

Wpłynęło 09.02.2013 r.
Zrecenzowano 27.02.2013 r.
Zaakceptowano 08.03.2013 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Możliwość wykorzystania ślazuowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) do rekultywacji terenów po otworowej eksploatacji siarki

Krzysztof KLIMONT^{BCDE}
Zofia BULIŃSKA-RADOMSKA^{AF}

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB w Radzikowie, Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych

Streszczenie

W latach 2008–2011 badano możliwość wykorzystania ślazuowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) do rekultywacji wapna poflotacyjnego użyźnionego osadami ścieków komunalnych na terenie poksplawacyjnym Kopalni Siarki „Jeziórko”. Wapno nawieziono osadami ściekowymi w dawce $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i zastosowano nawożenie mineralne N, P, K, które wnoszono corocznie wiosną. Oceniano plon suchej masy, liczbę pędów na roślinie, ich wysokość oraz średnicę. Stwierdzono, że rośliny ślazuowca pensylwańskiego bardzo dobrze rozwijały się na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego, tworząc co roku zwarte, bujne łany. Plon suchej masy wynosił średnio $7,02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i zależał od wartości ocenianych cech plonotwórczych, tj. liczby pędów na roślinie, ich wysokości i średnicy. Warunki meteorologiczne istotnie wpływały na wartość ocenianych cech, a głównymi czynnikami pogodowymi decydującymi o wzroście i rozwoju badanego gatunku była ilość i rozkład opadów w latach badań, gwarantujące dostateczne uwilgotnienie wapiennego podłoża. Wprowadzenie ślazuowca pensylwańskiego do rekultywacji biologicznej wapna poflotacyjnego i użyżnienie go osadem ściekowym wpłynęło korzystnie na właściwości chemiczne podłoża, zwiększając istotnie zawartość materii organicznej i przyswajalnych składników pokarmowych: P, K i Mg, oraz zmniejszając wartość pH.

Słowa kluczowe: wapno poflotacyjne, osady ściekowe, ślazuowiec pensylwański, rekultywacja, rośliny energetyczne, biomasa



Wstęp

Wydobywanie siarki metodą podziemnego wytopu (otworową) w Kopalni Siarki „Jeziórko” koło Tarnobrzega przyczyniło się do dewastacji gruntów przez zniszczenie struktury geologicznej, deformację terenu i zanieczyszczenie gruntu [SIUTA 2001]. Proces rekultywacji tych gruntów polegał na neutralizacji ich zakwaszenia przez pokrycie wapnem poflotacyjnym, następnie na użyczeniu osadem ścieków komunalnych i wprowadzeniu odpowiednio dobranych gatunków roślin i odtworzeniu szaty roślinnej [KLIMONT i in. 2002; SIUTA 2004]. Nawożenie wapna poflotacyjnego osadem ścieków komunalnych zainicjowało w nim procesy glebotwórcze i wzbogaciło w składniki pokarmowe niezbędne roślinom [JOŃCA 2000; KLIMONT i in. 2002; MARTYN i in. 2001]. Prace prowadzone przez SIUTĘ i in. [1996] wykazały, że do rekultywacji tych terenów najbardziej przydatne są kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.) i lucerna mieszańcowa (*Medicago x varia* Martyn). Z kolei z badań KLIMONTA [2007a] oraz KLIMONTA i in. [2012] wynika, że topinambur – słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus* L.), kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schreb.) i jare rośliny oleiste także należą do tych gatunków. Również wybrane gatunki roślin miododajnych okazały się przydatne do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych siarki, wśród nich ślázowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby) [KLIMONT 2007b]. Ten ostatni gatunek jest polecany jako wyjątkowo nadający się do rekultywacji terenów zdegradowanych chemicznie ze względu na bardzo silny system korzeniowy, gwarantujący trwałość tego gatunku [BORKOWSKA, STYK 2006]. Całkiem dobrze rozwija się i plonuje na glebach słabych i nieużytkach, dlatego z powodzeniem może być wykorzystywany do ich zagospodarowywania [BORKOWSKA i in. 2001; BORKOWSKA, STYK 2003]. Gatunek ten obficie i długo kwitnie i dlatego stanowi pożytek dla pszczół jeszcze jesienią [BORKOWSKA, STYK 2006; KOŁTOWSKI 2006]. O przydatności ślázowca pensylwańskiego jako gatunku o właściwościach rekultywacyjnych decyduje jego glebotwórcze oddziaływanie na podłoże przez tworzenie struktury gruzełkowatej i poprawę właściwości fizykochemicznych gleby [BORKOWSKA, WARDZIŃSKA 2003; WARDZIŃSKA 2000] oraz zdolność tego gatunku do wynoszenia z plonem łądyg znacznych ilości metali ciężkich [JASIEWICZ, ANTONKIEWICZ 1999].

Celem badań prezentowanych w niniejszej pracy była ocena przydatności ślázowca pensylwańskiego do rekultywacji bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadem ścieków komunalnych na powierzchni po otworowej eksploatacji siarki.

Materiał i metody badań

Doświadczenie ze ślázowcem pensylwańskim prowadzono na terenie poeksploatacyjnym Kopalni Siarki „Jeziórko” niedaleko Tarnobrzega, gdzie siarkę wydobywano metodą otworową. Obszary te pokryto wapnem poflotacyjnym warstwą ok. 6 m w celu likwidacji zakwaszenia i wyrównania niecek osiadania terenu. Wapno poflotacyjne, będące odpadem poprodukcyjnym z pobliskiej Kopalni Siarki „Machów”, przeniesiono na pole poeksploatacyjne z zastosowaniem hydro-

transportu. GOŁDA [2007] kwalifikuje wapno poflotacyjne jako gliny średnie pyliste, zawierające piasek – 39%, pył – 27% i części spławialne – 34% (w tym 7% koloidalny), a KLIMONT i in. [2002] podają, że ich pH wynosi 7,4. Wiosną 2005 r. wapno poflotacyjne nawieziono powierzchniowo osadami ścieków komunalnych w dawce $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i wymieszano dokładnie z podłożem ciężką broną talerzową na głębokość 25 cm. Przed zastosowaniem partie osadów ściekowych zostały przebadane przez Sanepid pod kątem obecności bakterii chorobotwórczych, żywych jaj pasożytów oraz zawartości metali ciężkich. Stwierdzono, że zgodnie z obowiązującymi przepisami mogły być wykorzystane rolniczo [KLIMONT i in. 2002]. Zastosowano również nawożenie mineralne: P – $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, i K – $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a po dobrym i całkowitym ukorzeniu się roślin wniesiono azot w ilości $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W następnych latach prowadzenia doświadczenia corocznie wiosną wnoszono $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $35 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $83 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na tak przygotowanym podłożu założono doświadczenie w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek wynosiła $6,0 \text{ m}^2$, wysadzono na nich rozsadę ślazuwca pensylwańskiego w rozstawie $50 \times 40 \text{ cm}$, co zapewniło obsadę 30 roślin na poletku. W okresie wegetacji roślin, szczególnie w pierwszym roku, w miarę potrzeby kilkakrotnie, doraźnie ręcznie odchwaszczono poletka i spulchniono gracą międzyrzędzia.

W czteroletnich badaniach (2008–2011) oceniano plon powietrznie suchej masy pędów, a uzyskane wyniki przeliczono na suchą masę. Rośliny zbierano każdego roku późną jesienią (koniec października, listopad) po zaschnięciu pędów. Przed zbiorem dokonywano pomiarów biometrycznych na wszystkich roślinach obiektu. Pomiary obejmowały liczbę pędów na roślinie, wysokość pędów oraz ich średnicę mierzoną na wysokości 10 cm od podłoża. Glebotwórcze oddziaływanie ślazuwca pensylwańskiego na bezglebowe podłoże wapna poflotacyjnego określano przez oznaczenie zawartości materii organicznej i składników pokarmowych: P, K i Mg, a także wartości pH w poziomie organiczno-próchnicznym podłoża w każdym roku prowadzenia doświadczenia. Wariant kontrolny stanowiło wapno bez użyczenia osadem ściekowym i nawozami mineralnymi, nieporośnięte żadną roślinnością. Wyniki opracowano metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniono testem Tukeya na poziomie $\alpha = 0,05$.

Wyniki badań i dyskusja

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1) i wpływały na przebieg wegetacji oraz wartość cech ocenianego gatunku. Pierwszy rok badań (2008) był ciepły, chociaż niezbyt obfity w opady i korzystnie wpływał na wegetację roślin, natomiast drugi (2009) z chłodną wiosną i upalnym latem, szczególnie w drugiej połowie lipca, nie był korzystny dla rozwoju roślin. Był bardzo obfity w opady jesienią, co umożliwiło uwilgotnienie podłoża i stworzyło korzystne warunki do wzrostu i rozwoju roślin w następnym roku. Trzeci rok badań (2010) z ciepłą i obfitą w opady wiosną, wilgotnym i ciepłym latem sprzyjał wegetacji roślin. Ostatni rok badań (2011), ciepły i obfity w opady, szczególnie w okresie letnim, okazał się najkorzystniejszy dla wegetacji roślin.

Tabela 1. Suma opadów miesięcznych ΣP oraz średnia miesięczna temperatura powietrza T w latach 2008–2011Table 1. Monthly rainfall sum (ΣP) and mean air temperature (T) in years 2008–2011

Miesiąc Month	Lata Years							
	2008		2009		2010		2011	
	ΣP	T	ΣP	T	ΣP	T	ΣP	T
Styczeń January	29,4	0,4	18,9	-2,8	23,8	-7,6	26,5	-1,0
Luty February	11,7	2,3	18,4	-0,8	29,2	-1,8	14,2	-3,6
Marzec March	45,8	3,8	66,4	2,2	16,6	3,6	10,1	3,4
Kwiecień April	59,0	9,4	7,6	11,6	34,1	9,4	49,9	10,8
Maj May	74,3	13,5	72,6	13,7	168,4	14,0	30,7	14,3
Czerwiec June	29,4	18,2	89,2	16,4	44,8	17,8	55,5	18,5
Lipiec July	99,4	18,8	71,7	20,0	125,7	21,2	382,9	18,1
Sierpień August	31,0	18,9	57,8	18,7	106,1	19,5	17,8	19,0
Wrzesień September	83,3	12,7	44,7	15,5	88,9	12,3	5,9	15,5
Październik October	36,8	9,8	101,2	7,3	9,2	5,6	23,8	8,0
Listopad November	19,2	5,0	48,7	5,4	48,2	6,5	0,0	2,4
Grudzień December	37,1	0,9	49,7	-1,1	34,3	-4,7	21,3	1,8
Suma/średnia Sum/mean	556,4	9,5	646,9	8,8	729,3	8,0	637,7	8,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMiGW – PIB [2007–2012].

Source: own elaboration based on Institute of Meteorology and Water Management – National Research Institute [IMiGW 2007–2012].

W wyniku czteroletnich badań stwierdzono, że plon suchej masy ślázowca pensylwańskiego średnio w ciągu czterech lat użytkowania wynosił $7,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i był zróżnicowany w poszczególnych latach badań. Największe plony suchej masy uzyskano w ciepłym i obfitym w opady, szczególnie w okresie letnim 2011 r., nieco gorsze były w wilgotnym i ciepłym 2010 r., a najgorsze w 2009 r. ze względu na niedostateczne opady w całym okresie wegetacyjnym, szczególnie wiosną (tab. 2). Liczba pędów na roślinie wynosiła średnio w badanym okresie 12,6 szt., wysokość roślin 231,1 cm, a średnica łodyg 15,2 mm i – podobnie jak plon suchej masy – wartość tych parametrów ulegała istotnym zmianom w latach badań (tab. 2). Największą liczbę pędów (13,6 szt.) o największej średnicy (16,7 mm) i wysokości (245,0 cm) wytworzyły rośliny ślázowca w 2011 r. Trochę mniej w 2010 r., istotnie mniej w 2008 r., a zdecydowanie najmniej w 2009 r. (tab. 2). Może to świadczyć, że stopień uwilgotnienia podłoża jest podstawowym czynnikiem determinującym wzrost, rozwój oraz wysokość i jakość plonu testowanego gatunku. Jest to zgodne z wynikami BORKOWSKIEJ i STYKA [2003; 2006], według których ślázowiec udaje się na wszystkich glebach, pod warunkiem że są dobrze uwilgotnione. Średnie plony suchej masy ślázowca uzyskane na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego były o ok. 35% niższe od uzyskanych na średnich glebach mineralnych [KUŚ i in. 2008] i o ok. 50% na glebach kompleksu pszennego dobrego [BOROWSKA, STYK 2003; 2006]. Wyniki doświadczenia będącego przedmiotem niniejszej pracy dają podstawy do stwierdzenia, że ślázowiec pensylwański może być z powodzeniem wykorzystywany do rekultywacji zdegradowanych terenów poeksploatacyjnych nawożonych dużymi dawkami osadu ściekowego.

Tabela 2. Plon suchej masy oraz charakterystyki biometryczne ślazuwca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) rosnącego na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ściekowym w dawce $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ w poszczególnych latach zbioru

Table 2. Yield of dry matter and biometrical characteristics of Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* Rusby) plants growing on soil-less ground of post-flotation lime fertilized with $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ sewage sludge in particular years of harvest

Lata Years	Cecha Trait			
	plon suchej masy dry matter yield [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$]	liczba pędów [szt. rośl. $^{-1}$] number of sprouts [unit-plant $^{-1}$]	wysokość roślin height of plants [cm]	średnica łodyg diameter of sprouts [mm]
2008	6,85	12,3	230,1	15,2
2009	6,11	12,1	213,9	13,3
2010	7,24	12,6	235,5	15,5
2011	7,90	13,6	245,0	16,7
Średnia Average	7,02	12,6	231,1	15,2
NIR _{0,05} ; efekt lat LSD _{0,05} ; years effect	0,86	1,2	14,2	1,4

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Podobne wnioski wypływają z prac BORKOWSKIEJ i in. [2001] oraz BORKOWSKIEJ i WARDZIŃSKIEJ [2003], dotyczących uprawy ślazuwca na warstwie odwodnionych osadów ścieków komunalnych.

BORKOWSKA i STYK [2003] akceptują użyźnienie gleb lekkich osadami zawierającymi duże ilości substancji pokarmowych, co zwiększa znacznie plony ślazuwca. Warunkiem jest zastosowanie dopuszczalnych ilości tych osadów. Biomasa uzyskana z pędów ślazuwca pensylwańskiego ze względu na dużą wartość opałową może być z powodzeniem wykorzystana do celów energetycznych w postaci zrębków, granulatu paliwowego (pelety) lub brykietu [BORKOWSKA, STYK 2003; 2006; SZYSZLAK-BARGŁOWICZ, PIEKARSKI 2009] lub w przemyśle celulozowo-papierniczym [BORKOWSKA, STYK 2006]. Testowany gatunek wieloletni o silnym systemie korzeniowym zapobiega wietrznej i wodnej erozji podłoża, a łan wyrosniętych i pokrytych obficie kwiatami pędów jest bardzo dobrym pożytkiem pszczelim [BORKOWSKA, STYK 2003; 2006; KOŁTOWSKI 2006].

Zastosowanie ślazuwca pensylwańskiego do rekultywacji biologicznej wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadem ścieków komunalnych wpłynęło korzystnie na właściwości chemiczne bezglebowego podłoża przez istotne zwiększenie zawartości materii organicznej w wierzchniej warstwie podłoża – do $36,7 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ (kontrola $8,5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$). Wytworzona substancja organiczna stworzyła warunki do magazynowania składników pokarmowych i wody. Zawartość przyswajalnego fosforu zwiększyła się do 260,5, potasu do 80,0 i magnezu do $18,5 \text{ mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, podczas gdy w wariacie kontrolnym wynosiła odpowiednio: 27,2, 20,7 i $13,0 \text{ mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3). O glebotwórczej roli ślazuwca pensylwańskiego, zdolnego do przekształcania bezstrukturalnej masy osadu ściekowego w podłoże o znacznej

Tabela 3. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz materii organicznej w gruncie wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadem ścieków komunalnych średnio w latach 2008–2011

Table 3. Contents of assimilable phosphorus, potassium, magnesium and organic matter in post-flotation lime ground fertilized with municipal sewage sludge, average in years 2008–2011

Wariant Variant	Dawka osadów ściekowych Dose of sewage sludge [m ³ ·ha ⁻¹]	Poziom glebowy Soil level	pH w 1n KCl pH in 1n KCl	Zawartość Content			
				P	K	Mg	substancja organiczna organic matter [g·kg ⁻¹]
				[mg·kg ⁻¹]			
Kontrola Control	0	OA	7,45	27,2	20,7	13,0	8,5
Ślázowiec pensylwański Virginia mallow	500	OA	7,26	260,5	80,0	18,5	36,7

Objaśnienie: OA – poziom organiczno-próchniczny. Explanation: OA – organic humus level.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

gruzełkowatości i korzystnie zmienionych właściwościach fizykochemicznych donoszą WARDZIŃSKA [2000] oraz BORKOWSKA i WARDZIŃSKA [2003], a inni autorzy – podkreślając również rolę strukturotwórczą tego gatunku – stwierdzają jego zdolności do wynoszenia metali ciężkich z plonem pędów [JASIEWICZ, ANTONKIEWICZ 1999].

Podobny wpływ na zmiany składu chemicznego podłoża obserwowano w przypadku rekultywacji z zastosowaniem innych gatunków roślin użytkowych [KLIMONT 2007a], roślin miododajnych [KLIMONT 2007b] i jarych roślin oleistych [KLIMONT i in. 2012].

Wnioski

1. Rośliny ślázowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) bardzo dobrze rozwijały się na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego użyźnionego osadem ścieków komunalnych, tworząc co roku zwarte, bujne łany.
2. Plon suchej masy ślázowca pensylwańskiego średnio za 4 lata wyniósł 7,02 t·ha⁻¹ i zależał od wartości ocenianych parametrów plonotwórczych (liczby pędów na roślinie, ich wysokości i średnicy).
3. Warunki pogodowe istotnie wpływały na wartość parametrów badanego gatunku. Głównym czynnikiem wpływającym na jego wzrost i rozwój były ilość i rozkład opadów w latach badań, gwarantujące dostateczne uwilgotnienie wapiennego podłoża.
4. Wprowadzenie ślázowca pensylwańskiego do rekultywacji biologicznej wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadem ściekowym wpłynęło korzystnie na właściwości chemiczne bezglebowego podłoża, zwiększając istotnie zawartość materii organicznej i przyswajalnych składników pokarmowych P, K i Mg, a zmniejszając wartość pH.

5. Wykorzystywanie ślazuwca pensylwańskiego jako rośliny rekultywacyjnej na zdewastowanych terenach po otworowej eksploatacji siarki, pokrytych wapnem poflotacyjnym i nawiezionych osadem ściekowym wydaje się bardzo racjonalne, umożliwi bowiem równocześnie utylizację uciążliwych odpadów bytowych i przemysłowych oraz odtworzenie szaty roślinnej na stanowiskach pozbawionych życia biologicznego i wszelkiej roślinności. Wytwarza się dzięki temu biomasa, którą można wielorako wykorzystać.

Bibliografia

- BORKOWSKA H., JACHOWSKA I., PIOTROWSKI J., STYK B. 2001. Suitability of cultivation of some perennial plant species on sewage sludge. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 10. No 5 s. 379–381.
- BORKOWSKA H., STYK B. 2003. Ślazuwec pensylwański. W: Rośliny energetyczne. Pr. zbior. Red. B. Kościk. Lublin. WAR s. 79–95.
- BORKOWSKA H., STYK B. 2006. Ślazuwec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby). Uprawa i wykorzystanie. Lublin. Wydaw. AR. ISBN 83-7259-142-3 ss. 69.
- BORKOWSKA H., WARDZIŃSKA K. 2003. Some effects of *Sida hermaphrodita* R. cultivation on sewage sludge. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 12. No 1 s. 119–122.
- GOŁDA T. 2007. Wykorzystanie szlamów poflotacyjnych rudy siarkowej do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych w górnictwie otworowym siarki. Inżynieria Ekologiczna. Nr 19 s. 79–88.
- JASIEWICZ CZ., ANTONKIEWICZ J. 1999. Badania nad możliwością wykorzystania ślazuwca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) do rekultywacji terenów zdegradowanych chemicznie. Zeszyty Naukowe AR Kraków. Nr 349 s. 157–163.
- Jońca M. 2000. Zastosowanie osadów ściekowych w rekultywacji Kopalni Siarki „Jeziórko”. Inżynieria Ekologiczna. Nr 1 s. 27–30.
- KLIMONT K. 2007a. Ocena przydatności wybranych roślin użytkowych do rekultywacji terenów zdewastowanych przez przemysł i gospodarkę komunalną. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 27–36.
- KLIMONT K. 2007b. Przydatność wybranych gatunków roślin miododajnych do rekultywacji osadników wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadami ścieków komunalnych. Biuletyn IHAR. Nr 244 s. 249–257.
- KLIMONT K., BULIŃSKA-RADOMSKA Z., WOŚ H. 2012. Możliwość wykorzystania jarych roślin oleistych w procesie rekultywacji terenów kopalnianych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 63–73.
- KLIMONT K., GÓRAL S., JOŃCA M. 2002. Rekultywacyjna efektywność osadów ściekowych na podłożu wapna poflotacyjnego. Biuletyn IHAR. Nr 223/224 s. 415–425.
- KOŁTOWSKI Z. 2006. Wielki atlas roślin miododajnych. Warszawa. PWR SA. ISBN 83-60192-13-8 ss. 328.
- KUŚ J., FABER A., STASIAK M., KAWALEC A. 2008. Płonowanie wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na różnych glebach. Problemy Inżynierii Ekologicznej. Nr 1 s. 79–86.
- MARTYN W., BUCZEK Z., JOŃCA M., SOWIŃSKA J. 2001. Zastosowanie osadów ściekowych w rekultywacji terenów pogórnich w Kopalni Siarki „Jeziórko”. Inżynieria Ekologiczna. Nr 3 s. 99–105.

- SIUTA J. 2001. Rekultywacja gruntów w górnictwie siarkowym. Inżynieria Ekologiczna. Nr 3 s. 192–197.
- SIUTA J. 2004. Uwarunkowania i sposoby przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych. Inżynieria Ekologiczna. Nr 9 s. 7–42.
- SIUTA J., WASIAK G., CHŁOPECKI K., KAZIMIERCZUK M., JOŃCA M., MAMEŁKA D., SUŁEK S. 1996. Przyrodniczo-techniczne przetwarzanie osadów ściekowych na kompost. Synteza wyników programu KBN. Warszawa. IOŚ. ISBN 8385805346 ss. 40.
- SZYSZLAK-BARGŁOWICZ J., PIEKARSKI W. 2009. Wartość opałowa biomasy łodyg ślazuwca pensylwańskiego w zależności od wilgotności. Inżynieria Rolnicza. Nr 8 s. 223–230.
- WARDZIŃSKA K. 2000. Plonowanie i pobieranie metali ciężkich przez ślazuwiec pensylwański w warunkach uprawy na glebie mineralnej i osadzie pościekowym. Annales UMCS. Seria E. Nr 55 s. 75–87.

Krzysztof Klimont, Zofia Bulińska-Radomska

**THE POSSIBILITY OF USING VIRGINIA MALLOW PLANT
(*SIDA HERMAPHRODITA* RUSBY) TO RECLAMATION OF POST-BOREHOLE
SULPHUR EXPLOITATION TERRAINS**

Summary

Within the years 2008–2011, utilization possibilities of Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* Rusby) plant to reclamation of post-flotation lime enriched with municipal sewage sludge, were investigated on the post-exploitation area of “Jeziórko” Sulphur Mine. Lime was fertilized with the municipal sewage sediments (at a dose of 500 m³·ha⁻¹); mineral N, P, K fertilization was also applied in spring every year. The yield of dry matter, number of sprouts on a plant, their height and diameter were evaluated. It was stated that Virginia mallow plants were well developed on the soil-less, post-flotation lime ground, forming compact, abundant canopy every year. Dry matter yield amounted to 7.02 t·ha⁻¹ on average, and depended on evaluated yield creating factors. Weather conditions significantly affected the values of tested features; the main weather factors which determined growth and development of investigated plant species, were the sum and distribution of rainfall in years of study, ensuring sufficient moisture content in lime ground. Introduction of the Virginia mallow plant to biological reclamation of post-flotation lime and enriching it by the sewage sludge, favourably affected chemical properties of subsoil, significantly increasing the contents of organic matter and assimilable P, K, Mg nutrients, decreasing also pH value.

Key words: post-flotation lime, sewage sludge, Virginia mallow, land reclamation, energy plants, biomass

Adres do korespondencji:

dr inż. Krzysztof Klimont
ul. Słowackiego 19, 27-600 Sandomierz
tel. 15 833-23-27; e-mail: k.klimont@op.pl