

## Introdukowana populacja *Biscutella laevigata* L. na składowisku odpadów popłuczkowych rud cynkowo-ołowiowych w Piekarach Śląskich – stan aktualny i perspektywy rozwoju

Adam ROSTAŃSKI<sup>1\*</sup>, Monika JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA<sup>2</sup>, Łukasz STRZELECZEK<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

### Wprowadzenie

*Biscutella laevigata* L. (pleszczotka górską) znana jest z czterech naturalnych stanowisk w Polsce. Stanowisko z Dolnego Śląska aktualnie ma znaczenie tylko historyczne. Trzy współcześnie istniejące to stanowisko wysokogórskie w Tatrach Zachodnich i dwie lokalizacje niżowe: na hałdach odpadów po górnictwie rud cynku i ołowiu w rejonie Olkusza (Wyżyna Śląsko-Krakowska) oraz w obrębie muraw naskalnych w Zagorzycach (Niecka Nidziańska) (Dobrzańska 1955, Grodzińska i Szarek-Łukaszewska 2009, Nowak i in. 2011, Przemyski i Piwowarczyk 2012, Wierzbicka i Rostański 2002, Rostański i in. – Rozdział 3, niniejszy tom). Czwarte stanowisko jest wynikiem niedawnej jej introdukcji. Powstało ono w roku 2009 po wprowadzeniu nasion pleszczotki górskiej na hałdę (zwałowisko) odpadów popłuczkowych z przerobu rud cynku i ołowiu, znajdujące się w Dołkach (50°21'12"N, 19°00'10"E) osiedlu w Piekarach Śląskich (Górny Śląsk) (Rostański 2014).

Zwałowisko w Dołkach („Dołki”) utworzone zostało z odpadów popłuczkowych huty „Ble-

ischarley”, później „Orzeł Biały” (produkującej ołów do lat 80. XX wieku) w Piekarach Śląskich. Odpady te wytwarzane były w procesie wstępnego, grawitacyjnego wzbogacania rud cynku i ołowiu. Składały się na nie głównie szlamy dolomitowe, w których, ze względu na małą wydajność procesu wzbogacania, pozostawały duże ilości minerałów rudnych (Fajfer i in. 2010). Odpady popłuczkowe pozostawiane były w okolicy zakładów przerobczych w licznych nadpoziomowych składowiskach. Jednym z nich jest hałda „Dołki” powstała w latach 1915–1930. Aktualnie jest to wzgórze o wysokość bezwzględnej 11 m, zajmujące powierzchnię około 1,2 ha (Ryc. 1). W jego bezpośrednim otoczeniu znajdują się tereny użytkowane rolniczo, nieużytki, posesje z zabudową mieszkalną oraz drogi.

Odpady popłuczkowe tworzą niekorzystne warunki dla rozwoju roślin, głównie ze względu na bardzo wysokie, toksyczne zawartości w nich metali ciężkich pochodzących z pozostałych w nich minerałów kruszczoonych. W materiale zwałowiska „Dołki” (dolomitowych szlamach) stwierdzono od 73 000 do 89 900 mg/kg cynku, od 17 700 do 18 300 mg/kg ołowiu oraz od 388 do 447 mg/kg kadmu (Kucharski i in. 2011, Rostański i in. 2016). Stężenia te są wielokrotnie

\* Autor korespondujący

wyższe od tych przyjmowanych jako dopuszczalne dla gleb nawet w obszarach przemysłowych, które wynoszą dla cynku 2000 mg/kg, dla ołowiu 600 mg/kg i dla kadmu 15 mg/kg (Brunarska i Szarek-Łukaszewska – Rozdział 2, niniejszy tom). Jednak część zwalowiska posiada aktualnie dość dobrze rozwiniętą pokrywę roślinną. Powstawała ona na mineralnym podłożu hałdy przez ponad 80 lat jako wynik zarówno zabiegów rekultywacyjnych jak i naturalnej sukcesji roślinnej (Rostański i in. 2016). Stoki hałdy prawie w całości są pokryte darnią roślin zielnych, tworzących zbiorowisko murawowe. Pojedyncze drzewa i krzewy pozostały tu z niegdysiejszych nasadzeń rekultywacyjnych, ale ich stan nie jest najlepszy. Część szczytowa zwalowiska jest większości pozbawiona roślin (Ryc. 2).

W celu opracowania skutecznej metody utworzenia pokrywy roślinnej, a zatem ograniczenia erozji wietrznej i wodnej, w szczytowej części zwalowiska „Dołki” przeprowadzono eksperyment polowy (Rostański i in. 2012, 2016, Rostański 2014). Zastosowano w nim kilka metod wspomagających sukcesję roślinną na mineralnych podłożach terenów pogórniczych. Badania sukcesji roślinnej prowadzone na takich terenach pokazały, że to właśnie ona daje szansę na rozwój dobrze przystosowanych i samodzielnie funkcjonujących zbiorowisk w trudnych warunkach siedliskowych tych obszarów (Prach i Walker 2011, Szarek-Łukaszewska 2015). Jednak spontaniczne tworzenie się pokrywy roślinnej jest długim procesem, głównie ze względu na ograniczoną pulę diaspor odpowiednich gatunków, słabe rozprzestrzenianie się roślin i niekorzystne właściwości podłoża. Można ją przyspieszyć poprzez wprowadzenie na pozbawione roślinności podłoża m.in. mieszanek nasion wybranych gatunków, biomasy ściętych roślin z zawiązanymi nasionami (siano) czy fragmentów darni z glebą, która zawiera bank nasion oraz mikroorganizmy (Kirmer i Tichew 2006, Řehounková i in. 2011). Ważne jest aby każdy z lub materiałów pochodził ze miejsc o warunkach siedliskowych zbliżonych do tych, na których utworzona ma być na nowo pokrywa roślinna.

Eksperyment na hałdzie „Dołki” rozpoczął się w 2009 roku. Na poletkach badawczych, wyznaczonych na jej nagiej szczytowej części, wysiano nasiona roślin, rozłożono siano i umieszczono bloki

darni z glebą (szczegóły metodyki w Rostański i in. 2012). Wszystkie użyte w eksperymencie materiały pochodziły z siedlisk murawowych o podobnym charakterze, w tym z murawy z pleszczotką górską z hałd galmanowych w Bolesławiu (rejon Olkusza) (Szarek-Łukaszewska i Grodzińska 2011, Jędrzejczyk-Korycińska i Szarek-Łukaszewska – Rozdział 10, niniejszy tom). Prowadzone w kolejnych sezonach obserwacje poletek badawczych pokazały, że zastosowane metody odtworzenia pokrywy roślinnej nie przyniosły oczekiwanych efektów (Rostański 2014, Rostański i in. 2016). Jedynie na poletkach z transplantomowaną darnią oraz na tych z wysianymi nasionami gatunków muraw galmanowych, w sezonie 2010 zaobserwowano po kilka siewek roślin, które wykiełkowały z wprowadzonych tam nasion. Były to siewki *Silene vulgaris* (Moench) Garcke (lepnicy rozdętej), *Lotus corniculatus* L. (komonicy zwyczajnej), *Daucus carota* L. (marchwi zwyczajnej), *Reseda lutea* L. (rezedy żółtej) oraz pleszczotki górskiej. W kolejnych latach zanikły wszystkie rośliny z wyjątkiem pleszczotki górskiej, która rozwinęła się w liczną populację (Ryc. 3, 4).

## Rozwój populacji *B. laevigata* na hałdzie „Dołki”

Obserwacja populacji pleszczotki górskiej na wierzcholinie hałdy „Dołki” prowadzona była regularnie w każdym kolejnym sezonie w okresie od 2009 do 2019 roku. Rozwój tej populacji w aspekcie ilościowym i przestrzennym pokazano na Rycinie 5 i 6.

Wzrost liczby osobników *B. laevigata* na odpadach popłuczkowych następował początkowo powoli (Ryc. 5). W 2010 roku z kilkudziesięciu wysianych nasion pleszczotki górskiej na jednym z poletek rozwinęły się jedynie dwa osobniki wegetatywne (rozety). Rok później ich rozety rozrosły się i jeden osobnik rozpoczął kwitnienie. Wiosną 2012 roku osobniki te weszły w pełny cykl reprodukcyjny i wytworzyły liczne kwiaty oraz owoce (faza generatywna). Ponadto latem tego roku na poletkach zidentyfikowano kilka młodych siewek (drobne kilkulistne rozetki) i starszych osobników *B. laevigata*, przy czym jedne pojawiły się obok pierwszych (wyjściowych) osobników inne dalej od nich. W 2013 r.

zanotowano już kilkanaście osobników, które kwitły i owocowały. Wokół nich pojawiło się także wiele młodych rozet – nowych osobników. Trzy lata później na hałdzie „Dołki” było już kilkadziesiąt osobników generatywnych i kilkaset osobników wegetatywnych w formie siewek i roślin starszych o różnej wielkości rozet. Po kolejnych trzech latach, w roku 2019, naliczono kilkaset osobników kwitnących i ponad tysiąc osobników wegetatywnych (rozet). Dokładnie zidentyfikowano 304 rośliny kwitnące i rozsiewające nasiona, 583 osobniki w postaci mniejszych i większych rozet oraz 635 siewek. Dziesięć lat po wysiewie nasion i skielkowaniu pierwszych dwóch z nich, cała populacja *B. laevigata* na odpadach popłuczkowych zwalowiska „Dołki” liczyła 1522 osobników w różnych stadiach rozwojowych (Ryc. 5). Wieloletnia obserwacja pleszczotki górskiej na zwalowisku „Dołki” wskazuje zatem na możliwy dalszy dynamiczny rozwój populacji na tym nowo utworzonym stanowisku.

Przestrzenny rozwój populacji pleszczotki górskiej na odpadach popłuczkowych w pierwszych trzech latach opierał się na opanowywaniu przez nią najbliższego otoczenia wokół pierwszych dwóch okazów maciecznych (w promieniu 3–4 m) (Ryc. 6). Następnie obserwowano już rośliny w miejscach coraz dalej od nich położonych. W roku 2019 zanotowano nowe osobniki w odległości ponad 20 m od osobników wyjściowych. Pleszczotka górska opanowała również licznie południowo-wschodnie zbocze hałdy (poza poletkami badawczymi). Nasiona *B. laevigata* stwierdzano nie tylko w pobliżu osobników macierzystych, ale duża ich część przenoszona była przez wiatr i wodę na znaczną odległość i rozprzestrzeniała się głównie ku dołowi zwalu.

Wiele lat monitoringu populacji *B. laevigata* na zwalowisku „Dołki” pozwoliło zauważyć ważne przystosowanie tego gatunku do specyficznych zjawisk tu występujących – ruchów mrozowego gruntu (inaczej pęcznienia mrozowego gruntu). W trakcie przymrozków ruchy powierzchni gruntu mogą być znaczne (obserwacja własna). Warstwa powierzchniowa materiału zwalowiska może wznosić się nawet na wysokość 10 cm pod wpływem zamarzania wody w jej części przypowierzchniowej (Ryc. 7). Tego typu ruchy podłoża eliminują większość siewek i młodych roślin różnych gatunków

wkraczających na odkryty grunt wierzchowiny zwalowiska (Rostański 2014). Jednak pleszczotka górska ze względu na długie i silne korzenie, zakotwiczone ją w głębszych warstwach podłoża, wytrzymuje jego ruchy mrozowe i rozwija się normalnie z nastaniem wiosny. Ruchy mrozowe gruntu hałdy wydają się być równie ważnym czynnikiem selekcyjnym eliminującym wkraczające na niego rośliny, jak jego toksyczność (Ryc. 8).

Powstanie licznej populacji pleszczotki górskiej na odpadach popłuczkowych zwalowiska „Dołki” potwierdza jej przydatność w fitostabilizacji metalonośnych gruntów. Wykazana ona była wcześniej w eksperymentach prowadzonych na odpadach poflotacyjnych w rejonie Olkusza (Rostański 2014, Muszyńska i in. – Rozdział 7, niniejszy tom). W nich, podobnie jak na „Dołkach”, wykorzystywano nasiona roślin pochodzących z hałdy odpadów pogórnich (bogaty w metale) z rejonu Olkusza. Pleszczotka górska z tych hałd wykazuje szereg adaptacji do trudnych warunków tych siedlisk (Bemowska-Kałużun i in. – Rozdział 6, niniejszy tom).

Monitoring eksperymentu introdukcji pleszczotki górskiej na zwale „Dołki” planowany jest na kolejne lata. Będzie obserwowana nie tylko dynamika tej populacji, ale i innych pojawiających się już obok *B. laevigata* gatunków (m.in. *S. vulgaris*). Ważnym wydaje się pytanie czy bez dalszej ingerencji człowieka, pleszczotka górska zainicjuje powstawanie wielogatunkowej, zwartej pokrywy roślinnej na odpadach popłuczkowych z rud cynkowo-ołowiwych?

## Podsumowanie

Na zwalowisku popłuczkowym „Dołki” stwierdzono dynamiczny rozwój populacji *B. laevigata*, który rozpoczęły 2 osobniki wyrosłe z nasion wysianych w 2009 roku. Wielkość populacji z roku na rok jest większa, kwitnienie i owocowanie osobników jest obfite, a stan populacji obiecujący. Pleszczotka górska wykazuje odporność na ruchy mrozowe gruntu. Wydaje się to być jej ważnym przystosowaniem szczególnie w kolonizacji mineralnych podłoży pozbawionych pokrywy roślinnej.