

Olkuski Okręg Rudny – obszar przemysłowy o niezwykłych walorach przyrodniczych

Barbara Godzik



AUTORZY I/LUB WSPÓLAUTORZY ROZDZIAŁÓW²

Barbara Godzik, Krystyna Grodzińska, Paweł Kapusta, Grażyna Szarek-Łukaszewska,
Magdalena Żywiec

Instytut Botaniki im. W. Szafera,
Polska Akademia Nauk,
ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków
e-mail: b.godzik@botany.pl

Urszula Bielczyk, Marcin W. Woch

Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej,
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków

Agnieszka Błońska, Teresa Nowak, Monika Jędrzejczyk-Korycińska, Agnieszka Kompała-
Bąba, Gabriela Woźniak

Uniwersytet Śląski,
ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

Jan Holeksa, Przemysław Kurek
Zakład Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

Piotr Mleczko, Monika Beszczyńska

Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński,
ul. Gronostajowa 3, 30-387 Kraków

Adam Stebel

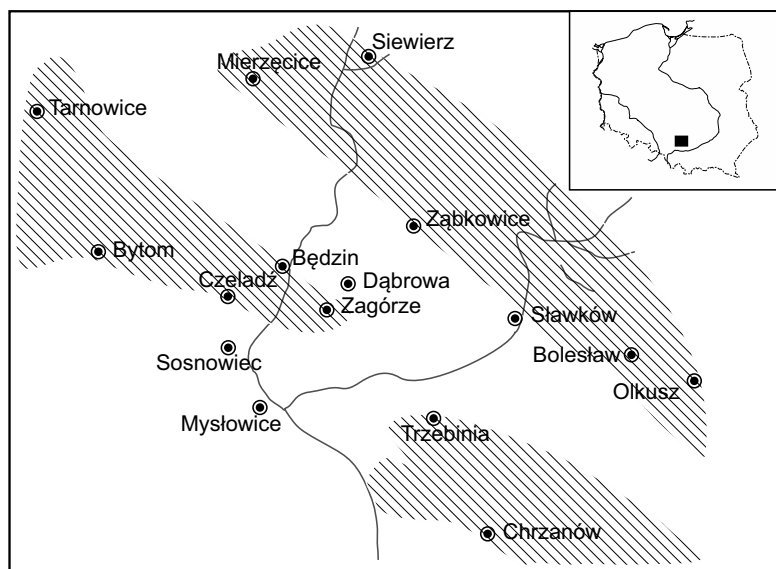
Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej i Zielarstwa,
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach,
ul. Ostrogórska 30, 41-200 Sosnowiec

² Teksty zamieszczone w tej części „Przewodnika” są zmodyfikowaną wersją opracowań opublikowanych w książce *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region* (Godzik 2015).

Wstęp

Region olkuski jest jednym z trzech, obok chrzanowskiego i bytomskiego, obszarów występowania złóż cynkowo-ołowiowych (Zn-Pb) na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej (Molenda 1963). Zgodnie z podziałem Kondrackiego (2009), ten najzasobniejszy obszar złożowy położony jest we wschodniej części mezoregionu zwanego Garbem Tarnogórskim. Wchodzi on w skład makroregionu Wyżyny Śląskiej, oddzielonej od Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej progiem kuesty, biegnącym od Żurady poprzez Olkusz do Klucz (Dziechciarz 2001) (Ryc. 1). Obszar ten charakteryzuje się łagodną, ale urozmaiconą rzeźbą terenu z niższej położoną doliną Białej Przemszy (270 m n.p.m.) i wzniesieniami sięgającymi 500 m n.p.m. Najwyższe wzniesienie powiatu olkuskiego to Wysokie Przymiarki (482,6 m n.p.m.). Wzgórza w okolicach Olkusza (zwane Grzędami Olkusкими) są spłaszczone i osiągają 50–100 m n.p.m. W tym terenie spotkać można liczne ostańce skalne, a także jaskinie. Najbliżej Olkusza położona jest jaskinia Wierzchowska Górna. Jednym z ciekawszych miejsc jest położona we wschodniej części Wyżyny Śląskiej Pustynia Błędowska. W północno-zachodniej części regionu (okolice Krzykawy) zalegają lessy, porozcinane w wyniku procesów denudacyjnych licznymi wąwozami i parowami (Szczypek i in. 1995; Dziechciarz 2002; Nowak i in. 2011).

Działalność wydobywcza i przetwórcza rud Zn-Pb pozostawiła wyraźne piętno na powierzchni Regionu Olkuskiego. W ciągu wielowiekowej aktywności górniczej naturalna rzeźba terenu ulegała deformacjom. Liczne są tu doły poeksploatacyjne, wyrobiska,



Ryc. 1. Obszary występowania złóż cynkowo-ołowiowych (Zn-Pb) na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej (region chrzanowski, bytomski i olkuski).

leje zapadliskowe; poza nimi dominują sztuczne wyniesienia terenu w postaci hałd odpadów pogórnich i hutniczych i pagóry powstałe z odrzuconego materiału pónnego (Wierzbička 2002; Godzik, Woch 2015; Woch 2015). Naziemne składowiska odpadów mają różną wielkość i kształt – od małych kopczyków i stożków, poprzez długie, często nieregularne wały wyniesione na około 25 metrów ponad powierzchnię. Eksploatacja piasków podsadzkowych dla górnictwa i kopalnie kruszywa pozostawiły również wiele głębokich, rozległych dołów na całym obszarze. Są one zalesiane lub wypełniane wodą i pełnią funkcję rekreacyjną (Kotlicka 1978). Wszystkie te obiekty stanowią nieodłączny dzisiaj, ale nienaturalny element krajobrazu.

Klimat

Zgodnie z regionalizacją klimatyczną Romera (1949), region olkuski położony jest w zasięgu klimatu Wyżyn Środkowych, w krainie Śląsko-Krakowskiej. Średnia roczna temperatura wynosi 8°C i jest zróżnicowana w zależności od ukształtowania terenu: chłodniejsze są dna dolin i wzniesienia. Najniższe temperatury osiągają wartość –31°C, a najwyższe 35°C (Szczypek 1997). Na całym obszarze przeważają wiatry zachodnie, głównie słabe i umiarkowane. Duży udział jest też wiatrów południowo-zachodnich i północno-zachodnich (Jędrzejczyk 2004). Roczne opady w gminie Olkusz wynoszą około 700–800 mm. Najwięcej opadów występuje w okresie od czerwca do września, najmniej w lutym, marcu i październiku (Dziechciarz 2002). Sezon wegetacyjny trwa 200–210 dni (Anonymous 2004).

Duża liczba cisz (24% w ciągu roku), które najczęściej notowane są w sierpniu i we wrześniu oraz mała prędkość wiatru, sprzyjają utrzymywaniu się zanieczyszczeń powietrza wpływając niekorzystnie na mikroklimat. Znaczne zapylenie powoduje osłabienie dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego, co przejawia się zwiększeniem liczby dni pochmurnych w ciągu roku (Kruczała 2000; Lorenc 2005).

Warunki hydrologiczne

Rejon olkuski położony jest w całości w dorzeczu Wisły. Sieć hydrograficzna jest bardzo uboga, co jest wynikiem specyficznej budowy geologicznej (przepuszczalne piaski i lessy czwartorzędowe, liczne spękania wietrzeniowe i tektoniczne skał mezozoicznych) i warunków hydrogeologicznych, które sprzyjają przesiąkaniu wody w głąb podłoża. Głównym ciekim odwadniającym północną część regionu jest Biała Przemsza. Wody z południa odprowadza rzeka Sztola. Gmina Bolesław położona jest w zlewni Białej Przemszy, a szczególnie jej lewobrzeżnych dopływów, tj. rzeki Białej i potoków Warwas i Struga. Biała obecnie prowadzi wody kopalniane. W rejonie Krzykawki i Lasek tworzy malownicze meandry, rozlewiska i bagna. Nieliczne są oczka wodne lub niewielkie stawy, jak np. w Krażku i w Starej Wsi. Wody powierzchniowe zajmują niespełna 1% powierzchni gminy Bolesław (Anonymous 2005).

Część mniejszych cieków powierzchniowych jest sztuczna. Są to cieki odwadniające kopalnie rud, jak np. uregulowany Kanał Dąbrówka i Kanał Baba oraz częściowo uregulowany Kanał Sztolnia. Antropogenicznym ciekim była również Sztolnia Ponikowska, obecnie prawie w całym swoim biegu wyschnięta. Poszukiwania i eksploatacja górnictwa, a także pobór wód do wodociągów spowodował głębokie zaburzenia stosunków wodnych (Baic i in. 2004; Anonymous 2004). Niektóre cieki powierzchniowe mogą być zanieczyszczone

w wyniku procesów wietrzenia i wypłukiwania odpadów metalonośnych przez kwaśne wody pokopalniane (Bauerek i in. 2009).

Budowa geologiczna

Region olkuski zaliczany jest do Monokliny Śląsko-Krakowskiej (Sokołowski 1990; Wika, Szczypek 1990; Jędrzejczyk 2004). Wyróżnić tu można trzy piętra strukturalne: 1 – sfałdowane utwory paleozoiczne, 2 – mezozoiczne utwory tworzące monoklinę i 3 – pokrywowe utwory kenozoiczne (Nowak 1978). Osady paleozoicznego piętra strukturalnego charakteryzuje znaczna miąższość. Wychodzą one na powierzchnię między Bukownem a Sławkowem. Są to skały osadowe karbonu górnego złożone z piaskowców i łupków (Stupnicka 2007). Z utworami triasowymi lokalnie związane są rudy cynkowo-ołowiowe, które występują jako żyły w wapieniach muszlowych i dolomitach (Smakowski 1992; Cabała 2009). Utwory czwartorzędowe są zróżnicowane litologicznie, nie tworzą ciągłej warstwy, a ich miąższość wynosi od kilku do kilkunastu metrów, przekraczając 60 metrów w dorzeczu Przemszy (Cabała, Konstantynowicz 1999; Stupnicka 2007). Występują na warstwach mezozoicznych jako fluwioglacjalne i eoliczne osady plejstocenu i holocenu (Cabała 2009).

Olkuskie złoża są najbogatszym z trzech obszarów występowania w Polsce rud Zn-Pb. Najdalej na zachód położone są złoża pod Bytomiem i Tarnowskimi Górami, na granicy Monokliny Śląsko-Krakowskiej występują w rejonie Zawiercia, Olkusza i Chrzanowa (Ney 1997; Szulc 2008). Będąc przedmiotem eksploatacji w rejonie olkuskim pokłady rudne są rozprzestrzenione na dużych obszarach. W obrębie dolomitów kruszczońskich tworzą ławice, soczewy, wypełniają kieszenie krasowe (Sylwestrzak 1998). Na obrzeżach mają one postać soczewkowo-gniazdowych ciał (kopalnia Pomorzany, złoża zawierciańsko-siewierskie). Gniazdowe ciała rudne występują też w dolomitach retu na obszarze złoża „Bolesław” (Cabała 2009).

Skład mineralny rud Zn-Pb jest w złożu zwykle zróżnicowany. Podstawowe użyteczne rudy budują siarczki cynku (sfaleryt, wurcyt β) oraz siarczki ołowiu (galena) z wysoką zawartością srebra. Mineraleom tym towarzyszą siarczki żelaza (markasyt, piryt) oraz kadmu (grenokit), a także kalcyt (węglan wapnia) i baryt (siarczan baru) (Cabała 2009). W strefie wietrzeniowej siarczki łatwo ulegają utlenieniu i tworzą wtórne węglany oraz krzemiany cynku (galmany) i ołowiu (cerusyt) (Rybak, Wójcik 2009).

Gleby

Do najczęściej spotykanych w gminie Olkusz należą gleby inicjalne luźne, słabo wykształcone kwarcowo-krzemianowe bezwęglanowe, bielicoziemne, hydrogeniczne i napływowe oraz industrioziemne (Gruszczynski i in. 1990). Przeważają gleby wytworzone na czwartorzędowych piaskach, glinach i lessach (Cabała 2009). Na całym obszarze w niewielkich płatach występują też gleby szkieletowe wytworzone ze skał wapiennych (Kiryk, Kołodziejczyk 1978). Skład mechaniczny gleb jest bardzo zróżnicowany. Spotykamy tu gleby piaszczyste, gliniaste, ilaste i pyłowe (Lazar 1962). Przeważają gleby suche, o niskiej sorpcji, ubogie w składniki odżywcze (azot i fosfor), mające niską wartość użytkową (Cabała 1990; Jędrzejczyk 2004).

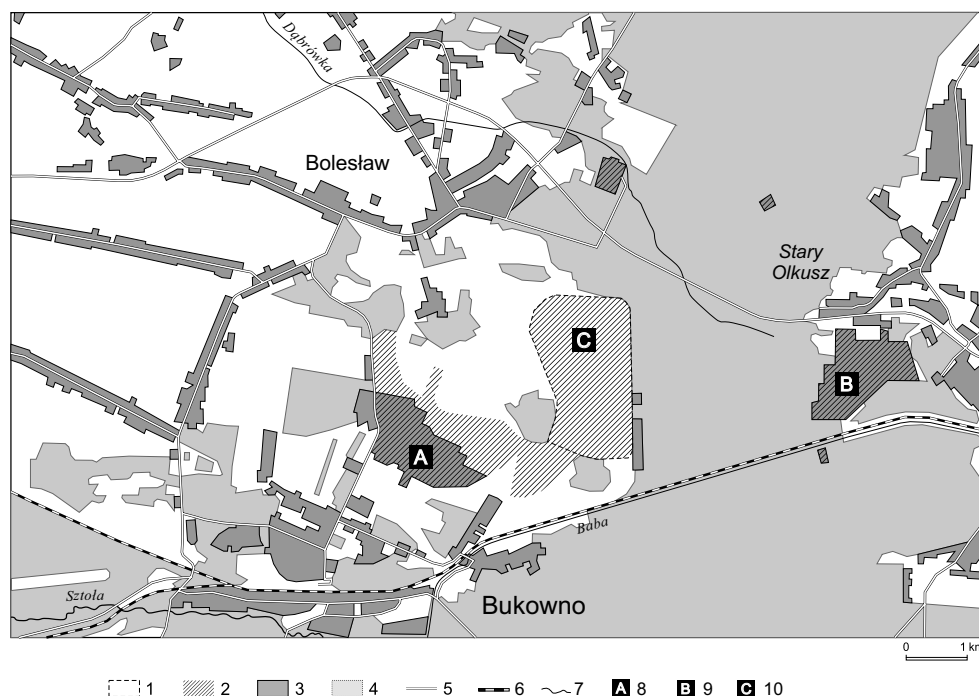
Gleby rejonu olkuskiego charakteryzują się wyjątkowo wysokimi stężeniami metali ciężkich, znacząco odbiegającymi od naturalnych zawartości w glebach Polski (m.in. Trafas

i in. 2006; Pasieczna, Lis 2008; Kapusta i in. 2015). Ich źródłem są czynniki naturalne i antropogeniczne. Gleby wytworzone na zwietrzałych, płytko zalegających dolomitach kruszczośnych są z natury wzbogacone w metale, natomiast źródłem antropogenicznym jest wielowiekowa eksploatacja i przeróbka rud bogatych w metale. Współczesne przetwarzanie rud spowodowało wysokie emisje zanieczyszczeń do atmosfery i skażenie gleb na znacznym obszarze. Wtórny źródłem zanieczyszczenia gleb jest składowanie odpadów poflotacyjnych w stawach osadowych, które w dużej mierze zbudowane są z frakcji drobnoziarnistych i w związku z tym są łatwe do przenoszenia przez wiatr (Bauerek i in. 2009; Cabała 2009). Gleby najbogatsze w cynk, ołów i kadm (gleby galmanowe) występują w okolicach Bolesławia, Ujkowa Starego, Bukowna, Starego Olkusza, okolicy huty „Bolesław” i kopalni „Pomorzany”, tj. w miejscach historycznego i współczesnego wydobycia i przeróbki rud (Pasieczna, Lis 2008).

Szata roślinna Olkuskiego Okręgu Rudnego

Powiat olkuski w dużej mierze użytkowany jest rolniczo, znaczną część powierzchni zajmują lasy, a pozostałą stanowią tereny zabudowane i nieużytki gospodarcze (Ryc. 2). Na gruntach ornych uprawia się głównie zboża, ziemniaki i rośliny pastewne, znaczną ich część zajmują łąki i pastwiska. Obecnie wiele pól uprawnych jest porzuconych, zalesianych przez człowieka lub zarośniętych w wyniku spontanicznej sukcesji.

Działalność górnicza i przetwarzanie rud miały ogromny wpływ na ukształtowanie współczesnego obrazu szaty roślinnej okolic Olkusza. W rejonie wydobycia rud Zn-Pb



Ryc. 2. Teren Olkuskiego Okręgu Rudnego objęty kompleksowymi badaniami w latach 2008–2011 (projekt MF EOG PL0265). 1 – stawy osadowe, 2 – tereny przemysłowe, 3 – tereny zabudowane, 4 – lasy, 5 – główne drogi, 6 – linia kolejowa, 7 – ciekі wodne, 8 – huta cynku ZGH „Bolesław”, 9 – zakład flotacji.

całkowicie został zmieniony krajobraz i funkcjonowanie ekosystemów wodnych i lądowych (Woźniak, Kompała 2001; Zawada 2007). W miejscu starych drzewostanów pojawiły się ubogie w gatunki młodniki, których obecność jest związana z rekultywacją niektórych części tego terenu.

Głębokie przemiany środowiska naturalnego rejonu olkuskiego, będące wynikiem działalności gospodarczej człowieka, miały także pozytywny wpływ na rozwój szaty roślinnej tego regionu. Otwarcie nowych siedlisk, zróżnicowanie składu chemicznego podłoża, powstawanie sztucznych obiektów (np. hałd) spowodowało wzbogacenie składu gatunków w okolicach Olkusza. Mnogość roślin prawnie chronionych jest związana z występowaniem dużych połączy nieużytków, gdzie mogą się one bez przeszkód rozprzestrzeniać (Nowak i in. 2011, 2015). Wtórne miejsca deponowania odpadów galmanowych są obszarami, na których rozwijają się jedyne w Polsce murawy galmanowe, z udziałem gatunków tolerujących lub przywiązanych do wysokich poziomów metali w podłożu (Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2008, 2011; Kapusta i in. 2010; Kowolik i in. 2010). Ich wartość została dostrzeżona i dzisiaj dwa z nich, szczególnie bogate w gatunki galmanowe, objęte zostały ochroną w postaci obszarów NATURA 2000 (Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2008; Kapusta i in. 2010; Jędrzejczyk-Korycińska i in. 2015).

HISTORIA GÓRNICICTWA W REGIONIE OLKUSKIM

Barbara Godzik, Marcin W. Woch

Występujące w regionie śląsko-krakowskim złoża srebra, ołowiu i cynku zaliczane były do najbogatszych i do jednych z najstarszych obszarów wydobywania w Europie (Liszka, Świć 2004). Korzystne warunki zalegania złóż i ich duża dostępność mogą sugerować istnienie prymitywnego górnictwa w rejonie olkuskim już w okresie halsztackim (700–400 p.n.e.). Podwyższona zawartość ołowiu w warstwach torfów datowanych na IX w. przemawiają za istnieniem tu górnictwa i metalurgii tego metalu (Rozmus 2010). W Jaskini Okopy Wielka Dolna znaleziono naczynie gliniane z ponad stoma srebrnymi monetami i dwoma kawałkami srebra pochodzącymi prawdopodobnie z XI–XII w. (Ginter 1978). Wyniki analiz chemicznych składu tzw. „srebra lanego” wykorzystywanego w biżuterii w tym okresie potwierdzają, że używano wówczas surowca ze złóż rodzimych (Koziorowska 2002).

Pierwsza pisana wzmianka o złożach śląsko-krakowskich ukazała się dopiero w drugiej połowie XII w. Największe znaczenie w eksploatacji rud srebra i ołowiu miał w Małopolsce Olkusz i pobliski Sławków (Molenda 1963; Grzechnik 1978; Sass-Gustkiewicz i in. 2001; Cabała, Sutkowska 2006). Wiadomo z pewnością, że od średniowiecza olkuskie górnictwo cieszyło się szerokim rozgłosem w Polsce i Europie. Wskazują na to m.in. zachowane przywileje na wydobywanie kruszców wydawane przez średniowiecznych władców (Jaroś 1957) czy zachowane dokumenty pióra polskich i zagranicznych autorów (Molenda 1972).

Rozkwit górnictwa odkrywkowego w XII i XIII w., związany z eksploatacją i przetwarzaniem rud ołowiowych, skutkowało dużą imigracją ludności. Przyczyną osiedlania się ludzi w rejonach górniczych były liczne przywileje przyznawane górnikom rudnym, specjalistom i osadnikom (Molenda 1963; Cabała, Sutkowska 2006). W 1374 roku Elżbieta Łokietkówna nadała Olkuszowi ordynację górniczą, która dawała osadnikom prawo swobodnego poszukiwania, wydobywania i przetwarzania kruszcu na okres 6 lat, jednocześnie zobowiązując górników do oddawania części urobku do skarbcza królewskiego. Przywileje



Ryc. 3. Średniowieczne wydobywanie rud. Annaberger Bergaltar – „Anagoria” (1521), Deutsches Bergbaumuseum Bochum (źródło: Wikimedia Commons).

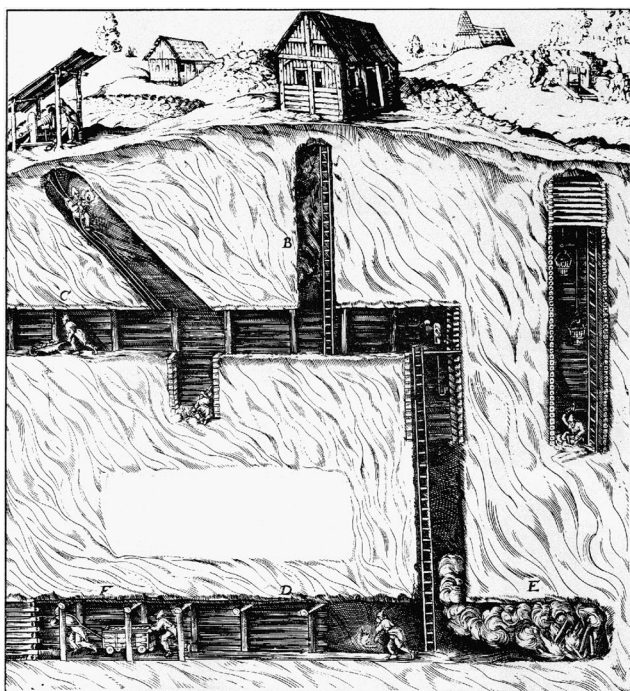
te zostały rozszerzone przez Władysława Jagiełłę o regulacje związane z zarządzaniem górnictwem odkrywkowym (Molenda 1963; Liszka, Świć 2004). Kolejni władcy także otaczali górnictwo ołowiu i srebra szczególną opieką (Roś 2009).

W historii górnictwa kruszcowego regionu olkuskiego wyróżnić można kilka etapów ze względu na rodzaj pozyskiwanego kruszcu, a także różne metody wydobywania, zwłaszcza rozwój nowych technik odwadniania, pozwalających na eksploatację coraz głębiej zalegających złóż rud metali. Pierwszy, obejmujący okres od XII do XVI w. wiąże się z eksploatacją galeny, z której uzyskiwano ołów (86,6% Pb) i srebro. Najstarszy dokument mówiący o produkcji ołowiu i odciąganiu z niego srebra w okolicach Olkusza (pierwotna osada górnicza „Stary Olkusz”) pochodzi z XIII w. Wykopaliska przeprowadzone na terenie Starego Olkusza wskazują, że w okresie wczesnego średniowiecza funkcjonowała tu prawdopodobnie osada produkcyjna, która w późniejszym okresie została zasypiana przez piaski Pustyni Błędownskiej (Rozmus 2010). Drugim pod względem wielkości ośrodkiem górnictwem, obok Olkusza, był Sławków wraz z podległymi mu osadami, w tym ówczesną wsią Bolesław. W rejonie samego miasta funkcjonowało kilka kopalń jeszcze w XV w. Były one niewielkie, przeważnie z jednym szybem, rzadziej dwoma.

W XVI w. surowiec pozyskiwano z ponad 70 kopalni zlokalizowanych w pasie przygranicznym od strony Olkusza, na obszarze o powierzchni około 7 ha, a także drogą przepokopywania starych hałd. Obszar ten był prężnym ośrodkiem górnictwem, dającym 500–700 ton ołowiu rocznie.

Możliwości technologiczne początkowo pozwalały na wybieranie złóż najbogatszych, płytko zalegających ponad poziomem wody gruntowej lub leżących wręcz na powierzchni gruntu, a głównym celem prac górniczych było uzyskiwanie ołowiu, nieco później także srebra (Molenda 1963; Liszka, Świć 2004; Przeniosło i in. 2006; Roś 2009). Najwcześniejsze górnictwo polegało na wydobyciu rudy w niewielkich zagłębieniach (Ryc. 3). Przeróbkę rud i uzyskiwanie kruszcu przeprowadzano w bezpośredniej bliskości miejsc wydobycia. Najstarsze, średniowieczne kopalnie miały z reguły jeden szyb centralny, wokół którego w odległości 24 m drążono dwa lub trzy kolejne (Ryc. 4). Od szybu kopano na różnych poziomach kręte chodniki poszukiwawcze, które funkcjonowały kilka lat, do czasu wyczerpania najbardziej opłacalnego złoża (Krygier i in. 1971; Grodzińska, Szarek-Lukaszewska 2002; Godzik i in. 2009).

Pod koniec XV w. nastąpiła recesja polskiego i europejskiego górnictwa (Liszka, Świć 2004). Po wyczerpaniu się bogatych pokładów powierzchniowych zaczęto poszukiwanie rud poniżej poziomu wód gruntowych (Molenda 1963; Krzyżanowski, Wójcik 2008). Dużym problemem technicznym było osuszanie złóż. Początkowo wodę wyciągano z szybów wiadrami lub w skórzanych workach, później za pomocą bardziej wydajnych czerpadeł i pomp poruszanych kieratami, które obsługiwane były przez konie (Molenda 1963; Kiryk, Kołodziejczyk 1978). W drugiej połowie XVI w. zbudowano w okolicach Olkusza i Bolesławia pięć sztolni odwadniających (Krygier i in. 1971; Grzechnik 1978; Cabała, Sutkowska 2006). Pozwalały one na funkcjonowanie większych jednostek produkcyjnych, które można porównać do współczesnych kopalń. W okresie sztolniowym górnictwo olkuskie przeżywało okres największego rozkwitu (Liszka, Świć 2004). Powstawały liczne kopalnie,



Ryc. 4. Model XVI-wiecznej kopalni wykonany na podstawie ilustracji G. E. von Löhneyss – Bericht vom Bergwerck, 1690 (źródło: Wikimedia Commons).

np. w rejonie Sztolni Ponikowskiej działało ich około 300 oraz kilkaset innych na osuszonych przez nią złożach (Nowak i in. 2011). W rejonie powstawały huty, w których z galeny produkowano rocznie od 1000 do 3000 ton ołowiu (Krygier i in. 1971). Z najbogatszych złóż ołowiu odciągano srebro; w Olkuszu w latach 1578–1601 działała mennica królewska, w której wybijano srebrne monety (Roś 2009). Na przełomie XVI i XVII w. wydobywanie roczne sięgało 2000 ton ołowiu i 200 kg srebra. Ze względu na brak sztolni odwadniających w rejonie Sławkowa, Niesułowic i Gorenica, a także wyczerpywanie się złóż, eksploatacja w rejonie olkuskim powoli zamierała. Od drugiej połowy XVII w. prace koncentrowały się głównie na terenach położonych na wschód od Olkusza oraz na południowym skraju rudonośnego obszaru, a pod koniec XVII w. czynne były tylko dwie sztolnie (Molenda 1963; 1978; Krygier i in. 1971). W XVI i XVII w. powrócono do wybierania kruszcu ze starych wyrobisk. Na dużą skalę prowadzono też przebieranie starych hałd, wielokrotnie też przekopywano zapadliska starych szybów. Prawdopodobnie wówczas zatarcia uległy ślady dawnej eksploatacji górniczej (Molenda 1963; Krygier i in. 1971; Sass-Gustkiewicz i in. 2001). Po upadku właściwego górnictwa rozpoczęto wzbogacanie leżącej na powierzchni galeny, co wiązało się z budową płuczek.

Krótkotrwałe ożywienie działalności górniczej i hutniczej w rejonie Olkusza nastąpiło pod koniec XVIII w., co związane było z otrzymaniem metalicznego cynku, a następnie opracowaniem metody wytopu cynku z rudy galmanowej (Grzechnik 1978). Założono wówczas Kompanię Kruszcową Olkuską, która rozpoczęła budowę ośmiu nowych szybów. Po utworzeniu Księstwa Warszawskiego (1807), w okolicy Olkusza, Bolesławia i Sławkowa rozpoczęto na masową skalę eksploatację galmanu (Żabiński 1960; Molenda 1963).

W połowie XIX w. górnictwo olkuskie przeżywało kolejne trudności. Najbogatszy galman leżący ponad poziomem wód gruntowych był już wybrany, głębsze złoża były niedostępne. Kopalnie wymagały inwestycji i modernizacji. Na początku lat 70. XIX w., dzięki funduszom rządowym, odbudowano roznos (sztolnia Bolesławska), co umożliwiło sięganie do niżej położonych złóż w Bolesławiu. Francusko-Rosyjskie Towarzystwo Górnicze, które zostało właścicielem kilku kopalń, wybudowało pod Pomorzaniem nowoczesną płuczkę mechaniczną z flotacją. Rozpoczęto eksploatację blendy, ale nadal podstawą było wydobywanie galmanu.

Na początku XX w. istotnym usprawnieniem było wybudowanie linii kolejowej, która łączyła Olkusz i Sławków z Zagłębiem Dąbrowskim (Molenda 1963; Krygier i in. 1971). W okresie II wojny światowej władze okupacyjne uruchomiły dwie kopalnie i rozbudowały płuczkę i flotację w Bolesławiu. Wydobywanie było wysokie, rabunkowe, prawie nie prowadzono prac przygotowawczych i rozpoznawczych.

Po II wojnie zakłady wydobywcze i przetwórcze były zdewastowane i wymagały modernizacji; władze podjęły decyzję o rozbudowie kopalni. Decydujący wpływ miało odkrycie dużych złóż siarczków w tzw. rowie Bolesławia. Prowadzono szeroko zakrojone badania geologiczne, które doprowadziły do odkrycia nowych, bogatych pokładów rud cynku (Grzechnik 1978; Paulo 2005). Od lat 50. wydobywanie rud galmanowych prowadzono w kilku kopalniach; obecnie eksploatacja rud prowadzona jest w kopalni „Pomorzany”. Bogate zasoby rud cynkowo-ołowiowych powoli wyczerpują się. W najbliższej przyszłości planowane jest zamknięcie Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” w Bukownie.

W rejonie olkuskim eksploatowano i przetwarzano nie tylko rudy cynkowo-ołowiowe, ale także złoża rud żelaza. Górnictwo rud tego metalu, poza miejscami wspólnymi dla

górnictwo ołowiowo-cynkowego, skupiało się jeszcze w dwóch rejonach – okolicach Jaroszwca i Klucz oraz Rodak (Feliksik 2011). Najbardziej rozwinięte górnictwo i hutnictwo żelaza zlokalizowane było w rejonach Pilicy, Niegowonic, Pomorzan, Strzegowej, Wolbromia i Złóżeńca (Kiryk 1978).

BADANIA BOTANICZNE W REJONIE OLKUSKIM

Krystyna Grodzińska, Barbara Godzik

Pierwsze wzmianki o roślinności Olkusza i Bolesławia pochodzą z drugiej połowy XIX i początku XX w. (Rostafiński 1872; Uechtritz 1877, 1878, 1879, 1880; Zalewski 1886; Rehman 1904; Pax 1918; Piech 1924). Szersze opracowanie przyniosła praca Wóycickiego (1913) zawierająca opis roślinności pokrywającej tereny górnicze okolic Bolesławia i Olkusza, listę ponad 100 gatunków roślin naczyniowych tam rosnących oraz fotografie terenu. Dzięki nim wiemy obecnie, jak znaczącym zmianom uległ krajobraz w okresie ponad 100 lat.

Przez prawie pół wieku botanicy omijali zniszczony górnictwem rejon olkuski. Dopiero pod koniec lat 40. XX w. do badań w okolicach Bolesławia i Olkusza przystąpiła Janina Dobrzańska. Florystyczno-ekologiczne studium tej autorki (Dobrzańska 1955) stanowiło ważny krok w badaniach roślinności tego obszaru. Autorka zwróciła uwagę na wyjątkowość flory i zbiorowisk roślinnych – szczególnie murawowych, a także na ich podobieństwo do roślinności cynkowo-ołowiowych obszarów w środkowej i zachodniej Europie. Historię badań botanicznych prowadzonych w regionie (powiecie) olkuskim w okresie 1850–2002 opracował Drobnik (2004a, b). W początkach XXI w. ukazało się najobszerniejsze do tej pory opracowanie flory roślin naczyniowych Olkuskiego Okręgu Rudnego autorstwa Nowak i in. (2011). Nie ogranicza się ono do terenów ściśle górniczych. Obejmuje wszystkie siedliska tego rozległego regionu.

Opisywana była również roślinność OOR, zarówno siedlisk naturalnych, jak i antropogenicznych. Kaźmierczakowa (1987) zajęła się przemianami borów sosnowych pozostających pod wpływem emisji przemysłowych pochodzących z zakładów hutniczych cynku i ołowiu w Bukownie. Wika i Szczypiek (1990) przeprowadzili podstawowe badania fitosocjologiczne w regionie, a Drobnik i Stebel (2003) skupili się na rozpoznaniu najcenniejszych przyrodniczo fitocenozy łąkowych i torfowiskowych. Szczególną uwagę zwrócono na roślinność w rejonach starych zwałowisk odpadów po górnictwie rud cynkowo-ołowiowych, na procesy kolonizacji tych terenów, a także na możliwości wykorzystania spontanicznie rozwijającej się roślinności w zagospodarowywaniu terenów przemysłowych (Grodzińska i in. 2000; Grodzińska, Szarek-Łukaszewska 2002, 2009; Szarek-Łukaszewska 2009; Szarek-Łukaszewska i in. 2009; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2007, 2008, 2011).

Obok badań florystycznych i fitosocjologicznych, w rejonie olkuskim były lub są prowadzone liczne badania ekologiczne, fizjologiczne i genetyczne. Obejmują one studia terenowe, a także eksperymentalne, przeprowadzane w laboratoriach. Dotyczą one m.in. (a) – poziomu metali ciężkich w roślinach hałd pogórnicznych (np. Godzik 1991, 1993; Mesjasz-Przybyłowicz i in. 1997, 1999, 2001; Szarek-Łukaszewska, Niklińska 2002); (b) – adaptacji wybranych gatunków roślin do bogatych w metale ciężkie, ubogich i suchych podłoży pogórnicznych (np. Wierzbička, Panufnik 1998; Wierzbička 2002; Załęcka, Wierzbička 2002; Szarek-Łukaszewska i in. 2004; Wierzbička, Pieliłhowska 2004; Przedpełska,

Wierzbicka 2007; Olko i in. 2008; Słomka i in. 2008; Kostecka 2009); (c) – gatunków mikoryzowych rosnących na hałdach pogórnicych (Pawłowska, Błaszczkowski 1996; Turnau 1998; Wierzbicka, Zyska 1999; Jurkiewicz i in. 2001; Orłowska i in. 2002; Turnau i in. 2002; Mleczek 2004); (d) – spontanicznej i wspomagającej kolonizacji obszarów cynkowo-ołowiowych przez roślinność (Grodzińska i in. 2000; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2007, 2008).

W rejonie olkuskim było i jest nadal prowadzonych szereg projektów badawczych. Ich efektem są liczne artykuły naukowe oraz trzy monografie: Nowak T., Kapusta P., Jędrzejczyk-Korycińska M., Szarek-Łukaszewska G., Godzik B. 2011. *The vascular plants of the Olkusz Ore-bearing Region*.² Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków; Godzik B. (red.). 2015. *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*.³ Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków; Stebel A., Ochyra R., Godzik B., Bednarek-Ochyra H. 2015. *Bryophytes of the Olkusz Ore-bearing Region (southern Poland)*.⁴ Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków.

Literaturę dotyczącą rejonu olkuskiego znaleźć można w obszernej bibliografii botanicznej Ziemi Olkuskiej za lata 1850–2006 (Drobnik 2008) oraz monografii Olkuskiego Okręgu Rudnego (Nowak i in. 2011).

CHARAKTERYSTYKA FLORY ROŚLIN NACZYNIOWYCH OLKUSKIEGO OKRĘGU RUDNEGO

Teresa Nowak, Monika Jędrzejczyk-Korycińska, Paweł Kapusta,
Grażyna Szarek-Łukaszewska

Specyfikę szaty roślinnej kształtującej się w Olkuskim Okręgu Rudnym (OOR) dostrzegli już badacze z końca XIX i początku XX w. (Zalewski 1886; Wóycicki 1913). W drugiej połowie XX w. i pierwszej dekadzie wieku XXI opublikowano z tego obszaru wiele opracowań florystycznych (m.in. Dobrzańska 1955; Kwiatkowska 1957; Wika, Szczypek 1990; Bernacki, Nowak 1994; Nowak 1997, 1999; Grodzińska i in. 2000; Drobnik 2003; Drobnik, Stebel 2003; Babczyńska-Sendek 2005; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2007, 2008; Nowak i in. 2011).

Szczegółowe badania flory przeprowadzone w OOR (48 km²) w latach 2008–2009 (Ryc. 2) dostarczyły licznych nowych i interesujących danych (Nowak i in. 2015). Stwierdzono występowanie ogółem 736 gatunków roślin naczyniowych, należących do 102 rodzin i 372 rodzajów; 706 gatunków reprezentuje rośliny okrytonasienne (Magnoliophyta), 7 gatunków – nagonasienne (Pinophyta), a 23 gatunki rośliny zarodnikowe – widłaki (Lycopodiophyta), skrzypy (Equisetophyta) i paprocie (Polypodiophyta). Przeważają gatunki rodzime (ponad 74%), a gatunki obcego pochodzenia (antropofity) stanowią ponad 24%; większość antropofitów to gatunki zadomowione.

Wśród 59 archeofitów tylko 4 (*Avena fatua*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria pumila* i *S. viridis*) zaliczone zostały do tzw. chwastów inwazyjnych. W tej grupie antropofitów obserwuje się również tendencję do ustępowania niektórych gatunków (np. *Agrostemma githago*, *Lathyrus tuberosus*, *Neslia paniculata*, *Stachys annua* i *Veronica agrestis*). W grupie

² https://botany.pl/images/ibwyd/Olkusz/Olkusz1_all_internet.pdf

³ https://botany.pl/images/ibwyd/Olkusz/Olkusz2_przyroda_z_wklejkami_internet_low.pdf

⁴ https://botany.pl/images/ibwyd/Olkusz/Olkusz3_Mszaki_internet.pdf

73 gatunków odnotowanych kenofitów, aż 38 reprezentuje grupę gatunków inwazyjnych w skali kraju (Tokarska-Guzik i in. 2012). Sześć z nich to inwazyjne chwasty (*Amaranthus retroflexus*, *Conyza canadensis*, *Galinsoga ciliata*, *G. parviflora*, *Oxalis fontana*, *Veronica persica*). Szczególnie silnie inwazyjnymi w OOR są *Aster novi-belgii* i *Heracleum sosnowskyi*. Początkowe stadium inwazji wykazuje natomiast obecna na razie na pojedynczych stanowiskach *Reynoutria sachalinensis*. Odnotowano także jedno stanowisko gatunku uważanego za potencjalnie inwazyjny – *Typha laxmanni*.

Udział antropofitów zdomowionych, zarówno kenofitów, jak i archeofitów, jest najwyższy w północno-zachodniej części OOR, znacznie zabudowanej i pokrytej dawniej polami, a obecnie odłogami. W tej części najwyższy jest też udział gatunków inwazyjnych z grupy kenofitów. Najmniejszy udział antropofitów zdomowionych odnotowuje się natomiast na południowo-wschodnim krańcu regionu, gdzie dominują bory sosnowe. Nietrwale elementy flory – ergazjofigofity – obserwuje się szczególnie na rekultywowanych terenach pogórnicych, a także na terenach zabudowanych. Gatunki zdomowionych antropofitów występują w zbiorowiskach roślinnych reprezentujących 24 klasy fitosocjologiczne, przy czym najwięcej jest gatunków łąkowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (143) i gatunków upraw polnych z klasy *Stellarietea mediae* (97). Mniej gatunków zdomowionych antropofitów odnotowuje się w zbiorowiskach leśnych z klasy *Quercu-Fagetea* (72), zbiorowiskach ruderalnych z klasy *Artemisietea vulgaris* (69) i w zbiorowiskach muraw kserotermicznych z klasy *Festuco-Brometea* (68), a tylko pojedyncze reprezentują klasy: *Asteretea tripolium* i *Littorelletea uniflorae*.

W OOR element górski reprezentują 23 gatunki (3,1%) zaliczane do trzech grup wysokościowych (Tabela 1). Gatunki górskie występują głównie w zbiorowiskach leśnych, a niekiedy na siedliskach antropogenicznych, stanowiących dla nich siedliska zastępcze. Przykładem może być *Chamaenerion palustre* rosnący na rumoszu dolomitowym na terenach kolejowych.

Na terenie okręgu występuje 40 gatunków (5,4% flory) objętych ochroną prawną, w tym 13 ścisłą, a 27 częściową (Tabela 2; Ryc. 5–8). Dziewiętnaście gatunków chronionych

Tabela 1. Gatunki górskie we florze Olkuskiego Okręgu Rudnego (Nowak i in. 2015).

Gatunki ogólnogórskie	Gatunki reglowe	Gatunki podgórskie
<i>Alchemilla crinita</i>	<i>Centaurea oxylepis</i>	<i>Equisetum telmateia</i>
<i>Alchemilla glabra</i>	<i>Chamaenerion palustre</i>	
<i>Asplenium viridae</i>	<i>Equisetum variegatum</i>	
<i>Biscutella laevigata</i>	<i>Gentianella germanica</i>	
<i>Calamagrostis villosa</i>	<i>Malaxis monophyllos</i>	
<i>Cardaminopsis halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	<i>Polygonatum verticillatum</i>	
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	<i>Rosa pendulina</i>	
<i>Goodyera repens</i>	<i>Sambucus racemosa</i>	
<i>Gymnadenia conopsea</i> subsp. <i>conopsea</i>		
<i>Huperzia selago</i>		
<i>Melampyrum sylvaticum</i>		
<i>Ranunculus serpens</i> subsp. <i>nemorosus</i>		
<i>Thesium alpinum</i>		
<i>Veratrum lobelianum</i>		

Tabela 2. Gatunki prawnie chronione we florze Olkuskiego Okręgu Rudnego (Nowak i in. 2015). * – gatunki zagrożone w Polsce (por. Tabela 3); Epi. ang. – *Epilobietea angustifolii*; Fes. Bro. – *Festuco-Brometea*; Mol. Arr. – *Molinio-Arrhenatheretea*; Nar. Cal. – *Nardo-Callunetea*; Potam. – *Potametea*; Que.Fag. – *Quercu-Fagetea*; Rha.Pru. – *Rhamno-Prunetea*; Sch. Car. – *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*; Vac. Pic. – *Vaccinio-Piceetea*.

Gatunek	Rodzina	Częstość występowania	Fitocenoza
OCHORONA ŚCISLA			
* <i>Botrychium lunaria</i>	Ophioglossaceae	bardzo rzadki	Nar. Cal.
* <i>Epipactis palustris</i>	Orchidaceae	niezbyt częsty	Sch. Car.
* <i>Gentiana pneumonanthe</i>	Gentianaceae	bardzo rzadki	Mol. Arr.
* <i>Gentianella germanica</i>	Gentianaceae	rzadki	Fes. Bro.
* <i>Gladiolus imbricatus</i>	Iridaceae	bardzo rzadki	Mol. Arr.
* <i>Goodyera repens</i>	Orchidaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
* <i>Gymnadenia conopsea</i> subsp. <i>conopsea</i>	Orchidaceae	bardzo rzadki	Mol. Arr.
* <i>Iris sibirica</i>	Iridaceae	bardzo rzadki	Mol. Arr.
* <i>Jovibarba sobolifera</i>	Crassulaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
* <i>Lathyrus latifolius</i>	Fabaceae	bardzo rzadki	Fes. Bro.
<i>Lilium martagon</i>	Liliaceae	bardzo rzadki	Que. Fag.
* <i>Malaxis monophyllos</i>	Orchidaceae	częsty	Vac. Pic.
* <i>Ophioglossum vulgatum</i>	Ophioglossaceae	bardzo rzadki	Mol. Arr.
OCHRONA CZĘŚCIOWA			
<i>Aguilegia vulgaris</i>	Ranunculaceae	rzadki	Que. Fag.
<i>Batrachium fluitans</i>	Ranunculaceae	bardzo rzadki	Potam.
* <i>Batrachium trichophyllum</i>	Ranunculaceae	bardzo rzadki	Potam.
<i>Carlina acaulis</i>	Asteraceae	częsty	Fes. Bro.
<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>erythraea</i>	Gentianaceae	częsty	Epi. ang.
* <i>Chimaphila umbellata</i>	Pyrolaceae	częsty	Vac. Pic.
<i>Colchicum autumnale</i>	Colchicaceae	niezbyt częsty	Mol. Arr.
* <i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i>	Orchidaceae	bardzo rzadki	Sch. Car.
* <i>Dactylorhiza majalis</i>	Orchidaceae	rzadki	Sch. Car.
<i>Dactylorhiza</i> × <i>aschersoniana</i>	Orchidaceae	bardzo rzadki	Sch. Car.
* <i>Diphasiastrum complanatum</i>	Lycopodiaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
* <i>Epipactis atrorubens</i>	Orchidaceae	częsty	Que. Fag.
<i>Epipactis helleborine</i>	Orchidaceae	częsty	Que. Fag.
<i>Epipactis</i> × <i>schmalhauseni</i>	Orchidaceae	rzadki	Que. Fag.
<i>Gentianella ciliata</i>	Gentianaceae	rzadki	Fes. Bro.
* <i>Huperzia selago</i>	Huperziaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
<i>Ledum palustre</i>	Ericaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
<i>Listera ovata</i>	Orchidaceae	rzadki	Mol. Arr.
* <i>Lycopodium annotinum</i>	Lycopodiaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
* <i>Lycopodium clavatum</i>	Lycopodiaceae	bardzo rzadki	Vac. Pic.
* <i>Moneses uniflora</i>	Ericaceae	częsty	Vac. Pic.
<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	niezbyt częsty	Fes. Bro.
* <i>Orobancha lutea</i>	Orobanchaceae	niezbyt częsty	Fes. Bro.
<i>Pyrola chlorantha</i>	Ericaceae	częsty	Vac. Pic.
<i>Pyrola minor</i>	Ericaceae	niezbyt częsty	Vac. Pic.
<i>Pyrola rotundifolia</i>	Ericaceae	niezbyt częsty	Vac. Pic.
<i>Veratrum lobelianum</i>	Melanthiaceae	bardzo rzadki	Que. Fag.



Ryc. 5. Widłak goździsty *Lycopodium clavatum* L. (fot. M. Jędrzejczyk-Korycińska).



Ryc. 6. Nasiężrzal pospolity *Ophioglossum vulgatum* L. (fot. M. Jędrzejczyk-Korycińska).



Ryc. 7. Kruszczyk szerokolistny *Epipactis helleborine* (L.) Cranz (fot. M. Jędrzejczyk-Korycińska).



Ryc. 8. Gruszczyk jednokwiatowy *Moneses uniflora* (L.) A. Gray (fot. M. Jędrzejczyk-Korycińska).

Tabela 3. Gatunki zagrożone w Polsce, odnotowane w Olkuskim Okręgu Rudnym (Nowak i in. 2015). * – archeofit, CR – krytycznie zagrożony, VU – narażony, NT – bliski zagrożenia, DD – gatunek trudny do zaklasyfikowania z powodu braku odpowiednich informacji.

Gatunek	Kategoria zagrożenia
<i>Antennaria dioica</i>	NT
<i>Asperula cynanchica</i>	NT
<i>Astragalus danicus</i>	VU
<i>Batrachium trichophyllum</i>	NT
<i>Botrychium lunaria</i>	VU
* <i>Camelina microcarpa</i> subsp. <i>sylvestris</i>	DD
<i>Chimaphila umbellata</i>	NT
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i>	NT
<i>Dactylorhiza majalis</i>	NT
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	VU
<i>Epipactis atrorubens</i>	NT
<i>Epipactis palustris</i>	NT
<i>Erysimum odoratum</i>	VU
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	VU
<i>Gentianella germanica</i>	DD
<i>Gladiolus imbricatus</i>	NT
<i>Goodyera repens</i>	NT
<i>Gymnadenia conopsea</i> subsp. <i>conopsea</i>	NT
<i>Huperzia selago</i>	NT
<i>Iris sibirica</i>	VU
<i>Jovibarba sobolifera</i>	VU
<i>Lathyrus latifolius</i>	CR
<i>Lycopodium annotinum</i>	NT
<i>Lycopodium clavatum</i>	NT
<i>Malaxis monophyllos</i>	VU
<i>Moneses uniflora</i>	NT
* <i>Neslia paniculata</i>	NT
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	VU
<i>Orobanche lutea</i>	NT
<i>Parnassia palustris</i>	VU
<i>Prunella grandiflora</i>	NT
<i>Ranunculus serpens</i> subsp. <i>nemorosus</i>	DD
<i>Silaum silaus</i>	NT
* <i>Stachys annua</i>	VU
<i>Teucrium botrys</i>	NT
* <i>Veronica agrestis</i>	DD
<i>Viola rupestris</i>	NT

stwierdzono w zbiorowiskach leśnych (kl. *Vaccinio-Piceetea* i *Quercu-Fagetea*), a 21 w zbiorowiskach nieleśnych (kl. *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, *Potametea*, *Nardo-Callunetea* i *Epilobietea angustifolii*). W grupie roślin częściowo chronionych znajduje się siedem gatunków storczyków (Orchidaceae), w większości rzadkich lub bardzo rzadkich w kraju (np. *Dactylorhiza majalis*); częściej

występują jedynie dwa gatunki kruszczyka (*Epipactis atrorubens* i *E. helleborine*). Najwięcej gatunków chronionych występuje w niewielkich enklawach najslabiej przekształconej roślinności.

Walor przyrodniczy OOR podnosi obecność 37 gatunków (5% flory roślin naczyniowych) uznawanych za zagrożone w skali Polski (Tabela 3). Oprócz gatunków rodzimych w grupie tej znajdują się również cztery zdomowione antropofity z grupy archeofitów.

ROŚLINNOŚĆ OLKUSKIEGO OKRĘGU RUDNEGO

Jan Holeksa, Agnieszka Błońska, Agnieszka Kompała-Bąba, Gabriela Woźniak,
Przemysław Kurek, Grażyna Szarek-Łukaszewska, Krystyna Grodzińska,
Magdalena Żywiec

Badania nad szatą roślinną Olkuskiego Okręgu Rudnego (OOR) mają długą historię. Rozpoczęły się one w XIX w. i trwają do dzisiaj, choć ich intensywność była różna w ciągu wieków. W latach 2008–2011 w OOR prowadzono badania, których celem stało się określenie aktualnego bogactwa fitocenotycznego – zbiorowisk roślinnych oraz ustalenie czy długotrwała działalność człowieka, przede wszystkim eksploatacja rud cynkowo-ołowiowych i ich miejscowy przerób, przyczyniły się do powstania nowych zbiorowisk, zwiększających różnorodność roślinności regionu.

Olkuski Okręg Rudny, na którym prowadzono badania roślinności, miał kształt prostokąta o wymiarach 6 × 8 km (48 km²). Rozciąga się on od Międzygórza na zachodzie do Starego Olkusza na wschodzie oraz od Lasek na północy po Pustynię Starczynowską i dolinę rzeki Sztoły na południu.

Okolo 2,5% całkowitej powierzchni OOR zajmuje infrastruktura zakładów przemysłowych. Na północnym obrzeżu OOR czynna jest jeszcze głębinowa kopalnia rud metali („Pomorzany II”), w centrum znajdują się zakłady przetwarzające rudy, w tym największa w Polsce huta cynku Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław”, a na wschodzie, nieczynna kopalnia rud „Olkusz” wraz z zakładem wzbogacania rud (ZGH „Bolesław”). Między hutą cynku a zakładami flotacji, ponad 110 ha zajmuje wypiętrzająca się na wysokość ponad 30 m hałda odpadów poflotacyjnych (stawy osadowe ZGH „Bolesław”). Tuż obok niej znajduje się czynne wyrobisko piasku podsadzkowego.

Wykaz zbiorowisk roślinnych

Na obszarze OOR wyróżniono i skartowano ponad 6000 jednorodnych płatów roślinnych, które zostały przyporządkowane do 32 różnych typów roślinności (Godzik 2015). Były to jednostki roślinności opisane przez fitosocjologów i wykazane w opracowaniu Matuszkiewicza (2002) oraz zbiorowiska bez rangi syntaksonomicznej, związane ze specyficznymi lokalnymi warunkami siedliskowymi, wyróżnione przez autorów niniejszego opracowania.

W obrębie roślinności OOR wydzielono w pierwszym rzędzie dwie grupy zbiorowisk roślinnych: zbiorowiska rozwijające się na siedliskach wzbogaconych w pozostałości rud cynkowo-ołowiowych (galmanowe) i zbiorowiska związane z siedliskami pozbawionymi tego dodatku. W obu tych grupach wydzielono następnie zbiorowiska nieleśne oraz zbiorowiska leśne i zadrzewienia. Podział ten przedstawiono poniżej i odpowiada on sygnaturom znajdującym się w opisie mapy roślinności OOR.

Poza wymienionymi typami roślinności, w czasie kartowania uwzględniano pola uprawne, piaskownie, tereny przemysłowe i zabudowane oraz tereny całkowicie pozbawione roślinności.

Zbiorowiska roślinne związane z podłożem galmanowym

Zbiorowiska nieleśne

- Murawy galmanowe ze związku *Armerion halleri*
- Murawy z panującą *Molinia caerulea* oraz murawy z panującą *Molinia caerulea* i licznymi gatunkami ze związku *Armerion halleri*
- Murawy z panującą *Festuca ovina*
- Szuwary z *Phragmites australis*
- Zbiorowiska nieużytków porolnych

Zbiorowiska leśne i zadrzewienia

- Zbiorowiska leśne przypominające świeży bór sosnowy
- Różnego typu zadrzewienia, w tym zadrzewienia z dominacją *Molinia caerulea*
- Zadrzewienia z udziałem drzew typowych dla siedlisk wilgotnych

Zbiorowiska roślinne związane z podłożem pozbawionym galmanu

Zbiorowiska nieleśne

- Murawy psammofilne
- Murawy bliźniczkowe i wrzosowiska
- Murawy kserotermiczne
- Łąki świeże i pastwiska
- Łąki zmiennowilgotne
- Łąki wilgotne
- Łąki ziołoroślowe
- Torfowiska niskie
- Szuwary
- Nieużytki porolne
- Zbiorowiska ruderalne
- Zarośla śródpolne

Zbiorowiska leśne i zadrzewienia

- Bór sosnowy świeży
- Bór sosnowy wilgotny
- Bór sosnowy bagienny
- Bór mieszany
- Las grądowy i leśne zbiorowiska zastępcze na siedlisku grądu
- Lasy łąkowe i leśne zbiorowiska zastępcze na siedlisku łągów
- Ols i łozowisko
- Zadrzewienia na ugorach
- Zadrzewienia na siedliskach ruderalnych

Mapa roślinności całego terenu badań przedstawia bardzo urozmaiconą mozaikę, w której wyraźnie wyodrębniają się trzy obszary (Ryc. 9). We wschodniej i południowej części

dominują lasy, które tworzą rozległe jednorodne kompleksy borów sosnowych lub brzezin. Tylko na wschód od Bolesławia i miejscowości Hutki oraz na południe od linii kolejowej Olkusz – Katowice pojawiają się fragmenty innych typów roślinności. Najczęściej są to ubogie w gatunki murawy porastające piaszczyste gleby oraz płyty zbiorowisk roślinnych związanych z podłożem galmanowym, które tworzą pasy wzdłuż dróg i linii kolejowej. Wśród borów znajduje się też jedna, stosunkowo duża wyspa lasu grądowego. Zupełnie inny krajobraz roślinny wykształcił się w części północno-zachodniej. Uwagę zwraca tu ogromna liczba płatów roślinności o niewielkiej powierzchni i o regularnych kształtach nadanych przez wcześniejsze użytkowanie rolnicze. Niewiele jest tu pól aktualnie uprawianych; zdecydowana ich większość została porzucona w ciągu ostatnich kilkunastu lat. W części centralnej obszaru mamy natomiast do czynienia z jeszcze innym układem roślinności. Tu zwraca uwagę różna powierzchnia poszczególnych elementów mozaiki roślinnej i brak ich uporządkowania. Jest to najbardziej przekształcona działalnością przemysłową część Olkuskiego Okręgu Rudnego, usytuowana między Bolesławiem a Bukownem.

Szczegółowa charakterystyka wyróżnionych zbiorowisk została przedstawiona w opracowaniu zbiorowym *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region* (Godzik 2015). Poniżej zamieszczono informacje tylko dla dwóch, najbardziej cennych i charakterystycznych dla omawianego regionu zbiorowisk.

Zbiorowiska roślinne związane z podłożem galmanowym

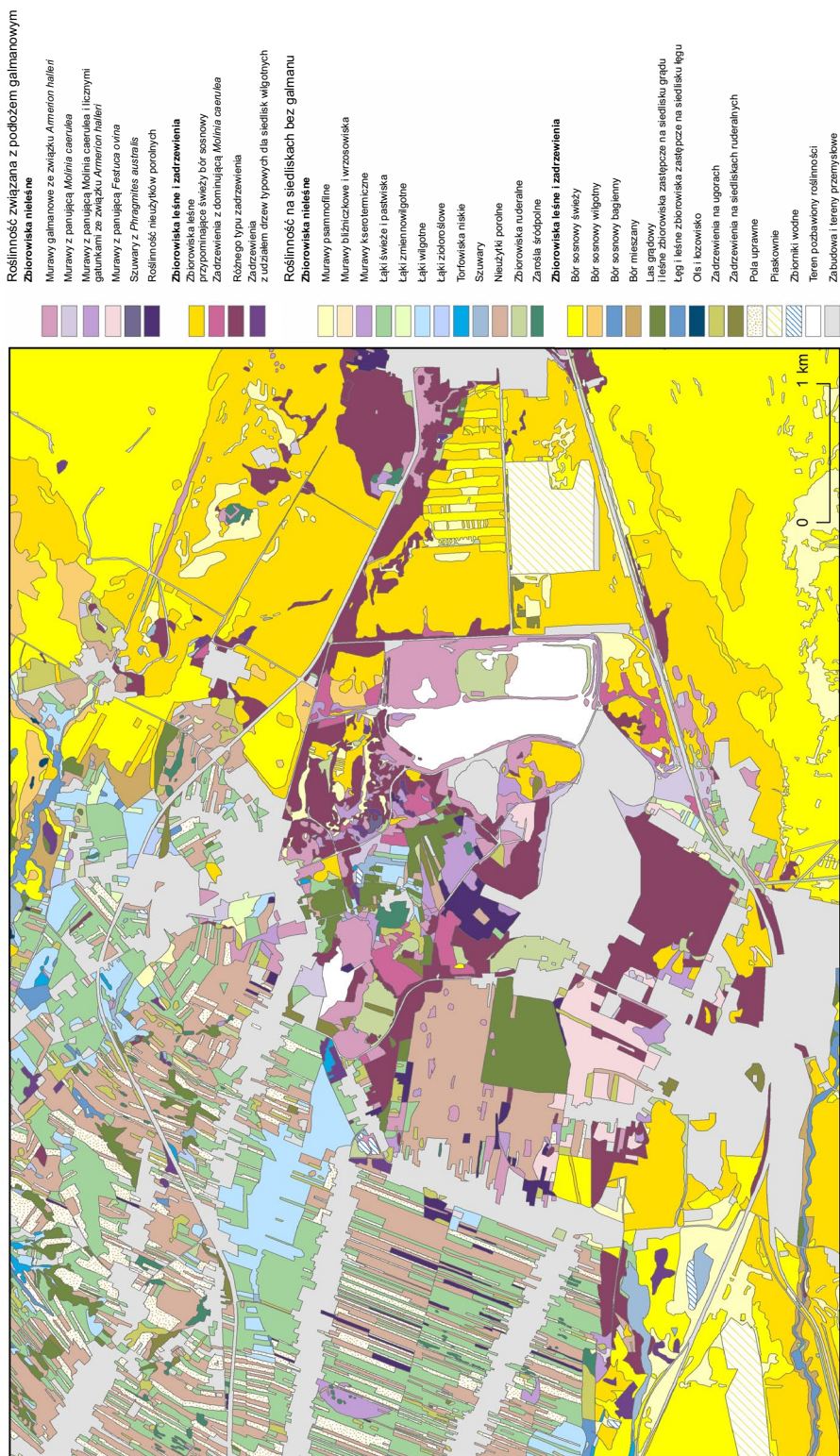
Część centralna OOR, od Bolesławia do Bukowna, jak również fragmenty w jego wschodniej części (Stary Olkusz), były ściśle związane z pozyskiwaniem i przetwarzaniem rud cynkowo-olowiowych. Tereny te zajmują obecnie różne typy zbiorowisk roślinnych (Ryc. 10). Na powszechnie występujących tu podłożach galmanowych, w których zanieczyszczające je metale pochodzą z odpadów powstających w czasie wydobywania i/lub przetwarzania rud, występują zarówno murawy, jak i mniej lub bardziej zwarte zadrzewienia i lasy. Tworzą one nieregularną mozaikę różnej wielkości płatów. Na nagich kiedyś powierzchniach składowisk odpadów i zasypanych wyrobisk górniczych oraz na zanieczyszczonych odpadami dawnych polach uprawnych, spontanicznie rozwinęły się murawy; najstarsze mają aktualnie ponad 100 lat. Zadrzewienia natomiast pochodzą w większości z nasadzeń prowadzonych tu od lat siedemdziesiątych XX w. w ramach rekultywacji zniszczonych terenów.

Zbiorowiska nieleśne

*Murawy galmanowe ze związku *Armerion halleri**

Murawy galmanowe są najbardziej specyficznymi zbiorowiskami OOR i jednocześnie unikatowymi, tak w skali regionalnej, jak i krajowej (Ryc. 10). Są one wschodnimi, kresowymi stanowiskami tego typu muraw w Europie (Ernst 1974; Matuszkiewicz 2002; Dierschke, Becker 2008; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2011). Jak większość europejskich muraw galmanowych, ich płyty w OOR są pochodzenia wtórnego. Pierwotne murawy związane z wychodniami skalnymi zasobnymi w metale, które wcześniej istniały zapewne w OOR, obecnie w nim nie występują.

Płyty muraw galmanowych rozrzucone są nieregularnie wśród lasów, zadrzewień i dawnych pól, głównie między Bolesławiem i Bukownem oraz w okolicach Starego Olkusza. Zajmują 125 ha, co stanowi ok. 2,5% powierzchni OOR. Są one zazwyczaj niskie, a stopień



Ryc. 9. Roślinność Olkuskiego Okręgu Rudnego. Autorzy mapy: J. HOLEKSA, A. BŁOŃSKA, A. KOMPALA-BĄBA, G. WOŹNIAK, M. ŻYWIĘC, P. KUREK.



Ryc. 10. Murawa galmanowa z *Armeria maritima* (fot. P. Kapusta).

ich zwarcia jest zróżnicowany (od kilkunastu do około 90%). W murawach silnie zwartych dominują rośliny naczyniowe, a w tych o luźnej strukturze ważnym składnikiem są porosty. Mchy nie odgrywają w nich znaczącej roli. Wspólną cechą wszystkich muraw jest obecność kępiastych traw, głównie kostrzewy owczej (*Festuca ovina*). Duża zmienność właściwości podłoża (rzeźby, wilgotności, chemizmu), szczególnie zbudowanych z kamienistych odpadów górniczych, umożliwia współwystępowanie gatunków o różnych wymaganiach życiowych. Obok siebie rosną tu gatunki siedlisk ciepłych i suchych (m.in. goździk kartuzek *Dianthus carthusianorum*, pięciornik piaskowy *Potentilla arenaria*, biedrzynek mniejszy *Pimpinella saxifraga*, macierzanka zwyczajna *Thymus pulegioides*, przelot pospolity *Anthyllis vulneraria*), siedlisk słabo i średnio wilgotnych (komonica zwyczajna *Lotus corniculatus*, jaskier ostry *Ranunculus acris*, turzycza owłosiona *Carex hirta*), siedlisk ubogich (dzwonek okrągłolistny *Campanula rotundifolia*, rzeżusznik piaskowy *Cardaminopsis arenosa*, łyszczec baldachogronowy *Gypsophila fastigiata*), a także zasobnych w pierwiastki odżywcze (koniczyna łąkowa *Trifolium pratense*, wyka ptasia *Vicia cracca*).

Niektóre z tych gatunków wykształciły dużą odporność na wysokie stężenie metali ciężkich w podłożu (metalofity). Wśród nich wyróżnia się metalofity obligatoryjne i fakultatywne (pseudometalofity). Metalofity obligatoryjne to te, które występują jedynie na metalonośnych podłożach, co najmniej w obrębie danego regionu. Natomiast metalofity fakultatywne rosną zarówno na glebach bogatych w metale, jak i na niezanieczyszczonych metalami w obrębie tego samego regionu (Baker i in. 2010). W murawach OOR brakuje metalofitów obligatoryjnych, są obecne natomiast metalofity fakultatywne: np. rzeżusznik piaskowy *Cardaminopsis arenosa*, goździk kartuzek *Dianthus carthusianorum*, lepnica rozdęta *Silene vulgaris*, fiołek trójbarwny *Viola tricolor*, pleszczotka górską *Biscutella laevigata* i rzeżusznik Hallera *Cardaminopsis halleri* (m.in. Wierzbicka, Panufnik 1998; Wierzbicka, Pieli-chowska 2004; Wierzbicka, Słysz 2005; Słomka i in. 2010, 2011, 2012).

Rośliny naczyniowe, mchy i porosty budujące murawy galmanowe to w większości gatunki pospolite. Rośliny naczyniowe są przy tym pospolite zarówno regionalnie (Nowak i in. 2011; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2011), jak i na terenie całej Polski (Zajac, Zajac 2001). Gatunkami rzadkimi są jedynie pleszczotka górską *Biscutella laevigata*, goryczuszka Wettsteina *Gentianella germanica* oraz pszonak pannoński *Erysimum odoratum* (Grześ 2007; Grodzińska, Szarek-Łukaszewska 2009). Spośród nich na szczególną uwagę zasługuje *Biscutella laevigata*, gatunek podawany z Polski tylko z dwóch obszarów – górskiego w Tatrach Zachodnich i niżowego w Olkuskim Okręgu Rudnym (Wóycicki 1913; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2011). Mszaki muraw reprezentują gatunki związane na ogół z siedliskami antropogenicznymi. Niektóre z nich (*Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus* i *Pohlia nutans*) bardzo często notowane są na podłożach metalonośnych. Porosty należą do gatunków zarówno pospolitych (*Cladonia pyxidata*, *Verrucaria muralis*, *V. nigrescens*), jak i rzadkich, zarówno dla badanego terenu (*Cladonia rei*, *Amadina punctata*), jak i całej Wyżyny Śląsko-Krakowskiej (*Bacidina chloroticula*) czy Polski (*Agonimia vouaxii*, *Vezdaea leprosa*) (Bielczyk i in. 2009).

Murawy galmanowe w OOR pod względem syntaksonomicznym reprezentują zespół *Armerietum halleri* (Grodzińska, Szarek-Łukaszewska 2009; Szarek-Łukaszewska, Grodzińska 2011). Są one uboższe florystycznie od takich muraw w Europie Zachodniej (Ernst 1974; Dierschke, Becker 2008; Baker i in. 2010). Brak w nich taksonu charakterystycznego dla muraw zachodnioeuropejskich – mokrzyca wiosennej *Minuartia verna* subsp. *hercynica*; rosną w nich natomiast właściwe dla siedlisk metalonośnych ekotypy lepnicy rozdętej *Silene vulgaris* i zawciągu pospolitego *Armeria maritima*. Za gatunek lokalnie charakterystyczny dla OOR uznaje się *Biscutella laevigata*. Murawy galmanowe w OOR wyróżnia od zachodnioeuropejskich stałe i często obfite występowanie szczawiu rozpierzchłego *Rumex thyrsiflorus*, *Cardaminopsis arenosa*, *Gypsophila fastigiata*, *Potentilla arenaria*, *Anthyllis vulneraria* oraz porostów *Vezdaea stipitata* i *Diploschistes muscorum*.

Murawy galmanowe tworzą w pogórnym terenie OOR wyspy kolorowej, niskiej roślinności. Wśród niej pojawiają się pojedyncze okazy sosen, widoczne są także ich siewki. Murawy zwiększają różnorodność biologiczną regionu poprzez obecność gatunków typowych dla gleb metalonośnych. Murawy te powinny być objęte ochroną prawną i to o aktywnym charakterze (usuwanie rozrastających się drzew). Dwie najstarsze murawy galmanowe w OOR w okolicach Bolesławia objęte są ochroną w sieci NATURA 2000.

Murawy z panującą Molinia caerulea oraz z panującą Molinia caerulea i licznymi gatunkami ze związku Armerion halleri

Murawy z panującą trzęślicą modrą *Molinia caerulea* występują głównie w bliskim otoczeniu huty ZGH „Bolesław” na powierzchni 41 ha (około 0,9% OOR). Zajmują one przede wszystkim obszary, na których przeprowadzano zabiegi rekultywacyjne. Polegały one na pokryciu składowisk odpadów lub zniszczonej powierzchni gruntu warstwą obcej, z reguły żyznej gleby. Mimo dominacji *M. caerulea* – trawy wysokiej i kępiastej, zbiorowiska te nie są ubogie florystycznie. Trzęślica nie tworzy w nich na ogół zwartej, ciągłej warstwy. Wokół jej kęp rozrastają się gatunki siedlisk wilgotniejszych i żyzniejszych (m.in. babka lancetowata *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus*, jaskier ostry *Ranunculus acris*), a między nimi, w miejscach z płytszą glebą, gatunki siedlisk suchszych (m.in. *Festuca ovina*, *Silene vulgaris*, przytulia biała *Galium album*, *Thymus pulegioides*, *Campanula*

rotundifolia). Rzadziej pojawiają się gatunki charakterystyczne dla muraw galmanowych ze związku *Armeria halleri* (*Armeria maritima*, *Biscutella laevigata*). Na uwagę zasługuje obecność w części muraw trzęślicowych *Cardaminopsis halleri* – rośliny uznawanej za hiperakumulator cynku i kadmu. Może ona gromadzić w swoich nadziemnych częściach ponad 10 000 mg/kg Zn i ponad 100 mg/kg Cd. Mchy i porosty w murawach z *Molinia caerulea* występują nielicznie; z obecnych należy wymienić dwa gatunki mchów – *Ceratodon purpureus* i *Bryum pallescens* oraz kilka gatunków porostów – *Cladonia symphyocarpia*, *C. monomorpha*, *C. rei* i *Vezdaea leprosa*.

Waloryzacja przyrodnicza Olkuskiego Okręgu Rudnego

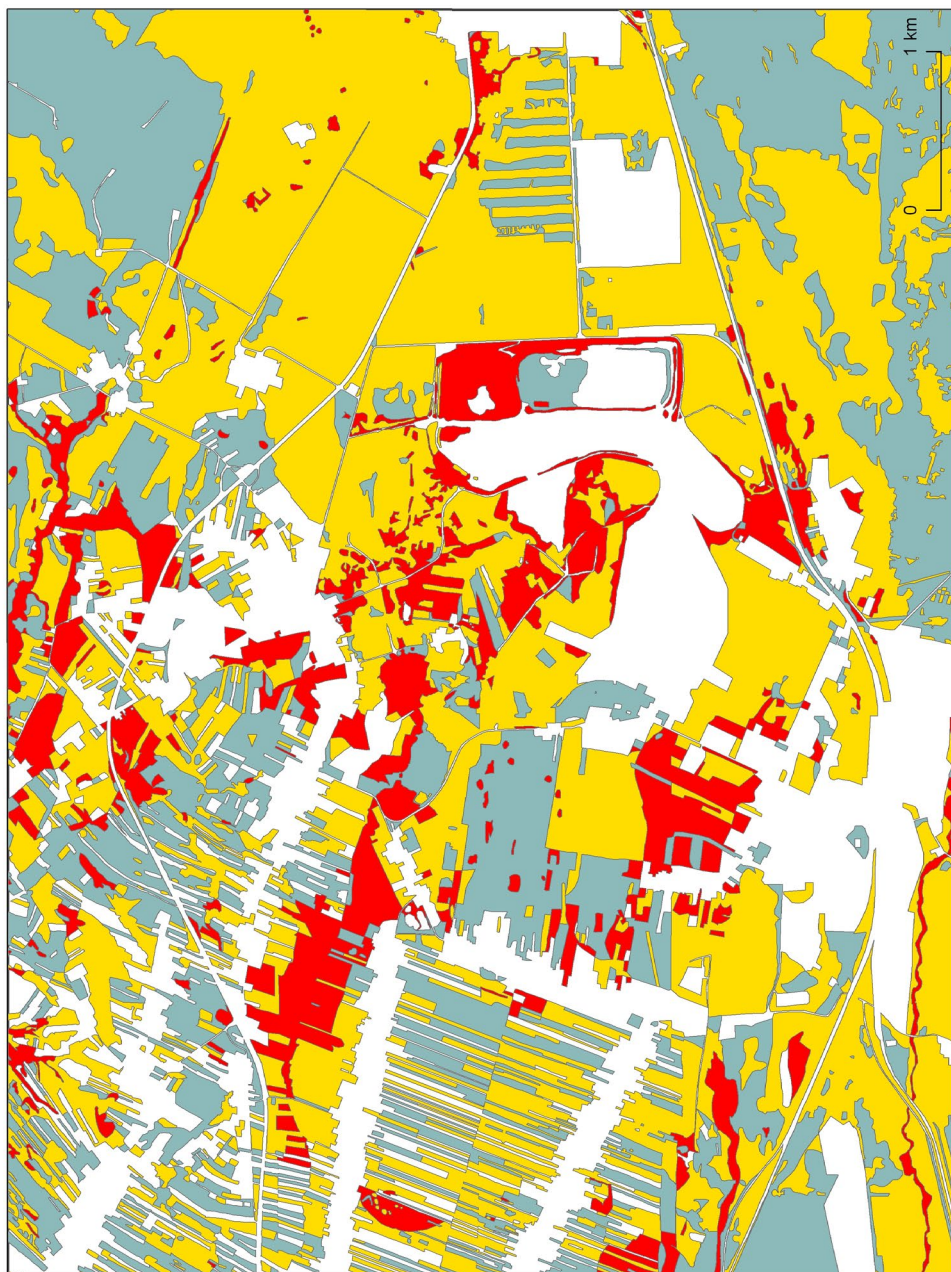
Przeprowadzone badania botaniczne, połączone z wykonaniem mapy roślinności, pozwoliły na przeprowadzenie waloryzacji przyrodniczej OOR i wyróżnienie najbardziej cennych obszarów (Ryc. 11).

Wartość najwyższą uzyskała roślinność muraw rozwijająca się na siedliskach galmanowych. W jej składzie gatunkowym obecne są liczne bardzo rzadkie taksony. Ten sam, najwyższy walor przyznano także roślinności muraw ciepłolubnych związanych z nielicznymi dolomitowymi wzniesieniami oraz zbiorowiskom roślinnym rozwijającym się na wilgotnych, mokrych i bagiennych siedliskach. Do tych ostatnich należą: łąki ziołoroślowe, wilgotne i zmiennowilgotne, torfowiska i szuwary oraz płaty boru bagiennego, łęgu, olsu i łozowiska. Wszystkie one należą do najrzadszych w szacie roślinnej Polski. Mają w swym składzie liczne gatunki, uznane za zagrożone w kraju. Obszary sklasyfikowane jako najcenniejsze zajmują 9% terenu OOR. Murawy znajdują się głównie w centralnej części, między Bukownem a Bolesławiem, gdzie w przeszłości doszło do największych przekształceń krajobrazu w wyniku działalności górniczej. Płaty zbiorowisk roślinnych siedlisk wilgotnych, mokrych i bagiennych występują z kolei na północ i na zachód od Bolesławia; związane są z doliną Sztolni Ponikowskiej oraz obniżeniami wśród pól. Na południu siedlisk wilgotnych jest zdecydowanie mniej. Występują one wzdłuż Sztoly i w dolinie potoku Sztolnia.

Za reprezentujące przeciętne walory uznano bór świeży, bór wilgotny i bór mieszany, z drzewostanami w wieku co najmniej 40 lat. Ponadto do tego waloru zaliczono grąd, murawy psammofilne, wrzosowiska, pastwiska i łąki świeże, jako te zbiorowiska, które podtrzymują bogactwo lokalnej flory. Przeciętny walor przypisano także płatom roślinności na podłożu galmanowym, w których posadzono drzewa, eliminując w ten sposób część rzadkich gatunków. Roślinność o przeciętnych walorach pokrywa najwięcej, bo 41% terenów OOR. Jest ona rozproszona po całym obszarze, jednak najwięcej jest jej na wschód od Bolesławia i Bukowna.

Najniższy walor nadano zbiorowiskom borowym z drzewostanem młodszym niż 40 lat, polom uprawnym, roślinności nieużytków porolnych i roślinności ruderalnej, jako tej, która nie zawiera cennych elementów flory. Zajmują one 24% terenu, głównie na peryferiach OOR, w północnwschodniej i południowwschodniej części. Największe powierzchnie pokrywa tu roślinność borowa z młodymi drzewostanami sosnowymi i brzołowymi. W zachodniej części natomiast są to przede wszystkim pola uprawne i ugory.

Poza tę klasyfikację znalazły się piaskownie, tereny zabudowane i przemysłowe oraz tereny czasowo pozbawione roślinności z uwagi na sposób ich zagospodarowania. Łącznie zajmują one 25% terenu OOR.



Ryc. 11. Waloryzacja przyrodnicza roślinności Olkuskiego Okręgu Rudnego.

MSZAKI OLKUSKIEGO OKRĘGU RUDNEGO

Adam Stebel, Barbara Godzik

Tereny metalonośne okolic Olkusza nie były dotąd przedmiotem kompleksowych badań briologicznych, mimo że pierwsze doniesienia na temat mszaków z tego regionu pojawiły się już w końcu XIX w. (Steingauz 1887; Błoński 1889, 1890a, b). Flora mchów zachodniej części tego terenu, położonego na Wyżynie Śląskiej, jest ujęta w opracowaniu Kuca (1956). W międzyczasie informacje o mszakach tego obszaru pojawiały się sporadycznie w różnych rozproszonych publikacjach (np. Kuc 1959; Jędrzejko, Wika 1989, 1992; Fojcik 2011). Zawarte w nich dane o rozmieszczeniu mszaków zostały zestawione przez Stebla (1998) w podsumowaniu brioflory województwa katowickiego (w granicach sprzed 1998 roku).

Wszystkie dotychczasowe doniesienia na temat flory mszaków Olkuskiego Okręgu Rudnego (OOR) mają jednak charakter wrywkowy i nie uwzględniają jego specyfiki. W wyniku szczegółowych badań florystycznych przeprowadzonych w latach 2008–2012 w ramach projektu „Roślinność gleb galmanowych i jej znaczenie dla zachowania różnorodności biotycznej i krajobrazowej terenów pogórnicych” (MF i EOG PL0265), opracowano wyczerpującą listę gatunków wątrobowców i mchów oraz ich rozmieszczenie na całym terenie OOR (Ochyra, Godzik 2015; Stebel i in. 2015).

Bogactwo florystyczne mszaków na jednorodnych płatach roślinności

Szczegółowe badania mszaków przeprowadzono na 49 jednorodnych płatach roślinności sześciu typów siedlisk OOR (lasy sosnowe na piaskach, lasy sosnowe na odpadach górnicych, murawy ciepłolubne z dominacją *Festuca ovina* na piaskach, murawy ciepłolubne na odpadach górnicych, murawy z dominacją *Molinia caerulea* na odpadach górnicych oraz mezofilne murawy na odłogach). Wykazały one, że flora mszaków badanych powierzchni, znajdujących się głównie na podłożu bogatym w metale ciężkie (cynk, ołów i kadm), jest wyjątkowo uboga i słabo zróżnicowana, nawet jak na obszar bardzo silnie zmieniony pod wpływem czynników antropogenicznych. Stwierdzono na nich zaledwie 51 gatunków, w tym 6 gatunków wątrobowców i 45 mchów. Liczby te pozostają w rażącej dysproporcji do brioflory całego OOR, która liczy 19 gatunków i jedną odmianę wątrobowców oraz 171 gatunków i dwie odmiany mchów (Stebel i in. 2015).

Wszystkie stwierdzone taksony mszaków reprezentują stosunkowo wąskie spektrum taksonów ponadgatunkowych. Wątrobowce zaliczane są do 4 rodzin i 5 rodzajów, podczas gdy mchy do 12 rodzin i 29 rodzajów. Zdecydowana większość rodzajów, bo aż 25, reprezentowana jest przez jeden gatunek, zaś 4 rodzaje (*Cephaloziella*, *Didymodon*, *Plagiothecium* i *Amblystegium*) po 2 gatunki, 2 rodzaje (*Schistidium* i *Plagiomnium*) po 3 gatunki, a 3 rodzaje (*Dicranella*, *Bryum* i *Brachythecium*) po 4 gatunki.

Ubóstwo flory mszaków badanych płatów roślinności widoczne jest szczególnie mocno, gdy przeanalizuje się częstość występowania gatunków. Spośród 51 gatunków stwierdzonych w badanych płatach ponad połowę stanowią gatunki bardzo rzadkie: notowane w jednym płacie – 15 gatunków (29,4%), w dwóch – 10 gatunków (19,6%), w trzech – 5 gatunków (9,8%). Wszystkie te gatunki nie występują w większej obfitości i stanowią niezbyt istotny element biocenotyczny zbiorowisk roślinnych na badanych powierzchniach. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że w grupie najrzadszych mszaków znalazły

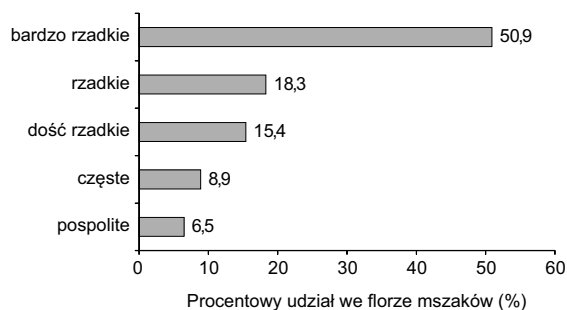
się wszystkie gatunki wątrobowców, które są szczególnie wrażliwe na wszelkie zaburzenia naturalnej szaty roślinnej. Zaledwie dwa gatunki mchów (*Ceratodon purpureus* oraz *Bryum pallescens*), występujących w więcej niż połowie badanych płatów, można uznać za pospolite. Rozpowszechnionymi gatunkami są także *Brachytheciastrum velutinum*, *Pohlia nutans* i *Sciuro-hypnum oedipodium*, które występują przede wszystkim w lasach sosnowych.

Przyczyn brioflorystycznego ubóstwa na jednorodnych płatach roślinności w OOR należy upatrywać przede wszystkim w niewielkim zróżnicowaniu siedliskowym. Przeważająca większość z nich obejmuje zbiorowiska roślinne wykształcające się na suchych, najczęściej piaszczystych glebach, w których w miarę dogodnie warunki do rozwoju znajdują prawie wyłącznie mszaki naziemne (ok. 75% gatunków). Gatunki należące do innych grup siedliskowych są bardzo słabo reprezentowane. Dotyczy to przede wszystkim gatunków epifitycznych, które należą do bardzo rzadkich na całym obszarze OOR. Główną przyczyną ich nieobecności jest brak starych drzew i stosunkowo duże zanieczyszczenie powietrza. Brak starodrzewów i dominacja młodników sosnowych sprawia, że również mszaki epiksyliczne, rosnące na obumarłych i murszejących kłodach i pniakach, należą do wielkiej rzadkości. Jednym z najważniejszych substratów zasiedlanym przez mszaki są skały. Na całym badanym obszarze OOR wychodnie skalne występują bardzo rzadko, natomiast bardzo częste są wtórne siedliska naskalne. Należą do nich murki, obmurowania kanałów, mostki, dachówki, fundamenty i podmurówki często opuszczonych i zrujnowanych domów. Na badanych powierzchniach mszaki epilityczne występują okazjonalnie, na kamieniach polnych, które w nielicznych przypadkach znalazły się na poletkach, a także kamieniach dolomitowych, będących odpadami górniczymi.

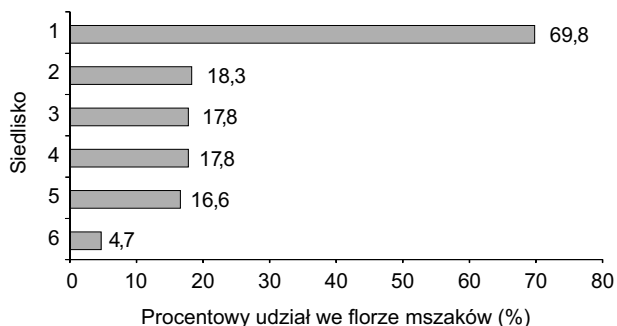
Bogactwo florystyczne mszaków w regionie olkuskim

Bryoflora regionu olkuskiego jest bardzo zróżnicowana. Ogółem stwierdzono tu 193 taksony (19 gatunków i 1 odmianę wątrobowców oraz 171 gatunków i 2 odmiany mchów). Wszystkie reprezentują stosunkowo szerokie spektrum taksonów ponadgatunkowych. Mszaki reprezentują 42 rodziny, w tym wątrobowce 11 rodzin, a mchy 31 rodzin. Najbardziej liczne w gatunki są rodziny: Brachytheciaceae (20 gatunków i 1 odmiana), Amblystegiaceae (18 gatunków i 1 odmiana), Bryaceae (17 gatunków) oraz Hypnaceae i Pottiaceae (po 16 gatunków).

Największą grupę mszaków stanowią gatunki występujące bardzo rzadko (50,9%) lub rzadko (18,3%), natomiast tylko 6,5% taksonów można uznać za występujące często (Ryc. 12).



Ryc. 12. Procentowy udział gatunków mszaków występujących w Olkuskim Okręgu Rudnym w poszczególnych klasach częstości.



Ryc. 13. Procentowy udział mszaków w poszczególnych typach siedliskowych. 1 – gatunki naziemne; 2 – gatunki naskalne; 3 – gatunki epifityczne; 4 – gatunki błotne i torfowiskowe; 5 – gatunki związane z martwym drewnem; 6 – gatunki wodne.

Liczba gatunków górskich w regionie jest raczej niska (10,7%, jeśli włączyć dane historyczne liczba ta wynosi 11,9%). Ich występowanie związane jest głównie z lasami sosnowymi i mieszanymi.

W regionie występuje 7 gatunków podlegających ścisłej ochronie (dane historyczne; w trakcie ostatnich badań nieodnaleziono pięciu gatunków) oraz 37 częściowo chronionych. Trzy gatunki należą do grupy zagrożonych w Europie, a 14 do zagrożonych w Polsce. Najwięcej gatunków chronionych i zagrożonych występuje w północnej części badanego obszaru (Ryc. 8).

Flora mchów regionu jest zdominowana przez gatunki naziemne (118 gat.; 69,8%). Pozostałe grupy siedliskowe (gatunki naskalne, epifityczne, siedlisk błotnych i torfowiskowych oraz związanych z martwym drewnem) stanowią od 16,6 do 18,3% gatunków. Najslabiej reprezentowane są mchy siedlisk wodnych (4,7%) (Ryc. 13).

GRZYBY MAKROSKOPIJNE LASÓW SOSNOWYCH NA TERENIE OLKUSKIEGO OKRĘGU RUDNEGO

Piotr Mleczko, Monika Beszczyńska

Przeważające w krajobrazie okolic Bolesławia i Olkusza rozległe wyrobiska i zwałowiska odpadów (dziś częściowo zrehabilitowane) oraz wszechobecna infrastruktura kopalń i hut nie zachęcały do podejmowania badań mykologicznych na tym terenie. Być może dlatego aktywność mykologów była tutaj znacznie mniejsza niż w innych częściach Wyżyny Śląsko-Krakowskiej (Wojewoda 1973; Kućmierz, Wojewoda 1976).

Pierwsze badania mykologiczne w regionie olkuskim dotyczyły mykoryz. W latach dziewięćdziesiątych XX w. badania ektomykoryz wybranych gatunków grzybów oraz drzew iglastych na glebach galmanowych, a także wpływu metali ciężkich na ektomykoryz, przeprowadziła Turnau i współpracownicy (Turnau i in. 1996, 2001, 2002). Pierwszą listę grzybów makroskopijnych z rejonu Bolesławia podał Mleczko (2004). Na obszarze dawnych wyrobisk górniczych, o powierzchni około 300 m², obejmującym zarówno teren zalesiony sosną, jak i porośnięty roślinnością murawową, odnotował on obecność owocników 38 gatunków grzybów, w większości agarykoidalnych.

Prace prowadzone w latach 2008–2011 (projekt norweski MF EOG PL0265) na 21 powierzchniach wyznaczonych w lasach sosnowych rosnących na piaskach i na odpadach

górnicych położonych w Olkuskim Okręgu Rudnym (OOR) (Ryc. 2), były pierwszymi szczegółowymi badaniami mykobioty lasów sosnowych na tym terenie.

Ogólna charakterystyka mykobioty

Na powierzchniach objętych badaniami w OOR (ok. 8000 m²) zanotowano obecność owocników 206 gatunków i odmian grzybów. Na poszczególnych powierzchniach odnotowano od 14 do 42 gatunków. Pod względem liczby taksonów najliczniej reprezentowanymi rodzajami były: *Cortinarius* (19), *Mycena* (15), *Inocybe* (10), *Clitocybe*, *Gymnopus* (po 7) oraz *Amanita*, *Galerina*, *Russula* i *Tricholoma* (po 6). Największe zróżnicowanie gatunkowe charakteryzowało rodziny Tricholomataceae, Cortinariaceae, Mycenaceae, Strophariaceae, Inocybaceae, Marasmiaceae i Russulaceae, wszystkie należące do rzędu Agaricales. Za wyjątkiem Boletales, Russulales i Polyporales, pozostałe rzędy reprezentowało mniej niż 10 gatunków. Pełny wykaz gatunków odnalezionych w OOR został opublikowany przez Mleczkę i Beszczyńską (2015).

Grupy bioekologiczne

Większość, bo blisko 60% spośród zanotowanych gatunków stanowiły grzyby saprobiontyczne, w tym fakultatywne pasożyty nekrotroficzne drzew (łącznie 112 gatunków), oraz grzyby brioofilne (5 gatunków) i związane z owocnikami grzybów (2 gatunki).

Ze względu na charakter drzewostanów i sposób ich użytkowania, martwe drewno (gałęzie, pniaki, kłody), obecne było na powierzchniach w niedużej ilości. Rodzaj i dostępność substratu ograniczała liczbę gatunków zasiedlających martwe drewno; mimo to grupa saprobiontów nadrewnowych była najbardziej zróżnicowana taksonomicznie i reprezentowana przez 58 gatunków należących do 40 rodzajów, 27 rodzin i 12 rzędów. Gałęzie i gałązki rozkładane były przez liczną grupę grzybów kortycyjoidalnych (np. z rodzajów *Botryobasidium*, *Ceraceomyces*, *Coniophora*, *Peniophora*, *Trechispora*, *Xylodon*) oraz poliporoidalnych (np. *Antrodia*, *Diplomitoporus*, *Oligoporus*, *Polyporus*, *Skeletocutis*, *Trametes*), a także grzyby agarykoidalne i pleurotoidalne (np. z rodzajów *Galerina*, *Gymnopilus*, *Hygrophoropsis*, *Panellus*, *Pholiota*). Trzy gatunki *Mycena*, *M. abramsii*, *M. galericulata*, *M. leptcephala*, a także *Galerina marginata*, *Gymnopilus penetrans* oraz *Pholiota spumosa* były najszerszej rozpowszechnione na analizowanych powierzchniach. Na kłodach i na pniakach spotykane były przede wszystkim *Tricholomopsis rutilans* (drewno iglaste), *Daedaleopsis confragosa* (drewno liściaste), a także rzadziej *Heterobasidion annosum*, *Piptoporus betulinus* oraz gatunki z rodzajów *Hypholoma*, *Lentinellus* i *Tapinella*. Do saprobiontów często spotykanych na powierzchniach należał również *Trichaptum fuscoviolaceum*, jeden z pierwszych kolonizatorów martwego drewna iglastego (Renvall 1995).

Grupa grzybów zasiedlających ściółkę i humus była równie liczna pod względem liczby gatunków (54), ale słabiej zróżnicowana taksonomicznie niż grzyby zasiedlające drewno (24 rodzaje należące do 11 rodzin i 5 rzędów). Reprezentowana była przede wszystkim przez grzyby agarykoidalne (np. *Clitocybe*, *Cystoderma*, *Entoloma*, *Galerina*, *Gymnopus*, *Hemimycena*, *Infundibulicybe*, *Mycena*, *Strobilurus*, *Stropharia*), ale również grzyby gasteroidalne (np. *Bovista*, *Disciseda*, *Geastrum*, *Lycoperdon*), i afyloforoidalne (np. *Auriscalpium* i *Ramaria*). Najczęściej notowanymi na powierzchniach grzybami zasiedlającymi ściółkę były takie gatunki, jak *Gymnopus androsaceus*, *G. dryophilus*, *Cystoderma*

carcharias, *Hemimycena lactea*, *Mycena galopus*, *M. pura* oraz gatunki z rodzaju *Stropharia*. Spośród grzybów nahumusowych najwyższą frekwencją charakteryzowały się gatunki z rodzajów *Clitocybe* (przede wszystkim *C. metachroa*, *C. marginella* i *C. diatreta*), *Infundibulicybe*, *Lycoperdon* i *Mycena*. Sosnowe szyszki rozkładane były przez *Auriscalpium vulgare*, *Baeospora myosura* oraz gatunki z rodzaju *Strobilurus*. Grupa grzybów związanych z mchami (briofilnych) reprezentowana była przez cztery gatunki z rodzaju *Galerina* oraz przez *Rickenella fibula*.

Różnorodność grzybów mykoryzowych była mniejsza niż grzybów saprobiontycznych. Grzyby te reprezentowane były przez 87 gatunków z 27 rodzajów, należących do 25 rodzin i 12 rzędów. Większość stanowiły grzyby tworzące owocniki agarykoidalne (np. *Amanita*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Russula*, *Tricholoma*, *Xerocomus*). Oprócz nich występowały również grzyby afyloforodalne (*Amphinema*, *Coltricia*, *Thelephora* i *Tomentella*), podstawkowe grzyby gasteroidalne (*Scleroderma* i *Rhizopogon*), a także grzyby workowe (*Helvella* i *Elaphomyces*). Najczęściej notowanymi i najszerzej rozprzestrzonymi gatunkami grzybów mykoryzowych na powierzchniach objętych badaniami były często spotykane w lasach sosnowych gatunki związane z drzewami iglastymi, lub zarówno z iglastymi, jak i liściastymi (*Amanita muscaria*, *A. pantherina*, *Chalciporus piperatus*, *Chroogomphus rutilus*, *Cortinarius casimiri*, *Hebeloma mesophaeum*, *Inocybe sindonia*, *Laccaria laccata*, *Lactarius rufus*, *Paxillus involutus*, *Russula xerampelina*, *Thelephora terrestris*, *Tricholoma scalpturatum*, *T. terreum*, *Xerocomus badius*, *Tomentella lilacinogrisea*), a także związane jedynie z sosną (*Chroogomphus rutilus*, *Suillus bovinus* i *S. luteus*). Obecność drzew towarzyszących sośnie zaznaczyła się w mykobiocie występowaniem gatunków, które tworzą symbiozę z tymi drzewami. Do najczęściej notowanych należały związane z brzozą *Leccinum scabrum*, *Lactarius torminosus*, *Russula exalbicans*. Na powierzchniach, na których obecny był modrzew spotykane były owocniki *Suillus viscidus* (a także notowany poza powierzchniami *S. cavipes*).

Skład gatunkowy grzybów ektomykoryzowych występujących w lasach sosnowych na terenie OOR jest typowy dla młodszych i średnich stadiów sukcesyjnych. Świadczy o tym duży udział i wysoka frekwencja grzybów będących wczesnymi kolonizatorami drzew iglastych we wczesnych stadiach sukcesji leśnej (np. *Amanita muscaria*, *Hebeloma mesophaeum*, *Laccaria laccata*, *Paxillus involutus*, *Suillus luteus*, *Thelephora terrestris*, *Tricholoma scalpturatum*), jak i występowanie grzybów, które pojawiają się w późniejszych stadiach sukcesji leśnej, np. szereg gatunków z rodzaju *Cortinarius*, *Inocybe*, *Scleroderma*, *Xerocomus* i niektóre gatunki *Amanita*, *Lactarius*, *Tricholoma* (por. Shaw, Lankey 1994; Visser 1995; Kałucka 2009).

Gatunki chronione, rzadkie i zagrożone

Zdecydowana większość odnotowanych gatunków, ponad 60%, to grzyby pospolite lub częste na terenie Polski. Wynika to zarówno z faktu, że lasy sosnowe są najczęściej spotykanymi zbiorowiskami leśnymi w naszym kraju, jak i z wieku i charakteru lasów sosnowych objętych badaniami – młodszy wiek drzewostanu i jego użytkowy charakter wykluczają obecność grzybów wymagających starych drzewostanów o naturalnym charakterze, które z racji wymagań oraz rzadkości zajmowanych siedlisk nie są gatunkami częstymi (Parmasto 2001; Molina 2008). Tym niemniej, w lasach sosnowych w okolicach Olkusza stwierdzone zostały również owocniki gatunków, które w Polsce notowane są nieczęsto lub nawet rzadko.

Część odnotowanych gatunków rzadkich, znanych w Polsce z niewielu (kilku lub kilkunastu) stanowisk, znajduje się na „Czerwonej liście grzybów wielkoowocnikowych w Polsce” (Wojewoda, Ławrynowicz 2006). Do takich należą: *Antrodiella pallescens* (kategoria I – o nieokreślonym stopniu zagrożenia; jako *A. semisupina*), *Arrhenia acerosa* (kategoria V – narażone), *Bovista tomentosa* (V), *Ceraceomyces serpens* (kategoria E – zagrożone), *Cortinarius croceus* (kategoria R – rzadkie), *Dacrymyces estonicus* (V), *Disciseda candida* (E), *Helvella ephippium* (R), *Tricholoma focale* (E), a także *Antrodia ramentacea* (E), saprobiont związany z drewnem *Pinus sylvestris*, znany w Polsce dotychczas jedynie z trzech stanowisk, w tym dwóch historycznych (Wojewoda 2003). Na „Czerwonej liście” znajduje się również 12 innych gatunków stwierdzonych na terenie OOR, część z nich to jednak grzyby nierzadkie: *Cortinarius fulvescens* (E), *Gloeoporus taxicola* (R) i *Gymnopus ocior* (E) notowano na ponad 20 stanowiskach, a *Atheniella adonis* (R), *Diplomitoporus flavescens* (R), *Geastrum minimum* (E), *Helvella lacunosa* (R), *Mycena viridimarginata* (V), *Phaeomarasmium erinaceus* (R), *Tricholoma sculpturatum* (V), *Porphyrellus porphyrosporus* (R).

Do występujących w OOR, a rzadko notowanych w Polsce, należą również gatunki, których brak na „Czerwonej liście”. Takie grzyby, jak *Cortinarius pluvius*, *Entloma neglectum*, *Gymnopus hybridus*, *Hemimycena pseudolactea*, *Russula cessans*, *Tomentella cinerascens* i *T. lilacinogrisea*, podawane były dotychczas jedynie z pojedynczych stanowisk, *Cortinarius comptulus* i *C. croceoconus* zostały stwierdzone w Polsce niedawno (Ślusarczyk 2015), a obecność *Inocybe ochroalba* w Polsce została potwierdzona (por. Bujakiewicz 2011). Dalszych 26 gatunków notowanych było w kraju na kilku lub kilkunastu stanowiskach. W tej grupie znajdują się grzyby o owocnikach kortycjoidalnych, takie jak saprobiontyczne, nadrewnowe: *Botryobasidium conspersum*, *Xylodon brevisetus*, *X. spathulatus*, *Kneiffiella subalutacea*, *Leptosporomyces galzinii*, *Trechispora candidissima* i ektomykoryzowy *Tomentella coerulea*, a także gatunki o owocnikach agarykoidalnych, przede wszystkim saprobiontyczne: *Clitocybe diatrete*, *Galerina atkinsoniana*, *G. clavata*, *Gymnopus impudicus*, *Hemimycena lactea*, *Infundibulicybe costata*, i mykoryzowe: *Cortinarius casimiri*, *Inocybe nitidiuscula*, *I. sindonia*, *I. whitei*, *Russula exalbicans*. Część z tych gatunków to najprawdopodobniej grzyby nierzadkie lub nawet częste w Polsce, ale nieznanym ze względu na niepozorne owocniki lub pomijane w związku z trudnościami z ich identyfikacją.

Interesującym faktem jest odnalezienie w OOR taksonów, które nie były do tej pory notowane w Polsce. Należą do nich *Clitocybe marginella*, *Hemimycena lactea* var. *tetraspora*, *Inocybe leiocephala*, *Paulliticium* cf. *allantosporum*.

Porównanie mykobioty lasów sosnowych na powierzchniach piaszczystych i galmanowych

Powierzchnie, na których prowadzone były obserwacje grzybów makroskopijnych, znajdowały się na dwóch różnych typach podłoża: piaszczystym oraz tzw. galmanowym, będącym materiałem pozostawionym po wydobywaniu rud galmanowych. Powierzchnie na dwóch kontrastujących typach podłoża różniły się zarówno pod względem wykształconych na nich zbiorowisk roślinnych, jak i warunków edaficznych, a różnice te miały wpływ na zbiorowiska grzybów. Drzewostan rozwinięty na powierzchniach piaszczystych cechowało nieco

wyższe pokrycie drzew, które były większe i masywniejsze aniżeli sosny na powierzchniach galmanowych. Przynajmniej na części powierzchni piaszczystych grubość ściółki, a także ilość martwego drewna, była większa niż w przypadku powierzchni galmanowych. Na powierzchniach galmanowych zanotowano mniejszą ogólną liczbę gatunków grzybów aniżeli na powierzchniach piaszczystych, co w głównej mierze wynika z mniejszej liczby tych powierzchni.

Proporcje pomiędzy liczbą gatunków grzybów saprobiontycznych i mykoryzowych były na obydwu typach podłoża podobne, różnice zaznaczały się w składzie gatunkowym. Szereg gatunków wyraźnie preferowało powierzchnie piaszczyste lub galmanowe. Grzyby te występowały przede wszystkim, lub głównie, na powierzchniach określonego typu i często wykształcały tam wyraźnie więcej owocników.

Związek z określonym typem powierzchni szczególnie dobrze widoczny był w przypadku grzybów mykoryzowych. Na powierzchniach piaszczystych wystąpiły z wyraźnie większą frekwencją np. wszystkie odnotowane gatunki *Amanita*, *Chalciporus piperatus*, większość gatunków *Cortinarius* (w tym *C. casimiri*, *C. croceononus*), *Inocybe sindonia*, *Laccaria laccata*, *Lactarius rufus*, większość gatunków *Russula*, *Suillus bovinus*, *Thelephora palmata*, *Xerocomus badius* i *X. ferrugineus*. Na powierzchniach piaszczystych wyraźnie więcej owocników tworzyły: *Cortinarius casimiri*, *C. comptulus*, *Inocybe leiocephala*, *Russula xerampelina*, *Scleroderma citrinum*, odnotowane również na powierzchniach galmanowych. Z kolei podłoże galmanowe wyraźnie preferowały takie grzyby mykoryzowe, jak *Chroogomphus rutilus*, *Hebeloma* (sect. *Denudata*), *Tricholoma scalpturatum*, a także *Hebeloma mesophaeum*, *Suillus luteus*, *Thelephora terrestris*, *Tricholoma imbricatum*, *T. terreum* – gatunki notowane również na powierzchniach piaszczystych, jednak wykształcające wyraźnie więcej owocników na powierzchniach galmanowych. Na tych powierzchniach wystąpiło, i tutaj wykształciło więcej owocników, szereg grzybów związanych z brzozą, pomimo tego, że drzewo to występowało również na niektórych powierzchniach piaszczystych. Były to przede wszystkim *Lactarius torminosus*, *L. pubescens*, *Russula exalbicans*, *Leccinum scabrum*. Część z wymienionych gatunków to grzyby tzw. wczesnych stadiów sukcesji, związane często z siedliskami o słabo wykształconym profilu glebowym i niewielkiej ilości ściółki.

Występowanie poszczególnych gatunków grzybów ektomykoryzowych w dużej mierze uzależnione było od warunków edaficznych występujących na powierzchniach. Analizy statystyczne, które obejmowały zestaw czynników edaficznych (skład podłoża, zawartość pierwiastków, materii organicznej, pH) i cechy zbiorowisk leśnych (skład gatunkowy, pokrycie itp.) oraz występowanie na powierzchniach gatunków o frekwencji równiej lub większej niż 20% (występowanie na 4 lub większej liczbie powierzchni) wykazały, że na skład zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych na powierzchniach objętych badaniami największy wpływ miały takie czynniki, jak zawartość azotu, wapnia i materii organicznej w podłożu oraz jego odczyn (Mleczko, Kapusta 2010, 2011, 2012).

Występowanie grzybów saprobiontycznych na powierzchniach galmanowych i piaszczystych uzależnione było przede wszystkim od dostępności substratu. Na obydwu typach powierzchni występowało szereg gatunków z rodzaju *Clitocybe* (np. *C. marginella*, *C. metachroa*, *C. cf. candicans*), *Hemimycena*, *Strobilurus*, *Gymnopus* (np. *G. dryophilus*, *G. adrosaceus*), a także *Auriscalpium vulgare*, *Lycoperdon molle*. Preferencje co do typu powierzchni były w grupie saprobiontów naściółkowych i nahumusowych widoczne

słabiej niż w przypadku grzybów mykoryzowych. Do grzybów z tej grupy, które występowały przede wszystkim na powierzchniach galmanowych, należy *Infundibulicybe costata*, grzyb preferujący gleby o wyższym pH, często wapienne, a także *Stropharia caerulea*, gatunek częsty w siedliskach ruderalnych, antropogenicznych, o wyższym pH podłoża. Na powierzchniach galmanowych znacznie częściej tworzył owocniki *Lycoperdon molle*, grzyb preferujący gleby zasobniejsze, raczej alkaliczne. Tu znajdowało się również stanowisko *Geastrum minimum*, gatunku kalcyfilnego, częstego również na murawach kserotermicznych (Jaworska i in. 2012; Tomaszewska i in. 2012). Z kolei na powierzchniach piaszczystych znacznie częściej obserwowano owocniki *Cystoderma carcharias*, a także odnotowano obecność *Disciseda candida* i *Lycoperdon nigrescens* – grzybów acydofilnych, a także *Clitocybe diatreta*, gatunku obojętnego na odczyn podłoża, ale preferującego podłoże piaszczyste. Grubsza warstwa humusu i ściółki iglastej była prawdopodobnie przyczyną częstszego notowania na powierzchniach piaszczystych między innymi szeregu grzybów z rodzaju *Mycena* (np. *M. galopus*, *M. epipterygia*, *M. leptocephala*), *Clitocybe diatreta* i *Ramaria abietina*.

Większa dostępność martwego drewna, przede wszystkim w postaci gałęzi i gałązek, rzadziej pniaków, spowodowała, że powierzchnie piaszczyste charakteryzowała duża różnorodność gatunkowa saprobiontów nadrewnowych. Powierzchnie galmanowe były pod tym względem znacznie uboższe. Do najczęściej spotykanych na powierzchniach piaszczystych grzybów z tej grupy troficzno-substratowej należały *Galerina marginata*, *Gymnopilus penetrans*, *Mycena abramsii*, *M. galericulata*, *Pholiota spumosa*, *Tricholomopsis rutilans* oraz szereg grzybów tworzących kortycjoidalne lub poliporoidalne owocniki z rodzajów *Coniophora*, *Leptosporomyces*, *Oligoporus*, *Skeletocutis*, *Trechispora*, *Xylodon* i innych. *Oligoporus leucomalleus* i *Trichaptum fuscoviolaceum* występowały na obydwu typach powierzchni z podobną częstością. Na powierzchniach piaszczystych zanotowano również większą różnorodność i liczebność grzybów briofilnych.

Chociaż analizy statystyczne nie wykazały istotnych różnic pomiędzy typami powierzchni pod względem liczby oraz masy owocników grzybów (por. Mleczko, Kapusta 2011, 2012), to jednak można zauważyć pewną tendencję – zarówno liczba, jak i masa owocników wszystkich odnotowanych gatunków były większe na powierzchniach galmanowych. Znacznie większa dostępność substratu i wyższa różnorodność gatunkowa grzybów saprobiontycznych, zwłaszcza nadrewnowych, powodowała, że na powierzchniach piaszczystych grzyby saprobiontyczne wykształcały większą liczbę i masę owocników. W przypadku grzybów mykoryzowych różnorodność gatunkowa była również większa na powierzchniach piaszczystych, jednak to na powierzchniach galmanowych grzyby te występowały wyraźnie liczniej i tworzyły większą masę owocników. Szczególnie duża produkcja biomasy owocników grzybów mykoryzowych na powierzchniach galmanowych, poza różnicami wynikającymi prawdopodobnie z biologii poszczególnych gatunków, może również wynikać z faktu, że powierzchnie galmanowe mają charakter młodszych zadrzewień i mniejszą ilość zakumulowanej ściółki.

Urszula Bielczyk

W Polsce stanowiska porostów związanych z podłożem wzbogaconym metalami skupiają się w południowej części kraju i obejmują głównie obszar Dolnego Śląska i Sudetów oraz tereny na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej (Bielczyk, Kossowska 2015). Te ostatnie wynikają z wielowiekowej działalności górniczej i hutniczej na tym terenie, a jednym z najcenniejszych przyrodniczo, w tym również w odniesieniu do bioty porostów, jest Olskuski Okręg Rudny (OOR).

Stosunkowo nieliczne prace lichenologiczne z OOR wskazują na bogactwo porostów na tym terenie (Kiszka 2003, 2009; Kiszka, Kościelniak 2006; Bielczyk i in. 2009). Specyfikę tej bioty cechuje m.in. obecność gatunków o zdolnościach tolerancji lub/i akumulacji metali ciężkich w plechach (Pawlik-Skowrońska i in. 2008; Pawlik-Skowrońska, Bačkor 2011).

Ostatnie badania lichenologiczne przeprowadzone w ramach interdyscyplinarnego projektu „Roślinność gleb galmanowych i jej znaczenie dla zachowania różnorodności biotycznej i krajobrazowej terenów pogórnicych” (MF EOG PL0265) realizowanego w latach 2008–2011 dostarczyły kolejnych istotnych danych o porostach OOR. Ogółem w Olskuskim Okręgu Rudnym stwierdzono 94 gatunki porostów i 3 gatunki grzybów naporostowych (oznaczone gwiazdką – *); pełny wykaz gatunków opublikowała Bielczyk (2015).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono występowanie dwóch nowych dla Polski gatunków porostów: *Agonimia vouauxii* i *Vezdaea leprosa* (Ryc. 14). Trzydzieści innych taksonów nie było znanych dotychczas z Wyżyny Śląsko-Krakowskiej (*Bacidina saxenii*, *B. chlorotricula*, *Cladonia conista*, *C. monomorpha*, **Cladoniicola staurospora*, **Lichenonidium erodens*, **L. lecanorae*, *Micarea nigella*, *Placynthiella dasaea*, *Ropalospora viridis*, *Scoliciosporum sarothamni*, *Thelidium fumidum*, *Violella fucatus*). Osiemnaście taksonów stwierdzono po raz pierwszy w OOR (*Absoconditella lignicola*, *Buellia punctata*, *Caloplaca cerina* var. *muscorum*, *Cladonia chlorophaea*, *C. digitata*, *C. floerkeana*, *C. rei*, *C. scabriuscula*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria incana*, *Micarea nitschkeana*, *Placynthiella oligotropa*, *P. uliginosa*, *Pseudevernia furfuracea*, *Trapeliopsis granulosa*, *Verrucaria fuscella*, *V. viridula*, *V. xyloxena*).

Taksonomicznie najliczniejszą grupę reprezentowali przedstawiciele rodzajów *Cladonia* (19 gatunków) i *Verrucaria* (8). Do najczęściej występujących gatunków należały: *Vezdaea leprosa* (26 stanowisk), *Lecanora conizaeoides* (24), *Cladonia monomorpha* (23), *C. pyxidata* (20), *C. rei*, *Sarcosagium campestre*, *Scoliciosporum chlorococcum* (18), *Agonimia vouauxii*, *Cladonia coniocraea*, *Micarea micrococca*, *Verrucaria bryoctona*, *V. muralis* (15 stanowisk). Najbogatsze w porosty są powierzchnie muraw ciepłolubnych. Wśród form morfologicznych najwięcej jest porostów skorupiastych (70 gatunków). Mniej liczna była grupa porostów o plechach krzaczkowatych (23 gatunki), jednak są one spotykane często i w dużych populacjach. Zaledwie 8 gatunków tworzą formy listkowate.

Biota porostów OOR ukształtowała się pod dużym wpływem różnorodnych czynników antropogenicznych. Ich wyznacznikami są m.in.:

– gatunki pionierskie i efemeryczne o możliwościach szybkiej i skutecznej kolonizacji odkrytych powierzchni skalnych i gleby, np.: *Sarcosagium campestre*, *Vezdaea leprosa*,



Ryc. 14. *Vezdaea leprosa* – częsty mikro-porost w terenach pogórnicych (fot. A. Flakus).

V. aestivalis, *Steinia geophana*, *Bacidina saxenii*, *Leptogium biatorinum*, *Verrucaria bryoctona*);

– gatunki, u których udokumentowano zdolność tolerancji i/lub akumulacji metali ciężkich w plechach, m.in.: *Hypocenomyce scalaris*, *Lepraria incana*, *L. elobata*, *L. jackii*, *Cladonia furcata*, *C. pocillum*, *C. fimbriata*, *Peltigera didactyla*, *Hypogymnia physodes*, *Stereocaulon incrustatum*, *Diploschistes muscorum* (Ryc. 15);

– gatunki uzależnione od obecności cynku i ołowiu w podłożu, m.in. *Vezdaea leprosa*, *V. aestivalis*, *Bacidina saxenii*;

– dominacja gatunków wchodzących w skład zbiorowisk naziemnych (epigeity i epibryofity); niektóre kolonizują plechy innych porostów oraz zasiedlają drobne kamyki i fragmenty drewna w glebie;

– zdecydowana przewaga form skorupiastych;

– zmiany morfologiczne widoczne u porostów wielkoplechowych (zniekształcenia, karłowacenie, wykruszanie fragmentów plech, wyraźne plamy przebarwień);

– ubóstwo epifitów, z wyjątkiem najbardziej toksytolerancyjnych (np. *Scoliciosporum chlorococcum* i *Lecanora conizaeoides*);

– niewielki udział epiksyli.

Olkuski Okręg Rudny cechuje znacząca różnorodność porostów uwarunkowana przez mozaikę siedlisk występujących na obszarze górniczym – piaski, odpady galmanowe, podłoże o zróżnicowanym odczynie (pH), różnej wilgotności i stopniu nasłonecznienia. Liczba stwierdzonych tu taksonów jest porównywalna z podawanymi z podobnych obszarów Europy: Belgii, Holandii, Francji, Niemiec i Wielkiej Brytanii (Purvis, Halls 1996; Heibel 1999). Skład gatunkowy porostów na poszczególnych stanowiskach jest niejednorodny, zdeterminowany lokalnymi czynnikami edaficznymi, mikroklimatycznymi i biotycznymi. Również stopień rozpowszechnienia poszczególnych gatunków jest zróżnicowany.

Wyznacznikiem zbiorowisk roślinnych na glebach naturalnie i wtórnie wzbogaconych w metale ciężkie są metalofity – gatunki tolerujące lub preferujące ich wysokie stężenia w glebie. Porosty poprzez swoją specyficzną budowę i biologię są generalnie organizmami przystosowanymi do bytowania w nieprzyjnym do życia środowisku, w tym skażonym metalami ciężkimi. Trudno jednak wskazać, które z gatunków rosnących na terenach galmanowych są obligatoryjnymi metalofitami. Można jednak przyjąć, że wszystkie tolerują podwyższoną zawartość metali ciężkich w podłożu i powietrzu atmosferycznym. Spośród gatunków/taksonów stwierdzonych w OOR, 60 (50%) podano z innych terenów zawierających cynk i/lub ołów w podłożu (Purvis, Halls 1996; Heibel 1999; Cuny i in. 2004; Banášová 2006; Smith i in. 2009; Rajakaruna i in. 2011; Bielczyk i Kossowska 2014). U wielu udokumentowano zdolność tolerancji i/lub akumulacji tych pierwiastków w plechach (Pawlik-Skowrońska i in. 2008; Pawlik-Skowrońska, Bačkor 2011). Wśród porostów o plechach krzaczkowatych i charakterystycznych dla środowisk z cynkiem i ołowiem wymieniane są gatunki z rodzaju *Stereocaulon*, a zwłaszcza *S. nanodes*. W OOR stwierdzony został dotychczas jedynie *S. incrustatum*, niepodawany z porównywanych terenów w Europie. Gatunek ten w badanym terenie występuje często, tworzy duże populacje i jak wykazały badania Pawlik-Skowrońskiej i in. (2008), akumuluje w swoich plechach znaczne ilości metali ciężkich. Bardzo częstym gatunkiem w OOR jest także uznany za hiperakumulator cynku – *Diploschistes muscorum* (Sarret i in. 1998). Wegetacja szeregu innych gatunków o plechach skorupiastych, u których nie wykazano wprawdzie zdolności akumulacji metali ciężkich, wydaje się być od nich zależna. Są to np. *Vezdaea leprosa* i *V. aestivalis*, które poza terenami metalonośnymi, mają również stanowiska wokół galwanicznych barier ochronnych przy drogach w Niemczech i Wielkiej Brytanii (Ernst 1995; Gilbert 2000).



Ryc. 15. *Diploschistes muscorum* – hiperakumulator cynku i ołowiu (fot. R. Kościelniak).

Z ekologicznego punktu widzenia, na wyróżnienie zasługuje obecność w OOR porostów, których głównym lub dodatkowym komponentem autotroficznym są sinice. Poprzez zdolność wiązania wolnego azotu, są one ważnym ogniwem łańcucha troficznego, zwłaszcza na glebach galmanowych ubogich w biogeny. Tę grupę na terenach galmanowych reprezentują: *Peltigera rufescens*, *P. didactyla*, *Stereocaulon incrustatum*, *Collema limosum*, *C. tenax* i *Leptogium biatorinum*.

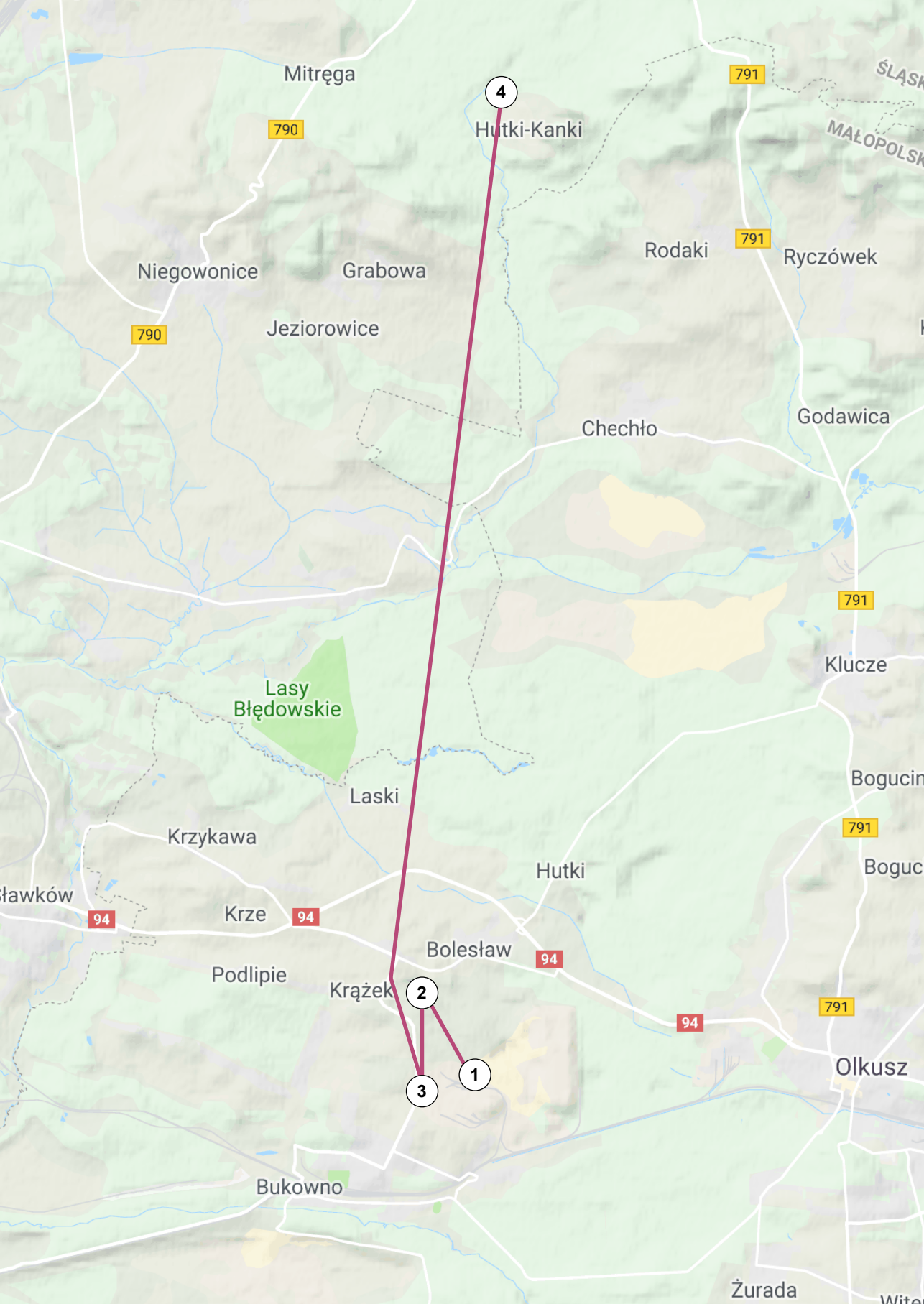
Lichenobiota OOR zawiera grupę porostów pionierskich o zdolnościach szybkiego kolonizowania odkrytych powierzchni skał i gleby. Do najbardziej typowych dla podłoża skażonego metalami ciężkimi należą krótkotrwałe porosty ruderalne tolerujące stres. Są one trudne do odnalezienia ze względu na bardzo małe rozmiary plech. Dodatkowo, niektóre z nich mają krótki cykl życiowy i zanikające owocniki, wytwarzane jedynie w wilgotnych porach roku. Do tej grupy porostów odnalezionych na terenie OOR należą *Sarcosagium campestre*, *Veizdaea leprosa*, *V. aestivalis*, *Steinia geophana*, *Bacidina saxenii* i *Leptogium biatorinum*. Możliwe jest również, przy dalszych badaniach, odszukanie kolejnych efemerycznych gatunków o drobnych plechach, które występują na podobnie zaburzonych siedliskach w różnych miejscach Europy.

Cennymi elementami bioty porostów OOR są gatunki bardzo rzadkie, rzadkie i zagrożone, które wskazują na jej unikatowy charakter. Trzy gatunki (*Veizdaea leprosa*, *Agoniimia vouauxii*, *Thelocarpon imperceptum*) mają tu dotychczas jedyne stanowiska w Polsce. Spośród gatunków bardzo rzadkich w skali kraju występują np. *Bacidina saxenii*, *B. chlorotricula*, *Cladonia conista*, *Verrucaria xyloxena*, czy grzyb naporostowy *Cladoniicola stauropora*. Obecne są taksony podlegające w Polsce ochronie prawnej i/lub zagrożone w skali kraju: *Arthonia fusca* (NT), *Caloplaca cerina* var. *muscorum* (VU), *Cetraria aculeata*, *C. islandica* (VU), *Cladonia mitis*, *Peltigera didactyla*, *P. rufescens*, *Pseudevernia furfuracea*, *Stereocaulon incrustatum* (EN) i *Veizdaea aestivalis* (DD) (Cieśliński i in. 2006).

W analizowanej lichenobioocie na wyróżnienie zasługują także gatunki znane dotychczas w Polsce z pojedynczych stanowisk, np. *Bacidina saxenii* (Czarnota, Coppins 2007), *Bacidina chlorotricula*, *Cladonia conista* (Fałtynowicz 2003), *Verrucaria xyloxena* (Krzewicka 2012) i grzyb naporostowy *Cladoniicola stauropora* (Czyżewska, Kukwa 2009). Warto również wspomnieć dwa bardzo częste w omawianym terenie mikro-porosty charakterystyczne dla miejsc pogórnicych Europy – *Sarcosagium campestre* i *Verrucaria bryoctona* (Gilbert, Purvis 2009; Orange i in. 2009).

Najcenniejszymi elementami lichenobioty regionu olkuskiego są gatunki występujące w obrębie ekologicznie wyspecjalizowanych zbiorowisk niskich muraw na podłożu galmanowym z klasy *Violetea calaminariae*. Budują je, podobnie jak w przypadku roślin, gatunki porostów światło- i ciepłolubnych, preferujących gleby o odczynie zasadowym i tolerujące metale ciężkie. Formy wielkoplechowe mają tu zagwarantowane właściwe oświetlenie, a rośliny zielne nie są dla nich czynnikiem eliminującym. Natomiast mikroporosty charakteryzuje szczególna fenologia, która polega na tym, że rozwijają się i wytwarzają owocniki po zakończeniu wegetacji roślin – jesienią i wczesną wiosną, a nawet zimą. Zagrożeniem dla tej grupy gatunków, podobnie jak dla zbiorowisk niskich muraw galmanowych, jest nieprzemyślana i chybiająca z ekologicznego punktu widzenia rekultywacja (Kapusta i in. 2010).





Mitręga

790

4

Hutki-Kanki

791

ŚLĄSK

MAŁOPOLSKA

Niegowonice

Grabowa

Rodaki

791

Ryczówek

790

Jeziorowice

Godawica

Chechło

791

Lasy
Będowskie

Klucze

Laski

Bogucin

Krzykawa

791

Boguc

ławków

94

Krze

94

Hutki

2

Bolesław

94

Podlipie

Krążek

3

1

94

791

Olkusz

Bukowno

Żurada

Wita

Trasa wycieczki

Barbara Godzik, Grażyna Szarek-Łukaszewska, Krystyna Grodzińska

KRAKÓW – BOLESŁAW, OBSZAR NATURA 2000 „ARMERIA” (1) – OBSZAR NATURA 2000 „PLESZCZOTKA” (2) – ZGH BOLESŁAW – WYSTAWA „KOPALNIA WIEDZY O CYNKU” (3) – ŹRÓDLISKA CENTURII (4) – KRAKÓW

1. Obszar Natura 2000 „Armeria”

Obszar Natura 2000 „Armeria” (PLH120091) obejmuje tereny pogórnice w sąsiedztwie Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” (7,39 ha), największej w Polsce huty cynku w Bukowni (Ryc. 16). Na terenach tych prowadzono wydobywanie galeny, galmanu i limonitu. Płuczki galeny istniały tu od początku XV w., a galman zaczęto wybierać od końca XVII w. Początkowo była to chaotyczna eksploatacja powierzchniowa (do 12 m głębokości); od końca XIX w. do roku 1924 prowadzono tu już regularne wydobywanie głębszych pokładów galmanu. Obszar obejmuje pogórnice tereny nierekułtywowane oraz zrekułtywowane pod koniec lat 90. XX w. przez ZGH „Bolesław”. W zachodniej, najstarszej części znajdują się zapadliska i nierówności po szybach poszukiwawczych. Prawdopodobnie obszar ten jest niezmienny od co najmniej lat 20. XX w. W pobliżu znajdowała się działająca w latach 1953–1969 odkrywka „Michalska” o powierzchni 3 ha i głębokości 10 m. Eksploatowane było w niej złożo pierwotne oraz zasoby rudy pozostałe w odpadach po poprzednich pracach wydobywczych. Po zakończeniu eksploatacji rudy odkrywkę zasypano odpadami i żużłami odpadowymi z huty cynku. Po wypełnieniu odkrywki z końcem lat 90. XX w. nawieziono 30 cm gleby i posadzono brzozę (*Betula pendula*), modrzew (*Larix decidua*), sosnę (*Pinus sylvestris*) oraz rokitnik (*Hippochaë rhamnoides*) i oliwnik (*Eleagnus commutata*). Gleba najstarszej części terenu zawiera znaczny procent części szkieletowych. Warstwa organiczna gleby obejmuje ok. 20 cm miąższości. Zawiera ona bardzo wysokie stężenia metali (Zn 8%, Pb 1%). Gleba młodszej, nierekułtywowanej części jest również szkieletowa, stężenia metali w górnej warstwie (do 10 cm) są także bardzo wysokie (Zn 4%, Pb 0,3%). Gleba powierzchni rekułtywowanych z nasadzonymi drzewami zawiera 1% cynku i 0,3% ołowiu. Gleby mają odczyn zasadowy w granicach pH 7,0 do 7,6.

W kilkudziesięcioletniej murawie powstałej na drodze spontanicznej kolonizacji (najstarsza część obszaru Natura 2000 „Armeria”) gatunkami panującymi są: *Armeria maritima* (Ryc. 17) i *Festuca ovina*. Do stałych gatunków należą *Arabidopsis arenosa*, *Dianthus carthusianorum*, *Silene vulgaris*. Liczną grupę stanowią gatunki ciepłolubne (np. *Carex caryophylla*, *Pimpinella saxifraga*) i łąkowe (np. *Plantago lanceolata*, *Rumex thyrsoiflorus*). Często występuje tu *Biscutella laevigata*. Ważną rolę w murawach odgrywają porosty (np. *Cladonia pyxidata*, *C. glauca*, *Verrucaria muralis*, *Vezdaea stipitata*). Na uwagę zasługuje *Diploschistes muscorum* gatunek uznawany za hiperakumulator.

Młodsze, nierekułtywowane odpady pogórnice porastają słabo zwarte murawy z *Arabidopsis arenosa*, *Armeria maritima*, *Dianthus carthusianorum*, *Festuca ovina*, *Gypsophila fastigiata*, *Silene vulgaris*. Spotykane są również powierzchnie porośnięte trawami (*Agrostis gigantea*, *Molinia caerulea*) lub łanami *Anthericum ramusum*. Roślinom naczyniowym towarzyszą liczne porosty (np. *Cladonia pyxidata*, *C. glauca*, *C. pocillum*, *Sarcosagium campestre*, *Vezdaea stipitata*, *Verrucaria muralis*).



Ryc. 16. Obszar Natura 2000 „Armeria” (fot. G. Szarek-Lukaszewska).

Na porzuconych przed kilkunastu laty polach rozwinęły się „łąki” z *Armeria maritima*, *Festuca ovina* i szeregiem gatunków ciepłolubnych i łąkowych, jak na poprzednio omówionych powierzchniach. Powierzchnie rekultywowane w latach 90. XX w. porastają obecnie świetliste zadrzewienia brzoźowe i modrzewiowe oraz zwarte zadrzewienia sosnowe. W ich runie rosną rośliny murawowe (*Anthyllis vulneraria*, *Dianthus carthusianorum*, *Helianthemum nummularium* subsp. *obscurum*), łąkowe (*Achillea millefolium*, *Carex hirta*, *Rumex thyrsiflorus*), siedlisk ubogich (*Festuca ovina*, *Gypsophila fastigiata*, *Herniaria gabra*, *Silene vulgaris*). Liczne są również gatunki siedlisk antropogenicznych (*Cirsium arvense*, *Tussilago farfara*). Na części powierzchni rekultywowanych rozrastają się trawy (*Agrostis gigantea*, *Calamagrostis epigejos*). Na uwagę zasługują wnikające do zadrzewień storczyki – *Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*. Licznie reprezentowane są porosty (m.in. *Bacidina phacodes*, *Lecanora conizaeoides*, *Sarcosagium campestre*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Vezdaea stipitata*, *Verrucaria muralis*).

Na obszarze Natura 2000 „Armeria” występują trzy gatunki roślin objęte ścisłą ochroną (*Carlina acaulis*, *Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*) i dwa objęte ochroną częściową (*Ononis spinosa*, *Frangula alnus*).

Wykaz gatunków – Obszar Natura 2000 „Armeria”

Rośliny naczyniowe

Achillea millefolium L.
Agrostis gigantea Roth
Anthericum ramosum L.
Anthyllis vulneraria L.

Arabidopsis arenosa (L.) Lawralree
Armeria maritima (Mill.) Willd.
Carex hirta L.
Centaurea scabiosa L.
Convolvulus arvensis L.
Coronilla varia L.
Daucus carota L.
Dianthus carthusianorum L.
Elymus repens (L.) Gould
Euphorbia cyparissias L.
Festuca ovina L.
Galium album Mill.
Galium boreale L.
Gypsophila fastigiata L.
Knautia arvensis (L.) J. M. Coult.
Lotus corniculatus L.
Molinia caerulea (L.) Moench
Pimpinella saxifraga L.
Plantago lanceolata L.
Reseda lutea L.
Rumex thyrsiflorus Fingerh.
Silene vulgaris (Moench) Garcke
Taraxacum officinale F. H. Wigg.

Grzyby zlichenizowane

Arthonia lapidicola (Taylor) Branth & Rostr.
Bacidina phacodes (Koerb.) Vezda
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.
Cladonia glauca Floerke



Ryc. 17. Zawciąg pospolity *Armeria maritima* (fot. G. Szarek-Łukaszewska).

Cladonia pocillum (Ach.) Grognot
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.
Lecidella stigmata (Ach.) Hertel & Leuckert
Micarea denigrata (Fr.) Hedl.
Placynthiella icmaela (Ach.) Coppins & P.James
Polyblastia gothica Th.Fr.
Sarcogyne regularis Koerb.
Sarcosagium campestre (Fr.) Poetsch & Schied.
Verrucaria muralis Ach.
Vezdaea stipitata Poelt & Doebbele

2. Obszar Natura 2000 „Pleszczotka” (PLH120092)

Obszar Natura 2000 „Pleszczotka” (PLH120092) obejmuje ponad 130. letni fragment terenu pogórniczego w Bolesławiu koło Olkusza (4,9 ha) (Ryc. 18). Sąsiaduje on z odkrywką „Bolesław”, która na skalę przemysłową czynna była od XIX w. do końca lat 80. XX w. Na tym terenie deponowane są odpady skalne z nadkładu i skał budujących złoża rud cynkowo-olowiowych, które pochodzą głównie z odkrywki „Bolesław”. Organiczna warstwa gleby jest tutaj bardzo płytka, szkieletowa, o odczynie zasadowym ($\text{pH} > 7$). Stężenia metali ciężkich w podłożu są bardzo wysokie (Zn 5%, Pb 0,4%, Cd 0,03%) i znacznie zróżnicowane, nawet w małej skali przestrzennej. Jest to związane z heterogenicznością materiału górniczego, z którego wykształciły się gleby. Dla roślin jest to teren trudny do zasiedlenia ze względu na znaczną zawartość metali ciężkich, ale też ekstremalne warunki siedliskowe (silne nasłonecznienie, niska wilgotność podłoża i niska zawartość biogenów).

Teren ten nie był nigdy rekultywowany, pokryty jest naturalną murawą. Roślinność wkraczała tu powoli na drodze spontanicznej kolonizacji. Krzewy (*Juniperus communis*)



Ryc. 18. Obszar Natura 2000 „Pleszczotka” (fot. G. Szarek-Łukaszewska).



Ryc. 19. Pleszczotka górską *Biscutella laevigata* (fot. G. Szarek-Łukaszewska).

i drzewa (*Pinus sylvestris*) były wśród murawy nieliczne, ponieważ rozwój siewek i wzrost drzew był bardzo ograniczony – najpierw (do lat 50. XX w.) z powodu wypasu bydła, a później (do lat 80. XX w.) na skutek bardzo wysokich emisji zanieczyszczeń pyłowych (zawierających metale ciężkie) i gazowych (SO₂). Obecnie rozwój drzew (głównie sosny) i krzewów znacznie przyspieszył i pokrywają one teren w znacznie większym stopniu. Jest to główne zagrożenie dla muraw galmanowych.

Około 100 letnią murawę buduje blisko 100 gatunków roślin naczyniowych, ponad 60 gatunków porostów i kilkanaście gatunków mchów. Trzon flory muraw stanowią rośliny ciepłolubne, gatunki siedlisk ubogich i tolerujące metale ciężkie, a towarzyszą im rośliny łąkowe oraz nieliczne gatunki leśne i siedlisk antropogenicznych. Najczęstszymi gatunkami w murawie są, m. in. *Achillea millefolium*, *Arabidopsis arenosa*, *Dianthus carthusianorum*, *Festuca ovina*, *Galium album*, *Potentilla arenaria*, *Scabiosa ochroleuca*, *Thymus pulegioides*. Większość gatunków stanowią rośliny pospolite, szeroko rozprzestrzenione w Polsce; wyjątek stanowi jedynie kilka gatunków. Najważniejszym z nich jest *Biscutella laevigata* (Ryc. 19). Kolejnymi interesującymi gatunkami roślin naczyniowych, nieczęsto występującymi w Polsce, są *Gentianella germanica*, *Erysimum odoratum* i *Alyssum montanum*.

Wśród roślin muraw znajdują się gatunki uznane za metalotolerancyjne; część z nich m.in. *Armeria maritima*, *Biscutella laevigata*, *Dianthus carthusianorum*, *Silene vulgaris* różni się od występujących na glebach „czystych” pod względem cech morfologicznych i fizjologicznych. Liczna jest grupa roślin mikoryzowych. Reprezentują ją m.in. *Anthyllis vulneraria*, *Biscutella laevigata*, *Dianthus carthusianorum*, *Epipactis atrorubens*, *Festuca ovina*, *Gentianella germanica*, *Plantago lanceolata*, *Viola tricolor*. Stopień kolonizacji mikoryzowej jest u tych gatunków różny, np. u *F. ovina*, *V. tricolor* wysoki, a u *B. laevigata*

niski. Z gatunków rosnących w murawie ścisłą ochroną objęte są *Carlina acaulis*, *Epipactis atrorubens*, *Gentianella germanica*.

W murawie rozwiniętej na starych odpadach górniczych bardzo ważną rolę odgrywają porosty. Występują one na glebie, kamieniach, a także na korze sosen rozrastających się w murawie. Częste są gatunki rodzajów: *Cladonia* (m.in. *C. furcata*, *C. pocillum*, *C. pyxidata*), *Lecanora* (m.in. *L. dispersa*, *L. sarcopis*) i *Verrucaria* (m.in. *V. muralis*, *V. nigrescens*). Na szczególną uwagę zasługuje porost *Diploschistes muscorum* uznawany za hiperakumulator cynku.

W murawie występuje ok. 40 gatunków grzybów Macromycetes. Część z nich reprezentuje gatunki ektomikoryzowe. *Suillus lutens* związany jest wyłącznie z sosną (*Pinus sylvestris*), *Lactarius pubescens* i *Russula depallens* tworzą symbiozy wyłącznie z brzozą (*Betula pendula*), a *Tricholoma scalpturatum* z gatunkami drzew zarówno iglastych, jak i liściastych. Większość gatunków jest jednak gatunkami saprobiotycznymi (np. *Bovista plumbea*, *Entoloma papillatum*).

W kilku gatunkach roślin (*Armeria maritima*, *Biscutella laevigata*, *Daucus carota*, *Dianthus carthusianorum*, *Gypsophila fastigiata*, *Plantago lanceolata*, *Silene vulgaris*) występujących w terenie pogórnym określany był poziom metali ciężkich (Zn, Pb, Cd). Na ogół najwyższe stężenia metali występowały w korzeniach, najniższe w nasionach. W obrębie samych nasion metale ciężkie znajdowały się z endospermię, która działała jako bariera blokująca dostęp pierwiastków do zarodka.

W ostatnich kilku latach liczba drzew w murawie gwałtownie zwiększyła się, co spowodowało jej znaczne zacienienie. Konsekwencją tego procesu może być wycofywanie się wielu gatunków światłolubnych i termofilnych.

Wykaz gatunków – Obszar Natura 2000 „Pleszczotka”

Rośliny naczyniowe

Achillea millefolium L.
Aegopodium podagraria L.
Agrostis capillaris L.
Agrostis gigantea Roth
Agrostis stolonifera L.
Alyssum montanum L.
Anthoxanthum odoratum L.
Anthyllis vulneraria L.
Arenaria serpyllifolia L.
Armeria maritima (Mill.) Willd.
Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl
Astragalus glycyphyllos L.
Avenula pubescens (Huds.) Dumort.
Biscutella laevigata L.
Calamagrostis epigejos (L.) Roth
Campanula rotundifolia L.
Cardaminopsis arenosa (L.) Hayek
Carex caryophyllea Latourr.
Carex ericetorum Pollich
Carex hirta L.
Carlina acaulis L.
Carlina vulgaris L.
Centaurea scabiosa L.

Cerastium holosteoides Fr. emend. Hyl.
Chamaecytisus ratisbonensis (Schaeff.) Rothm.
Coronilla varia L.
Crepis biennis L.
Daucus carota L.
Dianthus carthusianorum L.
Elymus repens (L.) Gould
Epipactis atrorubens (Hoffm.) Besser
Erigeron acris L.
Erysimum odoratum Ehrh.
Euphorbia cyparissias L.
Euphrasia stricta D. Wolff ex J. F. Lehm.
Festuca ovina L.
Festuca rubra L.
Fragaria vesca L.
Galium album Mill.
Gentianella germanica (Willd.) Börner
Gypsophila fastigiata L.
Helianthemum nummularium (L.) MILL. subsp. *obscurum* (Celak.) Holub
Heracleum sphondylium L.
Hieracium pilosella L.
Holcus lanatus L.
Knautia arvensis (L.) J. M. Coult.
Leontodon hispidus L. subsp. *hastilis* (L.) Rchb.
Leontodon hispidus L. subsp. *hispidus* (L.) Rchb.
Linum catharticum L.
Lotus corniculatus L.
Malaxis monophyllos (L.) Sw.
Medicago falcata L.
Molinia caerulea (L.) Moench
Parnassia palustris L.
Peucedanum oreoselinum (L.) Moench
Pimpinella saxifraga L.
Plantago lanceolata L.
Poa compressa L.
Potentilla arenaria Borkh.
Potentilla erecta (L.) Raeusch.
Ranunculus acris L.
Ranunculus bulbosus L.
Ranunculus repens L.
Ranunculus serpens Schrank subsp. *nemorosus* (Dc) G.Lopez
Reseda lutea L.
Rhinanthus minor L.
Rumex acetosa L.
Rumex acetosella L.
Rumex thyrsiflorus Fingerh.
Scabiosa ochroleuca L.
Sedum acre L.
Seseli annuum L.
Silene vulgaris (Moench) Garcke
Taraxacum officinale F. H. Wigg.
Thymus pulegioides L.
Trifolium arvense L.
Trifolium pratense L.
Trifolium repens L.
Valeriana officinalis L.
Verbascum lychnitis L.

Verbascum nigrum L.
Verbascum thapsus L.
Veronica chamaedrys L.
Vicia cracca L.
Viola rupestris F. W. Schmidt
Viola tricolor L.

Grzyby zlichenizowane

Agonimia tristicula (Nyl.) Zahlbr.
Arthonia lapidicola (Taylor) Branth & Rost.
Aspicilia moenium (Vain.) G.Thor & Timdal
Bacidia bagliettoana (A. Massal. & De Not) Jatta
Bacidina phacodes (Koerb.) Vezda
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.
Cetraria aculeata (Schreb.) Fr.
Cetraria islandica (L.) Ach.
Cladonia cariosa (Ach.) Spreng.
Cladonia cervicornis (Ch.) Flot. subsp. *cervicornis*
Cladonia coniocraea (Floerke) Spreng.
Cladonia fimbriata (L.) Fr.
Cladonia foliacea (Huds.) Willd.
Cladonia furcata (Huds.) Schrad.
Cladonia glauca Floerke
Cladonia pocillum (Ach.) Grognot
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.
Cladonia rangiformis Hoffm.
Cladonia symphylicarpa (Floerke) Fr.
Collema limosum (Ach.) Ach.
Dimerella pineti (Schrad. ex Ach.) Vezda
Diploschistes scruposus (Schreb.) Norman
Diploschistes muscorum (Scop.) R. Sant.
Hypocomyce scalaris (Ach.) M.Choisy
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
Lecania cyrtella (Ach.) Th.Fr.
Lecanora albescens (Hoffm.) Branth & Rostr.
Lecanora conizaeoides Nyl. ex Crombie
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.
Lecanora hagenii (Ach.) Ach.
Lecanora murorum Ach.
Lecidella stigmataea (Ach.) Hertel & Leuckert
Leptogium biatorinum (Nyl.) Leight.
Micarea denigrata (Fr.) Hedl.
Micarea prasina Fr.
Mycobilimbia tetramera (De Not.) Vitik., Ahti, Kuusinen, Lommi & T. Ulvinen
Mycobilimbia fusca (A. Massal.) Hafellener & V. Wirth
Mycobilimbia sabuletorum (Schreb.) Hafellner
Peltigera didactyla (With.) J.R. Laundon
Peltigera rufescens (Weiss) Humb.
Physcia caesia (Hoffm.) Furnr.
Physcia tenella (Scop.) De.
Placynthiella icmaela (Ach.) Coppins & P. James
Polyblastia albida Arnold
Porpidia crustulata (Ach.) Hertel & Knoph
Protoblastenia rupestris (Scop.) J. Steiner
Sarcosagium campestre (Fr.) Poetsch & Schied.
Scoliciosporum chlorococcum (Graeve ex Stenham.) Vezda
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arnold

Steinia geophana (Nyl.) Stein
Stereocaulon incrustatum Floerke
Strangospora moriformis (Ach.) Stein.
Thelidium papulare (Fr.) Arnold
Trapelia coarcatata (Sm.) M. Choisy
Trapelia placodioides Coppins & P. James
Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins & P. James
Verrucaria aethiobola Wahlenb.
Verrucaria bryoctona (Th.Fr.) Orange
Verrucaria dolosa Hepp
Verrucaria muralis Ach.
Verrucaria nigrescens Pers.
Verrucaria obfuscans Nyl.
Verrucaria procopii Servit
Vezeadaea aestivalis (Ohlert) Tscherm.-Woess & Poelt
Vezeadaea stipitata Poelt & Doebbele

Mchy

Amblystegium serpens (Hedw.) B., S. & G.
Bryum caespiticium Hedw.
Bryum pallens Sw.
Campylium calcareum Crundw. & Nyh.
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.
Dicranella varia (Hedw.) Schimp.
Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T. Kop.
Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.

3. ZGH Bolesław – wystawa „Kopalnia wiedzy o cynku”

Interaktywna wystawa przedstawia historię regionu i wydobycia najcenniejszych kruszców, najpierw srebra i ołowiu, później cynku. Podróż po ekspozycji zaczyna się od obejrzenia maszyn górniczych zgromadzonych przed budynkiem. Następnie czeka nas krótki seans audiowizualny „Żywioly” – na obrazach pojawiają się struktury rud cynku i ołowiu, chodniki transportowe, olbrzymich rozmiarów maszyny górnicze oraz fragmenty procesów przeróbki mechanicznej i hutniczej technologii. Na następnej interaktywnej wystawie „Skarby Ziemi Olkusko-Bolesławskiej” pokazany jest przekrój geologiczny przez złoża „Pomorzany” oraz instalacja „tunel czasu”, który zawiera widoki minerałów z różnych okresów geologicznych. Kolejna ekspozycja nazwana „Parageneza minerałów” ma charakter interaktywny i prezentuje trzy grupy minerałów (kruszczone, żyłowe i skałotwórcze) i ich właściwości fizyko-chemiczne. Do obejrzenia są również ciekawe mikrofilmy z historycznymi mapami geologicznymi. Kolejna strefa zatytułowana „Górnictwo dawniej i dziś” przybliży podziemny świat jako miejsce pracy górników. Najstarsze metody pracy można obejrzeć na rycinach Jerzego Agricoli, a współczesny świat eksploatacji rud cynku zobaczymy w rzeczywistości wirtualnej 3D na filmie „Symulator kopalni „Pomorzany”. [Źródło: <http://zghboleslaw.pl/pl/kopalniawiedzy>].

4. Źródłiska Centurii

Źródłiska Centurii (prawobrzeżny dopływ Białej Przemszy) w pobliżu wsi Hutki-Kanki, to od 1970 r. stanowisko zastępcze dla największej populacji warzuchy polskiej *Cochlearia polonica* E. Fröhlich (Ryc. 20). Obecnie gatunek występuje tylko na stanowiskach



Ryc. 20. *Cochlearia polonica*, źródłiska Centurii (fot. W. Paul)



Ryc. 21. Populacja *Cochlearia polonica* w źródłiskach rzeki Centurii (fot. W. Paul).

zastępczych. Oprócz Centurii są to źródłiska Wiercicy koło Złotego Potoku (od 1977) i Rajecznicy koło Obłudzy (od 1992). Próby utworzenia nowych stanowisk podejmowano w kilkunastu innych miejscach na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej, jednak bez rezultatu (Kwiatkowska 2001; Kaźmierczakowa 2004; Baryła 2005).

Populacja naturalna *C. polonica* występowała w źródłiskach strumienia Biała (i jego dopływów: Kręta, Mylna, Leśna), który jest lewym dopływem Białej Przemszy. Warzucha polska obserwowana była także w pobliskiej Sztolni Ponikowskiej. Cały obszar jej pierwotnego występowania wynosił kilka kilometrów kwadratowych. Ostatnie rośliny obserwowano tam w 1994 r. Z powodu działalności górniczej, prowadzonej przez Kopalnię Piasku Podsadzkiego Maczki-Bór na polu wydobywczym „Pomorzaný”, nastąpiło osuszenie tych terenów, w wyniku czego stanowiska naturalne zanikły. Na stanowiskach naturalnych warzucha tworzyła własny endemiczny zespół *Cochlearietum polonicae* Kwiatk. 1957 (kl. *Montio-Cardaminetea*), w którym była gatunkiem panującym (Kwiatkowska 1957).

W Centurii *C. polonica* rośnie na podłożu piaszczystym, w źródłiskach z zimną wodą (8–15°C) o dużej zawartości węglanów. Kolonizuje miejsca z wodą wolno płynącą, głęboką na kilka centymetrów, a także nieznacznie wyniesione i stale wilgotne piaszczyste łachy (Ryc. 21). Jest gatunkiem mało ekspansywnym, o niewielkiej sile konkurencyjnej.

Literatura

- ANONYMOUS 2004. Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Olkuskiego. Zarząd Powiatu Olkuskiego. http://www.jura.eko.org.pl/doc/srodowisko/Powiat_Olkuski.pdf.
- ANONYMOUS 2005. Program Ochrony Środowiska Gminy Bolesław (na lata 2004–2015). Instytut Gospodarowania Odpadami Sp. z o.o w Katowicach.
- BABCZYŃSKA-SENDEK B. 2005. Problemy fitogeograficzne i syntaksonomiczne kserotermów Wyżyny Śląskiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* **2296**: 5–237.
- BAIC I., ZASUCHA J., JAREMA-SUCHOROWSKA S., ADAMCZYK Z., WACŁAWIK B., WITKOWSKA-KITA B., ROLKA M., KARUGA S., PALUCHIEWICZ Z., GWOŹDZIEWICZ B. 2004. Program ochrony środowiska dla powiatu olkuskiego. Instytut Mechanizacji i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach, „Centrum Gospodarki Odpadami”, Katowice.
- 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*. Cambridge University Press, British Ecological Society, Cambridge, pp. 7–40.
- BARYŁA J. 2005. Warzucha polska – *Cochlearia polonica* E. Frölich, uwagi taksonomiczne, siedliska i problemy ochrony. [W:] J. PARTYKA (red.), *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. Ojcowski Park Narodowy, Ojców, ss. 35–40.
- BAUERER A., CABAŁA J., ŚMIEJS-KRÓL B. 2009. Mineralogical alternations of Zn-Pb flotation waste of the Mississippi Valley Type ores (Southern Poland) and their impact on contamination of rain runoff. *Polish Journal of Environmental Studies* **18**(5): 781–788.
- BANÁSOVÁ V. 2006. *The participation of lichens in species diversity of mine waste vegetation*, pp. 205–218. [W:] A. LACKOVIČOVÁ, A. GUTTOVÁ, E. LISICKÁ, P. LIZOŇ (red.), *Central European lichens – diversity and threat*. Mycotaxon, Ithaca.
- BERNACKI L., NOWAK T. 1994. Materiały do rozmieszczenia i poznania zasobów chronionych gatunków roślin naczyniowych centralnej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. *Acta Biologica Silesiana* **25**: 24–42.

- BIELCZYK U. 2015. The lichen biota of the Olkusz Ore-bearing Region. [W:] B. GODZIK (red.), 2015. *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 201–215.
- BIELCZYK U., KOSSOWSKA M. 2015. Porosty podłoży wzbogaconych w związki metali. [W:] M. WIERZBICKA (red.), *Ekotoksykologia: rośliny, gleba, metale*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, ss. 249–273.
- BIELCZYK U., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., KISZKA J. 2009. Lichens of abandoned zinc-lead mines. *Acta Mycologica* **44**(2): 139–149.
- BŁOŃSKI F. 1889. Mchy Królestwa Polskiego. Część I. Mchy boczozarodniowe. Bryinae pleurocarpae. *Pamiętnik Fizyograficzny Dział III* **9**: 117–214 + Tab. vii.
- BŁOŃSKI F. 1890a. Wyniki poszukiwań florystycznych skrytokwiatowych dokonanych w ciągu lata r. 1889 w obrębie 5-ciu powiatów Królestwa Polskiego. *Pamiętnik Fizyograficzny Dział III* **10**: 129–190.
- BŁOŃSKI F. 1890b. Mchy Królestwa Polskiego. Część I. Mchy boczozarodniowe. *Bryinae pleurocarpae*. *Pamiętnik Fizyograficzny Dział III* **10**: 191–243 + Tab. ii-v.
- BUJAKIEWICZ A. 2011. Macrofungi in the *Alnetum incanae* association along Jaworzyna and Skawica river valleys Western Carpathians. *Polish Botanical Journal* **56**(2): 267–285.
- CABAŁA S. 1990. Zróżnicowanie i rozmieszczenie zbiorowisk leśnych na Wyżynie Śląskiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* **1068**: 1–144.
- CABAŁA J. 2009. Metale ciężkie w środowisku glebowym olkuskiego rejonu eksploatacji rud Zn-Pb. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* **2729**: 1–130.
- CABAŁA J., KONSTANTYNOWICZ E. 1999. Charakterystyka śląsko-krakowskich złóż cynku i ołowiu i perspektywy eksploatacji tych rud. [W:] *Perspektywy geologii złożowej i ekonomicznej w Polsce*. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* **1809**: 76–98.
- CABAŁA J., SUTKOWSKA K. 2006. Wpływ dawnej eksploatacji i przeróbki rud Zn-Pb na skład mineralny gleb industrialnych, region Olkusza i Jaworzna. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* **117**: 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*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 71–89.
- CUNY D., DENAYER F. O., DE FOUCAULT B., SCHUMACKER R., COLEIN P., VAN HALUWYN C. 2004. Patterns of metal soil contamination and changes in terrestrial cryptogamic communities. *Environmental Pollution* **129**: 289–297.
- Czarnota P., Coppins B. J. 2007. Contribution to the knowledge of rare *Bacidia* s.lat. (Lecanorales, lichenized Ascomycetes) from Central Europe including a new, pallid form of *Bacidia hemipolia*. *Nova Hedwigia* **85**: 503–513.
- CZYŻEWSKA K., KUKWA M. 2009. Lichenicolous fungi of Poland. A catalogue and key to species. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- DIERSCHKE H., BECKER T. 2008. Die Schwermetall-Vegetation des Harzes-Gliederung, ökologische Bedingungen and syntaxonomische Einordnung. *Tuexenia* **28**: 185–227.
- DOBZAŃSKA J. 1955. Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **24**(2): 357–415.
- DROBNIK J. 2003. Materiały do flory roślin naczyniowych okolic Olkusza. *Badania Fizyograficzne nad Polską Zachodnią, Ser. B, Botanika* **52**: 141–149.
- DROBNIK J. 2004a. Historia badań botanicznych w powiecie olkuskim. Część I: lata 1850–1939. *Wiadomości Botaniczne* **48**(1/2): 17–25.
- DROBNIK J. 2004b. Historia badań botanicznych w powiecie olkuskim. Część II: lata 1945–2002. *Wiadomości Botaniczne* **48**(3/4): 11–18.

- DROBNIK J. 2008. Bibliografia botaniczna Ziemi Olkuskiej (1850–2006). *Naturae Silesiae Superioris* **11**: 63–74.
- DROBNIK J., STEBEL A. 2003. W sprawie ochrony roślinności łąkowej i torfowiskowej w okolicach Bolesławia na Wyżynie Śląskiej. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* **59**: 130–135.
- DZIECHCIARZ O. 2001. Przewodnik po ziemi olkuskiej: Gminy Bolesław, Bukowno, Sławków. Agencja Promocji OK, Olkusz.
- DZIECHCIARZ O. 2002. Przewodnik po ziemi olkuskiej: historia, zabytki i inne atrakcje ziemi olkuskiej. Tom 1. Gmina Olkusz. Neon, Olkuska Agencja Rozwoju, Olkusz.
- ERNST G. 1995. *Vegetation of the Olkuska region*. *Herzogia* **11**: 175–188.
- ERNST W. H. O. 1974. *Schwermetallvegetation der Erde*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- FALTYNOWICZ W. 2003. The lichens, lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- FELIKSIK A. 2011. Przyroda Jury a eksploatacja kruszców na przykładzie Ziemi Olkuskiej. *Ilcusiana* **5**: 99–111.
- FOJCIK B. 2011. Distribution atlas of mosses of the Cracow-Częstochowa Upland. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- GILBERT O. L. 2000. *Lichens*. New Naturalist Library. Harper Collins, London.
- GILBERT O. L., PURVIS O. W. 2009. *Sarcosagium* A. Massal. (1856). [W:] C. W. SMITH, A. APTROOT, B. J. COPPINS, A. FLETCHER, O. L. GILBERT, P. W. JAMES, P. A. WOLSELEY (red.), *The lichens of Great Britain and Ireland*. The British Lichen Society, London), s. 832.
- GINTER B. 1978. Zarys pradziejów. [W:] F. KIRYK, R. KOŁODZIEJCZYK (red.), *Dzieje Olkusza i regionu olkuskiego* 1. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Kraków, ss. 19–38.
- GODZIK B. 1991. Accumulation of heavy metals in *Biscutella laevigata* L. as a function of their concentration in substrate. *Polish Botanical Studies* **2**: 241–246.
- GODZIK B. 1993. Heavy metals content in plants from zinc dumps and reference areas. *Polish Botanical Studies* **5**: 113–132.
- GODZIK B. (red.) 2015. Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- GODZIK B., KAPUSTA P., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2009. Roślinność gleb galmanowych i jej znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej i krajobrazowej terenów pogórnich. [W:] K. SPOREK (red.), *Zagrożenia biotopów przekształconych przez człowieka*. Uniwersytet Opolski, Opole 2009, ss. 69–84.
- GODZIK B., WOCH M. W. 2015. Historia górnictwa w regionie olkuskim. [W:] B. GODZIK (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ss. 29–53.
- GRODZIŃSKA K., KORZENIAK U., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GODZIK B. 2000. Colonization of zinc mine spoils in southern Poland – preliminary studies on vegetation, seed rain and seed bank. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **45**: 123–145.
- GRODZIŃSKA K., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2002. Hałdy cynkowo-ołowiowe w okolicach Olkusza – przeszłość, teraźniejszość, przyszłość. *Kosmos* **51**(2): 127–138.
- GRODZIŃSKA K., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2009. Heavy metal vegetation in the Olkusz region (southern Poland) – preliminary studies. *Polish Botanical Journal* **54**: 105–112.
- GRODZIŃSKA K., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GODZIK B. 2010. Pine forests of Zn-Pb post-mining areas of southern Poland. *Polish Botanical Journal* **55**(1): 229–237.
- GRUSZCZYŃSKI S., TRAFAS M., ŻUŁAWSKI C. 1990. Charakterystyka gleb w rejonie Olkusza. *Sozologia i Sozotechnika* **32**: 113–122.
- GRZECHNIK Z. 1978. Historia dotychczasowych poszukiwań i eksploatacji. [W:] *Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim*. Prace Instytutu Geologicznego **83**: 23–39.

- GRZEŚ I. M. 2007. Does rare *Gentianella germanica* (Wild.) Borner originating from calamine spoils differ in selected morphological traits from reference populations? *Plant Species Biology* **22**: 49–52.
- HEIBEL E. 1999. Flechtenvegetation auf Schwermetallstandorten in Nordrhein-Westfalen. [W:] A. Pardey (red.), *Naturschutz-Rahmenkonzeption Galmeifluren NRW. LÖBF- Schriftenreihe* **16**: 49–72.
- JAROS J. 1957. Przywilej górniczy z roku 1565 na wydobywanie kruszcu ołowianego i galmanu pod Długosynem. *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej* **2**: 315–318.
- JAWORSKA J., ŁUSZCZYŃSKI J., ŁUSZCZYŃSKA B., TOMASZEWSKA A. 2012. Macromycetes indicato species for xerothermic grassland of the Chęciny district. *Acta Agrobiologica* **65**(1): 63–70.
- JĘDRZEJCZYK M. 2004. Zróżnicowanie flory naczyniowej obszarów galmanowych Monokliny Śląsko-Krakowskiej. Rozprawa doktorska. Wydział Biologii i Ochrony Środowiska. Uniwersytet Śląski, Katowice.
- JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ZAGÓRNA M., GODZIK B. 2015. Obiekty chronione prawem i warte ochrony w Olkuskim Okręgu Rudnym. [W:] B. GODZIK (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ss. 315–334.
- JĘDRZEJKO K., WIKA S. 1989. Brioflora zbiorowisk roślinnych projektowanego rezerwatu przyrody „Pazurek” koło Olkusza. *Acta Biologica Silesiana* **12**: 99–113.
- JĘDRZEJKO K., WIKA S. 1992. Mszaki projektowanego rezerwatu „Góra Stołowa” w Jarosowcu (Płaskowyż Olkuski). *Prądnik* **5**: 95–108.
- JURKIEWICZ A., TURNAU K., MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ J., PRZYBYŁOWICZ W., GODZIK B. 2001. Heavy metal localization in mycorrhizas of *Epipactis atropurpureum* (Orchidaceae) from zinc wastes in Poland. *Protoplasma* **218**: 117–124.
- KALUCKA I. 2009. Macrofungi in the secondary succession on the abandoned farmland near the Białowieża old-growth forest. *Monographiae Botanicae* **99**: 1–155.
- KAPUSTA P., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., VOGT R. D. 2015. Physicochemical and biological properties of soils in the prevailing types of plant communities in the Olkusz mining region. [W:] B. GODZIK (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ss. 269–290.
- KAPUSTA P., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GRODZIŃSKA K., GODZIK B. 2010. Murawy galmanowe okolic Olkusza (południowa Polska) i problemy ich ochrony. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* **66**(1): 27–34.
- KAŹMIERCZAKOWA R. 1987. Degradation of pine forest *Vaccinio myrtilli-Pinetum* vegetation under the influence of zinc and lead smelter. *Studia Naturae, Ser. A* **31**: 29–80.
- KAŹMIERCZAKOWA R. 2004. *Cochlearia polonica* E. Fröhlich, Warzucha polska. [W:] B. SUDNIK-WÓJCIKOWSKA, H. WERBLAN-JAKUBIEC (red.), *Gatunki roślin. Poradnik ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny* 9. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, ss. 100–103.
- KIRYK F. 1978. Zarys dziejów osadnictwa. [W:] F. KIRYK, R. KOŁODZIEJCZYK (red.), *Dzieje Olkusza i regionu olkuskiego* 1. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Kraków, ss. 41–145.
- KIRYK F., KOŁODZIEJCZYK R. (red.) 1978. Dzieje Olkusza i regionu olkuskiego. Tom I, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.
- KISZKA J. 2003. Porosty hałd cynkowo-ołowiowych w Bolesławiu koło Olkusza. [W:] J. LACH (red.), *Dynamika zmian środowiska geograficznego pod wpływem antropopresji*. Instytut Geografii, Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego Akademia Pedagogiczna im. KEN, Kraków, ss. 193–199.
- KISZKA J. 2009. *Thelocarpon imperceptum* (Nyl.) Mig. – a new lichen species from central Europe. [W:] Z. MIREK, A. NIKEL (red.), *Rare, relict and endangered plant species in Poland*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, pp. 245–246.
- KISZKA J., KOŚCIELNIAK R. 2006. Localities of the high-mountain species *Leucocarpia biatorella* in the Silesian Upland (southern Poland). [W:] A. LACKOVIČOVÁ, A. GUTTOVÁ, E. LISICKÁ, P. LIZOŇ (red.), *Central European lichens. Diversity and threat*. Mycotaxon, Ithaca), s. 325–329.

- KONDRACKI J. 2009. Geografia regionalna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- KOSTECKA A. A. 2009. Adaptations of *Arabidopsis halleri* to habitats rich in heavy metals in southern Poland. PhD thesis, W. Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków & Université de Sciences et Technologies de Lille 1, Lille.
- KOTLIĆKA N. 1978. Charakterystyka geograficzna obszaru. [W:] *Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. Prace Instytutu Geologicznego* **83**: 14–19.
- KOWOLIK M., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., 2010. Użytek ekologiczny „Pleszczołka górská” w cynkowo-ołowiowym terenie górniczym – potrzeba aktywnej ochrony. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* **66**: 35–38.
- KOZIOROWSKA L. 2002. Materiały zlotnicze w świetle wyników analiz składu chemicznego srebrnych przedmiotów antycznych i wczesnośredniowiecznych. *Archeologia Polski* **47**(1–2): 192–193.
- KRUCZAŁA A. 2000. Atlas klimatu województwa śląskiego. IMGW, Katowice.
- KRZEWICKA B. 2012. A revision of *Verrucaria* s.l. (Verrucariaceae) in Poland. *Polish Botanical Studies* **27**: 3–143.
- KRZYŻANOWSKI K., WÓJCIK D. 2008. IV Konferencja z cyklu „Dziedzictwo i historia górnictwa oraz wykorzystanie pozostałości dawnych robót górniczych”. Referat sesji III, Wrocław.
- KRYGIER E., MOLENDĄ D., SAŁADZIAK A. 1971. Katalog zabytków budownictwa przemysłowego w Polsce, powiat Olkusz – województwo krakowskie. Tom 3, Zeszyt 4, Część 1. Zabytki górnicze. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- KUC M. 1956. Mchy Wyżyny Śląskiej (Okręg Wapienia Muszlowego). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **25**(4): 629–679.
- KUC M. 1959. Mchy północnej części Jury Krakowsko-Częstochowskiej. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **5**(3): 443–470.
- KUĆMIERZ J., WOJEWODA W. 1976. Sto lat badań botanicznych w Dolinie Ojcowskiej. *Wiadomości Botaniczne* **22**(2): 97–104.
- KWIATKOWSKA A. 1957. Rozmieszczenie warzuchy polskiej (*Cochlearia polonica*) w okolicy Olkusza. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **3**(1): 11–15.
- KWIATKOWSKA A. 2001. *Cochlearia polonica* Frohlich, Warzucha polska. [W:] R. KAŻMIERCZAKOWA, K. ZARZYCKI (red.), *Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe*. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków, ss. 166–167.
- LAZAR J. 1962. Gleby województwa katowickiego. ŚIN, PWRiL, Warszawa.
- LISZKA J., ŚWIĆ E. 2004. Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław”. Dzieje-Wydarzenia-Ludzie. Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław” S. A., Bukowno.
- LORENC H. 2005. Atlas klimatu Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- MATUSZKIEWICZ W. 2002. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ J., GRODZIŃSKA K., PRZYBYŁOWICZ W. J., GODZIK B., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 1997. Elemental distribution in seeds of *Silene vulgaris* from zinc dump in Olkusz, Southern Poland. *Microscopy Society of Southern Africa (MSSA). Proceedings* **27**: 90.
- MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ J., GRODZIŃSKA K., PRZYBYŁOWICZ W. J., GODZIK B., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 1999. Micro-PIXE studies of elemental distribution in seeds of *Silene vulgaris* from a zinc dump in Olkusz, southern Poland. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **158**: 306–311.
- MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ J., GRODZIŃSKA K., PRZYBYŁOWICZ W. J., GODZIK B., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2001. Nuclear microprobe studies of elemental distribution in seeds of *Biscutella laevigata* L. from zinc wastes in Olkusz, Poland. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **181**: 634–639.

- MLECZKO P. 2004. Mycorrhizal and saprobic Macrofungi of two zinc wastes in southern Poland. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica* **46**: 25–38.
- MLECZKO P., BESZCZYŃSKA M. 2015. Macroscopic fungi of pine forests in the Olkusz Ore-bearing Region. [W:] B. GODZIK (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ss. 227–258.
- MLECZKO P., KAPUSTA P. 2010. Effect of substrate type on macromycetes species composition in pine forests in the vicinity of Olkusz (southern Poland). [W:] W. KUREK, K. MARCISZEWSKA, A. SZCZEPKOWSKI (red.), *Proceedings of the 55th Meeting of the Polish Botanical Society "Planta in vivo, in vitro et in silico"*, Warsaw, Poland September 6–12, 2010. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **79**(Suppl. 1): 76.
- MLECZKO P., KAPUSTA P. 2011. Effect of substratum type (sand vs. mining waste) on macromycete communities in pine forests of a post-mining area. [W:] *7th International Conference on Serpentine Ecology, Coimbra, Portugal, June 12–16, 2011*. Abstract Book: 121.
- MLECZKO P., KAPUSTA P. 2012. Effect of substrate type on ectomycorrhizal fungi populations in pine forests in the vicinity of Olkusz (Southern Poland). [W:] *7th International Symbiosis Society Congress "The earth's vast symbiosphere"*, Kraków, Poland, 22–28 July 2012, s. 219.
- MOLENDĄ D. 1963. Górnictwo kruszcowe na terenie złóż śląsko-krakowskich do połowy XVI wieku. Studia i materiały z Historii Materialnej XV, Studia dziejów Górnictwa i Hutnictwa VIII, Ossolineum, Wrocław – Warszawa – Kraków.
- MOLENDĄ D. 1972. Kopalnie rud ołowiu na terenie złóż śląsko-krakowskich w XVI–XVIII w. Z dziejów postępu technicznego w eksploatacji kruszców. Ossolineum, Wrocław.
- MOLINA R. 2008. Protecting rare, little known, old-growth forest-associated fungi in the Pacific Northwest USA: a case study in fungal conservation. *Mycological Research* **112**(6): 613–38.
- NEY R. 1997. Surowce mineralne Polski. Surowce metaliczne: Cynk, Ołów. Wydawnictwo Centrum PPGS-SiE PAN, Kraków.
- NOWAK T. 1997. Nowe stanowisko sasanki otwartej *Pulsatilla patens* (L.) Mill. w okolicach Bolesławia we wschodniej części Garbu Tarnogórskiego. *Acta Biologica Silesiana* **30**: 161–164.
- NOWAK T. 1999. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych na terenie wschodniej części Garbu Tarnogórskiego (Wyżyna Śląska). *Materiały i Opracowania* **2**: 1–103.
- NOWAK T., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., KAPUSTA P., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2015. Charakterystyka roślin naczyniowych Olkuskiego Okręgu Rudnego. [W:] B. Godzik (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 147–171.
- NOWAK T., KAPUSTA P., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GODZIK B. 2011. The vascular plants of the Ore-bearing Region. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- NOWAK T., URBISZ A., KAPUSTA P., TOKARSKA-GUZIŁ B. 2011. Distribution patterns and habitat preferences of mountain vascular plant species in the Silesian Uplands (Southern Poland). *Polish Journal of Ecology* **59**: 219–234.
- NOWAK W. 1978. Środowisko geograficzne. [W:] F. KIRYK, R. KOŁODZIEJCZYK (red.), *Dzieje Olkusza i regionu Olkuskiego*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków, ss. 1–14.
- OCHYRA R., GODZIK B. 2015. Bryophytes of selected habitat types in the Olkusz Ore-bearing Region. [W:] B. GODZIK (red.), *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ss. 173–199.
- OLKO A., ABRATOWSKA A., ŻYŁKOWSKA J., WIERZBICKA M., TUKIENDORF A. 2008. *Armeria maritima* from a calamine heap - Initial studies on physiologic-metabolic adaptations to metal-enriched soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **69**: 209–218.
- ORANGE A., HAWKSWORTH D. L., MCCARTHY P. M., FLETHER A. 2009. *Verrucaria* Schrad. (1794). [W:] C. W. SMITH., A. APTROOT, B. J. COPPINS, A. FLETCHER, O. L. GILBERT, P. W. JAMES, P. A. WOLSELEY (red.), *The lichens of Great Britain and Ireland*. The British Lichen Society, London, pp. 931–957.

- ORŁOWSKA E., ZUBEK S., JURKIEWICZ A., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., TURNAU K. 2002. Influence of restoration on arbuscular mycorrhiza of *Biscutella laevigata* L. (Brassicaceae) and *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae) from calamine spoil mounds. *Mycorrhiza* **12**: 153–160.
- PARMASTO E. 2001. Fungi as indicators of primeval and old-growth forests deserving protection. [W:] D. MOORE, M. M. NAUTA, S. E. EVANS, M. ROTHEROE (red.), *Fungal conservation: issues and solutions*. Cambridge University Press, ss. 81–85.
- PASIECZNA A., LIS J. 2008. Environmental geochemical mapping of the Olkusz 1:25000 scale map sheet, Silesia-Cracow region, southern Poland. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis* **8**: 323–331.
- PAULO A. 2005. Zmiany bazy zasobowej metali nieżelaznych w Polsce w ostatnim 50-leciu. [W:] *Rudy i metale nieżelazne* **50**(9): 485–490.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B., BAČKOR 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**: 64–70.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B., WÓJCIAK 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.
- PAWŁOWSKA T. E., BŁASZKOWSKI J. 1996. The mycorrhizal status of plants colonizing a calamine spoil mound in southern Poland. *Mycorrhiza* **6**: 499–505.
- PAX F. 1918. Pflanzengeographie von Polen (Kongress-Polen) in ihren Grundzügen. Beiträge zur polnischen Landeskunde. Reihe A. Dietrich Reimer (Ernst Vohsen). Berlin.
- PIECH K. 1924. Miraże w Pustyni Błędowskiej. *Kosmos* **49**: 876–878.
- PRZEDPEŁSKA E., WIERZBICKA M. 2007. *Arabidopsis arenosa* (Brassicaceae) from a lead-zinc waste heap in southern Poland – a plant with high tolerance to heavy metals. *Plant and Soil* **299**: 43–53.
- PRZENIOSŁO S., MALON A., TYMIŃSKI M. 2006. Analiza gospodarki wybranymi surowcami metalicznymi w Polsce z uwzględnieniem trendów na rynku światowym. *Przeгляд Geologiczny* **54**(7): 579–583.
- PURVIS O. W., HALLS C. 1996. A review of lichens in metal-enriched environments. *Lichenologist* **28**: 571–601.
- RAJAKARUNA N., HARRIS T. B., CLAYDEN S. R., DIBBLE A. C., OLDAY F. C. 2011. Lichens of the Callahan Mine, a copper- and zinc-enriched Superfund site in Brooksville, Maine, U.S.S. *Rhodora* **113**: 1–33.
- REHMAN A. 1904. Ziemie dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem fizyczno-geograficznym. 1. Niżowa Polska opisana pod względem fizyczno-geograficznym. Lwów.
- RENVALL P. 1995. Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia* **35**: 1–51.
- ROMER E. 1949. Regiony klimatyczne Polski. *Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Seria B* **16**: 5–27.
- ROSTAFIŃSKI J. 1872. Florae Polonicae Prodromus. Uebersicht der bis jetzt im Königreiche Polen beobachteten Phanerogamen. *Verhandlungen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* **22**: 81–208.
- ROŚ J. 2009. Olkusz – Srebrne Miasto: regionalny mit a rzeczywistość archeologiczna, historyczna i muzealna. *Ilcusiana* **1**: 23–30.
- ROZMUS D. 2010. Srebrne zamieszanie. *Ilcusiana* **3**: 7–16.
- RYBAK A., WÓJCIK A. J. 2009. Górnictwo galmanu na terenie Strzemieszyc w XIX wieku. [W:] *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, ss. 282–296.
- SARRET G., MANCEAU A., CUNY D., VAN HALUWYN C., DERUELLE S., HAZEMANN J. L., SOLDÓ Y., EYBERT-BERARD L., MENTHONNEX J. J. 1998. Mechanisms of lichen resistance to metallic pollution. *Environmental Science Technology* **32**: 3325–3330.

- SASS-GUSTKIEWICZ M., MAYER W., GÓRALSKI M., LEACH D. L. 2001. Zawartość metali ciężkich w glebach na obszarach eksploatacji rud Zn-Pb w rejonach olkuskim i chrzanowskim. Materiały Sympozjum Warsztaty 2001 nt. zagrożeń naturalnych w górnictwie. Wyższy Urząd Górniczy, Kraków, ss. 189–208.
- SHAW P. J. A., LANKEY K. 1994. Studies on the Scots pine mycorrhizal fruitbody succession. *Mycologist* **8**: 172–174.
- SŁOMKA A., LIBIK-KONIECZNY M., KUTA E., MISZALSKI Z. 2008. Metalliferous and non-metalliferous populations of *Viola tricolor* represent similar mode of antioxidative response. *Journal of Plant Physiology* **165**: 1610–1619.
- SŁOMKA A., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ROSTAŃSKI A., KARZC J., KAWALEC P., KUTA E. 2012. Heavy metals in soil affect reproductive processes more than morphological characters in *Viola tricolor*. *Environmental and Experimental Botany* **75**: 204–211.
- SŁOMKA A., KAWALEC P., KELLNER K., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ROSTAŃSKI A., KUTA E. 2010. Was reduced pollen viability in *Viola tricolor* L. the result of heavy metal pollution or rather the test applied? *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica* **52**(1): 123–127.
- SŁOMKA A., KUTA E., SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GODZIK B., KAPUSTA P., TYLKO G., BOTHE H. 2011. Violets of the section *Melanium*, their colonization by arbuscular mycorrhizal fungi and their occurrence on heavy metal heaps. *Journal of Plant Physiology* **168**: 1191–1199.
- SMAKOWSKI T. J. 1992. Geological prognosis of potential zinc and lead resources for Triassic formations in the Silesian-Cracow Region in southern Poland. *Mathematical Geology* **24**(6): 693–703.
- 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*. The British Lichen Society, London.
- SOKOŁOWSKI J. 1990. Geologia regionalna i złożowa Polski. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- STEBEL A. 1998. Mszaki województwa katowickiego - stan poznania, zagrożenia i ochrony. *Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska Materiały Opracowania* **1**: 1–106.
- STEBEL A., OCHYRA R., GODZIK B., BEDNAREK-OCHYRA H. 2015. Bryophytes of the Olkusz Ore-bearing Region. Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences, Kraków.
- STEINGAUZ Y. 1887. Materiały k flore tajnobračnych rastenij okresnostej Varšavy i Ojcov. *Varšavskija Universitetskija Izvestija* **7–8**: 1–42.
- STUPNICKA E. 2007. Geologia regionalna Polski. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- SYLWESTRZAK H. 1998. Galena: minerał ołowiu, kruszec ołowiu i srebra. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2009. Vegetation of reclaimed and spontaneously vegetated Zn-Pb mine wastes in southern Poland. *Polish Journal of Environmental Studies* **18**: 717–733.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GRODZIŃSKA K. 2007. Vegetation of a post-mining open pit (Zn/Pb ores): three-year study of colonization. *Polish Journal of Ecology* **55**: 261–282.
- 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**(7): 528–531.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., GRODZIŃSKA K. 2011. Grasslands of a Zn-Pb post-mining area (Olkusz Ore-bearing Region, S Poland). *Polish Botanical Journal* **56**(2): 245–260.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., NIKLIŃSKA M. 2002. Concentration of alkaline and heavy metals in *Biscutella laevigata* L. and *Plantago lanceolata* L. growing on calamine spoils (S Poland). *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica* **44**: 29–38.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G., RYSZKA P., ZARZYKA-RYSZKA M. 2009. Rekultywacja odpadów Zn/Pb – metody ekologiczne – eksperyment terenowy. [W:] *III Kongres Inżynierii Środowiska. Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej*, Tom 2. Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Środowiska. Lublin, ss. 219–223.

- SZCZYPEK T. 1997. Warunki naturalne. [W:] K. ROSTAŃSKI (red.), *Przyroda województwa katowickiego*. Wydawnictwo Kubajak, Krzeszowice.
- SZCZYPEK T., WIK A S., WOŹNIAK G. 1995. Walory przyrodnicze i propozycje nowych obiektów chronionych na obszarze między Krzykawką a Błędowem. [W:] *Środowisko naturalne Wyżyny Śląsko-Wieluńskiej*. Materiały 4 Sympozjum Jurajskiego, Dąbrowa Górnicza, ss. 141–164.
- SZULC J. 2008. Trias obszaru śląsko-krakowskiego. Materiały 42 Sympozjum Speleologicznego. Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika.
- ŚLUSARCZYK T. 2015. Nowe stanowiska grzybów z rodzaju zasłonak (*Cortinarius*) w Polsce. *Przegląd Przyrodniczy* **26**(2): 3–21.
- TOKARSKA-GUZI K B., DAJDOK Z., ZAJĄC M., ZAJĄC A., URBISZ A., DANIELEWICZ W., HOŁDYŃSKI C. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- TOMASZEWSKA A., ŁUSZCZYŃSKI J., ŁUSZCZYŃSKA B., JAWORSKA J. 2012. The contribution and importance of rare macrofungi in selected plots of endangered xerothermic grasslands in the Nida Basin. *Acta Agrobotanica* **65**(2): 147–154.
- TRAFAS M., ECKES T., GOLDA T. 2006. Lokalna zmienność zawartości metali ciężkich w glebach okolicy Olkusza. *Inżynieria Środowiska* **11**(2): 127–144.
- TURNAU K. 1998. Heavy metal uptake and arbuscular mycorrhiza development of *Euphorbia cyparissias* on zinc wastes in South Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **67**(1): 105–113.
- TURNAU K., KOTTKE I., DEXHEIMER J. 1996. Toxic element filtering in *Rhizopogon roseolus*/*Pinus sylvestris* mycorrhizas collected from calamine dumps. *Mycological Research* **100**: 6–22.
- TURNAU K., PRZYBYŁOWICZ W. J., MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ J. 2001. Heavy metal distribution in *Suillus luteus* mycorrhizas - as revealed by micro-PIXE analysis. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **181**: 649–658.
- TURNAU K., MLECZKO P., BLAUDEZ D., CHALOT M., BOTTON B. 2002. Heavy metal binding properties of *Pinus sylvestris* mycorrhizas from industrial wastes. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **71**(3): 253–261.
- UECHTRITZ R. VON 1877. Die wichtigeren Ergebnisse der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1876. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur* **54**: 155–195.
- UECHTRITZ R. VON 1878. Die wichtigeren Ergebnisse der Erforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1877. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur* **55**: 172–187.
- UECHTRITZ R. VON 1879. Resultate der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1878. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur* **56**: 154–176.
- UECHTRITZ R. VON 1880. Resultate der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1879. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur* **57**: 154–176.
- VISSER S. 1995. Ectomycorrhizal fungal succession in jack pine stands following wildfire. *New Phytologist* **129**: 389–401.
- WIERZBICKA M. 2002. Przystosowania roślin do wzrostu na hałdach cynkowo-ołowiowych okolic Olkusza. *Kosmos* **51**(2): 139–150.
- WIERZBICKA M. 2002. Hałda – laboratorium biologa. *Kosmos* **51**(2): 123–124.
- WIERZBICKA M., PANUFNIK D. 1998. The adaptation of *Silene vulgaris* to growth on a calamine waste heap (S Poland). *Environmental Pollution* **101**: 415–426.
- WIERZBICKA M., PIELICHOWSKA M. 2004. Adaptation of *Biscutella laevigata* L., a metal hyperaccumulator, to growth on a zinc-lead waste heap in southern Poland: I: Differences between waste-heap and mountain populations. *Chemosphere* **54**: 1663–1674.

- WIERZBICKA M., SŁYSZ A. 2005. Does *Armeria maritima* subsp. *halleri* (Plumbaginaceae) occur in Poland? *Polish Botanical Studies* **19**: 105–117.
- WIERZBICKA M., ZYSKA A. 1999. Zinc tolerance of a *Silene vulgaris* population from a calamine wasteheap near Olkusz, Poland. [W:] *Trace elements – effects on organism and environment*. Uniwersytet Śląski, Katowice, ss. 215–219.
- WIK A S., SZCZYPEK T. 1990. Szata roślinna Olkuskiego Okręgu Rudnego. *Zeszyty Naukowe AGH im. S. Staszica* 1368. *Sozologia i Sozotechnika* **32**: 163–181.
- WOCH M.W. 2015. Charakterystyka obiektów związanych z działalnością górniczą i hutniczą w rejonie Olkusza. [W:] B. GODZIK (red.) *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, ss. 43–59.
- WOJEWODA W. 1973. Grzyby wielkoowocnikowe („macromycetes”) Ziemi Chrzanowskiej i Jaworzna, część I. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej* **2**: 57–86.
- WOJEWODA W. 2003. Checklist of Polish larger basidiomycetes. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- WOJEWODA W., ŁAWRYNOWICZ M. 2006. Red list of the macrofungi in Poland. [W:] Z. MIREK, K. ZARZYCKI, W. WOJEWODA, Z. SZELĄG (red.), *Red list of plants and fungi in Poland*. 3 ed. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 53–70..
- WOŹNIAK G., KOMPALA A. 2001. Ekologiczny potencjał nieużytków przemysłowych jako podstawa ich biologicznej regeneracji. Warsztaty 2001. Przywracanie wartości użytkowej terenom górniczym. UŚ, Katowice.
- WÓYCICKI Z. 1913. Roślinność terenów galmanowych Bolesławia i Olkusza. *Obrazy Roślinności Królestwa Polskiego* **4**: 1–34.
- ZAJĄC M., ZAJĄC A. (red.) 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- ZALEWSKI A. 1886. Zapiski roślinoznawcze z Królestwa Polskiego i z Karpat. *Sprawozdania Komisji Fizyograficznej Akademii Umiejętności* **20**: 171–190.
- ZALĘCKA R., WIERZBICKA M. 2002. The adaptation of *Dianthus carthusianorum* L. (Caryophyllaceae) to growth on a zinc-lead heap in southern Poland. *Plant and Soil* **246**: 249–57.
- ZAWADA K. 2007. Wartości i możliwości wykorzystania terenów przemysłowych rejonu Olkusza. Czaopismo Techniczne. Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- ŻABIŃSKI W. 1960. Charakterystyka mineralogiczna strefy utleniania śląsko-krakowskich złóż kruszców cynku i ołowiu. *Prace Geologiczne* 1. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.