

Naturalna roślinność w rejonach starych zwałowisk odpadów po górnictwie rud Zn-Pb w okolicy Bolesławia i Bukowna (region śląsko-krakowski; południowa Polska)

Grażyna Szarek-Łukaszewska¹, Krystyna Grodzińska¹



G. Szarek-Łukaszewska

K. Grodzińska

Złoża rud cynkowo-ołowiowych zalegają w południowej Polsce, w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Skupiają one prawie całość polskich zasobów tych metali. Najbogatsze złoża znajdowały się w regionie olkuskim. Eksploatowano je metodą odkrywkową przez prawie 800 lat. W okresie XII–XVII w. wydobywano rudę w małych lokalnych szybach, a w XX w. w wielkopowierzchniowych odkrywkach (Grzechnik, 1978; Liszka & Świć, 2004).

Wielowiekowa działalność górnicza całkowicie zmieniła krajobraz regionu. Po zakończeniu prac górniczych pozostały głębokie odkrywki i ogromne masy odpadów. Tworzyły one rozległe, nagie i pozbawione życia biologicznego powierzchnie — nowe „łądy”.

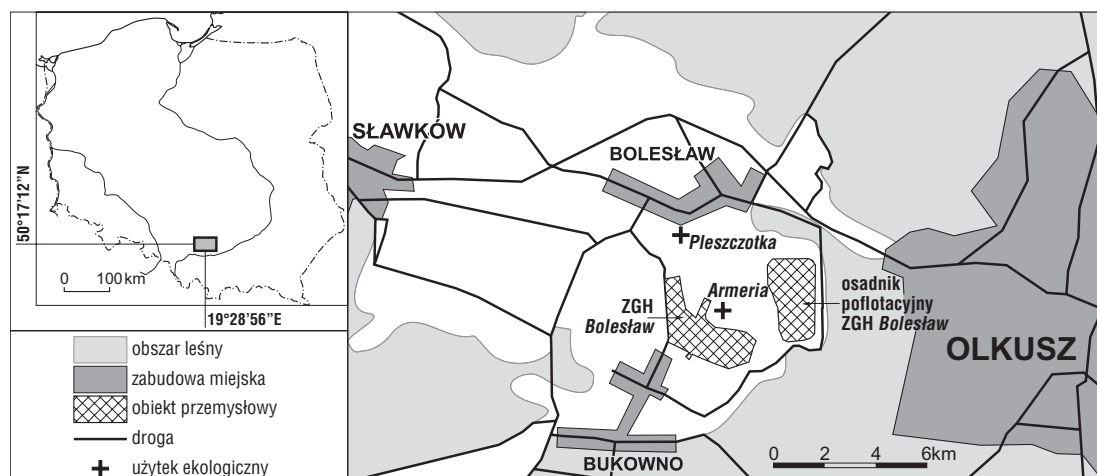
Naturalny rozwój roślinności na odpadach górniczych jest bardzo powolny ze względu na niekorzystne dla roślin fizyczne i chemiczne właściwości tego podłoża. Odpady skał płonych pozostałe po eksploatacji rud Zn-Pb, o charakterystycznej pomarańczowej barwie, to podłoże niestabilne, suche, zawierające znaczne ilości metali ciężkich (Fe, Zn, Pb, Cd). Te metalonośne podłoża (odpady) pozostawione bez jakiegokolwiek ingerencji człowieka są jednak spontanicznie kolonizowane przez dobrze przystosowane do lokalnych warunków organizmy. Z biegiem czasu powstają specyficzne dla cynkowo-ołowiowych obszarów murawy galmanowe. Budują je zarówno gatunki występujące tylko w nielicznych stanowiskach na terenie Polski, jak i podgatunki i ekotypy gatunków pospolitych. Wszystkie one potrafią tolerować wysokie stężenia metali ciężkich w podłożu.

Są one określane jako metalofity lub pseudometalofity. Gatunki te wykształciły w procesie ewolucji wiele adaptacji do nadmiaru metali ciężkich w glebie. Adaptacje te można obserwować na poziomie organizmu, tkanek i komórek. Najczęściej rośliny gromadzą metale w korzeniach, oddzielając w ten sposób ich nadmiar od aktywniejszych części nadziemnych. W obrębie komórki metale gromadzone są w ścianie komórkowej lub wakuolach. Niektóre rośliny akumulują jednak metale w nadziemnych częściach, i to w bardzo wysokich ilościach, bez szkody dla swoich funkcji życiowych. Określone są one mianem hiperakumulatorów. Odpady po górnictwie rud Zn-Pb, szczególnie te starsze, kilkudziesięcioletnie mogą zatem stanowić refugia (ostoje) dla tych specyficznych roślin. Murawy galmanowe występują na różnych kontynentach, w tym również w Europie: w Anglii, Belgii, Holandii, Niemczech (Ernst, 1974). Część z nich jest prawnie chroniona. Najbardziej znane to murawy w Plombières w Belgii czy w Blakenrode w Niemczech (<http://www.nouvelle-montagne.com>). Ich ochrona pozwala na zachowanie różnorodności biologicznej oraz daje szansę na utrzymanie gatunków dobrze przystosowanych do trudnych warunków terenów metalonośnych, które mogą być wykorzystywane w rekultywacji podobnych obszarów. Murawy galmanowe występują również w regionie olkuskim (Matuszkiewicz, 2002).

Naturalny rozwój roślinności na terenach po górnictwie rud jest ograniczany przez działalność człowieka. Zniszczony teren musi być zagospodarowany. Powszechnie się go zalesia. Nasadzone są różne gatunki drzew i krzewów, nie zawsze właściwie dobrane. W regionie olkuskim na pogórnicznych odpadach rosną obecnie głównie różnowiekowe lasy, jednogatunkowe lub mieszane o różnej kondycji. Zachowały się tu jednak jeszcze płaty naturalnie rozwijającej się roślinności. Największe ich fragmenty spotyka się w Bolesławiu i Bukownie (ryc. 1).

Naturalny rozwój roślinności na terenach po górnictwie rud jest ograniczany przez działalność człowieka. Zniszczony teren musi być zagospodarowany. Powszechnie się go zalesia. Nasadzone są różne gatunki drzew i krzewów, nie zawsze właściwie dobrane. W regionie olkuskim na pogórnicznych odpadach rosną obecnie głównie różnowiekowe lasy, jednogatunkowe lub mieszane o różnej kondycji. Zachowały się tu jednak jeszcze płaty naturalnie rozwijającej się roślinności. Największe ich fragmenty spotyka się w Bolesławiu i Bukownie (ryc. 1).

Naturalny rozwój roślinności na terenach po górnictwie rud jest ograniczany przez działalność człowieka. Zniszczony teren musi być zagospodarowany. Powszechnie się go zalesia. Nasadzone są różne gatunki drzew i krzewów, nie zawsze właściwie dobrane. W regionie olkuskim na pogórnicznych odpadach rosną obecnie głównie różnowiekowe lasy, jednogatunkowe lub mieszane o różnej kondycji. Zachowały się tu jednak jeszcze płaty naturalnie rozwijającej się roślinności. Największe ich fragmenty spotyka się w Bolesławiu i Bukownie (ryc. 1).



Ryc. 1. Lokalizacja użytków ekologicznych

¹Instytut Botaniki im. W. Szafera, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; ibszarek@ib-pan.krakow.pl

Najstarsze murawy tworzą w krajobrazie tego pogórnego terenu barwne plamy niskiej roślinności. W niniejszym artykule na przykładzie dwóch takich starych muraw staramy się przedstawić ich skład gatunkowy oraz ich rolę i znaczenie w zdegradowanych terenach. Jedną murawą to użytk ekologiczny *Pleszczotka* w Bolesławiu. Druga, planowana do objęcia ochroną również w formie użytku ekologicznego (*Armeria*), znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie huty cynku w Bukowniu. Utworzenie tych użytków ekologicznych było możliwe dzięki współpracy pracowników Instytutu Botaniki PAN, Instytutu Ochrony Przyrody PAN, władz gminnych i Zakładów Górniczo-Hutniczych *Bolesław*. Ochrona roślinności w terenach zdegradowanych nie jest w Polsce częsta — istniejący i planowany użytk ekologiczny na pogórnym terenie zasługuje więc na uwagę.

Tereny górnicze między Olkuszem, Bolesławiem i Bukownem budziły zainteresowanie botaników od dawna. Pierwsze informacje o występujących tam roślinach pochodzą z lat 80. XIX w. i początku XX w. Podali je Uechtritz w 1879 r., Rehman w 1904 r., Wóycicki w 1913 r. i Pax w 1918 r. (Drobik, 2004). Po kilkudziesięcioletniej przerwie w badaniach botanicznych, w 1956 r. ukazała się praca Dobrzańskiej (1956) z wykazem ponad 250 gatunków roślin naczyniowych. Natomiast w latach 80. XX w. roślinność tego terenu stała się obiektem wielu badań ekologicznych, fizjologicznych, genetycznych; zarówno terenowych, jak i eksperymentalnych (Wierzbicka & Rostański, 2002). Wyniki tych ostatnich badań zostały wykorzystane w przedstawianym opracowaniu.

Murawa użytku ekologicznego *Pleszczotka*

Murawa, zajmująca obszar ok. 4 ha, występuje w rejonie historycznej, odkrywkowej eksploatacji utlenionych rud Zn-Pb (galmanów) w Bolesławiu (ryc. 2). Sąsiaduje z nieczynną odkrywką Bolesław, w której wydobywano rudy Zn-Pb z różną intensywnością od XVI w. Największe nasilenie eksploatacji przypadało na okres od XIX w. do końca lat 80. XX w.

Podłożem murawy są czwartorzędowe lessy deluwialne nadkładu i węglanowe skały płonne triasu (Kurek i in.,

1999), pochodzące głównie z odkrywki Bolesław. Wykształcona na nich gleba jest płytka, szkieletowa i sucha. Stężenia metali ciężkich są w niej wysokie (do 5% Zn; 0,4% Pb; 0,02% Cd), znacznie wyższe niż w naturalnych glebach Polski (Szarek-Lukaszewska & Niklińska, 2002). Gleby zawierają również dużo wapnia (> 8%) i magnezu (> 2%), a ich odczyn jest zasadowy (pH > 7,2) (Lis & Pasieczna, 1999). W tym odczynie większość metali ciężkich znajduje się w formie nierozpuszczalnej, nieprzyswajalnej dla roślin. Jednakże ilości całkowitych form metali w glebie są tak duże, że ilości potencjalnie przyswajalnych form tych pierwiastków dla roślin są również wysokie. Ponadto odczyn w ryzosferze (strefie gleby w bezpośrednim sąsiedztwie korzeni zawierającej określoną mikroflorę — głównie bakterie i grzyby) jest z reguły znacznie niższy niż poza nią. Dostępność metali ciężkich dla roślin może zatem znacznie wzrastać. Z badań wynika, że to głównie cynk ma istotny wpływ na skład gatunkowy roślin rosnących na tym terenie. Równocześnie gleby charakteryzuje niska zawartość podstawowych pierwiastków odżywczych — azotu i fosforu. Ich deficyt wydaje się być spowodowany wysokimi stężeniami metali ciężkich, które negatywnie wpływają na tempo rozkładu materii organicznej. Osłabienie dekompozycji prowadzi do gromadzenia nierozłożonej materii organicznej i w konsekwencji ograniczenia dostępności dla roślin pierwiastków odżywczych.

Ponad 100-letni teren pogórnicy nie był nigdy rekultywowany. Roślinność wkraczała tu powoli, na drodze naturalnej, spontanicznej kolonizacji. Do lat 80. XX w. porośnięty był różnej gęstości murawą. Krzewy (jałowiec — *Juniperus communis*) i drzewa (sosna — *Pinus sylvestris*) były wśród murawy tylko nieliczne (Dobrzańska, 1956). Rozwój siewek i wzrost drzew był bardzo ograniczony, do lat 50. XX w. głównie poprzez wypas kóz, a później do lat 80. XX w. przez zanieczyszczenia atmosferyczne, przede wszystkim SO₂ i pyły metaliczne. Obecnie drzewa, na ogół sosna, pokrywają teren w znacznie większym stopniu.

Dziś stuletnią murawę buduje blisko 100 gatunków roślin naczyniowych, ponad 60 gatunków porostów (Grodzińska i in., 2000; Grodzińska, 2007). Mchy reprezentuje kilkanaście gatunków. Najbardziej stałą i najobficiej występującą grupą roślin naczyniowych są rośliny ciepłolubne, gatunki siedlisk ubogich, zasadowych oraz tolerujących metale ciężkie. Towarzyszą im rośliny łąkowe oraz nieliczne gatunki leśne i siedlisk antropogenicznych. Najczęstszymi gatunkami w murawie są między innymi krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), rzeżusznik piaskowy (*Arabidopsis arenosa*), goździk kartuzek (*Dianthus carthusianorum*), kostrzewa owcza (*Festuca ovina*), przytulia biała (*Galium album*), pięciornik piaskowy (*Potentilla arenaria*), driakiew żółta (*Scabiosa ochroleuca*), macierzanka zwyczajna (*Thymus pulegioides*). Większość gatunków stanowią rośliny pospolite na obszarze całej Polski. Są jednak i gatunki rzadko spotykane w naszym kraju. Najważniejszym



Ryc. 2. Fragment terenu pogórnicy z naturalną murawą, użytk ekologiczny *Pleszczotka*

z nich jest pleszczotka górską (*Biscutella laevigata*), której występowanie jest ograniczone w Polsce do dwóch tylko obszarów — niżowego terenu pogórniczego w okolicy Olkusza oraz górskiego w wapiennych Tatrach Zachodnich (Wierzbicka & Pielichowska, 2002). To niżowe stanowisko jest uznawane za relikw glacialny (Szafer, 1959). Kolejnymi interesującymi gatunkami roślin naczyniowych są rośliny górskie, tj. goryczuszka Wettsteina (*Gentianella germanica*) i smagliczka pagórkowa (*Alyssum montanum*).

Wśród roślin murawy znajdują się gatunki uznane za tolerujące wysokie ilości metali ciężkich, część z nich, m.in. zawciąg pospolity (*Armeria maritima*), pleszczotka górską (*Biscutella laevigata*), goździk kartuzek (*Dianthus carthusianorum*), lepnica rozdęta (*Silene vulgaris*), różni się od populacji występujących na glebach nieprzekształconych pod względem cech morfologicznych i fizjologicznych (Abratowska, 2006). Są to odporne na metale ekotypy. Z gatunków rosnących w murawie pod ścisłą ochroną znajdują się dziewięciśli bezłodygowy (*Carlina acaulis*), kruszczyk rdzawoczerwony (*Epipactis atrorubens*) i goryczuszka Wettsteina (*Gentianella germanica*).

W murawie na starych odpadach górniczych bardzo ważną rolę odgrywają porosty. Występują one na glebie, kamieniach, a także na korze sosen rozrastających się w murawie (Grodzińska, 2007). Częstymi są gatunki rodzajów *Cladonia* — chrobotki (m.in. *C. furcata*, *C. pocillum*, *C. pyxidata*), *Lecanora* — misecznice (m.in. *L. dispersa*, *L. sarcopis*) i *Verrucaria* — brodawnice (m.in. *V. muralis*, *V. nigrescens*). Na szczególną uwagę zasługuje skorupiasty porost *Diploschistes muscorum* — słojeznica mchowa, uznawany za hiperakumulator cynku.

W murawie występuje ok. 40 gatunków grzybów wielkoowocnikowych (Mleczo, 2004). Część z nich reprezentuje gatunki ektomikoryzowe — związane z drzewami. Maślak zwyczajny (*Suillus luteus*) jest związany wyłącznie z sosną, mleczaj omszony (*Lactarius pubescens*) i gołąbek wyblakły (*Russula depallens*) tworzą symbiozy wyłącznie z brzozą, a gąska żółknąca (*Tricholoma sculpturatum*) z gatunkami drzew zarówno iglastych, jak i liściastych. Większość gatunków jest jednak saprobiontami — żyje na martwych szczątkach organicznych (m.in. kurzawka ołowiana — *Bovista plumbea*, dzwonek — *Entoloma papillatum*).

Ze względu na obfite występowanie pleszczotki górskiej omawiany teren został objęty ponad 10 lat temu ochroną w postaci użytku ekologicznego Pleszczotka (Uchwała Gminy Bolesław z 1997 r. nr XXII/196/07). W ostatnich kilku latach w murawie liczba drzew gwałtownie się zwiększyła. Wzrosło zatem znacznie zaciemnienie murawy. Spowoduje to niewątpliwie w niedługim czasie wycofywanie się wielu gatunków światłolubnych i ciepłolubnych — termofilnych. Stanowisko *Biscutella laevigata*, gatunku typowego dla naturalnej murawy wykształconej na odpadach Zn-Pb, będzie również zagrożone. Warun-



Ryc. 3. Fragment terenu pogórniczego z naturalną murawą, planowany użytek ekologiczny *Armeria*

kiem utrzymania w krajobrazie muraw jest ograniczenie w nich rozwoju drzew. W terenie objętym ochroną w postaci użytku ekologicznego konieczne jest prowadzenie zatem aktywnej formy ochrony (wycinanie co kilka lat rozwijających się drzew).

Murawa planowanego użytku ekologicznego *Armeria*

Planowany użytek ekologiczny *Armeria* jest położony w bezpośrednim sąsiedztwie największej w Polsce huty cynku w Bukowni (ryc. 1). Znajduje się on na terenach, na których prowadzono wydobycie galeny, galmanu i limonitu. Płuczki galeny istniały tu od początku XV w., galman zaczęto wybierać z tych złóż od końca XVII w. Początkowo wydobycie prowadzono wyłącznie metodą odkrywkową (do 12 m głębokości), a od końca XIX w. do roku 1924 prowadzono eksploatację pokładów galmanu z większych głębokości (poniżej zwierciadła wód gruntowych), stosując odwodnienie złoża.

Planowany użytek o powierzchni ok. 22 ha obejmuje pogórnice tereny nierekultywowane oraz zrekultywowane pod koniec lat 90. XX w. przez ZGH Bolesław. W zachodniej, najstarszej części, gdzie prowadzono eksploatację najdawniej, znajdują się zapadliska i nierówności po szybach poszukiwawczych (ryc. 3). Prawdopodobnie obszar ten (ok. 2,5 ha) jest niezmienny co najmniej od lat 20. XX w. Na pozostawionych tu odpadach górniczych powoli, naturalnie wykształcała się specyficzna roślinność. Jest tu silne nasłonecznienie. Zalegająca miejscami nawet do 20 cm warstwa organiczna gleby jest słabo rozłożona. Stężenia zarówno wapnia, magnezu, jak i metali ciężkich są wysokie — Zn dochodzi nawet do 8%, a Pb do 1% (Grodzińska, 2007). Odczyn gleby jest lekko zasadowy (pH > 7,1). Wydaje się, że przede wszystkim wysokie stężenie ołowiu znacznie ogranicza tu rozwój roślinności.

Kilkudziesięcioletnia murawa, powstała wskutek spontanicznej kolonizacji, jest utworzona zaledwie przez 19 gatunków (Grodzińska, 2007). Z drzew rosną tu nieliczne,

stare (ok. 30–40 letnie), niskie i pokrzywione okazy sosny pospolitej (*Pinus sylvestris*). Zwartą warstwę roślinności murawy budują głównie kępki trawy kostrzewy owczej (*Festuca ovina*) oraz zawciągu pospolitego (*Armeria maritima*). Wśród nich często spotykany jest rzeżusznik piaskowy (*Arabidopsis arenosa*), goździk kartuzek (*Dianthus carthusianorum*), lepnica rozdęta (*Silene vulgaris*). Liczną grupę stanowią gatunki ciepłolubne (np. turzyca wiosenna *Carex caryophylla*, biedrzyca mniejsza *Pimpinella saxifraga*) i łąkowe (np. babka lancetowata *Plantago lanceolata*, szczaw rozpierzchły *Rumex thyrsiflorus*). W miejscach, gdzie odsłania się kamienista gleba i murawa jest mniej zwarta, często rośnie pleszczotka górską (*Biscutella laevigata*). Ważną rolę odgrywają w murawie porosty (Kiszka & Szarek-Łukaszevska, 2006). Stwierdzono ich ok. 15 gatunków. Najczęstszymi są porosty naziemne — chrobotek kubkowaty (*Cladonia pyxidata*), chrobotek siwy (*C. glauca*) oraz rosnąca na kamieniach skorupiasta brodawnica murowa (*Verrucaria muralis*). Licznie spotykany jest *Diploschistes muscorum* — hiperakumulator cynku. Na planowanym obszarze użytku *Armeria* występują 3 gatunki objęte ochroną. Są to dziewięciśli bezłodygowy (*Carlina acaulis*), kruszczyk rdzawoczerwony (*Epipactis atrorubens*) i kruszczyk szerokolistny (*E. helborine*).

Podsumowanie

Specyficzne metalonośne tereny nie tylko te z naturalnymi murawami tu opisanymi są bardzo interesującym obiektem naukowym. Wiedza o roślinności, czynnikach wpływających na występowanie gatunków roślin, tworzeniu się i trwałości zbiorowisk nie jest obecnie dostateczna. Będzie ona pogłębiana w ramach kilku projektów badawczych prowadzonych w ośrodkach naukowych z Krakowa, Warszawy i Katowic. Tereny te są nie tylko miejscem zainteresowania biologów. Mogą one cieszyć oko każdego. Wczesną wiosną wśród niewielkiej jeszcze ilości zieleni kwitnie na żółto pleszczotka. Później murawa zabarwiana jest na biało, żółto, różowo i fioletowo. Gdy brakuje deszczu, murawa ma głównie kolor wyschniętych roślin, ale przez całe lato pachnie tu macierzanką.

Praca została wykonana w ramach projektu MF EOG PL0265.

Literatura

- ABRATOWSKA A. 2006 — *Armeria maritima* — gatunek roślin przystosowany do wzrostu na glebach skażonych metalami ciężkimi. *Kosmos*, 55: 217–227.
- DOBRZAŃSKA J. 1956 — Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 24: 357–408.
- DROBIK J. 2004 — Historia badań botanicznych w powiecie olkuskim. Część I: lata 1850–1939. *Wiad. Bot.*, 48, 1/2: 17–25.
- ERNST W.H.O. 1974 — *Schwermetallvegetation der Erde*. *Geobotanica selecta* 5. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- GRODZIŃSKA K. 2007 — Powstawanie układów o wysokiej różnorodności biologicznej na terenach pogórnicznych silnie skażonych metalami ciężkimi — badania spontanicznej sukcesji. Raport końcowy PBZ–KBN–087/P04/2003. Arch. Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- 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. *Fragm. Florist. et Geobot.*, 45: 123–145.
- GRZECHNIK Z. 1978 — Historia dotychczasowych poszukiwań i eksploatacji. [W:] Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Pr. Inst. Geol.*, 83: 23–42.
- KISZKA J. & SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. 2006 — Porosty terenów po górnictwie cynkowo-olowiowym w Bukownie koło Olkusza (Polska południowa). *Forum* (<http://www.iop.krakow.pl/iop/pliki/040303-04.pdf>).
- KUREK S., PASZKOWSKI M. & PREIDL M. 1999 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000. Arkusz Jaworzno. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- LIS J. & PASIECZNA A. 1999 — Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1 : 25 000. Promocyjny arkusz Sławków. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- LISZKA J. & ŚWIĆ E. 2004 — Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław”: dzieje, wydarzenia, ludzie. Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław” SA, Bukowno.
- MATUSZKIEWICZ W. 2002 — Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- MLECZKO P. 2004 — Mycorrhizal and saprobic macrofungi of two zinc wastes in southern Poland. *Acta Biol. Crac. ser. Bot.*, 46: 25–38.
- SZAFER W. (red.) 1959 — Szata roślinna Polski. T.II. PWN, Warszawa.
- 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 Biol. Crac. ser. Bot.*, 44: 29–38.
- WIERZBICKA M. & PIELICHOWSKA M. 2002 — *Biscutella laevigata* — roślina Tatr i hałd poprzemysłowych. [W:] Krzan Z. (red.) *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek*. Zakopane-Kraków: 191–195.
- WIERZBICKA M. & ROSTAŃSKI A. 2002 — Microevolutionary changes in ecotypes of calamine waste heap vegetation near Olkusz, Poland: A review. *Acta Biol. Crac. ser. Bot.*, 44: 7–19.

Praca wpłynęła do redakcji 25.04.2008 r.

Po recenzji akceptowano do druku 20.05.2008 r.