty o plesze proskowato-gruzelkowatej, tj. *Sarcosagium campestre*, *Diploschistes muscorum*, *Mycobilimbia tetramera*, występowały w niewielkich populacjach rozwijających się głównie na szczątkach roślinnych. Natomiast większe wielogatunkowe płyty tworzyły okazy krzaczkowatych i listkowatych porostów naziemnych, tj. *Cladonia glauca*, *C. pocillum*, *C. rei* i *Peltigera rufescens*.

Metaloporosty należą tu do gatunków nieczęstych. Jedyne dwa taksony były odnotowane więcej niż 10 razy. Są to: *Vezeada leprosa* gatunek metalolubny i *Verrucaria muralis* gatunek metalotolerancyjny. Powyżej pięciu razy notowane były takie gatunki, jak *Agonimia vouauxii*, *Cladonia pocillum* i *Peltigera rufescens* (gatunki metalolubne). Gatunki tolerujące wysokie stężenie metali notowane były na jednej lub dwóch badanych powierzchniach. Pozostałe gatunki na poszczególnych powierzchniach charakteryzowały się pojedynczymi notowaniami.

W trakcie prowadzonych badań nie odnaleziono gatunków objętych ochroną prawną, natomiast odnotowano gatunki zamieszczone na czerwonej liście porostów Polski (CIEŚLIŃSKI i in. 2006). Odnaleziono 4 gatunki w kategorii narażone (VU): *Staurothele hymenogonia*,

Thelidium decipiens, *Verrucaria viridula*, *Xanthoria ulophylloides* oraz jeden gatunek *Thelidium minutulum* w kategorii bliskie zagrożenia (NT) i jeden gatunek w kategorii niedostateczne dane (DD): *Vezdaea aestivalis*. Obecnie na badanych powierzchniach w Jaworznie nie odnaleziono gatunku *Cetraria islandica* (L.) Nyl. – porostu objętego w kraju częściową ochroną prawną (ROZPORZĄDZENIE 2014), a podawanego z powierzchni „Długoszyn” jeszcze w latach 2002–2004 przez BIELCZYK i in. (2009).

W ostatnich latach w kraju wzrosła liczba notowań gatunków porostów związanych z podłożem bogatym w rudy metali. Jeszcze nie tak dawno, pod koniec XX w., odnotowywanymi gatunkami metalolubnymi na terenach rudonośnych były głównie makroporosty – naziemne, gatunki z rodzaju *Cladonia* i *Peltigera* (KISZKA 1993). Dopiero z początkiem XXI w. pojawiło się coraz więcej doniesień o porostach z terenów pogórnicych. Szczegółowe badania terenowe przyczyniły się m.in. do odnalezienia dwóch nowych gatunków dla Polski (mikroporostów – *Agonimia vouauxii* i *Vezdaea leprosa*) oraz wielu nowych stanowisk porostów metalolubnych na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej (KISZKA 2003; KISZKA & SZAREK-ŁUKASZEWSKA 2006; BIELCZYK i in. 2009; BIELCZYK 2012, 2015).

Prowadzone przez ostatnie lata liczne badania przyrodnicze na terenach po górnictwie rud cynku i ołowiu na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej (KISZKA & SZAREK-ŁUKASZEWSKA 2006; SZAREK-ŁUKASZEWSKA & GRODZIŃSKA 2008; KAPUSTA i in. 2010; JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA i in. 2015) wskazują na unikatową bioróżnorodność charakterystycznych dla nich zbiorowisk muraw galmanowych. Ze względu na wyjątkowy w skali kraju charakter występującej tu lichenobioty, ochroną należy objąć te gatunki wraz z ich siedliskiem, o co wcześniej już postulowali KISZKA (2003) i BIELCZYK (2012), do tego postulatu gorąco przyłączają się również autorki tego artykułu.

Podziękowania. Badania prowadzone były w ramach projektu „Dobre praktyki dla wzmocnienia bioróżnorodności i aktywnej ochrony muraw galmanowych rejonu śląsko-krakowskiego BioGalmany”, finansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Spójności, Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 oraz w ramach działalności statutowej Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk.

LITERATURA

- BAĆKOR M. & LOPPI S. 2009. Interactions of lichens with heavy metals. – *Biologia Plantarum* **53**(2): 214–222.
- BAKER A. J. M., ERNST W. H. O., VAN DER ENT A., MALAISSE F. & GINOCCHIO R. 2010. Metallophytes: the unique biological resource, its ecology and conservational status in Europe, central Africa and Latin America. – W: L. C. BATTY & K. B. HALLBERG (red.), *Ecology of industrial pollution*, s. 7–40. Cambridge University Press, British Ecological Society, Cambridge.
- BIELCZYK U. 2012. Lichens of zinc-lead post-mining areas in the Olkusz Region – state of preservation, threats and needs for protection. – W: L. LIPNICKI (red.), *Lichen protection – protected lichen species*, s. 119–128. Sonar Literacki, Gorzów Wielkopolski.
- BIELCZYK U. 2015. The lichen biota of the Olkusz Ore-bearing Region. – *Specyfika lichenobioty na obszarze Olkuskiego Okręgu Rudnego*. – W: B. GODZIK (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*, s. 201–226. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

- BIELCZYK U. & KOSSOWSKA M. 2015. Porosty podłoża wzbogaconych związkami metali. – W: M. WIERZBICKA (red.), Ekotoksykologia: rośliny, gleby, metale, s. 249–273. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- BIELCZYK U., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M. & KISZKA J. 2009. Lichens of abandoned zinc-lead mines. – *Acta Mycologica* **44**(2): 139–149.
- CABAŁA J. & SUTKOWSKA K. 2006. Wpływ dawnej eksploatacji i przeróbki rud Zn-Pb na skład mineralny gleb industrialnych, rejon Olkusza i Jaworzna. – *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* **117**, *Studia i Materiały* **32**: 13–22.
- CIEŚLIŃSKI, S., CZYŻEWSKA K. & FABISZEWSKI J. 2006. Red list of the lichens in Poland. – W: Z. MIREK, K. ZARZYCKI, W. WOJEWODA & Z. SZELĄG (red.), Red list of plants and fungi in Poland, s. 71–89. W. Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków.
- DOBRAŃSKA J. 1955. Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza. – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **24**: 357–408.
- JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M. & ROSTAŃSKI A. 2015. Tereny o wysokiej zawartości metali ciężkich w podłożu na Górnym Śląsku. – W: M. WIERZBICKA (red.), Ekotoksykologia: rośliny, gleby, metale, s. 175–188. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ZAGÓRNA M. & GODZIK B. 2015. Protected and protection-worthy ecological areas or features in the Olkusz Ore-bearing Region. – W: B. GODZIK (red.), Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region, s. 315–327. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- KAPUSTA P., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GRODZIŃSKA K. & GODZIK B. 2010. Murawy galmanowe okolic Olkusza (południowa Polska) i problemy ich ochrony. – *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* **66**: 27–34.
- KISZKA J. 1977. Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów (*Lichenes*) Krakowa i Puszczy Niepołomickiej. s. 5–137. Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków.
- KISZKA J. 1993. Wpływ emisji miejsko-przemysłowych na florę porostów Górnego Śląska i okolicy. – *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej* **21**: 183–218.
- KISZKA J. 2003. Porosty hałd cynkowo-ołowiowych w Bolesławiu koło Olkusza. – W: J. LACH (red.), Dynamika zmian środowiska geograficznego pod wpływem antropopresji, s. 193–199. Instytut Geografii, Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego Akademia Pedagogiczna im. KEN, Kraków.
- KISZKA J. & SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2006. Porosty terenów po górnictwie cynkowo-ołowiowym w Bukowni koło Olkusza. – *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, FORUM: 1–4 (https://www.iop.krakow.pl/files/16/kiszka_szareklukaszevska_2006.pdf).
- LEŚ-RUDNICKA M. 2000. Historia jaworznickiego przemysłu, górnictwo kruszcowe. – *Zeszyty historyczne miasta Jaworzna* **2/3**: 15–18.
- MOLENDĄ D. 1972. Kopalnie rud ołowiu na terenie złóż śląsko-krakowskich w XVI–XVIII w. s. 420. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
- ORANGE A., JAMES P. W. & WHITE F. J. 2001. Microchemical methods for the identification of Lichens. s. 101. British Lichen Society, London.
- OSYCZKA P., ROLA K. & JANKOWSKA K. 2016. Vertical concentration gradients of heavy metals in *Cladonia* lichens across different parts of thalli. – *Ecological Indicators* **61**(2): 766–776.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B. & BAĆKOR M. 2011. Zn/Pb-tolerant lichens with higher content of secondary metabolites produce less phytochelatins than specimens living in unpolluted habitats. – *Environmental and Experimental Botany* **72**(1): 64–70.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B., WÓJCIĄK H. & SKOWROŃSKI T. 2008. Heavy metal accumulation, resistance and physiological status epigeic and epiphytic lichens inhabiting Zn and Pb polluted areas. – *Polish Journal of Ecology* **56**(2): 195–207.

- PURVIS O.W. & HALLS C. 1996. A review of lichens in metal-enriched environments. – *Lichenologist* **28**(6): 571–601.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony grzybów (Dz. U. z 2014 r., poz. 1408).
- SMITH C. W., APTROOT A., COPPINS B. J., FLETCHER A., GILBERT O. L., JAMES P. W. & WOLSELEY P. A. (red.). 2009. *The Lichens of Great Britain and Ireland*. s. 1046. British Lichen Society, London.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. & GRODZIŃSKA K. 2008. Naturalna roślinność w rejonach starych zwałowisk odpadów po górnictwie rud Zn-Pb w okolicy Bolesławia i Bukowna (region śląsko-krakowski; południowa Polska). – *Przegląd Geologiczny* **56**: 528–531.

SUMMARY

The paper presents the results of lichenological studies done in 2018 at three study sites in a zinc-lead post-mining area in Jaworzno town, aimed at gathering data on the lichen biota of metal-enriched environments. Identified were 69 species (Tab. 1), including 47 taxa in the Ciężkowice area, 32 in Długoszyn and 38 in Sadowa Góra. Six of the species are red-listed in Poland (CIEŚLIŃSKI *et al.* 2006; Tab. 1): *Staurothele hymenogonia*, *Thelidium decipiens*, *Verrucaria viridula*, *Xanthoria ulophyllodes* classed as vulnerable (VU), *Thelidium minutulum* classed as near threatened (NT), and *Vezdaea aestivalis* (data deficient, DD).

A highly diverse terricolous and epilithic lichen biota was found in this degraded and metal-contaminated environment, including species characteristic of zinc- and lead-enriched substrates (*Agonimia vouauxii*, *Diploschistes muscorum*, *Sarcosagium campestre*, *Vezdaea aestivalis*, *V. leprosa*).

Wpłynęło: 20.11.2019 r.; przyjęto do druku: 15.07.2020 r.