

Murawy galmanowe – zagrożenia i możliwości ochrony – projekt „BioGalmany”

Monika JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA^{1*}, Grażyna SZAREK-ŁUKASZEWSKA²

¹ *Institut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice*

² *Institut Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków*

Wprowadzenie

Tereny po eksploatacji rud cynkowo-ołowionych są nowym antropogenicznym środowiskiem ze specyficznymi warunkami związanymi z wysoką zawartością metali ciężkich w podłożu. Obecność takich metali jak cynk, ołów i kadm istotnie wpływa na skład i zróżnicowanie gatunkowe flory i fauny tych terenów. Kształtują się tu unikatowe, często zupełnie nowe układy biocenotyczne z organizmami odpornymi na wysokie stężenia metali (Baker i in. 2010, Jędrzejczyk-Korycińska 2011, Rostański i in. 2015). Powstają tu także stanowiska zastępcze dla wielu rzadkich, chronionych i zagrożonych gatunków roślin i zwierząt (Prach i in. 2011). Zbiorowiskami charakterystycznymi dla terenów z metalonośnymi glebami są murawy galmanowe (Ernst 1974, Ernst 1990, Brown 2001, Matuszkiewicz 2001, Baker i in. 2010, Baumbach 2012).

Murawy galmanowe zajmują szczególną pozycję wśród zbiorowisk roślinnych Europy. Są bardzo rzadkie, gdyż ich występowanie ograniczone jest do niewielkich obszarów w rejonach rudonośnych (m.in. Baker i in. 2010, Baumbach 2012, Szarek-Łukaszewska i in. 2015). Na naturalnych wychodniach skał, bogatych w metale, spotykane są tylko

sporadycznie, a występują głównie na starych wyrobiskach górniczych, na hałdach odpadów eksploatacyjnych i przeróbczych, w których zalegają resztki skał rudonośnych. Rośliny zdolne zasiedlić te bogate w metale ciężkie podłoża tworzą na ogół niską, mniej lub bardziej zwartą pokrywę (m.in. Baker i in. 2010, Baumbach 2012, Szarek-Łukaszewska i in. 2015). Jej skład gatunkowy jest zróżnicowany, uzależniony od zmiennych, fizycznych i chemicznych własności gleby. Z reguły im więcej w niej dostępnych metali, tym murawy są uboższe w gatunki. Odpady górnicze, będące mieszaniną skał pochodzących z różnych okresów wydobywania rud, o różnym stopniu rozdrobnienia i składzie mineralnym, tworzą mozaikę mikrosiedlisk. Znajdują w nich miejsce gatunki znacznie różniące się wymaganiami siedliskowymi¹. Obok gatunków roślin siedlisk ciepłych i suchych występują rośliny siedlisk wilgotnych i żyznych. Murawy są w różnym stopniu zwarte. W zwartych płatach dominują rośliny naczyniowe, a w luźnych płatach, na odkrytej glebie i kamieniach, liczne są porosty. Mchy są niezbyt częste. Murawy galmanowe

¹ Siedlisko to nieożywiony element ekosystemu, przestrzeń i zespół czynników nieożywionych (abiotycznych) głównie klimatycznych i glebowych. Siedlisko nie jest tożsame ze stanowiskiem, tj. miejscem występowania, położeniem w przestrzeni geograficznej (za Słownik botaniczny 2013).

* Autor korespondujący

tworzone są głównie przez gatunki pospolite, ale pojawiają się także gatunki rzadkie dla flor regionów. Murawy te są miejscem występowania wyjątkowych ekotypów, podgatunków czy gatunków roślin, odpornych i tolerujących wysokie stężenia metali ciężkich (metalofitów). Wśród metalofitów można znaleźć takie, które występują tylko na podłożach bogatych w metale ciężkie, jak i takie, które rosną zarówno na glebach zanieczyszczonych jak i niezanieczyszczonych metalami w obrębie tego samego regionu. Pierwsze nazywane są metalofitami obligatoryjnymi lub absolutnymi, drugie metalofitami fakultatywnymi lub pseudometalofitami (Baker i in. 2010, Bemowska-Kałużna i in. – Rozdział 6, niniejszy tom). Te specyficzne rośliny (m.in. *Biscutella laevigata* L., bohaterka tego tomu) są przedmiotem licznych badań nad mechanizmami pozwalającymi im funkcjonować w skrajnie trudnych warunkach siedlisk z metalonośnymi glebami oraz nad wykorzystaniem ich w fitoremediacji terenów zanieczyszczonych (Muszyńska i in. – Rozdział 7, niniejszy tom).

Stanowiska muraw galmanowych występują w rozproszeniu prawie w całej Europie, w obrębie dawnych rejonów wydobywania i przetwarzania rud cynku i ołowiu. Te najlepiej poznane, zlokalizowane są w górach Harz w północnych Niemczech oraz w okręgu przemysłowym Aachen-Liege na styku granic Niemiec, Belgii i Holandii (Ernst 1974, Baker i in. 2010, Baumbach 2012). W Polsce, murawy galmanowe można znaleźć na południu kraju, na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej, w obszarze złóż rud cynkowo-ołowiowych (ogólnie nazywanym rejonem śląsko-krakowskim), rozciągającym się z północnego-zachodu na południowy-wschód i obejmującym Tarnowskie Góry i Bytom oraz Zawiercie, Olkusz i Chrzanów (Jędrzejczyk 2004, Włodarz – Rozdział 1, niniejszy tom). Najlepiej zachowane murawy występują w okolicy Olkusza (Szarek-Łukaszevska i in. 2015).

Zbiorowiska związane z glebami bogatymi w cynk, ołów i kadm rejonu śląsko-krakowskiego reprezentują pod względem syntaksonomicznym²

² Jednostki syntaksonomiczne (fitosocjologiczne) – w fitosocjologii, nauce zajmującej się opisywaniem zbiorowisk roślinnych, ich klasyfikacją i łączeniem w hierarchiczny system, podstawową jednostką jest zespół roślinny, a jednostkami wyższymi kolejno: związek, rząd i klasa; jednostki są wyróżniane i systematyzo-

wane na podstawie podobieństwa florystycznego, charakterystycznej kombinacji gatunków i gatunków charakterystycznych (za Słownik botaniczny 2013).

zespół *Armerietum halleri* (związek *Armerion halleri*, rząd *Violetalia calaminariae*, klasa *Violetea calaminariae*), (Szarek-Łukaszevska i in. 2015). Są one wschodnimi, kresowymi stanowiskami tego rodzaju muraw w Europie. Najlepiej zachowane polskie murawy (z okolic Olkusza) są uboższe w gatunki niż te opisywane z zachodu Europy (Szarek-Łukaszevska i in. 2015). W ich składzie nie stwierdzono występowania mokrzycy wiosennej (*Minuartia verna* subsp. *hercynica* (Willk.) O. Schwarz), gatunku charakterystycznego dla muraw zachodnio-europejskich, są jednak ekotypy siedlisk metalonośnych lepnicy rozdętej (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke) i zawciagu pospolitego (*Armeria maritima* (Mill.) Willd.). Wyróżnia je obecność pleszczotki górskiej, która wykazuje szereg specyficznych cech morfologicznych i fizjologicznych, a jej ranga taksonomiczna wymaga uściślenia (Bemowska-Kałużna i in. – Rozdział 6, niniejszy tom). Murawy te odznaczają się stałym występowaniem szczawiu rozpierzchłego (*Rumex thyrsiflorus* Fingerh.), rzeżusznika piaskowego (*Arabidopsis arenosa* (L.) Lawalrée), gipsówki baldachogronowej (*Gypsophila fastigiata* L.), pięciornika piaskowego (*Potentilla arenaria* Borkh.) oraz przelotu pospolitego (*Anthyllis vulneraria* L.). Charakterystyczną cechą wszystkich muraw galmanowych jest występowanie traw o kępowym typie wzrostu, kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.) i mietlicy pospolitej (*Agrostis capillaris* L.) (Szarek-Łukaszevska i in. 2015).

Muraw galmanowe wraz z ich siedliskami, charakteryzującym się przede wszystkim metalonośnymi glebami, są jednym z cenniejszych typów siedlisk przyrodniczych³ wymagających ochrony w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000 (Natura 2000). Oznaczone są one jako siedlisko przyrodnicze 6130 *Violetalia calaminariae* (Dz.U. z 2014 r. poz. 1713). Według raportu

³ W programie Natura 2000 wprowadzono pojęcie siedliska przyrodnicze, które oznacza „obszar lądowy lub wodny, naturalny, półnaturalny lub antropogeniczny, wyodrębniony w oparciu o cechy geograficzne, abiotyczne i biotyczne”, w stosunku do pojęć stosowanych w biologii jest ono zbliżone do biocenozy czy ekosystemu (za <http://www.natura2000.edu.pl/siedliska-przyrodnicze/>).

o stanie siedlisk przyrodniczych Natura 2000 w Europie, stan zachowania większości stanowisk tego siedliska przyrodniczego jest niezadawalający i zły (Anonymous 2020). W tej grupie znajdują się także polskie stanowiska muraw galmanowych, w prognozach na przyszłość stan ich może się pogarszać ze względu na brak odpowiednich działań ochronnych (Anonymous 2019).

Do skutecznej ochrony ekosystemów reprezentujących typ siedliska przyrodniczego 6130 konieczna jest ochrona czynna (Anonymous 2015, 2019). Powinna ona opierać się na takich działaniach człowieka, które wspomagają ich utrzymanie na określonym etapie rozwoju (sukcesji), bądź będą prowadziły do przebudowy już zniekształconych siedlisk, w celu odtworzenia ich właściwej struktury i funkcji (w tym, określonego składu gatunkowego). Ważne jest, aby zaplanowane zabiegi w jak największym stopniu wspierały i wykorzystywały procesy naturalnego rozwoju tego specyficznego, związanego z metalami ekosystemu. Konieczna jest zatem szeroka wiedza o zmianach zachodzących w siedlisku 6130 i regularna ocena stanu ich zachowania (monitoring) oraz tworzenie i wdrażanie długoterminowych planów zadań ochronnych. Podejmowanie tych działań ułatwia długoletnia współpraca między naukowcami, instytucjami odpowiedzialnymi za ochronę środowiska, władzami gmin i właścicielami terenów, na których murawy występują. W 2018 roku taka współpraca zaowocowała pierwszym w kraju projektem mającym na celu wypracowanie metod ochrony siedliska przyrodniczego murawy galmanowe. Projekt pt. „Dobre praktyki dla wzmocnienia bioróżnorodności i aktywnej ochrony muraw galmanowych rejonu śląsko-krakowskiego – BioGalmany” („BioGalmany”) prowadzony jest przez Uniwersytet Śląski w Katowicach, gminy: Jaworzno i Tarnowskie Góry, przy wsparciu Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” S.A. i gminy Bolesław. Projekt nadzorują Regionalne Dyrekcje Ochrony Środowiska w Krakowie i Katowicach. Finansowany jest on ze środków Unii Europejskiej.

W niniejszym rozdziale, wykorzystując założenia projektu „BioGalmany”, przedstawiono zagrożenia muraw galmanowych oraz proponowane działania ukierunkowane na utrzymanie lub odtworzenie odpowiednich warunków dla zachowania

ich różnorodności biologicznej, ze szczególnym uwzględnieniem metalofitów (w tym *B. laevigata*). Opisano także wybrane stanowiska muraw galmanowych. Projekt będzie realizowany przez cztery lata. Jego wyniki⁴ pokażą skuteczność określonych działań w zachowaniu roślinności galmanowej i cennych metalofitów. Na ich podstawie będą nakreślone długoterminowe plany działań ochronnych.

Zagrożenia muraw galmanowych

Współcześnie murawy galmanowe podlegają takim samym zagrożeniom jak inne murawy (szczególnie murawy kserotermiczne⁵) w Polsce i innych krajach europejskich. Są nimi zarówno procesy naturalne jak i działania człowieka (Barańska i Jermaczek 2009, Jędrzejczyk-Korycińska 2009, Baumbach 2012, Anonymous 2015, 2019)

W naturalnym procesie sukcesji, stopniowo zmienia się różnorodność i skład gatunkowy zbiorowisk oraz właściwości siedliska. W naszej szerokości geograficznej zbiorowiska roślinne powstałe w wyniku działalności człowieka, tj. murawy i łąki, zmieniają się z reguły w zbiorowiska leśne (Falińska 2004). W murawach galmanowych proces sukcesji jest na ogół wolny, gdyż pula gatunków mogących przystosować się do ekstremalnych warunków panujących na hałdach galmanowych (susza, pełne nasłonecznienie, niedobór składników pokarmowych w połączeniu z obecnością dużych ilości metali ciężkich w glebie) jest niewielka (Winterhalder 1995, Baker i in. 2010, Baumbach 2012). Jednak aktualnie obserwuje się bardzo szybkie wkraczanie w murawy krzewów i drzew, głównie tych obficie występujących w ich otoczeniu (Baumbach 2012, Anonymous 2015, 2019). Mogą to być gatunki rodzime i obce, łatwo rozprzestrzeniające

⁴ Zadania przewidziane w projekcie są w trakcie realizacji. Informację o stopniu ich zaawansowania można znaleźć na: www.biogalmany.us.edu.pl.

⁵ Murawy kserotermiczne to „ciepłolubne zbiorowiska trawiaste o charakterze stepowym, których występowanie uwarunkowane jest warunkami klimatycznymi, glebowymi i orograficznymi. Spotykane są głównie w południowo-wschodniej i południowej części Europy. Ekstrazonalnie występują na terenie całego kontynentu, zajmując zasobne w węglan wapnia stoki w dolinach dużych rzek lub wschodnie skał wapiennych (za Barańska i in. 2010, Perzanowska and Kujawa-Pawlaczyk 2004).

się i szybko rosnące, często wprowadzane na zniszczony teren pogórnicy w ramach jego rekultywacji. Takim rodzimym gatunkiem jest sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.). Jest ona rozsiewana przez wiatr, ma szeroką skalę ekologiczną i duże zdolności adaptacyjne. Łatwo i szybko kolonizuje metalonośne podłoża oraz jest jednym z najczęściej nasadzanych gatunków na zdegradowanych terenach (Pietrzykowski 2019). Rozrastająca się w murawach sosna zwyczajna, poprzez ich zacienienie, produkcję dużej masy igliwia (długo zalegającego na powierzchni gleby) i zakwaszenie gleby, uniemożliwia rozwój przede wszystkim gatunków światłolubnych, ciepłolubnych i wapieniolubnych (Kapusta i in. 2014). Z czasem, gdy zajmuje ona coraz większe powierzchnie, jedynie w prześwietlonych płatach sosnowego drzewostanu lub na jego obrzeżach mogą przetrwać jakiś czas niektóre gatunki charakterystyczne dla muraw, m.in. pleszczotka górską (Kapusta i in. 2014) (Ryc. 1). Na murawy, z ich otoczenia, wkraczają także gatunki obcego pochodzenia, jak np. czeremcha amerykańska (*Padus serotina* (Ehrh.) Borkh.), karagana syberyjska (*Caragana arborescens* Lam.) i robinia akacja (*Robinia pseudoacacia* L.) (Anonymous 2015, 2019). Rośliny te, rozrastając się, mogą w krótkim czasie utworzyć gęste zarośla. Pod ich zwartym okapem warunki świetlne, mikroklimat i własności gleby zmieniają się, uniemożliwiając egzystencję większości gatunków roślin zielnych, przede wszystkim gatunków światłolubnych (Vítková i in. 2017).

Podobnie jak rośliny drzewiaste, również ekspansywne gatunki zielne mogą negatywnie wpływać na kondycję muraw galmanowych (Anonymous 2015, 2019). Przykładem jest trzęślica modra *Molinia caerulea* (L.) Moench). Jest ona wysoka, tworzącą zwarte kępy trawą, łatwo rozprzestrzeniającą się zarówno poprzez nasiona, jak i wegetatywnie (Taylor i in. 2001). Występuje głównie w żyznych siedliskach, w ubogich siedliskach rozrasta się w miejscach gromadzenia się żyzniejszej gleby i przy zwiększonym dopływie azotu z atmosfery (Taylor i in. 2001). Trzęślica modra ma także szereg przystosowań, które pozwalają jej kolonizować nagie, suche i bogate w metale odpady poftlotacyjne (powstające w procesie przeróbki rud cynkowo-olowiowych) (Turnau i in. 2012). Trawa ta, w rejonie Olkusa, występuje również na stosunkowo

żyznych, wilgotnych i metalonośnych glebach, w miejscach gdzie pogórnicy grunty w trakcie rekultywacji pokryto obcą i żyzną glebą (Szarek-Lukaszewska i Grodzińska 2010, Holeksa i in. 2015). W ostatnich latach obserwuje się stopniowe wnikanie trzęślicy modrej na suche i ubogie siedliska muraw galmanowych tego rejonu (Ryc. 2). Cenne gatunki muraw galmanowych mogą być także wypierane przez inwazyjne rośliny zielne, takie jak nawłoc kanadyjska (*Solidago canadensis* L.) i aster nowobelgijski (*Aster novi-belgii* L.) oraz łubin trwały (*Lupinus polyphyllus* L.) (Anonymous 2015, 2019). Ich negatywny wpływ na rodzime zbiorowiska roślinne jest często opisywany (m.in. Weber 1998, Hejda i in. 2009). Te wieloletnie, o dużej biomase rośliny, rozrastając się w szybkim tempie, tworzą trwałą, zwartą pokrywę, uniemożliwiając egzystencję innych gatunków.

Zagrożeniem dla istnienia muraw galmanowych są nieodpowiednie działania człowieka. Brak powszechnej wiedzy o wartości przyrodniczej i kulturowej ich stanowisk powoduje, że nadal postrzegane są one jedynie jako zdegradowane tereny przemysłowe. Stąd często są zadrzewiane lub kreuje się na nich roślinność trawiastą (Szarek-Lukaszewska 2015). Stosuje się wtedy metody wywodzące się z leśnictwa lub rolnictwa. Na wyrównane i często użyźnione (materiał organiczną, nawozami) podłoża nasadza się krzewy, drzewa pochodzące z komercyjnych szkółek lub sieje się mieszanki roślin stosowane w uprawach. Wykorzystuje się gatunki rodzime, czasem ich nie-lokalne odmiany, a także gatunki obce dla rodzimej flory. W ten sposób powstają nieciekawe, homogenne zbiorowiska, złożone głównie z gatunków pospolitych, synantropijnych (towarzyszących człowiekowi), często z udziałem gatunków inwazyjnych (Prach i in. 2011, Szarek-Lukaszewska 2015). Z czasem, ze względu na brak wartości przyrodniczej, mogą one być przeznaczane pod zabudowę. Stanowiska muraw galmanowych znikają z krajobrazu także dlatego, że budujący je skalny materiał wykorzystywany jest jako kruszywo pod lokalne drogi (Baumbach 2012, Anonymous 2015, 2019). Hałdy pogórnicy, charakteryzujące się zróżnicowaną rzeźbą terenu, rozjeżdżane są przez quady, motocykle i samochody terenowe. Trasy ich przejazdów pozbawione są nie tylko pokrywy roślinnej,

ale i gleby, a odsłonięte mineralne podłoże jest silnie ubite. Ponowne zasiedlanie przez rośliny tak zniszczonych gruntów jest trudne i długotrwałe. Tereny galmanowe są również postrzegane, jako miejsca do składowania śmieci (Anonymous 2015, 2019), często powstają na nich lokalne, „dzikie” wysypiska odpadów komunalnych, trudne do likwidacji.

Monitoring siedlisk przyrodniczych, ze szczególnym uwzględnieniem specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000, prowadzony w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska w latach 2013–2014 oraz 2017–2018 pokazał, że w całym rejonie śląsko-krakowskim stan ochrony siedliska przyrodniczego 6130 był niezadowalający lub zły (Anonymous 2015, 2019). Decydował o tym głównie zły stan ich struktury i funkcji wynikający ze stopniowego przekształcania muraw w zbiorowiska łąkowe i leśne oraz z wnikania gatunków obcych. Z uwagi na wyniki prac monitoringowych oraz bardzo rzadkie występowanie muraw galmanowych w Polsce, wykonawcy monitoringu proponują, by działaniami ochronnymi obejmować wszystkie, nawet niewielkie ich stanowiska. W przeciwnym razie, trwający już proces zarastania muraw i niewłaściwe działania człowieka doprowadzą do ich zaniku, a wraz z nimi cennych gatunków roślin i zwierząt. Należy tu podkreślić, że stanowiska muraw galmanowych są także ważnymi śladami dawnej kultury przemysłowej, przez co objęcie ich ochroną będzie miało znaczenie nie tylko dla środowiska przyrodniczego, ale i kulturowego.

Działania ochronne wobec muraw galmanowych – „BioGalmany”

Zanikające murawy galmanowe, z ich gatunkami metalofitów, bezwzględnie wymagają ochrony czynnej. Koniecznym jest utrzymanie ich w dobrej kondycji a czasem odtwarzanie na zniszczonych i zarośniętych przez drzewa i krzewy stanowiskach, nawet na tych, gdzie roślinność nie reprezentuje już pożądanego typu. Próbę restytucji (odtworzenia) muraw galmanowych podjęto pod koniec lat 90. XX wieku w Niemczech, w pogórnym rejonie Stolberg (Raskin 2008). Na fragmentach metalo-nośnego stanowiska (o powierzchni około 4,5 ha), zarośniętego przez sosnę pospolitą, z gdzieniedzie tylko występującymi gatunkami murawowymi,

wycięto wszystkie drzewa. Następnie, pasami usunięto górną warstwę gleby, aż do jej mineralnej części. Już po 5 latach, na odsłonięty grunt wróciła dawna roślinność muraw galmanowych. W Polsce eksperyment wycięcia drzew przeprowadzono na początku XXI w. na fragmencie murawy galmanowej o nazwie „Pleszczotka” w Bolesławiu (na 0,8 ha, tj. około 20% jej powierzchni), znikającej pod coraz liczniej pojawiającą się sosną pospolitą. Murawa znajduje się na ponad 100-letniej hałdzie odpadów pogórnicznych w rejonie Olkusza (szczegółowy opis murawy w dalszej części rozdziału). W pierwszym etapie eksperymentu (przed usunięciem drzew), w latach 2008–2009, wykonano badania mające na celu ocenę wpływu sosny pospolitej na skład gatunkowy murawy (Kapusta i in. 2015). Ich wyniki pokazały, że wraz z rosnącym zagęszczeniem drzew zmniejsza się różnorodność gatunkowa zbiorowiska i zanikają cenne gatunki światłolubne. Aby zachować murawę, koniecznym było zatem wycięcie sosny pospolitej. Ważne jest przy tym utrzymanie mozaiki mikrosiedlisk, w tym tych z odkrytą, mineralną i szkieletową glebą. Są to mikrosiedliska niektórych metalofitów (m.in. pleszczotki górskiej). W drugim etapie eksperymentu, zimą 2011 roku, usunięto z murawy drzewa, a następnie rozpoczęto monitorowanie efektów tego zabiegu. Monitoring pokazał, że po kilku latach zwiększyła się częstość występowania gatunków murawowych, takich jak: mietlica pospolita, dzwonek okrągłolistny (*Campanula rotundifolia* L.), goździk kartuzek (*Dianthus carthusianorum* L.), len przeczyszczający (*Linum catharticum* L.), drawkiew żółta (*Scabiosa ochroleuca* L.) oraz lepnica rozdęta (Jędrzejczyk-Korycińska i in. 2014, Jędrzejczyk-Korycińska i Szarek-Łukaszewska 2017). Pojawiły się także gatunki nowe dla tego terenu tj.: tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum* L.), rezeda żółta (*Reseda lutea* L.) i kończyzna biała (*Trifolium repens* L.) oraz siewki drzew i krzewów: klonu jawora (*Acer pseudoplatanus* L.), brzozy brodawkowej (*Betula pendula* Roth), topoli osiki (*Populus tremula* L.), kruszyny pospolitej (*Frangula alnus* Mill.). W miejscach, w których podczas prac związanych z wycinaniem i usuwaniem drzew przypadkowo odsłonięte zostały płyty mineralnej gleby, pojawiły się gatunki charakterystyczne dla murawy galmanowej, takie jak: pleszczotka górską, lepnica rozdęta,

macierzanka zwyczajna (*Thymus pulegioides* L.) oraz lyszczec baldachogronowy. W miejscach, gdzie nie wycięto drzew, liczba gatunków roślin była stała lub zmniejszała się (Jędrzejczyk-Korycińska i in. 2014, Jędrzejczyk-Korycińska i Szarek-Łukaszewska 2017).

Projekt „BioGalmany”, rozpoczęty w 2018 roku, bazuje na pozytywnych wynikach wcześniej przeprowadzonego i opisanego eksperymentu. Obejmuje on już cały obszar „Pleszczotka” w Bolesławiu, a także inne stanowiska muraw galmanowych rejonu śląsko-krakowskiego. W projekcie, obok wycinki drzew, prowadzone są też inne działania ochrony czynnej. Wybrane one zostały z listy dobrych praktyk, związanych z ochroną i odtwarzaniem muraw kserotermicznych. Przez ostatnie kilka lat działania te wypracowano w różnych projektach prowadzonych na terenie Polski (m.in. Barańska i Jermaczek 2009, Gawroński 2013). Działania wykonywane w projekcie „BioGalmany” są zgodne z wskazaniami dla siedliska przyrodniczego 6130 sieci Natura 2000 w Polsce (Świerkosz i in. 2013, Anonymous 2019) oraz w innych krajach europejskich (Simkin 2011).

„BioGalmany” – cele

Nadrzędnym celem projektu „BioGalmany” jest próba odtworzenia i utrzymania odpowiednich warunków siedliskowych dla zachowania różnorodności biologicznej muraw galmanowych w rejonie śląsko-krakowskim, na stanowiskach chronionych w sieci Natura 2000 oraz na innych, nie objętych dotychczas tą formą ochrony. Aby osiągnąć ten cel, zaplanowano: określenie aktualnego stanu muraw, wykonanie zabiegów prowadzących do zahamowania sukcesji roślin drzewiastych a także do utrzymania różnorodności mikrosiedlisk na jeszcze zachowanych fragmentach muraw, wykonanie zabiegów ukierunkowanych na odtworzenie muraw zanikających pod warstwą krzewów i drzew, zwiększenie różnorodności gatunkowej muraw oraz przeprowadzenie monitoringu skuteczności wykonanych zabiegów.

„BioGalmany” – charakterystyka wybranych stanowisk

Do projektu „BioGalmany” wytypowano sześć stanowisk muraw galmanowych z Wyzyny Śląsko-Krakowskiej. Dwa z nich znajdują się w okolicy

Olkusza, w gminie Bolesław, na terenie pogórnym należącym do ZGH „Bolesław”. W 2010 r. włączone one zostały do sieci Natura 2000, jedno – jako obszar siedliskowy PLH120092 „Pleszczotka”, drugi – jako obszar siedliskowy PLH120091 „Armeria”. Obszar „Pleszczotka”, zanim znalazł się w sieci Natura 2000, już w 1997 roku został uznany uchwałą Rady Gminy Bolesław za cenny i godny ochrony. Powołano tu użytek ekologiczny (Uchwała nr XXIII/196/97 Rady Gminnej Bolesław 1997). Ważnym uzasadnieniem tej decyzji było obfite występowanie w murawie pleszczotki górskiej, stąd również nazwa obszaru. Trzecim wybranym do projektu stanowiskiem muraw galmanowych jest hałda odpadów eksploatacyjnych kopalni „Fryderyk” w Tarnowskich Górach. Na chwilę obecną, jest ona na etapie kwalifikacji do włączenia do istniejącego już obszaru Natura 2000 – PLH240003 „Podziemia Tarnowsko-Bytomskie”, chroniącego podziemne wyrobiska po eksploatacji rud cynkowo-olowowych, ważne jako zimowiska dla nietoperzy. Kolejne trzy stanowiska projektu „BioGalmany”, cenne z punktu widzenia ochrony siedlisk muraw galmanowych, znajdują się w obrębie pogórnego terenu gminy Jaworzno.

Pierwsze z wybranych stanowisk galmanowych, „Pleszczotka”, znajduje się na hałdzie odpadów eksploatacyjnych przy odkrywce „Bolesław” (Grodzińska i Szarek-Łukaszewska 2002, Włodarz – Rozdział 1, niniejszy tom). Obejmuje ono część hałdy (około 4,9 ha), rozciągającą się na wschód od odkrywki (Ryc. 3). Powierzchnia gruntu na całym obszarze „Pleszczotka” jest pełna obniżeń i wzniesień różnej wielkości. Powstały one na skutek przestrzennie nierównomiernego osiadania gruntu hałdy. Gleby w większości są tu suche, szkieletowe i płytkie z małą ilością pierwiastków odżywczych, a dużą metali śladowych (do 39 000 mg/kg cynku, 2600 mg/kg ołowiu i 180 mg/kg kadmu, Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011, Kapusta i in. 2015, Jędrzejczyk-Korycińska i in. 2015).

W odróżnieniu od większości obszaru hałdy wokół odkrywki „Bolesław”, który był systematycznie zalesiany, teren „Pleszczotka” nie podlegał rekultywacji. Od początku XX w. roślinność kształtuje się tu stopniowo na drodze spontanicznej sukcesji. Jako pierwszy zainteresował się tą roślinnością profesor Zygmunt Wóycicki, botanik, który w roku 1913

opublikował jej opis i fotografie (Wóycicki 1913). W następnych latach, jej skład gatunkowy był kilkakrotnie szczegółowo opisywany (m.in. Dobrzańska 1955, Grodzińska i in. 2000, Jędrzejczyk 2004, Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011). Ostatnie badania inwentaryzacyjne (z XXI w.) pokazały, że murawa jest bogata gatunkowo. Występuje w niej ponad 100 gatunków roślin naczyniowych, kilkadziesiąt gatunków porostów i kilka gatunków mchów. Bardzo liczna jest tu pleszczotka górską. Są również inne interesujące górskie gatunki, takie jak: goryczuszka Wettsteina (*Gentianella germanica* (Willd.) Börner), smagliczka pagórkowa (*Alyssum montanum* L.), pszonak panoński (*Erisimum odoratum* Ehrh.) i dziewięciśł bezłodygowy (*Carlina acaulis* L.). Pojawiają się także storczyki: kruszczyk rdzawoczerwony (*Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser) i kruszczyk szerokolistny (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz). Panującymi w murawie trawami są kostrzewa owcza i mietlica rozłogowa (*Agrostis stolonifera* L.). Gatunkami prawie zawsze obecnymi, choć z różną obfitością w różnych jej płatach są: krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.), rzeżusznik piaskowy, goździk kartuzek, pięciornik piaskowy, szczaw rozpierzchły, macierzanka zwyczajna oraz łyszczec baldachogronowy. Ważną rolę w murawie odgrywiają porosty, a do najczęstszych gatunków należą naziemne chrobotki (m.in. *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.), misecznice (m.in. *Lecanora dispersa* (Pers.) Röhl.) oraz naskalne brodawnice (m.in. *Verrucaria muralis* Ach.) (Bielczyk i in. 2009, Bielczyk 2015).

Przez wiele lat w murawie „Pleszczotka” w Bolesławiu występowały tylko pojedyncze drzewa (Grodzińska i Szarek-Łukaszewska 2002). Do lat 50. XX w. ich rozwój ograniczony był przez wypas kóz i owiec (Dobrzańska 1955). Następnie ich wzrost hamowany był przez zanieczyszczenia powietrza (dwutlenek siarki i pyły metaliczne), pochodzące z wysokich wówczas emisji przemysłowych (Kapusta i in. 2014). Silny spadek emisji zanieczyszczeń w latach 80. XX wieku spowodowało szybki, nie hamowany już rozwój siewek drzew, głównie sosny zwyczajnej. Zaczęła ona pokrywać murawę w coraz większym stopniu (Kowolik i in. 2010). W roku 2008 sosna zwyczajna zajmowała już prawie 90% powierzchni obszaru „Pleszczotka” (Ryc. 4).

Obszar Natura 2000 „Armeria” obejmuje pogórnicy teren (około 7,4 ha), rozciągający się wzdłuż północnej granicy huty ZGH „Bolesław”. Jest on niejednorodny pod względem wieku, warunków podłoża oraz pochodzenia i rodzaju pokrywy roślinnej. Stanowi mozaikę płątów muraw i zadrzewień. Zachodnia, najstarsza część nigdy nie była rekultywowana, roślinność rozwija się tu spontanicznie od początku drugiej dekady XX wieku. Charakterystyczną cechą tego obszaru jest rzeźba terenu. Jest on silnie pofałdowany przez liczne zapadliska, ślady dawnej działalności poszukiwawczej (Ryc. 5). Gleba z grubą, słabo rozkładającą się warstwą organiczną (miejscami o miąższości 20 cm) charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością metali ciężkich (np. do 75 000 mg/kg cynku, 7600 mg/kg ołowiu i 510 mg/kg kadmu, Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011). Mimo to, porasta ją miejscami gęsta roślinność, budowana przede wszystkim przez kostrzewę owczą. Między jej kępami pojedynczo rosną inne gatunki charakterystyczne dla galmanowego siedliska (Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011). Natomiast miejscami obficie występuje kilka gatunków porostów m.in. *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd., *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm., *Cladonia glauca* Flörke (Bielczyk 2015). Pozostała część obszaru „Armeria” to teren działającej w latach 1953–1969 odkrywki „Hałda Michalska” (Włodarz – Rozdział 1, niniejszy tom). Z reguły płytka gleba, wykształcona głównie na silnie rozdrobnionych dołomitowych odpadach górniczych, zawiera mniej metali niż ta w starszej części obszaru „Armeria” (np. około 15 000 mg/kg cynku, 2100 mg/kg ołowiu i 90 mg/kg kadmu, Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011). W połowie lat 90. XX w., w trakcie rekultywacji posadzono tu, w różnej wielkości płątach, gatunki drzewiaste i krzewiaste, takie jak: brzoza brodawkowata, modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.), sosna zwyczajna, robinia akacja, rokitnik zwyczajny (*Hippochaë rhannoides* L.) i oliwnik wąskolistny (*Eleagnus angustifolia* L.). Na całym obszarze „Armeria”, oprócz kostrzewy owczej, z ważnych gatunków muraw galmanowych występują również: zawciąg pospolity, pleszczotka górską, łyszczec baldachogrony, szczaw rozpierzchły, posłonek rozesłany (*Helianthemum nummularium* (L.) Mill.), pięciornik piaskowy, dziewięciśł bezłodygowego (*Carlina acaulis* L.), lepnicza rozdęta

i rzeźusznik piaskowy, a także storczyki: kruszczyk rdzawoczerwony i kruszczyk szerokolistny. Spotykana jest tu również pajęcznica gałęzista (*Anthericum ramosum* L.) i wilżyna ciernista (*Ononis spinosa* L.). Na dużych fragmentach tego terenu rozrasta się także trzęślica modra (Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011). Podobnie jak na stanowisku „Pleszczotka”, również na stanowisku „Armeria” od końca lat 90. ubiegłego wieku obserwowane jest szybkie rozprzestrzenianie się sosny zwyczajnej, a także robinii akacyjowej.

Hałda popłuczkowa, obszar Natura 2000 „Podziemia Tarnogórsko-Bytomskie”, jest wzniesieniem powstałym w miejscu, gdzie niegdyś działała płuczka kopalni „Fryderyk”. Otoczone jest ono polami uprawnymi. Hałda uformowana jest z dolomitu kruszczońskiego, z którego w procesie sortowania i płukania wydzielano rudę cynku i ołowiu (zawierającą też domieszkę srebra) i rudę żelaza. Płuczka działała 120 lat i tak długo narastała też hałda. Składowanie materiału popłuczkowego zakończono w 1926 r. (Lamparska-Wieland 1997). Obecnie hałda ma płaską, szeroką wierzchowinę i strome zbocza (Ryc. 6). Zajmuje obszar około 6,5 ha. Gleba jest tu sucha i zanieczyszczona metalami ciężkimi, zawiera około 46 000 mg/kg cynku, 1500 mg/kg ołowiu i 500 mg/kg kadmu (Jędrzejczyk 2004, Jędrzejczyk-Korycińska i Rostański 2015). Na stokach i wierzchowinie dominują trawy, m.in.: kostrzewa owcza i tymotka Boehmera (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.) oraz występują takie gatunki jak: lepnica zwisła (*Silene nutans* L.), krzyżownica zwyczajna (*Polygala vulgaris* L.), driakiew żółta, biedrzynek mniejszy (*Pimpinella saxifraga* L.), lepnica rozdęta, rzeźusznik piaskowy oraz dziewięciśń zwyczajny. Innymi ważnymi gatunkami są: dziewięciśń bezłodygowy, kruszczyk szerokolistny i rdzawoczerwony. W ostatnich latach, na teren hałdy dolomitowej w Tarnowskich Górach spontanicznie wkracza sosna zwyczajna i brzoza brodawkowata.

Stanowiska muraw galmanowych zlokalizowanych w Jaworznie nie są jeszcze objęte ochroną w ramach sieci Natura 2000. Wydobywanie rud cynku i ołowiu trwało tu od średniowiecza aż do początku XX wieku (Molenda 1972, Sas-Gustkiewicz i in. 2001). Początkowo poszukiwania i eksploatację rud prowadzono przez płytkie przekopywanie ziemi. W miarę upływu czasu, z zastosowaniem

ulepszonych narzędzi, urobek wydobywano z coraz to niżej zalegających pokładów. W efekcie, eksploatowany obszar pokryty był nieregularną siecią wyrobisk chodnikowych oraz dziesiątkami szybików o głębokościach od dwóch do dwudziestu metrów (Molenda 1972). Do dnia dzisiejszego w dzielnicy Jaworzna Długoszynie i Ciężkowicach oraz w okolicy wzgórza Sadowa Góra odnaleźć można dobrze widoczne ślady po dawnych robotach związanych z eksploatacją złóż rud, takie jak usypiska ziemi, doły, leje i hałdy. Gleby na tych obszarach zawierają duże ilości metali, znacznie przewyższające te stwierdzane w glebach okolicznych terenów (Pasiczna 2011).

W Długoszynie, do projektu „BioGalmany”, wyznaczono fragment terenu (o powierzchni 5,6 ha), na którym do XX w. działało kilka niewielkich kopalń. Ostatnią zamkniętą była kopalnia o nazwie „Fryderyk” (Cabała i Sutkowska 2006). Aktualnie znajduje się tu las mieszany, niewielkie płaty muraw oraz pola (Ryc. 7). Las budują sosna zwyczajna, dąb czerwony (*Quercus rubra* L.) i brzoza brodawkowata, a pomiędzy nimi rośnie m.in.: kłosownica pierzasta (*Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv.), lepnica rozdęta, dziewięciśń pospolity i dziewięciśń bezłodygowy. W płatach muraw spotykane są takie gatunki, jak kostrzewa owcza, tymotka Boehmera, goździk kartuzek, zawciąg pospolity, rzeźusznik piaskowy, posłonek rozestany, szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa* L.), biedrzynek mniejszy oraz macierzanka zwyczajna.

W Ciężkowicach projekt objął istniejący użytek ekologiczny (o powierzchni około 5,6 ha) na wzgórzu o nazwie Góra Wielkanoc (Ryc. 8). Powstał on w 2015 r. na mocy uchwały Rady Miejskiej miasta Jaworzno (nr V/36/2015) w celu ochrony muraw kserotermicznych oraz walorów krajobrazowych. W granicach użytku znajdują się także wyrobiska będące śladami dawnej eksploatacji rud cynku i ołowiu. Jedne z nich zlokalizowane są na jego krańcu północno-zachodnim, a inne, płysze, w jego części środkowo-południowej. Według źródeł historycznych na Górze Wielkanoc działała kopalnia o tej samej nazwie i wydobywanie rud trwało tu najprawdopodobniej od średniowiecza do drugiej połowy XVI w. (Leś-Rudnicka 2000, Cabała i Sutkowska 2006). Na obszarze użytku znajdują się niewielkie fragmenty muraw galmanowych, z kostrzewą

owczą, lepnicą rozdętą, rzeżusznikiem piaskowym, posłonkiem rozesłanym, szczawiem zwyczajnym, dziewięciszem pospolitym (*Carlina vulgaris* L.), biedrzeńcem mniejszym, macierzanką zwyczajną i pięciornikiem piaskowym. W ostatnim czasie wkracza tu brzoza brodawkowata.

Ostatni obszar włączony do projektu „BioGalmany” przylega do kamieniołomu wapienia, dolomitu i margli na wzgórzu Sadowa Góra. Aktualnie jest on częściowo pokryty przez las brzozowo-sosnowy, na którego dnie znajdują się pozostałości po górnictwie rudnym (Ryc. 9). W niewielkich fragmentach prześwietlonego lasu, występują pojedynczo takie gatunki murawowe, jak kłosownica pierzasta, dziewięcisz pospolity, dziewięcisz bezłodygowy i z dużym pokryciem pajęcznica gałęzista i ekspansywna paproć – orlica pospolita (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). W otoczeniu lasu, na użytkowanych łąkach również znajdują się ślady po niegdysiejszej działalności górniczej (świetliki, szyby). Spotyka się na nich takie gatunki murawowe, jak: kostrzewa owcza, goździk kartuzek, rzeżusznik piaskowy, posłonek rozesłany, szczaw zwyczajny, biedrzeńiec mniejszy, driakiew żółta, lepnica rozdęta oraz macierzanka zwyczajna.

„BioGalmany” – wybrane zabiegi ochrony czynnej

Jak nadmieniono wcześniej, zabiegi zaplanowane w ramach projektu „BioGalmany” wywodzą się z dobrych praktyk, opracowanych dla muraw kserotermicznych. Podstawowym działaniem służącym utrzymaniu tych półnaturalnych muraw jest wypas, który hamuje sukcesję roślinną i sprzyja utrzymaniu mozaiki mikrosiedlisk i gatunków (Barańska i Jermaczek 2009, Barańska 2013). Jednakże wypas na murawach galmanowych nie jest wskazany ze względu na dobro zwierząt. Poprzez zjadanie roślin bogatych w metale ciężkie oraz zjadanie wraz nimi metalicznego pyłu, z metalonośnej gleby, zwierzęta mogą być narażone na niebezpieczne dla ich zdrowia duże ilości metali (Wilkinson i in. 2003). Zdecydowano więc, że na murawach galmanowych działania prowadzące do poprawy ich stanu wykonywane będą w miarę możliwości bez stosowania ciężkich maszyn, prostymi narzędziami i ręcznie. Rozprzestrzenianie się roślin drzewiastych hamowane będzie przez wyrywanie ich siewek

i podrostu, a rozwój ekspansywnych, wysokich traw przez ich koszenie (wraz z usuwaniem ściętej biomasy). Wzruszanie zwartej warstwy darni i wojłoku (martwych szczątków roślin) ma prowadzić do utrzymania różnorodnych mikrosiedlisk, korzystnych dla gatunków murawowych. Otwarte przestrzenie między wieloletnimi roślinami są odpowiednim miejscem dla słabo konkurencyjnych roślin rocznych, dwuletnich oraz porostów. Na niezacienionej, odsłoniętej powierzchni gleby mogą odnawiać się gatunki kserotermiczne i światłolubne, a na skrawki odkrytego, mineralnego podłoża mogą wkraczać niektóre metalofity, szczególnie te preferujące wysokie stężenia metali (np. pleszczotka górską, Bemowska-Kałabun – Rozdział 6, niniejszy tom). Naruszenie ciągłości pokrywy roślinnej powinno również zwiększać częstość naturalnych zaburzeń, np. osuwania się gleby na pochyłościach gruntu, co prowadzi do ponownego pojawienia się nagiego, świeżego metalonośnego podłoża. W projekcie planowane jest również grabienie i usuwanie grubej warstwy nagromadzonych martwych szczątków roślin w celu zahamowania wzrostu żyzności gleby, a co za tym idzie ograniczenia wkraczania gatunków drzewiastych, ekspansywnych traw, chwastów i gatunków inwazyjnych. Ich pojawianie się jest często związane ze wzrostem ilości pierwiastków odżywczych w glebie, których źródłem jest rozkładająca się materia organiczna (Pärtel i Helm 2007). Usuwane będą również martwe liście nagromadzone wokół wysokich traw. Te nagie powierzchnie mogą stanowić dodatkowe mikrosiedliska korzystne dla metalofitów, gatunków na ogół słabo konkurencyjnych (Baker i in. 2010). Wymienione zabiegi, przede wszystkim te utrzymujące mozaikę różnorodnych mikrosiedlisk, dają szansę na przetrwanie muraw galmanowych przez wiele lat (Simkin 2011).

W przypadkach już zaawansowanej sukcesji i zaniku muraw pod warstwą krzewów i drzew, w projekcie „BioGalmany” podejmowane są próby ich odtworzenia. Pierwszym etapem prac była wycinka roślin drzewiastych wraz z usuwaniem ich biomasy. Zabieg ten wykonany był zimą pierwszego roku trwania projektu, następnie, powstające odrośla są likwidowane dwukrotnie w ciągu roku. W odniesieniu do inwazyjnej robinii akacjowej są stosowane inne metody. Robinia akacjowa

po ścięciu pnia może rozwijać się nadal przez podziemne odrośla, nawet bardzo intensywnie. Mechaniczne zniszczenie korzeni lub pni często prowadzi do powstania licznych nowych pni i zwielokrotnienia wielkości powierzchni pokrytej przez gatunek (Vítková i in. 2017). W związku z tym robinia akacja była ścinana do wysokości 1–1,5 m, następnie pnie będą obrączkowane (usuwany będzie z nich pierścień kory i łyka, co ma prowadzić do obumarcia drzew). Po wycięciu drzew, krzewów z powierzchni gleby usunięte zostały nagromadzone martwe części roślin (igły, liście, gałązki, owoce). Gdziekolwiek była usunięta również głębsza warstwa gleby, aż do mineralnego podłoża. Wraz z glebą usunięte zostały nasiona roślin, gromadzące się w niej przez lata (glebowy bank nasion). W glebowym banku mogą znajdować się nasiona niepożądanych gatunków, natomiast rzadko metalofitów, gdyż większość z nich nie wytwarza długotrwałego banku nasion (Baker i in. 2010). Odślonięte powierzchnie powinny być kolonizowane przez rośliny murawowe, pochodzące ze znajdujących się w pobliżu źródeł ich diaspor, fragmentów dobrze zachowanych muraw (Grodzińska i in. 2000). Jednak w celu przyspieszenia odnowienia muraw, planowane jest dosiewanie nasion wyselekcjonowanych gatunków, zebranych z lokalnych populacji. Gatunki rzadkie i zagrożone będą również wprowadzane w formie sadzonek (wyhodowanych *ex situ*). W przypadku wkraczania na odślonięte powierzchnie gatunków ekspansywnych (np. trzcinnika piaskowego) lub inwazyjnych (np. nawłoci kanadyjskiej) planowane jest ich wyrwanie i/lub koszenie przez cały okres trwania projektu.

Wymienione powyżej zabiegi aktywnej ochrony są wykonywane na poszczególnych stanowiskach galmanowych z różną intensywnością. Jest ona zależna od wyników szczegółowej inwentaryzacji przyrodniczej, uchwycenia stanu wyjściowego stanowiska wraz z oceną wartości lokalnej puli gatunków, ze szczególnym uwzględnieniem metalofitów. Inwentaryzacja obejmuje takie grupy organizmów jak: rośliny naczyniowe, porosty, mchy oraz mrówki, pająki i owady zapylające. Spisy gatunków wykonane w pierwszym sezonie trwania projektu będą powtarzane w kolejnych latach (monitoring) w celu oceny skuteczności działań ochronnych.

Wyniki monitoringu pozwolą na opracowanie wytycznych dla długoterminowej ochrony muraw galmanowych.

Podsumowanie

Murawy galmanowe są budowane przez unikalne gatunki roślin, które tolerują suszę, silne nasłonecznienie, niedobór pierwiastków odżywczych i nadmiar metali ciężkich (głównie cynku, ołowiu, kadmu) w glebie. Rośliny te są świetnym przykładem działania procesów mikroewolucji, przedmiotem badań nad funkcjonowaniem organizmów ze skrajnie trudnych siedlisk i ich wykorzystania w fitoremediacji. Wśród nich znajduje się *B. laevigata*, która jest charakterystycznym gatunkiem muraw galmanowych rozwijających się na metalośnych odpadach górniczych w rejonie Olkusza. Murawy te, są najlepiej zachowanymi i poznanymi tego typu siedliskami w Polsce. Inne, słabiej rozpoznane stanowiska muraw galmanowych rozproszone są na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej, na terenach gdzie wydobywano i przetwarzano rudy cynku i ołowiu. Murawy galmanowe są jednak coraz mniej widocznymi wyspami w przemysłowym krajobrazie. Zarastają je drzewa i krzewy, wkraczają na nie ekspansywne lub inwazyjne rośliny. Nieodpowiednie działania człowieka zamieniają te przyrodniczo cenne siedliska w miejsca przeznaczone pod zabudowę i na wysypiska śmieci. Dzieje się tak w całej Europie. Unikatowość zbiorowisk muraw galmanowych i ich siedlisk, ich istotny wkład w różnorodność biologiczną regionów oraz ich szybkie zanikanie były przyczyną włączenia ich na listę siedlisk przyrodniczych o dużym znaczeniu dla Wspólnoty, wymagających ochrony w Europejskiej Sieci Obszarów Chronionych Natura 2000. Wpisując się w założenia ochrony polskich muraw galmanowych w obszarach Natura 2000, w projekcie pt. „Dobre praktyki dla wzmocnienia bioróżnorodności i aktywnej ochrony muraw galmanowych rejonu śląsko-krakowskiego – „BioGalmany” (trwającym od 2018 do 2021 roku) przewidziane są prace z zakresu ochrony czynnej, zmierzające do utrzymania lub odtworzenia tych wyjątkowych ekosystemów, wraz z ich cennymi gatunkami. Działania te zostały podjęte na tak dużą skalę po raz pierwszy w naszym kraju. Objęto nimi kilka

dużych stanowisk muraw galmanowych, w sumie prawie 20 ha hałd odpadów cynkowo-ołowiowych. Na każdym stanowisku, w zależności od wyników oceny jego początkowego stanu (inventaryzacji przyrodniczej), odpowiednie dla muraw warunki siedliskowe i różnorodność gatunkowa będą utrzymywane, poprawiane lub przywracane poprzez wykonywane z różną intensywnością zabiegi: rozluźnianie zwartej murawy i wojłoku, odsłanianie mineralnej warstwy metalonośnej gleby, koszenie ekspansywnych roślin zielnych, wycinane drzew i krzewów, a następnie sianie nasion i/lub sadzenie siewek (uzyskanych z hodowli) wybranych gatunków lokalnych zbiorowisk galmanowych. Efekty wykonanych działań będą szczegółowo monitorowane. Dane z tego monitoringu pozwolą

na ocenę skuteczności wdrażanych planów ochronnych i na zaplanowanie wieloletnich działań wobec muraw galmanowych i ich cennych metalofitów, w tym *B. laevigata*. Pogłębią one także wiedzę o ekosystemach powiązanych z metalami ciężkimi.

Podziękowania

Praca wykonana w ramach projektu „Dobre praktyki dla wzmocnienia bioróżnorodności i aktywnej ochrony muraw galmanowych rejonu śląsko-krakowskiego – BioGalmany”, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Spójności, Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020, umowa numer POIS.02.04.00-00-0043/17.