

Krzysztof Klimont
Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

OCENA PRZYDATNOŚCI WYBRANYCH GATUNKÓW ROŚLIN UŻYTKOWYCH DO REKULTYWACJI TERENÓW ZDEWASTOWANYCH PRZEZ PRZEMYSŁ I GOSPODARKE KOMUNALNĄ

Streszczenie

Badania dotyczyły rekultywacji bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego Kopalni Siarki „Jeziórko”, wzbogaconego różnicowanymi dawkami osadów ścieków komunalnych. Stwierdzono przydatność topinamburu ze względu na zapas wody i asymilatów w bulwach oraz kostrzewy trzcinowej ze względu na bardzo silny system korzeniowy. Rośliny trzcinnika piaskowego również bardzo dobrze rozwijały się na bezglebowym podłożu, wykazując wielką ekspansję od kępy głównej. Z innych roślin bardzo dobrze rosła sylfia przerośnięta (*Sylphium perfoliatum* L.), spartina sercowata (*Spartina pectinata* Link) i miskant cukrowy [*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim) Hack]. Rutwica lekarska (*Galega officinalis* L.) i miskant olbrzymi (*Miscanthus giganteus* J. M. Greet & Deuter) wypadły z runi ze względu na niską zimotrwałość. Wierzba (*Salix* sp.) bardzo dobrze rośnie na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego. Odnotowano wyraźne różnice w udatności nasadzeń i wysokości roślin badanych form.

Słowa kluczowe: tereny zdewastowane, rekultywacja, rośliny do rekultywacji, bezglebowy grunt, osady ściekowe

Wstęp

W ostatnich latach odnotowano zwiększanie się w Polsce powierzchni gruntów zdewastowanych przez przemysł i gospodarkę komunalną. Tereny te wymagają koniecznie rekultywacji przez inicjację procesów glebotwórczych i życia biologicznego w podłożu, a przede wszystkim odtworzenia szaty roślinnej. Dlatego pierwszorzędного znaczenia nabiera dobór odpowiednich gatunków roślin użytkowych na te tereny [Góral 2001]. Powinien on uwzględniać ich cechy pozwalające w miarę szybko odtwarzać szatę roślinną i cały ekosystem na terenach zdewastowanych. Rośliny przydatne do rekultywacji gruntów bezglebowych powinny spełniać surowe warunki, które umożliwiają ich uprawę na stanowiskach różnicowanych pod względem

uwilgotnienia, kwasowości, zwięzłości podłoża i zasobności w składniki pokarmowe oraz zawartości substancji toksycznych.

Rekultywacja terenów pokopalnianych po eksploatacji siarki metodą podziemnego wytopu w okolicach Tarnobrzegu przyczyniła się do dewastacji dużych obszarów gruntów użytkowanych uprzednio rolniczo [Siuta 2001]. Na ternie Kopalni Siarki „Jeziorko” pH gleby sięgało nawet 4,0 [Motowicka-Terlak, Dudka 1991]. Rekultywacja tak zdewastowanych gruntów polegała na neutralizacji ich kwasowości przez wapnowanie, w następnej kolejności ich użyźnianie i wprowadzenie odpowiednich roślin [Łączka-Pilaszek, Siuta 1991]. Wapno poflotacyjne (szlamy poflotacyjne), będące odpadem w procesie uzdatniania rudy siarkowej wydobywanej metodą odkrywkową, jest wykorzystywane do odkwaszania terenów poeksploatacyjnych siarki wydobywanej metodą otworową i jest pozbawione życia biologicznego.

Celem zainicjowania procesów glebotwórczych w martwym podłożu wapna poflotacyjnego wprowadzono do niego osady ścieków komunalnych [Siuta, Jońca 1997; Jońca 2000]. Wyniki badań prowadzonych przez Siutę i in. [1996] wykazały, że kupkówka pospolita i lucerna należą do gatunków najbardziej przydatnych do rekultywacji bezglebowych gruntów wapna poflotacyjnego. Prace Klimonta i Górala [2001], Klimonta i in. [2002] oraz Klimont [2004] wykazują, że do tych roślin należą również kostrzewa trzcinowa, topinambur oraz wybrane gatunki roślin miododajnych.

Badania miały na celu określenie przydatności wybranych gatunków roślin użytkowych do rekultywacji bezglebowego podłoża wapna poflotacyjnego na terenie poeksploatacyjnym Kopalni Siarki „Jeziorko”, wzbogaconego różnicowanymi dawkami osadów ścieków komunalnych.

Materiał i metody

Badania prowadzono na terenie poeksploatacyjnym Kopalni Siarki „Jeziorko” niedaleko Tarnobrzegu, pokrytym wapnem poflotacyjnym wzbogaconym różnicowanymi dawkami osadów ścieków komunalnych. Wiosną 1995 r. bezglebowe grunty wapna poflotacyjnego nawieziono powierzchniowo osadem ściekowym w ilościach 250, 500 i 750 m³/ha (wariant kontrolny bez osadów), wymieszano z podłożem broną talerzową i wysiano nawozy mineralne N, P, K w ilości 68, 39, 39 kg/ha, które w podanej wielkości wnoszono corocznie wiosną. Następnie wysiano na powierzchni 1ha nasiona kostrzewy trzcinowej (*Festuca arundinacea* Shreb.) i wysadzono bulwy topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.) i sadzonki rdestowca ostrokończego (*Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc.). Corocznie ruń kostrzewy trzcinowej wykaszano lub wypasano bydłem, natomiast pędy topinamburu i rdestowca wiosną ścinano i rozdrabniano.

Wiosną 1995 r. na podłożu wzbogaconym dawką 250 m³/ha wysadzono 8 klonów trzcinnika piaskowego [*Calamagrostis epigios* (L.) Roth.], a w roku następnym wysadzono sadzonki następujących gatunków roślin: spartina sercowata (*Spartina pectinata* Link.), sylfia przerośnięta (*Sylphium perfoliatum* L.), łubin trwały (*Lupinus polyphyllus* Ldl.), miscant cukrowy [*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim) Huck], rutwica lekarska (*Galega officinalis* L.), traganek pęcherzykowaty (*Asrtragalus cicer* L.) i szerokolistny (*Astragalus glycyphyllos* L.) oraz dwa gatunki buraków wieloletnich (*Beta trigyna* Waldst.& Kit) i (*Beta corolliflora* Zosimovic ex K. P. Butlle). W 2001 r. posadzono miskant olbrzymi (*Miscanthus giganteus* J.M. Greet & Deuter).

W przypadku trzcinnika badano rozrost pędów od kępy macierzystej i wysokość roślin, przeżywalność i rozrost kęp traganek, określano wartość siewną nasion, przeżywalność roślin i wschody polowe łubinu trwałego, wysokość roślin spartiny sercowatej, sylfii przerośniętej, miskanta cukrowego, rdestowca ostrokończystego jak również przeżywalność rutwicy lekarskiej, buraków wieloletnich i miskanta olbrzymiego. Wiosną 2001 r. posadzono zrazy 11 gatunków i mieszańców wierzby (*Salix* sp.) na wapnie poflotacyjnym wzbogaconym dawką 500 m³/ha. W pracy przedstawiono wyniki pięcioletnich badań nad wierzbą, oceniając udatność nasadzeń i wysokość roślin w aspekcie wykorzystania ich do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych siarki w Kopalni „Jeziórko”.

Wyniki i dyskusja

W pracy przedstawiono wyniki badań uzyskane w latach 2004-2006. Obserwacje wykazały, że topinambur bardzo dobrze rozwijał się na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego, reagując przyrostem wysokości na wzrastające dawki osadu ściekowego, wnoszonego do podłoża. Rośliny osiągały 120 cm wysokości po zastosowaniu dawki 250 m³/ha, 144,4 cm przy dawce 500 m³/ha i 154,3 cm przy dawce 750 m³/ha (kontrola 80,2 cm). Badania wykazały, że wytworzona masa organiczna roślin topinamburu zainicjowała tworzenie się na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego poziomu organiczno-próchnicznego na wszystkich trzech obiektach nawożonych osadami ściekowymi (tab.1).

Zawartość substancji organicznej w poziomie organiczno-próchnicznym wzrosła prawie 6 i ponad 7 razy przy dawkach odpowiednio 250 i 500 m³/ha, do 15 razy przy dawce 750 m³/ha. Na obiektach nawożonych najwyższymi dawkami osadu zawartość fosforu wzrosła 33 razy, magnezu 8 razy, a potasu 6 razy. Również kostrzewa trzcinowa znakomicie się rozwijała na wapnie poflotacyjnym tworząc gęstą równomierną ruń. Osiągnęła średnio wysokość 53,2 cm przy dawce 250 m³/ha, 54,2 cm przy dawce 500 m³/ha, 59,7 cm przy dawce 750 m³/ha. Przyrost substancji organicznej w podłożu, na którym rosła kostrzewa był 3,4 i 6,5 krotny odpowiednio do wzrastających dawek osadu ściekowego (250, 500 i 750 m³/ha), czyli niższy niż w przypadku topi-

namburu. Można to tłumaczyć niższą masą organiczną wytwarzaną corocznie przez ten gatunek i tym, że część masy roślinnej tej rośliny była wyprawiana podczas wykaszania i wypasania (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość fosforu, potasu, magnezu i materii organicznej w podłożu wapna poflotacyjnego oraz jego kwasowość w zależności od gatunku rośliny rekultywacyjnej i dawki osadów ściekowych. (2004-2006)

Table 1. Contents of assimilable P, K, Mg and organic matter in post-flotation lime substrate and its acidity, depending on plant species used for soil reclamation and on the dose of municipal sewage sludge

Gatunek rośliny	Dawki osadów ściekowych m ³ /ha	Poziom glebowy	Cechy				
			pH w 1n KCl	P ₂ O ₅ mg/100g gleby	K ₂ O mg/100g gleby	Mg mg/100g gleby	Substancja organiczna %
Kontrola	0	OA	7,19	16	26	17	7,7
Kostrzewa trzcinowa (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	250	OA	7,30	129	53	21	25,3
	500	OA	7,29	86	46	21	30,2
	750	OA	7,24	358	72	33	50,4
Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i> L.)	250	OA	7,21	272	63	40	43,3
	500	OA	7,29	435	110	62	57,4
	750	OA	7,24	535	149	135	114,7

OA – poziom organiczno – próchniczny – organic humus level

Również przyrost zawartości P, K i Mg w podłożu, na którym rosła kostrzewa był zdecydowanie niższy w porównaniu z topinamburem. Wyniki badań (w latach 1996-2000) Klimonta i Górala [2001] oraz Klimonta i in. [2002] z topinamburem i kostrzewą trzcinową na gruncie wapna poflotacyjnego wykazały wyższy przyrost w porównaniu z kontrolą substancji organicznej w podłożu, zarówno na tym, na którym rosła kostrzewa, jak i porośniętym topinamburem, czyli podobnie jak w niniejszej pracy. Odnotowano również, że przyrost zawartości fosforu i magnezu był wówczas wyższy w przypadku topinamburu, a niższy w przypadku kostrzewy trzcinowej.

Natomiast w porównaniu z ostatnimi wynikami dwuletniego (2002-2003) cyklu badań [Klimont 2004] w zasadzie nie obserwuje się zmiany zawartości substancji organicznej w podłożu pod topinamburem z tendencją w kierunku wzrostu jej zawartości w gruncie pod kostrzewą, natomiast zdecydowanie wzrosła zawartość fosforu w przypadku kostrzewy trzcinowej, a ilość fosforu i magnezu zmalała. Rośliny trzcinika piaskowego bardzo dobrze rozwijały się na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadami ściekowymi. Klony posadzone wiosną 1995 r. już w pierwszym roku wytworzyły odrosty sięgające 7-14 cm długości (tab. 2), w drugim roku wegetacji penetrowały już podłoże w odległości 36-78 cm, w zależności od klonu w tym roku rośliny zakwitły i osiągnęły wysokość 50-95 cm. W trzecim roku

nastąpił dalszy rozrost pędów od kępy macierzystej i przyrost wysokości roślin, a w czwartym rozrost od kępy był tak duży, że nastąpiło zwarcie rzędów badanych klonów. Zauważono wyraźne różnice w ekspansywności, wysokości i pokroju roślin, barwie i kształcie liści oraz wiech badanych klonów.

Tabela 2. Rozrost od kępy macierzystej i wysokość roślin ośmiu klonów trzcinnika piaskowego [*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.] w latach 1995-1998
Table 2. Expansion from maternal tuft and height of eight reed grass (*Calamagrostis epigeios*) clones within 1995-1998

Nr klonu	Badane cechy							
	1995		1996		1997		1998	
	rozrost od kępy macierzystej cm	wysokość roślin cm	rozrost od kępy macierzystej cm	wysokość roślin cm	rozrost od kępy macierzystej cm	wysokość roślin cm	rozrost od kępy macierzystej cm	wysokość roślin cm
I	9	25	36	84	80	105	198	108
II	7	29	78	95	140	128	201	124
III	14	26	72	84	101	105	154	109
IV	11	31	71	85	106	109	141	111
V	8	24	60	84	139	122	154	120
VI	10	30	53	50	119	101	122	102
VII	13	31	70	67	105	108	127	105
VIII	14	29	53	64	98	110	120	117

Według danych literaturowych rośliny trzcinnika piaskowego w naturalnych warunkach osiągają 60-200 cm wysokości. Ze względu na bardzo dobrze rozbudowany system korzeniowy, gatunek ten jest uznawany za roślinę pionierską, na terenie kopalni siarki w Grzybowie rozwijał się nawet na stanowiskach o pH<3. Gatunek ten może być z powodzeniem wykorzystywany jako roślina przydatna do rekultywacji terenów zdewastowanych [Majkowski i in 1996], podobnie jak w przypadku niniejszych badań.

Z innych gatunków roślin wysadzonych na omawianym gruncie i rekultywowanym osadami ściekowymi bardzo dobrze rosła sylfia przerośnięta, osiągając za wyjątkiem pierwszych i ostatnich dwóch lat wegetacji 130-150 cm, średnio za 11 lat 127,5 cm (tab. 3). Co roku tworzyła nowe pędy, kwitła intensywnie i wiązała nasiona. Doniesienie Woźniaka i Górala [1998] sugeruje, że gatunek ten jest zdolny do wieloletniej wegetacji na gruntach ubogich w składniki pokarmowe, przy tym uważany jest za gatunek o dużej plastyczności ekologicznej. *Spartina sercowata* bardzo dobrze rośnie na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego. Posadzona wiosną 1997 r. osiągała corocznie 71-183 cm, każdego roku zakwitały pojedyncze rośliny (tab. 3).

Rośliny miskanta cukrowego po posadzeniu w 1994 r. szybko rozwijały się i zapełniły międzyrzędzia, osiągając wysokość 56-136,9 cm (średnio 99,7 cm).

Gatunek ten rozpoczyna wegetację późną wiosną i zakwita jesienią, zwykle nie wiążąc nasion (tab. 3).

Tabela 3. Wysokość roślin w cm wybranych gatunków uprawianych na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego w latach 1996-2006

Table 3. Plant height (cm) of some species grown on soil-less substrate of post-flotation lime (within 1996-2006)

Lata	Rośliny wieloletnie				
	Trzcinnik piaskowy	Rdest ostrokończysty	Spartina sercowata	Sylfia przerośnięta	Miskant cukrowy
1996	76,6	115,3	-	-	-
1997	111,0	127,3	71,0	95,3	77,0
1998	112,0	215,0	128,0	100,0	85,0
1999	110,0	195,0	155,0	150,0	88,0
2000	118,0	203,5	150,0	150,5	151,0
2001	119,0	190,0	144,0	147,0	134,5
2002	110,0	225,0	114,3	140,0	136,9
2003	117,6	180,0	183,0	135,0	92,5
2004	125,0	210,0	148,0	129,0	102,0
2005	99,0	173,0	115,0	110,0	75,0
2006	85,0	165,0	87,0	93,0	56,0
X	107,6	181,7	129,5	125,5	99,7

Rośliny rdestowca ostrokończystego nieregularnie porastały podłoże i sprzyjały tworzeniu się „łysin”, co uniemożliwiało prowadzenie badań nad efektywnością osadów ściekowych na gruntach porośniętych rdestowcem. W stresowych warunkach podłoża bardzo dobrze znosił długotrwałą suszę i upały, osiągając średnio 181,7 cm wysokości, podczas gdy w warunkach korzystnych gatunek ten dorasta w Polsce do 3 i więcej metrów [Majtkowski i in. 1996]. Kwitnie obficie co roku jesienią, ale rzadko wiąże nasiona.

Cytowani autorzy donoszą, że spartina sercowata na dobrych stanowiskach osiąga w warunkach Polski wysokość około 2 m i tworzy kwiatostany, podają również, że miskant cukrowy słabo rośnie na suchych stanowiskach bez kompleksu sorpcyjnego, natomiast omawiane wyniki wskazują raczej na jego przydatność do rekultywacji tego typu gruntu. Według doniesień Majtkowskiego i in. [1996] rdestowiec ostrokończysty jest gatunkiem najlepiej znoszącym niskie pH i dużą emisję gazów, natomiast w warunkach bezglebowego podłoża i pH około 7 rośnie gorzej, nie tworząc zwartego łanu.

Traganek pęcherzykowaty i szerokolistny, po wypadnięciu w pierwszych latach wegetacji wielu roślin, bardzo dobrze rozwija się na podłożu wapiennym, corocznie rozrastając się w postaci wielkich ponad dwumetrowych kęp, bardzo dobrze znosząc upały i suszę.

Rutwica lekarska posadzona w 1995 r. nie przetrwała i wypadła z runi, natomiast rośliny miskanta olbrzymiego posadzone wiosną 2001 r. dobrze się przyjęły, wykazały przyrosty pędów od 30 cm do 90 cm, ale nie przetrwały ostrej zimy 2002/2003 i wypadły. Jego słabą zimotrwałość potwierdzają dane literaturowe [Roszewski 1996; Majtkowski 2004]. Buraki wieloletnie w większości wypadły, ale kilka pozostałych roślin corocznie zakwita i wiąże nasiona, po okwitnięciu tworząc rozety.

Nasiona łubinu trwałego w warunkach laboratoryjnych najlepiej kiełkowały w piasku po uprzedniej skaryfikacji, wysiane w bezglebowe podłoże wschodziały słabo. Wysadzone z bryłą torfu początkowo rozwijały się dobrze, ale latem w większości więdły i zamierały. Okazało się, że korzeń palowy ulegał deformacji skręcając się w zetknięciu z twardym, zlewnym i suchym podłożem.

Z badanych form wierzby po pięcioletnich obserwacjach najwięcej przetrwało, w stosunku do posadzonych osobników, roślin wierzby wiciowej (84,2%) i IBL-3 (68,8%) (tab. 4). Wydaje się, że te dwie formy wierzby najbardziej są polecane do nasadzeń na bezglebowym podłożu wapna poflotacyjnego, wzbogaconego osadem ściekowym. Mniej przydatne okazały się wierzba wawrzynekowa, trójpręcikowa i wierzba Smitha, których przetrwało odpowiednio 52,9%, 51,3% i 50,1%, a najmniej przydatne okazały się mieszańiec IBL-7, wierzba sadłowicka i wierzba ostrolistna, których rośnie tylko 23,8%, 21,1% i 13,3% w porównaniu z liczbą egzemplarzy posadzonych w pierwszym roku badań. Najbardziej bujnym wzrostem wykazały się: mieszańiec IBL-8 (302,4 cm), wierzba wawrzynekowa (293,2 cm) i wierzba Lipińskiego (289,4 cm), co może świadczyć, że wymienione formy wierzby najlepiej wykorzystują składniki pokarmowe zawarte w osadach ściekowych do wzrostu i rozwoju. Wydaje się, że wierzba ostrolistna ze względu na słabe przyrosty i niską udatność nasadzeń jest najmniej polecana na bezglebowe grunty wapna poflotacyjnego. Wcześniejsze prace autora [Klimont i in. 2002] pokazały, że wierzba wiciowa (*Salix viminalis* L.) bardzo dobrze rośnie na pokładach wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadami ściekowymi i rozdrobnioną słomą.

Wnioski

1. Topinambur (słonecznik bulwiasty, bulwa) bardzo dobrze rośnie na gruncie wapna poflotacyjnego i reaguje przyrostem wysokości roślin na kolejne wzrastające dawki osadów ściekowych, oddziałuje przy tym na przyrost substancji organicznej i zwiększenie zawartości składników pokarmowych, ze względu na zapas wody i asymilatów w bulwach.
2. Kostrzewa trzcinowa ze względu na bardzo silny system korzeniowy i małe wymagania pokarmowe z powodzeniem rośnie na gruncie wapna poflotacyjnego, reagując przyrostem wysokości roślin na podwyższone dawki osadów ściekowych wniesione do podłoża, ale wolniej niż topinambur tworzy poziom próchniczny.

Tabela 4. Przydatność różnych gatunków i form wierzby (*Salix sp.*) do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych siarki wzbogacanych osadami ścieków komunalnych w dawce 500m³/ha (2002–2006)

Table 4. Usability of various willow (*Salix sp.*) forms for reclamation of sulphur post-exploitation terrains enriched with the municipal sewage sludge at dose of 500 m³ per ha (2002-2006)

Formy wierzby	Badane cechy									
	2002		2003		2004		2005		2006	
	Udatność nasadzeń, %	Wysokość roślin, cm	Udatność nasadzeń, %	Wysokość roślin, cm	Udatność nasadzeń, %	Wysokość roślin, cm	Udatność nasadzeń, %	Wysokość roślin, cm	Udatność nasadzeń, %	Wysokość roślin, cm
IBL –7 (mieszaniec) (hybrid)	47,6	65,2	23,8	140,8	23,8	170,2	23,8	180,8	23,8	199,3
Wierzba trójpręcikowa (<i>Salix tian-dra</i> L.)	81,8	77,6	59,1	180,1	54,5	223,7	51,3	248,8	51,3	269,0
Wierzba wawrzynkowa (<i>Sakix daphnoides</i> Vill.)	58,8	77,9	52,9	196,3	52,9	237,1	52,9	279,3	52,9	293,2
IBL – 3 (mieszaniec) (hybrid)	86,4	54,3	77,3	115,1	72,7	128,5	70,1	142,2	68,8	159,2
Wierzba sadłowicka (mieszaniec) (hybrid)	57,9	44,7	26,3	109,0	21,1	157,0	21,1	171,2	21,1	193,2
Wierzba Smitha (mieszaniec) (hybrid)	95,4	74,3	77,3	135,7	59,1	170,6	52,2	184,3	50,1	198,3
IBL-8 (mieszaniec) (hybrid)	76,9	76,3	63,2	240,9	52,6	246,7	50,2	287,2	48,8	302,4
Wierzba laurowa (<i>Salix pentandra</i> L.)	44,4	70,0	33,3	139,7	33,3	180,7	33,3	195,5	33,3	221,2
Wierzba Lipińskiego (mieszaniec) (hybrid)	57,1	62,3	28,6	196,2	28,6	227,7	25,3	263,4	25,3	289,4
Wierzba wiciowa (<i>Salix vinimals</i> L.)	89,5	83,6	84,2	124,5	84,2	169,4	84,2	192,0	84,2	215,0
Wierzba ostrolistna (<i>Salix acutifolia</i> Willd.)	26,7	36,5	13,3	124,0	13,3	141,0	13,3	156,0	13,3	175,0

3. Rośliny trzcinnika piaskowego bardzo dobrze rozwijały się na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego. Wystąpiły przy tym wyraźne różnice w długości odrostów od kępy macierzystej, pokroju i wysokości roślin badanych klonów.
4. Z innych roślin będących przedmiotem badań bardzo dobrze na bezglebowym gruncie wapna poflotacyjnego rosła sylfia przerośnięta, spartina sercowata i miskant cukrowy, słabiej rdestowiec ostrokończysty oraz tragerek pęcherzykowaty i szerokolistny oraz dwie formy buraków wieloletnich, a rutwica lekarska i miskant olbrzymi ze względu na słabą zimotrwałość wypadły z runi.
5. Wierzba (*Salix sp.*) bardzo dobrze rośnie na pokładach wapna poflotacyjnego wzbogaconego osadem ściekowym. Odnotowano wyraźne różnice w udatności nasadzeń i wysokości roślin badanych form, co decyduje o ich przydatności do rekultywacji tych terenów.

Bibliografia

- Góral S. 2001. Roślinność zielna w ochronie i rekultywacji gruntów. Inżynieria Ekologiczna, 3: 161-178, PTIE, Bydgoszcz
- Jońca M. 2000. Zastosowanie osadów ściekowych w rekultywacji gruntów Kopalni Siarki „Jeziórko” Inżynieria Ekologiczna, 1: 27-30, PTIE, Baranów Sandomierski
- Klimont K., Góral S. 2001. Glebotwórcze działanie traw i topinamburu na gruncie wapna poflotacyjnego. Inżynieria Ekologiczna, 3: 198-201, PTIE, Bydgoszcz
- Klimont K., Góral S., Jońca M. 2002. Rekultywacyjna efektywność osadów ściekowych na podłożu wapna poflotacyjnego. Biul. IHAR, 223/224: 415-425
- Klimont K. 2004. Przydatność wybranych gatunków roślin użytkowych do rekultywacji terenów zdewastowanych. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 497: 673-684
- Łącka-Pilaszek B., Siuta J. 1991. Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze i przemysłowe jako odnawialne źródła energii. SGGW, Warszawa, ss.136–148
- Majtkowski W., Podyma W., Góral S. 1996. Gatunki roślin do rekultywacji terenów zdegradowanych przez przemysł i gospodarkę komunalną [W]: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze i przemysłowe jako odnawialne źródła energii. SGGW Warszawa, ss. 136–148
- Majtkowski W. 2004. Trawy z rodzaju *Miscanthus* ANDERSS – zróżnicowanie morfologiczne i fenologiczne. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 497: 431-439
- Motowicka-Terelak T., Dudka S. 1991. Degradacja chemiczna gleb zanieczyszczonych siarką i jej wpływ na rośliny pastewne. IUNG, Puławy, R (224)

Roszewski R. 1996. Miscant olbrzymi – *Miscanthus sinensis giganteus* [W]: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze i przemysłowe jako odnawialne źródła energii. SGGW, Warszawa, ss. 123-135

Siuta J., Wasiak G., Chłopecki K., Kazimierczuk M., Jońca M., Mamelka D., Sułek S. 1996. Przyrodniczo–techniczne przetwarzanie osadów ściekowych na kompost. Synteza wyników programu KBN. IOŚ, Warszawa, s. 40

Siuta J., Jońca M. 1997. Rekultywacyjne działanie osadu ściekowego na wapnie poflotacyjnym w Kopalni Siarki „Jeziórko”. Mat. z Konf. nt. Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych. IOŚ, Puławy–Lublin–Jeziórko, ss. 39-48

Siuta J. 2001. Rekultywacja gruntów w górnictwie siarkowym. Inżynieria Ekologiczna. PTIE, Bydgoszcz, 3: 192-198

Woźniak M., Góral S. 1998. Sylfia, różnik przerośnięty (*Sylfium perfoliatum* L.) potencjalny gatunek do rekultywacji terenów zdegradowanych i gruntów bezglebowych oraz do produkcji pasz. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 463: 661-668

Recenzent: Aleksander Szeptycki