

Możliwość wykorzystania wybranych roślin miododajnych do rekultywacji terenów po eksploatacji siarki

¹Krzysztof Klimont, ¹Zofia Bulińska-Radomska, ²Józef Górka

¹Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie
05-870 Błonie, Polska

²Kopalnia Siarki „Jeziórko” S.A. w Jeziorku, Polska

Abstrakt. W latach 2009–2011 badano możliwość wykorzystania wybranych gatunków roślin miododajnych do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych siarki wydobywanej metodą otworową, pokrytych wapnem poflotacyjnym i wzbogaconych osadem ściekowym.

Wapno poflotacyjne nawieziono jednorazowo osadem ścieków komunalnych w dawce $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast corocznie w okresie wiosennym stosowano nawożenie mineralne w ilości $70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $75 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $100 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$. W pracy przedstawiono wyniki obserwacji dokonanych na 99 gatunkach roślin miododajnych: jednorocznych, dwuletnich i wieloletnich. Badano wschody polowe, fazy rozwojowe roślin, przydatność testowanych gatunków do rekultywacji bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego poprzez ocenę ich bujności w 10-stopniowej skali, a także ich glebotwórcze oddziaływanie na podłoże oraz przeżywalność w warunkach stresu abiotycznego. Przeprowadzone badania wykazały, że najlepiej wschodziły nasiona bazylii pachnącej, facelii błękitnej, gorczycy jasnej, gryki zwyczajnej, kapusty rzepaku, kozieradki błękitnej i pospolitej, maczku kalifornijskiego, nostrzyku białego (forma jednoroczna i dwuletnia), ogórecznika lekarskiego, pszczelnika mołdawskiego, rukwi siewnej, seradeli pastewnej, słonecznika zwyczajnego, chabra nadreńskiego i bławatka, ślázówki ogrodowej, ostrzenia pospolitego, przegorzana kulistego, urzetu barwierskiego, szczeci sukienniczej i farbownika lekarskiego. Najstabilniej wschodziły natomiast nasiona: niecierpka Roylego i balsaminy, arcydzięgla litwora, dziurawca zwyczajnego, groszku leśnego, kłosowca olbrzymiego i pomarszczonego, mięty długolistnej i pieprzowej, lubczyku ogrodowego i omanu wielkiego.

Wśród ocenianych gatunków jednorocznych roślin miododajnych najbardziej przydatne pod względem możliwości wykorzystania do rekultywacji okazały się: facelia błękitna, gorczyca jasna, gryka zwyczajna, kapusta rzepak, maczek kalifornijski, nostrzyk biały, rukiew siewna, słonecznik zwyczajny, śláz kędzierzawy, kolendra siewna, ogórecznik lekarski, seradela pastewna,

kozieradka błękitna i pospolita, cząber ogrodowy, czarnuszka damasceńska, chaber bławatek, pszczelnik mołdawski, ślázówka ogrodowa, śláz mauretański oraz mak polny. Z gatunków dwuletnich były to: chaber nadreński, nostrzyk biały, ostrzeń pospolity, urzet barwierski, przegorzan kulisty, szczeć sukiennicza, dzwonek ogrodowy, jasieniec piaskowy, serdecznik syberyjski i szalwia muszkatołowa. Wśród gatunków wieloletnich testowanych na wapiennym podłożu największą bujnością wykazały się: dalia zmienna, kocimiętka właściwa i naga, mikołajek płaskolistny, nawłóć kanadyjska, późna i pospolita, rożnik przerośnięty, szalwia okrągowa, ślázowiec pensylwański, ślázówka turyngska, hyzop lekarski, chaber driakiewnik, komonica zwyczajna, przegorzan pospolity i węgierski, farbownik lazurowy i lekarski, przelot pospolity, serdecznik pospolity i kozłek lekarski. Najmniej przydatne okazały się z gatunków jednorocznych: wyka siewna i niecierpek Roylego, z dwuletnich arcydzięgiel litwor, z wieloletnich: jeżówka purpurowa, kłosowiec olbrzymi, dziurawiec zwyczajny i oman wielki.

Rośliny miododajne wraz z osadami ściekowymi korzystnie oddziaływały na podłoże wapna poflotacyjnego wpływając na inicjację życia biologicznego, a wytworzona materia organiczna i kompleks sorpcyjny sprzyjają gromadzeniu składników pokarmowych i wody.

słowa kluczowe: rośliny miododajne, osady ściekowe, tereny zdewastowane, proces glebotwórczy, rekultywacja.

WSTĘP

Tereny zdewastowane przez gospodarkę człowieka obejmują grunty zniekształcone przez przemysłową eksploatację kopalni, składowanie odpadów przemysłowych i komunalnych, degradację chemiczną i działalność rolniczą (Kalinowska, 1994; Żukowski, 2005). Z tego powodu wymagają one koniecznie rekultywacji, celem wznowienia procesów glebotwórczych, inicjacji życia biologicznego w podłożu i przywrócenia szaty roślinnej właściwej dla odtworzonego podłoża (Góral, 2001). Zastosowane do rekultywacji różnych podłoży gatunki roślin muszą spełniać określone warunki umożliwiające uprawę

Autor do kontaktu:

Krzysztof Klimont
e-mail: k.klimont@op.pl
tel. +48 15 833 23 27

Praca wpłynęła do redakcji 10 sierpnia 2012 r.

na gruntach bardzo zróżnicowanych pod względem stopnia uwilgotnienia, odczynu, zwięzłości podłoża, jego zasobności oraz zawartości substancji szkodliwych.

Proces rekultywacji gruntów poeksploatacyjnych siarki wydobywanej metodą otworową na terenie Kopalni Siarki „Jeziórko” w okolicach Tarnobrzega polegał na neutralizacji ich kwasowości poprzez pokrycie wapnem poflotacyjnym, a w następnym etapie użyźnieniu osadami ścieków komunalnych i wysadzeniu odpowiednio dobranych gatunków roślin. Nawiezenie wapna poflotacyjnego osadami ścieków komunalnych zainicjowało w nim procesy glebotwórcze (Siuta, Jońca, 1997; Jońca, 2000; Klimont i in., 2002). Jabłoński (2000) donosi o celowości zakładania tzw. pastwisk pszczelich poprzez wysiew na ugorach i odłogach oraz na gruntach zdewastowanych wieloletnich gatunków roślin miododajnych, które dają „pożytki pszczele”. Kołtowski i Jabłoński (2001) wyróżniają przy tym 12 gatunków bylin, 4 gatunki dwuletnie i jeden jednoroczny, które są przydatne do wykorzystania na gruntach słabszych, piaszczystych, ubogich w próchnicę.

W przypadku wiesiołka dwuletniego i ogórecznika lekarskiego, oprócz pożytku z kwiatów, również nasiona i oleje z nich wytłoczone mogą służyć jako dodatki do mąki pszennej chlebowej, dając obiecujące efekty (Kopnoka i in., 1999).

Wyniki wcześniejszych badań Klimonta (2004, 2007) oraz Klimonta i Bulińskiej-Radomskiej (2010) pokazały, że wybrane gatunki roślin miododajnych, zarówno krótkotrwałych, jak i wieloletnich, mogą być zastosowane do rekultywacji bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ścieków komunalnych.

Celem prowadzonych badań była ocena i selekcja odpowiednich gatunków roślin miododajnych pod względem przydatności do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych siarki oraz próba określenia ich glebotwórczego oddziaływania na podłoże.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie z roślinami miododajnymi prowadzono na terenie poeksploatacyjnym Kopalni Siarki „Jeziórko” niedaleko Tarnobrzega, gdzie zastosowano metodę otworową. W celu likwidacji zakwaszenia i wyrównania niecek osiadania terenu obszary te pokryto wapnem poflotacyjnym o miąższości ok. 6 m (Jońca, 2000). Przemieszczano je na pole poeksploatacyjne za pomocą hydrotransportu z pobliskiej Kopalni Siarki „Machów”, gdzie było ono odpadem poflotacyjnym w procesie otrzymywania siarki z rudy siarkowej wydobywanej metodą odkrywkową. Według danych literaturowych (Gołda, 2007) wapno poflotacyjne określa się jako gliny średnie pylaste na granicy z glinami lekkimi pylastymi, o pH 7,3, zawierające następujące frakcje: piasek (39%), pył (27%), części spławiane (34%) w tym il koloidalny (7%). Wiosną 2002 roku wapno poflotacyjne nawieziono osadami ścieków komunalnych

w dawce 500 m³·ha⁻¹ i dokładnie z nim wymieszano broną talerzową na głębokość 25 cm. Następnie dążąc do tego, aby wyniki oceny badanych gatunków roślin były porównywalne, wniesiono ujednoczone nawożenie mineralne w ilości 70 kg N·ha⁻¹, 75 kg P₂O₅·ha⁻¹ oraz 100 kg K₂O·ha⁻¹ i zabieg ten powtarzano corocznie wiosną. Wysokość nawożenia ustalono uwzględniając wyniki wcześniejszych badań przeprowadzonych z innymi gatunkami roślin na tym podłożu, zwiększając przy tym dawki P i K (Klimont i in., 2002). Na tak przygotowanym podłożu założono doświadczenie metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Wysiano nasiona 19 gatunków roślin miododajnych, które uzupełniono 6 gatunkami w roku 2003.

W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki 3-letnich badań prowadzonych w latach 2009–2011, dokonanych na 99 gatunkach roślin miododajnych (33 jednorocznych, 21 dwuletnich i 45 wieloletnich) pod względem ich przydatności do rekultywacji bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego użyźnionego osadami ściekowymi. Badania prowadzono również w 4 powtórzeniach metodą bloków losowanych, wielkość poletek do zbioru wynosiła 2 m². Są one kontynuacją badań rozpoczętych w 2002 roku, a wyniki za lata 2002–2003 (26 gatunków roślin), 2004–2006 (45 gatunków) i 2007–2008 (73 gatunki) wykorzystano w dyskusji niniejszej pracy. Podstawą doboru gatunków roślin miododajnych do badań były konsultacje z prof. Jabłońskim, jego publikacje (Jabłoński, 1993, 2000) oraz wyniki wcześniejszych badań dotyczące doboru roślin na stanowiska pokopalniane (Klimont i in., 2002; Klimont, 2004), a także doniesienia Górala (2001).

Aby corocznie mogły być oceniane te same gatunki roślin miododajnych, każdego roku wiosną wysiewano nasiona wszystkich gatunków roślin jednorocznych oraz form dwuletnich i wieloletnich, które wypadły z poletek badawczych. Oceny bujności gatunków roślin dwuletnich i wieloletnich, których nasiona wysiano jako uzupełnienie ubytków na poletkach badawczych, dokonywano w drugim roku wegetacji, tj. w 2009 roku oceniano te wysiane w roku 2008, w 2010 z siewu w 2009 roku, a w 2011 z siewu w roku 2010. Pozwoliło to na porównanie z wynikami dla roślin kontynuujących wzrost.

Nasiona wysiewano ręcznie w rzędy co 30 cm, w ten sposób, aby odległość roślin w rzędzie wynosiła ok. 5 cm, siewu dokonywano w drugiej lub trzeciej dekadzie kwietnia, w zależności od warunków meteorologicznych. Aby zapobiec wkraczaniu chwastów i mieszanemu się gatunków, odległość między poletkami wynosiła 75 cm, a między blokami 100 cm. Po wschodach roślin poletka odchwaszczano ręcznie i zruszono międzyrzędzia, niszczone również mechanicznie chwasty między poletkami i blokami. Oceniano wschody połowe wszystkich gatunków roślin jednorocznych, a także tych taksonów dwuletnich i wieloletnich, których nasiona wysiano w miejsce roślin wypadłych wskutek suszy lub wymarznienia. Badano również fazy rozwojowe wybranych gatunków roślin i przydatność

badanych gatunków do rekultywacji poprzez ocenę bujności w 10-stopniowej skali według Górala, gdzie 0° oznacza zupełny brak roślin, a 9° rośliny bujne, gęsto, równomiernie i obficie porastające podłoże (Góral, Rola, 2001). Określenia: rośliny najbardziej bujne (7–9°), średnio bujne (4–6°), o słabej bujności (0–3°) zostały wprowadzone przez autorów na potrzeby niniejszego doświadczenia. Glebotwórcze oddziaływanie roślin miododajnych na bezglebowe wapienne podłoże określono poprzez oznaczenie zawartości materii organicznej metodą Tiurina, zawartości składników pokarmowych: P₂O₅, K₂O i Mg metodą Egnera-Riehma oraz wartości pH potencjometrycznie w poziomie organiczno-próchnicznym. Wariant kontrolny stanowiło wapno poflotacyjne bez użyźnienia osadem ściekowym i nieporośnięte żadną roślinnością.

Obliczeń statystycznych dokonano metodą analizy wariancji poprzez syntezę wyników z lat badań, natomiast istotność różnic między średnimi oceniono testem Tukeya przy $\alpha = 0,05$. Dane dotyczące wschodów polowych ocenione w wartościach procentowych transformowano do formy $\arcsin\sqrt{x}$ w celu ujednoczenia wariancji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebieg warunków pogodowych był zróżnicowany w latach badań. Pierwszy rok, 2009, był chłodny późną wiosną i upalny latem (szczególnie w połowie lipca), co nie sprzyjało wegetacji ocenianych gatunków roślin, obfity w opady jesienią, co z kolei umożliwiło dostateczne uwilgotnienie podłoża. Drugi, 2010 rok charakteryzował się ciepłą, obfitą w opady wiosną oraz podobnym latem, co sprzyjało wegetacji i bujności roślin. Również trzeci rok

badań, 2011, był ciepły i obfity w opady, szczególnie latem, co spowodowało, iż był on najkorzystniejszy dla wegetacji roślin (IMGW, 2009–2011) (tab. 1).

Trzyletnie badania związane z możliwością wykorzystania wybranych gatunków roślin miododajnych do rekultywacji terenów po eksploatacji siarki, pokrytych wapnem poflotacyjnym i użyźnionych osadem ściekowym, wykazały, że wschody połowe ocenianych gatunków były bardzo zróżnicowane. Wśród testowanych gatunków najlepiej wschodziły nasiona bazylii pachnącej, facelii błękitnej, gorczycy jasnej, gryki zwyczajnej, kapusty rzepaku, kozieradki błękitnej i pospolitej, maczku kalifornijskiego, nostryku białego (forma jednoroczna i dwuletnia), ogórecznika lekarskiego, pszczelnika mołdawskiego, rukwi siewnej, seradeli pastewnej, słonecznika zwyczajnego, chabra nadreńskiego i bławatka, ślázówki ogrodowej, ostrzenia pospolitego, przegorzanu kulistego, urzetu barwierskiego, szczeci sukienniczej i farbownika lekarskiego, wschody od 85 do 99%. Istotnie słabiej kiełkowały nasiona fenkułu włoskiego, chabra wielkogłówkowego, dzięgla leśnego, niezapominajki leśnej, kolendry siewnej, naparstnicy purpurowej, ostropestu plamistego, dziewanny wielkokwiatowej, ostrożnia warzywnego, rutwicy lekarskiej, żmijowca zwyczajnego, kozłka lekarskiego, rezedy żółtawej, tojeści krwistej, żmijowca greckiego, przelotu pospolitego i szalwii muszkatolowej, wschody połowe w granicach od 48 do 65%. Istotnie słabiej od pozostałych wschodziły nasiona niecierpka Roylego i balsaminy, arcydzięgla litwora, dziurawca zwyczajnego, groszku leśnego, kłosowca olbrzymiego i pomarszczonego, mięty długolistnej i pieprzowej, lubczyku ogrodowego i omanu wielkiego, bo tylko w 12–33% (tab. 2). Obserwacje prze-

Tabela 1. Suma opadów miesięcznych oraz średnia miesięczna temperatura powietrza w latach 2009–2011
Table 1. Monthly rainfall and mean temperature in years 2009–2011.

Miesiąc Month	Lata; Years					
	2009		2010		2011	
	suma opadów rainfall [mm]	temperatura temperature [°C]	suma opadów rainfall [mm]	temperatura temperature [°C]	suma opadów rainfall [mm]	temperatura temperature [°C]
Styczeń; January	18,9	-2,8	23,8	-7,6	25,6	-1,0
Luty; February	18,4	-0,8	29,2	-1,8	14,2	-3,6
Marzec; March	66,4	2,2	16,6	3,6	10,1	3,4
Kwiecień; April	7,6	11,6	34,1	9,4	49,9	10,8
Maj; May	72,6	13,7	168,4	14,0	30,7	14,3
Czerwiec; June	89,2	16,4	44,8	17,8	55,5	18,5
Lipiec; July	71,7	20,0	125,7	21,2	382,9	18,1
Sierpień; August	57,8	18,7	106,1	19,5	17,8	19,0
Wrzesień; September	44,7	15,5	88,9	12,3	5,9	15,5
Październik; October	101,2	7,3	9,2	5,6	23,8	8,0
Listopad; November	48,7	5,4	48,2	6,5	0,0	2,4
Grudzień; December	49,7	-1,1	34,3	-4,7	21,3	1,8
Styczeń–grudzień January–December	646,9	8,8	729,3	8,0	637,7	8,9

Tabela 2. Ocena bujności i wschodów polowych wybranych gatunków roślin miododajnych wykorzystanych do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych kopalni siarki pokrytych wapnem poflotacyjnym i wzbogaconym osadami ściekowymi (2009–2011)
 Table 2. Evaluation of luxuriance of some honey-yielding plants grow for soil recovery on sulphur mine wasteland fertilized with flo-tation lime and thickened municipal sludge (2009–2011).

Gatunek rośliny Plant species (Latin and Polish name)		Wschody polowe Seedlings [%]		Bujność roślin Plant vigour (0–9 ^o)
		A	B	
1		2	3	4
Rośliny jednoroczne; Annual plants				
<i>Borago officinalis</i> L.	ogórecznik lekarski	9,6	93	8
<i>Brassica napus</i> L. ssp. <i>napus</i>	kapusta rzepak	9,7	95	9
<i>Centaurea cyanus</i> L.	chaber bławatek	9,2	85	7
<i>Coriandrum sativum</i> L.	kolendra siewna	7,2	52	8
<i>Dracocephalum moldavicum</i> L.	pszczelnik mołdawski	9,7	95	7
<i>Echium creticum</i> S.S.	zmijowiec grecki	7,8	61	6
<i>Elsholtzia cristata</i> Willd.	marzmięta grzebieniasta	8,8	78	6
<i>Eruca sativa</i> DC.	rukiew siewna	9,6	93	9
<i>Eschscholtzia californica</i> Cham.	maczek kalifornijski	9,2	90	9
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.	gryka zwyczajna	9,9	99	9
<i>Foeniculum capillaceum</i> Gilib.	fenkuł włoski	6,9	48	4
<i>Helianthus annuus</i> L.	słonecznik zwyczajny	9,8	97	9
<i>Impatiens balsamina</i> L.	niecierpek balsamina	5,0	25	6
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	niecierpek Roylego	3,4	12	2
<i>Lathyrus odoratus</i> L.	groszek pachnący	8,2	68	6
<i>Lavatera trimestris</i> L.	ślazówka ogrodowa	9,3	88	7
<i>Malva crispa</i> L.	ślaz kędzierzawy	9,0	82	8
<i>Malva mauritiana</i> L.,	ślaz mauretański	8,8	78	7
<i>Melilotus albus</i> Med. (forma jednoroczna)	nostrzyk biały	9,9	99	9
<i>Nigella damascena</i> L.	czarnuszka damasceńska	8,3	70	8
<i>Ocimum basilicum</i> L.	bazylika pachnąca	9,8	97	6
<i>Ornithopus sativus</i> L.	seradela pastewna	9,6	93	8
<i>Papaver rhoeas</i> L.	mak polny	8,7	75	7
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	facelia błękitna	9,9	99	9
<i>Reseda odorata</i> L.	rezeda wonna	8,6	74	6
<i>Satureja hortensis</i> L.	cząber ogrodowy	8,4	72	8
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	ostropest plamisty	7,2	53	5
<i>Sinapis alba</i> L.	gorczyca jasna	9,7	95	9
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	koniczyna krwistoczerwona	8,8	78	5
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	koniczyna perska	8,6	74	5
<i>Trigonella coerulea</i> (L.) Ser.	kozieradka błękitna	9,5	92	8
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	kozieradka pospolita	9,3	87	8
<i>Vicia sativa</i> L.	wyka siewna	5,7	33	3
Rośliny dwuletnie; Biennial plants				
<i>Archangelica officinalis</i> Hoffm.	arcydzięgiel litwor	3,7	14	3
<i>Asclepias incarnata</i> L.	tojeść krwista	7,9	63	6
<i>Campanula medium</i> L.	dzwonek ogrodowy	9,0	82	7
<i>Centaurea rhenana</i> Bor.	chaber nadreński	9,7	95	9
<i>Cichorium intybus</i> L.	cykoria podróźnik	8,3	69	6
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	ostrzeń pospolity	9,7	95	9
<i>Digitalis purpurea</i> L.	naparstnica purpurowa	7,2	52	5
<i>Dipsacus fullonum</i> L.	szczęć sukiennicza	9,3	87	8
<i>Dipsacus silvester</i> Huds.	szczęć pospolita	6,4	42	4
<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	przegorzan kulisty	9,4	90	8
<i>Echium vulgare</i> L.	zmijowiec zwyczajny	7,5	56	4
<i>Isatis tinctoria</i> L.	urzet barwierski	9,7	95	9
<i>Jasione montana</i> L.	jasieniec piaszkowy	8,8	77	7
<i>Leonurus sibiricus</i> L.	serdecznik syberyjski	8,2	68	7
<i>Melilotus albus</i> Med. (forma dwuletnia)	nostrzyk biały	9,9	99	9

cd. tab. 2

1	2	3	4	
<i>Myosotis silvatica</i> (Ehrh.) Hoffm.	niezapominajka leśna	7,0	50	5
<i>Oenothera biennis</i> L.	wiesiołek dwuletni	8,3	70	5
<i>Oenothera paradoxa</i> L.	wiesiołek dziwny	8,7	76	6
<i>Reseda luteola</i> L.	rezeda żółtawa	7,6	59	6
<i>Salvia sclarea</i> L.	szałwia muszkatołowa	8,0	65	7
<i>Verbascum thapsiforme</i> Schrad.	dziewanna wielkokwiatowa	7,4	55	5
Byliny; Perennials				
<i>Agastache anethiodora</i> (Pursh.) Kuntze	kłosowiec fenkułowy	-	-	4
<i>Agastache nepetoides</i> (L.) Kuntze	kłosowiec olbrzymi	4,5	20	3
<i>Agastache rugosa</i> Kuntze	kłosowiec pomarszczony	5,2	26	4
<i>Allium odorum</i> L.	czosnek cuchnący	-	-	4
<i>Anchusa azurea</i> L.	farbownik lazuruowy	-	-	7
<i>Anchusa officinalis</i> L.	farbownik lekarski	9,4	88	7
<i>Angelica silvestris</i> L.	dzięgiel leśny	6,9	48	5
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	przelot pospolity	7,9	63	7
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	chaber driakiewnik	-	-	8
<i>Centaurea macrocephala</i> L.	chaber wielkogłówny	6,9	48	5
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	ostrożeń warzywny	7,4	55	6
<i>Dahlia variabilis</i> (Willd.) Desf.	dalia zmienna	-	-	9
<i>Echinacea purpurea</i> Moench.	jeżówka purpurowa	-	-	2
<i>Echinops commutatus</i> Juratz.	przegorzan węgierski	-	-	8
<i>Echinops ritro</i> L.	przegorzan pospolity	-	-	8
<i>Echinops ruthenicus</i> Bieb.	przegorzan ruski	-	-	6
<i>Eryngium giganteum</i> L.	mikołajek olbrzymi	-	-	5
<i>Eryngium planum</i> L.	mikołajek płaskolistny	-	-	9
<i>Galega officinalis</i> L.	rutwica lekarska	7,5	56	5
<i>Hipericum perforatum</i> L.	dziurawiec zwyczajny	3,9	15	3
<i>Hyssopus officinalis</i> L.	hyzop lekarski	-	-	9
<i>Inula helenium</i> L.	oman wielki	4,1	17	3
<i>Lathyrus silvester</i> L.	groszek leśny	4,9	24	4
<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	ślazówka turyngska	-	-	9
<i>Leonurus cardiaca</i> L.	serdecznik pospolity	-	-	7
<i>Levisticum officinale</i> Koch.	lubczyk ogrodowy	4,2	18	4
<i>Lotus corniculatus</i> L.	komonica zwyczajna	-	-	8
<i>Medicago falcata</i> L.	lucerna sierpowata	-	-	5
<i>Melissa officinalis</i> L.	melisa lekarska	-	-	5
<i>Mentha piperita</i> L.	mięta pieprzowa	4,5	20	4
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	mięta długolistna	4,7	22	4
<i>Nepeta cataria</i> L.v. <i>citriodora</i> Dum.	kocimiętka właściwa	-	-	9
<i>Nepeta nuda</i> L.	kocimiętka naga	-	-	9
<i>Ruta graveolens</i> L.	ruta ogrodowa	-	-	5
<i>Salvia officinalis</i> L.	szałwia lekarska	-	-	6
<i>Salvia verticillata</i> L.	szałwia okrągowa	-	-	9
<i>Sedum middendorffianum</i> Maxim.	rozchodnik amurski	-	-	5
<i>Sida hermaphrodita</i> Rusby	ślazowiec pensylwański	-	-	9
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	roźnik przerośnięty	-	-	9
<i>Solidago canadensis</i> L.	nawłoc kanadyjska	-	-	9
<i>Solidago serotina</i> Ait.	nawłoc późna	-	-	9
<i>Solidago virga aurea</i> L.	nawłoc pospolita	-	-	9
<i>Trifolium repens</i> L.	koniczyna biała	-	-	6
<i>Trifolium pratense</i> L.	koniczyna czerwona	-	-	6
<i>Valeriana officinalis</i> L.	kozłek lekarski	7,6	58	7

A – dane transformowane; transformed data; B – dane rzeczywiste; real data

NIR_{0,05} dla porównania danych transformowanych (wschody polowe) = 1,2; LSD_{0,05} for transformed data (seedlings) = 1.2

0° – brak roślin; no survivor

9° – rośliny bujne (gęsto, równomiernie i obficie porastające podłoże); vigorous plants

- - nie oceniano wschodów polowych w okresie badawczym (gatunki wieloletnie); seedlings has not been evaluated (perennial species)

biegu wegetacji roślin poczynione w okresie pełnej wiosny i wczesnego lata wykazały duże różnice we wzroście i rozwoju ocenianych taksonów. Zdecydowana większość gatunków rozwijała się bujnie, równomiernie i gęsto porastając podłoże. Wśród rozwijających się słabiej były: niecierpek balsamina, kłosowiec pomarszczony i olbrzymi, groszek leśny, mięta pieprzowa i długolistna, natomiast najslabiej rozwijały się: niecierpek Roylego, arcydzięgiel litwor, dziurawiec zwyczajny i oman wielki. Wiąże się to z ich słabszymi wschodami polowymi i mniejszą odpornością na stres abiotyczny występujący w warunkach uprawy na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego.

Uzyskane wyniki trzyletnich badań pokazują, że wśród ocenianych gatunków jednorocznych roślin miododajnych najbardziej przydatne pod względem możliwości wykorzystania do rekultywacji wapna poflotacyjnego, na podstawie wskaźnika bujności, okazały się kolejno: facelia błękitna, gorczyca jasna, gryka zwyczajna, kapusta rzepak, maczek kalifornijski, nostrzyk biały, rukiew siewna, słonecznik zwyczajny, śláz kędzierzawy, kolendra siewna, ogórecznik lekarski, seradela pastewna, kozieradka błękitna i pospolita, cząber ogrodowy, czarnuszka damasceńska, chaber bławatek, pszczelnik mołdawski, ślázówka ogrodowa, śláz mauretański oraz mak polny. Średnią przydatność do rekultywacji tych stanowisk wykazały: bazyliapachnąca, groszek pachnący, marzymięta grzebieniasta, niecierpek balsamina, rezeda wonna, żmijowiec grecki, koniczyna krwistoczerwona i perska, ostropest plamisty oraz fenkuł włoski, a najslabszą wyka siewna i niecierpek Roylego. Z gatunków dwulettnich najbujniej rozwijały się: chaber nadreński, nostrzyk biały, ostrzeń pospolity, urzet barwierski, przegorzan kulisty, szczeń sukiennicza, dzwonek ogrodowy, jasioniec piaskowy, serdecznik syberyjski i szalwia muszkatołowa, średnio: cykoria podróżnik, rezeda żółtawa, tojeść krwista, wiesiołek dziwny i dwuletni, niezapominajka leśna, naparstnica purpurowa, dziewanna wielkokwiatowa, szczeń pospolita i żmijowiec zwyczajny, a najslabiej arcydzięgiel litwor. Wśród gatunków wieloletnich testowanych na wapiennym podłożu największą bujnością wykazały się: dalia zmienna, kocimiętka właściwa i naga, mikołajek płaskolistny, nawłóć kanadyjska, późna i pospolita, rożnik przerośnięty, szalwia okrągowa, ślázowiec pensylwański, ślázówka turyngska, hyzop lekarski, chaber driakiewnik, komonica zwyczajna, przegorzan pospolity i węgierski, farbownik lazuruowy i lekarski, przelot pospolity, serdecznik pospolity i kozłek lekarski. Średnią przydatność wykazały: ostrożeń warzywny, przegorzan ruski, szalwia lekarska, koniczyna biała i czerwona, dzięgiel leśny, chaber wielkogłówkowy, mikołajek olbrzymi, rutwica lekarska, lucerna sierpowata, melisa lekarska, ruta ogrodowa, rozchodnik amurski, kłosowiec fenkułowy i pomarszczony, czosnek cuchnący, groszek leśny, lubczyk ogrodowy oraz mięta pieprzowa i długolistna, a najslabszą: jeżówka purpurowa, kłosowiec olbrzymi, dziurawiec zwyczajny i oman wielki.

Nostrzyk biały, zarówno forma jednoroczna, jak również dwuletnia, gryka zwyczajna, facelia błękitna, chaber nadreński, ostrzeń pospolity, szczeń sukiennicza, urzet barwierski dobrze rosną na każdym podłożu, nawet na glebach ubogich i suchych (Jabłoński, 1993, 2000; Tworowski i in., 1999). Wśród gatunków wieloletnich kocimiętka naga, mikołajek płaskolistny, rożnik przerośnięty, nawłóć kanadyjska, pospolita i późna, przegorzan pospolity i węgierski mogą rosnąć nawet na glebach ubogich i suchych, będąc przy tym taksonami bardzo trwałymi (Jabłoński, 1993; Góral, 2001; Kołodziej i in., 2010). Wymienione gatunki charakteryzowały się największą bujnością na wapienie poflotacyjnym. Również szalwia lekarska i okrągowa oraz hyzop lekarski, wymagające gleb mocniejszych, gliniastych i zasobnych w wapń (Jabłoński, 2000; Klimont, Bulińska-Radomska, 2010), bardzo dobrze rozwijają się na tym podłożu tworząc mocny system korzeniowy, sprawiając, że są gatunkami bardzo trwałymi. Niecierpek balsamina, rezeda wonna, żmijowiec grecki, koniczyna krwistoczerwona i perska, cykoria podróżnik, wiesiołek dziwny i dwuletni, melisa lekarska, serdecznik pospolity, ostrożeń warzywny, ruta ogrodowa i rutwica lekarska wymagające gleb zasobniejszych, w kulturze i wilgotniejszych (Klimont, 2007) rozwijały się średnio, natomiast wyka siewna, niecierpek Roylego, żmijowiec zwyczajny i oman wielki słabo na tym ubogim, twardym i suchym gruncie. Także dla arcydzięgla litwora, dzięgla leśnego, niezapominajki leśnej, preferujących stanowiska wilgotne lub wręcz mokre (Jabłoński, 1993), skłonne do przesychania podłoże wapienne było nieodpowiednie do bujnego rozwoju. Ślázówka turyngska, ogórecznik lekarski, pszczelnik mołdawski dobrze rosnące na glebach związłych, zasobnych w składniki pokarmowe i nieprzesychających (Karaczun i in., 1996; Klimont, 2007), a także ślázowiec pensylwański, rożnik przerośnięty, gorczyca jasna, kolendra siewna wymagające gleb mocniejszych, bogatych w składniki pokarmowe (Jabłoński, 1993; Borkowska, Styk, 2006; Kołodziej i in., 2010), wspaniale rozwijały się na ubogim w składniki pokarmowe podłożu. Wyniki pierwszego etapu badań przeprowadzonego w latach 2002–2003 (Klimont, 2004) odnotowane w niniejszym doświadczeniu były podobne do tych uzyskanych w okresie 2004–2006 (Klimont, 2007). Następnym etapem badań, 2007–2008 (Klimont, Bulińska-Radomska, 2010), wykazał dynamiczne zmiany w bujności i trwałości ocenianych gatunków w stosunku do poprzednich okresów. Porównując uzyskane w niniejszych badaniach wyniki należy odnotować mniej bujny rozwój wiesiołka dwuletniego oraz kłosowca fenkułowego i olbrzymiego, natomiast widać dynamiczny rozwój takich gatunków roślin, jak: ostrzeń pospolity i szczeń sukiennicza oraz ślázowiec pensylwański, ślázówka turyngska, rożnik przerośnięty, kocimiętka właściwa i naga, szalwia okrągowa, nawłóć kanadyjska, późna i pospolita, przegorzan węgierski i pospolity, kozłek lekarski i przelot pospolity.

Tabela 3. Wpływ osadów ściekowych i roślin miododajnych na zawartość przyswajalnego P, K, Mg i materii organicznej w podłożu wapna poftlotacyjnego (2009–2011)
 Table 3. The effect of sewage sludge and honey-yielding plants on organic matter and P, K and Mg in the flotation lime substrate (2009–2011).

Grupa roślin Plants group	Dawki osadów ściekowych Dose of sludge [m ³ ·ha ⁻¹]	Poziom organiczno- próchniczny Organic- humus level	Cechy: Traits																		
			pH (w 1 n KCl; in 1 n KCl)			P ₂ O ₅ [mg·kg ⁻¹ podłoża; substrate]			K ₂ O [mg·kg ⁻¹ podłoża; substrate]			Mg [mg·kg ⁻¹ podłoża; substrate]			substancja organiczna [g·kg ⁻¹ podłoża; substrate]						
			lata years	śr. mean.	2009 2010 2011	lata years	śr. mean.	2009 2010 2011	lata years	śr. mean.	2009 2010 2011	lata years	śr. mean.	2009 2010 2011	lata years	śr. mean.	2009 2010 2011				
Kontrola Control	0	OA	7,60	7,40	7,53	33	28	26	29,0	22	18	25	20,7	12	12	11	11,7	7,7	5,5	6,7	6,6
Rośliny miododajne Honey plants	500	OA	7,54	7,10	7,28	189	295	285	256,3	80	68	55	67,7	17	18	18	17,7	33,9	47,2	35,5	38,9
NIR _{0,05} LSD _{0,05}			r.n.	r.n.	r.n.	24,44	24,44	24,44	22,63	11,12	11,12	11,12	8,75	4,66	4,66	4,66	4,66	9,25	9,25	9,25	9,25

r.n. – różnica nieistotna; difference not significant

Wykorzystanie roślin miododajnych do rekultywacji biologicznej wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ściekowym wpłynęło korzystnie na właściwości chemiczne podłoża, istotnie zwiększając zawartość substancji organicznej w jego wierzchniej warstwie do $38,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (kontrola tylko $6,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), co z kolei skutkowało istotnym wzrostem zawartości przyswajalnych składników pokarmowych – w przypadku P_2O_5 do 256,3, K_2O do 67,7 i Mg do $17,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ podłoża w stosunku do wariantu kontrolnego odpowiednio 29,0, 20,7 i $11,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ podłoża. Obserwuje się zmniejszenie zawartości K_2O , wzrost zawartości P_2O_5 , natomiast poziom Mg pozostaje bez zmian w kolejnych latach badań (tab. 3).

WNIOSKI

1. Na terenach po eksploatacji siarki metodą otworową pokrytych wapnem poflotacyjnym i użyźnionych osadem ścieków komunalnych można z powodzeniem uprawiać wybrane gatunki roślin miododajnych.

2. Najbardziej przydatne do ich rekultywacji biologicznej okazały się takie gatunki roślin miododajnych, jak: facelia błękitna, gorczyca jasna, gryka zwyczajna, kapusta rzepak, maczek kalifornijski, rukiew siewna, słonecznik zwyczajny, nostryk biały, śláz kędzierzawy, kolendra siewna, seradela pastewna, kozieradka błękitna i pospolita, cząber ogrodowy, czarnuszka damasceńska, ogórecznik lekarski, chaber bławatek, pszczołnik mołdawski, ślázówka ogrodowa i mak polny z jednorocznych, urzet barwierski, ostrzeń pospolity, nostryk biały, chaber nadreński, przegorzan kulisty, szczeń sukiennicza, dzwonek ogrodowy, jasioniec piaskowy, serdecznik syberyjski i szalwia muszkatolowa z dwuletnich oraz dalia zmienna, kocimiętka naga i właściwa, mikołajek płaskolistny, nawłóć kanadyjska, pospolita i późna, komonica zwyczajna, rożnik przerośnięty, ślázowiec pensylwański, ślázówka turyngska, szalwia okrągowa, hyzop lekarski, przegorzan pospolity i węgierski, chaber driakiewnik, farbownik lazuruowy i lekarski, przelot pospolity, serdecznik pospolity i kozłek lekarski z wieloletnich. Najmniej przydatne do rekultywacji tych stanowisk okazały się: wyka siewna, niecierpek Roylego, arcydzięgiel litwor, jeżówka purpurowa, kłosowiec olbrzymi, dziurawiec zwyczajny i oman wielki.

3. W porównaniu do wyników wcześniejszych badań na polu badawczym obserwuje się dynamiczny rozwój gatunków wieloletnich, które obficie porastają podłożę, wypierając przy tym gatunki krótkotrwałe. W procesie tym wyróżniają się nawłócie, ze względu na rozrastanie się dzięki kłączom i obfitość nasion rozsiewanych przez wiatr.

4. Zastosowanie roślin miododajnych do rekultywacji biologicznej wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ścieków komunalnych oddziaływało korzystnie na właściwości chemiczne podłoża, zwiększając zawartość materii organicznej i przyswajalnych składników pokarmowych.

5. Wprowadzenie roślin miododajnych do rekultywacji biologicznej terenów po eksploatacji siarki metodą otworową pokrytych wapnem poflotacyjnym i użyźnionych osadem ścieków komunalnych wydaje się być najbardziej racjonalne, ponieważ pozwala jednocześnie utylizować odpady przemysłowe i bytowe odtwarzając szatę roślinną na stanowiskach zdewastowanych z możliwością uzyskania pożytków pszczelich (nektar, pyłek) i efektu estetycznego dla otoczenia.

PIŚMIENNICTWO

- Borkowska H., Styk B., 2006.** Ślázowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby) uprawa i wykorzystanie. WAR Lublin, 69 ss.
- Gołda T., 2007.** Wykorzystanie szlamów poflotacyjnych rudy siarkowej do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych w górnictwie otworkowym siarki. Inż. Ekol., PTIE, Warszawa, 19: 79-88.
- Góral S., 2001.** Roślinność zielna w ochronie i rekultywacji gruntów. Inż. Ekol., PTIE Bydgoszcz, 3: 161-178.
- Góral S., Rola S., 2001.** Trawy na popiołach elektrociepłowni nawożonych osadami ściekowymi. Inż. Ekol., PTIE Bydgoszcz, 3: 146-150.
- IMiGW 2009-2011. Zapiski agrometeorologiczne Stacji Meteorologicznej w Sandomierzu. Sandomierz, 100 ss.
- Jabłoński B., 1993.** Ogródek pszczelarski. Oddz. Pszczelnictwa ISiK, Puławy, ss. 5-53.
- Jabłoński B., 2000.** Krótka charakterystyka roślin wybranych do uprawy pożytków pszczelich. W: O potrzebie i możliwościach poprawy pożytków pszczelich. Oddz. Pszczelnictwa, ISiK Puławy, ss. 24-71.
- Jońca M., 2000.** Zastosowanie osadów ściekowych w rekultywacji Kopalni Siarki „Jeziórko”. Inż. Ekol., PTIE Baranów Sandomierski, 1: 27-30.
- Kalinowska A., 1994.** Ekologia – wybór przyszłości. Editions, „Spotkania”, Warszawa, 375 ss.
- Karaczun W., Osińska E., Suchorska K., Węglarz Z., 1996.** Rośliny zielarskie. W: Nowe rośliny uprawowe na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródło energii. SGGW Warszawa, ss. 149-176.
- Klimont K., 2004.** Przydatność wybranych gatunków roślin użytkowych do rekultywacji terenów zdewastowanych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 497: 673-684.
- Klimont K., 2007.** Przydatność wybranych gatunków roślin miododajnych do rekultywacji osadników wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadami ścieków komunalnych. Biul. IHAR, 244: 249-257.
- Klimont K., Bulińska-Radomska Z., 2010.** Ocena przydatności wybranych gatunków roślin miododajnych oraz różnych form *Salix* spp. do rekultywacji terenów zdewastowanych przez przemysł siarkowy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 555: 517-528.
- Klimont K., Góral S., Jońca M., 2002.** Rekultywacyjna efektywność osadów ściekowych na podłożu wapna poflotacyjnego. Biul. IHAR, 223/224: 415-425.
- Kołodziej B., Wiśniewski J., Sugier D., Stachyra M., 2010.** Wpływ metody zakładania plantacji i nawożenia osadem ściekowym na plonowanie roznika przerosłostnego (*Sil-*

phium perfoliatum L.) uprawianego na cele energetyczne. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 556: 143-150.

- Kołatowski Z., Jabłoński B., 2001.** Attempt to develop an assortment of herbaceous honey-producing plants to be used for the improvement of bee pastures on idle lands. J. Apicult. Sci., 45: 21-27.
- Konopka I., Zadernowski R., Rotkiewicz D., Rashed A.A., 1999.** Badania nad możliwością poprawy jakości pieczywa pszennego dodatkiem oleju i nasion wiesiołka i ogórecznika. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 468: 349-357.
- Siuta J., Jońca M., 1997.** Rekultywacyjne działanie osadu ściekowego na wapnie poflotacyjnym w Kopalni Siarki „Jeziórko”. Mat. Konf. „Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych”. IOŚ Puławy – Lublin – Jeziórko, 26-28 V 1997, ss. 39-48.
- Tworowski J., Szczukowski S., Kwiatkowski J., 1999.** Plon i wartość siewna nasion facelii błękitnej (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 468: 241-247.
- Żukowski B., 2005.** Stan rozpoznania potrzeb rekultywacji gruntów w Polsce. Inż. Ekol., PTIE Warszawa, 10: 7-16.

K. Klimont, Z. Bulińska-Radomska, J. Górka

UTILIZATION POSSIBILITY OF SELECTED HONEY-YIELDING PLANTS FOR RECLAMATION OF ABANDONED SULFUR MINING SITES

Summary

In the years 2009–2011 the possibility was examined of utilization of selected melliferous plants for the reclamation of sulfur post-exploitation area, exploited by bore-hole method, covered with post-flotation lime and enriched with sludge.

Post-flotation lime was supplemented at one time with municipal sludge applying dose of 500 m³ ha⁻¹, whereas annually in the spring period mineral fertilization was used in the quantity of 70 kg N ha⁻¹, 75 kg P₂O₅ ha⁻¹ and 100 kg K₂O ha⁻¹. The paper describes the results of observation carried out on 99 annual, biennial and perennial honeybee species. Field emergence, development of plants, suitability of tested species for the reclamation of soil less ground of post-flotation lime through the evaluation of their luxuriance using 10 degree scale and also their soil form-

ing effect on subsoil were examined. The study showed the best seed germination in *Ocimum basilicum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Sinapis alba*, *Brassica napus*, *Fagopyrum esculentum*, *Trigonella coerulea*, *T. foenum-graecum*, *Eschscholtzia californica*, *Borago officinalis*, *Dracocephalum moldavicum*, *Eruca sativa*, *Ornithopus sativus*, *Helianthus annuus*, *Centaurea cyanus* and *C. rhenana*, *Lavatera trimestris*, *Cynoglossum officinale*, *Echinops sphaerocephalus*, *Isatis tinctoria*, *Dipsacus fullonum*, *Anchusa officinalis*, and both forms (annual and biennial) of *Melilotus albus*. The weakest germination was found in: *Impatiens glandulifera*, *I. balsamina*, *Archangelica officinalis*, *Hipericum perforatum*, *Lathyrus silvester*, *Agastache nepetoides*, *A. rugosa*, *Mentha longifolia*, *M. piperita*, *Levisticum officinale* and *Inula helenium*.

Among evaluated annual honey-yielding plants the following proved to be the most useful considering the possibility of utilization for land reclamation: *Phacelia tanacetifolia*, *Sinapis alba*, *Brassica napus*, *Fagopyrum esculentum*, *Eruca sativa*, *Eschscholtzia californica*, *Helianthus annuus*, *Melilotus albus*, *Borago officinalis*, *Malva crispa*, *Coriandrum sativum*, *Ornithopus sativus*, *Trigonella coerulea*, *T. foenum-graecum*, *Satureja hortensis*, *Nigella damascena*, *Centaurea cyanus*, *Dracocephalum moldavicum*, *Lavatera trimestris*, *Malva mauritiana*, and *Papaver rhoeas*. The following biennial species proved to be the most useful: *Centaurea rhenana*, *Melilotus albus*, *Cynoglossum officinale*, *Isatis tinctoria*, *Echinops sphaerocephalus*, *Dipsacus fullonum*, *Campanula medium*, *Jasione montana*, *Leonurus sibiricus*, and *Salvia sclarea*. Among perennial species tested on the calciferous substrate the most luxuriant growth was shown by: *Dahlia variabilis*, *Nepeta cataria*, *N. nuda*, *Eryngium giganteum*, *Solidago canadensis*, *S. virga aurea*, *S. serotina*, *Silphium perfoliatum*, *Salvia verticillata*, *Sida hermaphrodita*, *Lavatera thuringiaca*, *Hyssopus officinalis*, *Centaurea scabiosa*, *Lotus corniculatus*, *Echinops ritro*, *E. commutatus*, *Anchusa azurea*, *A. officinalis*, *Anthyllis vulneraria*, *Leonurus cardiaca* and *Valeriana officinalis*. The least useful were: *Vicia sativa*, *Impatiens glandulifera*, *Archangelica officinalis*, *Hipericum perforatum*, *Agastache nepetoides*, *Echinacea purpurea* and *Inula helenium*.

Honey-yielding plants, together with sludge, favorable influenced the subsoil of post-flotation lime, having an effect on the initiation of biological life, whereas the organic materials and sorptive complex promote the uptake of nutrients and water.

key words: honey-yielding plants, sewage sludge, devastated areas, soil forming process, land reclamation