

# **Charakterystyka biologii, ocena i poszerzanie potencjału użytkowego wieloletnich roślin energetycznych**

## **Zadanie 3.1**

**Włodzimierz Majtkowski**  
**Ogród Botaniczny KCRZG**  
**w Bydgoszczy**



**2008-2013**



# Cel zadania

**Ocena przydatności do uprawy w Polsce nowych gatunków roślin energetycznych, które mogą stanowić alternatywę dla wierzby, w warunkach gleb marginalnych lub nie nadających się do produkcji żywności (np. z powodu skażenia).**

# Uzasadnienie realizacji zadania

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 23.04.2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, w tym
  - pakiet klimatyczny 3 x 20 (redukcja emisji tlenków węgla o 20%, wzrost udziału energii z OZE do 20 **(Polska - 15%)** oraz redukcja zużycia energii o 20% do 2020 r.),
- rozwój agroenergetyki (Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 14.08.2008 r. o stopniowym ograniczaniu udziału drewna przez elektrownie o mocy > 5 MW do 2015 r.),
- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju.

# Uzasadnienie realizacji zadania c.d.

- W 2008 r. wieloletnie rośliny energetyczne uprawiano w Polsce na powierzchni 10,2 tys. ha, w tym wierzbę na 6,2 tys. ha (61%). Przewidywano, że pod produkcję ziemiopłodów na cele substytucji paliwowej niezbędne będzie przeznaczenie w 2015 r. ponad 1,5 mln ha gruntów ornych, w tym 660 tys. ha na założenie wieloletnich plantacji roślin energetycznych w celu pokrycia zapotrzebowania na biomasę przeznaczoną na paliwa stałe.
- **W najbliższych latach rolnictwo będzie musiało pogodzić produkcję na cele żywnościowe, dla której przeznaczone muszą być najlepsze siedliska, z produkcją na cele energetyczne w siedliskach mniej przydatnych do produkcji żywności i pasz.** Konieczne więc będzie wykorzystanie gleb marginalnych, nie nadających się do produkcji żywności, np. z powodu braku wody lub zanieczyszczeń chemicznych oraz wprowadzenie do uprawy nowych gatunków roślin, o wysokiej produkcji biomasy.

# **Przyjęte cele realizowano poprzez:**

- analizę doświadczeń prowadzonych w latach 2004-2008 w zakresie możliwości zwiększenia zestawu roślin uprawianych na cele energetyczne w Polsce,**
- określenie wpływu czynników abiotycznych na rozwój wybranych gatunków roślin w warunkach 2 doświadczeń ścisłych oraz obserwacji prowadzonych na 3 plantacjach produkcyjnych,**
- analizę składu chemicznego 25 prób glebowych i 60 prób materiału roślinnego pobranych z terenów doświadczeń, w celu poznania zależności pomiędzy środowiskiem, rośliną a jakością biomasy jako surowca energetycznego,**
- ocenę potencjału plonowania na podstawie pomiarów biometrycznych oraz pomiaru intensywności fotosyntezy i zawartości chlorofilu.**



# Doświadczenia ścisłe

(oceniano 8 gatunków roślin, w tym 5 wieloletnich gatunków traw oraz 3 gatunki dwuliściennych bylin)



**Marcelewo**  
**KPEC Bydgoszcz**

## Marcelewo k. Bydgoszczy

- Doświadczenie założono na polu o powierzchni 50 ha, na którym wiosną 2004 r. KPEC w Bydgoszczy założyło plantację wierzby energetycznej. Pole charakteryzowała duża zmienność warunków glebowych (IV - VI klasa bonitacyjna) i wilgotnościowych.
- Rośliny wysadzono na fragmentach plantacji zaliczanych do VI klasy, na których wierzbę próbowano bezskutecznie odnowić z powodu wyschnięcia sadzonek w latach 2005, 2006 i 2008.



**Bytom**  
**RSP**

## Bytom

- Gleba średnio zwięzła skażona metalami ciężkimi na skutek długotrwałej działalności wydobywczej oraz przetwórczej rud Pb, Zn i Cd.
- Pole podzielono na 4 części, na których w ramach współpracy z IETU w Katowicach prowadzono badania nad wpływem trzech stabilizatorów doglebowych, których funkcją miało być wiązanie metali ciężkich zawartych w glebie w formę nierozpuszczalnych i nie dostępnych dla roślin połączeń. Celem tych badań było określenie wpływu tej metody na obniżenie zawartości metali ciężkich w biomasie przeznaczonej do spalania.



# Plantacje produkcyjne



**Nowy Dwór Elbląski**  
**Bio-Energia Tolkmicko**



**Ciechocin**  
**Grupa PEP Warszawa**



**Drewnowo**  
**Bio-Energia Tolkmicko**

## Nowy Dwór Elbląski

- żyzne mady zaliczane do II - III klasy bonitacyjnej,
- plantacje miskanta olbrzymiego i prosa różgowatego

## Drewnowo k. Fromborka

- żyzne mady zaliczane do III klasy bonitacyjnej,
- plantacje traw z rodzaju miskant i ślazorca pensylwańskiego

## Ciechocin k. Tucholi

- gleba mineralna IV klasy bonitacyjnej,
- plantacja miskanta olbrzymiego



# Doświadczenia ścisłe, koniec 2013 r.

↓ Bytom



↓ Marcelewo





# Bytom - analizy chemiczne gleby w mg/kg

Rok	Wariant glebowy	Cd	Cr	Pb	Zn
2010	I - bez dodatków	8	24	337	1760
2012	I - bez dodatków	0	30	36	40
	II - z dodatkiem podłoża 1	17	18	439	1824
	III - z dodatkiem podłoża 2	18	20	496	1928
	IV - z dodatkiem podłoża 3	13	20	379	1467
Dopuszczalne stężenie metali ciężkich zanieczyszczających glebę średnio zwięzłą (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, D.U. 2002, 37 poz. 344)		1	80	70	200

**Bytom – zawartość metali ciężkich w biomasie w mg/kg w zależności od  
zastosowanego wariantu glebowego pod koniec 2012 r.  
(w.1 - bez dodatków, w.2 - z dodatkiem podłoża 1)**

L.p.	Gatunek	Cd		Cr		Pb		Zn	
		w. I	w. II	w. I	w. II	w. I	w. II	w. I	w. II
1	<i>Andropogon gerardii</i>	0,4	0	2,1	0,4	10,8	3,2	172	192
2	<i>Elymus elongatus</i>	0,4	1,3	1,8	2,4	9,2	5,8	89	190
3	<i>Lavathera thuringiaca</i>	2,7	3,3	4,4	0,5	12,4	29,2	125	295
4	<i>Panicum virgatum</i>	0,6	0,6	0,9	2,3	10,2	18,2	118	150
5	<i>Sida hermaphrodita</i>	5,4	4,3	0,4	1,4	2,4	2,9	168	80
6	<i>Silphium perfoliatum</i>	1,6	4,6	8,1	5,1	82,4	231,4	257	647
7	<i>Spartina pectinata</i>	0,2	0	2,1	2,5	7,5	1,3	70	105
Wartości progowe dla pelet i brykietów (wg PN-EN 14961-2:2011 i PN-EN 14961-3:2011)		0,5		10		10		100	



# Ocena potencjału plonowania gatunków wysadzonych w Bytomiu na koniec sezonu wegetacyjnego 2013 r.

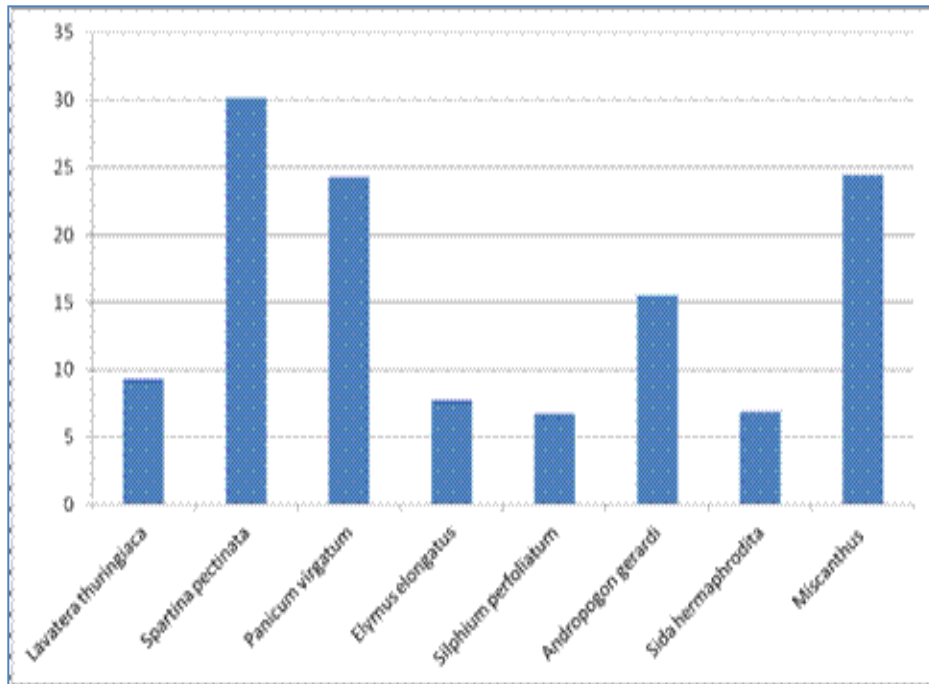
Gatunek	Wysokość roślin [cm]	Plon świeżej masy [t/ha]	Zawartość suchej masy [%]	Plon suchej masy [t/ha]
<i>Andropogon gerardi</i>	218	19,1	56,2	10,8
<i>Elymus elongatus</i>	161	14,5	62,7	8,9
<i>Lavathera thuringiaca</i>	146	19,4	53,1	10,2
<i>Panicum virgatum</i>	177	22,2	64,7	14,5
<i>Sida hermaphrodita</i>	317	29,8	53,8	16,0
<i>Silphium perfoliatum</i>	269	55,4	33,8	18,8
<i>Spartina pectinata</i>	233	19,9	57,3	11,4

# Ocena rozwoju gatunków wysadzonych w Marcelewie, na koniec sezonu wegetacyjnego 2013 r.

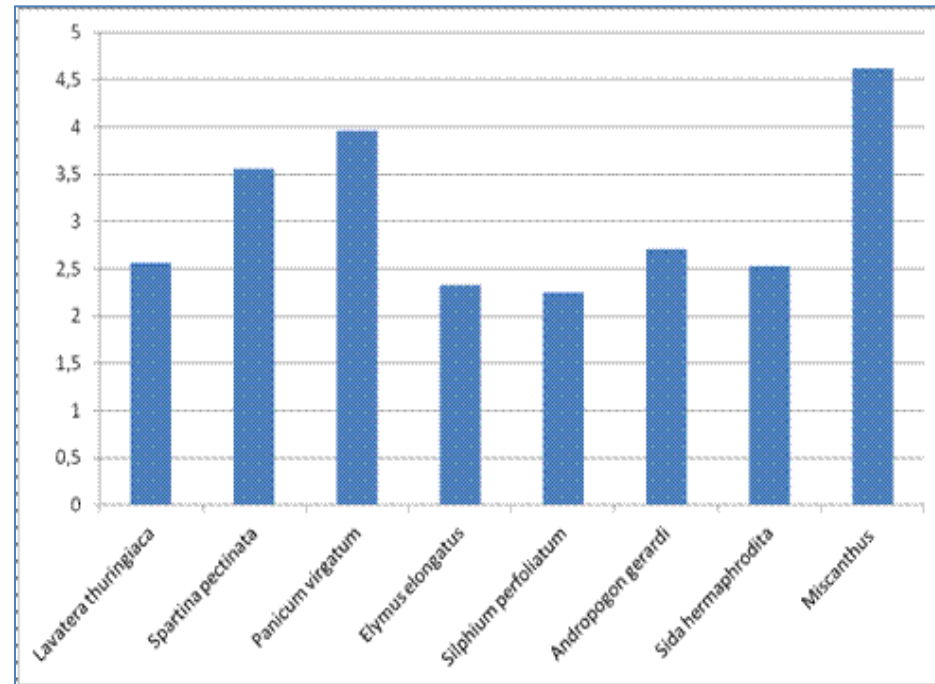
Gatunek	Wysokość roślin [cm]	Plon zielonej masy [t/ha]	Zawartość suchej masy [%]	Plon suchej masy [t/ha]
<i>Spartina pectinata</i>	191	17,8	61,73	11,0
<i>Panicum virgatum</i>	124	8,5	57,6	4,9
<i>Elymus elongatus</i>	137	2,6	81,4	2,1
<i>Andropogon gerardi</i>	190	5,0	67,66	3,4
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	161	3,0	68,87	2,1
<i>Bromus inermis</i>	65	Plonu nie oceniano, roślina zadarniająca		
<i>Lavathera thuringiaca</i>	40	Plon śladowy, nie oceniany z powodu zjadania przez zwierzynę leśną		
<i>Silphium perfoliatum</i>	rozeta	Roślina zjadana przez zwierzynę leśną		



# Badania intensywności fotosyntezy i transpiracji w warunkach deficytu wody (Marcelewo)



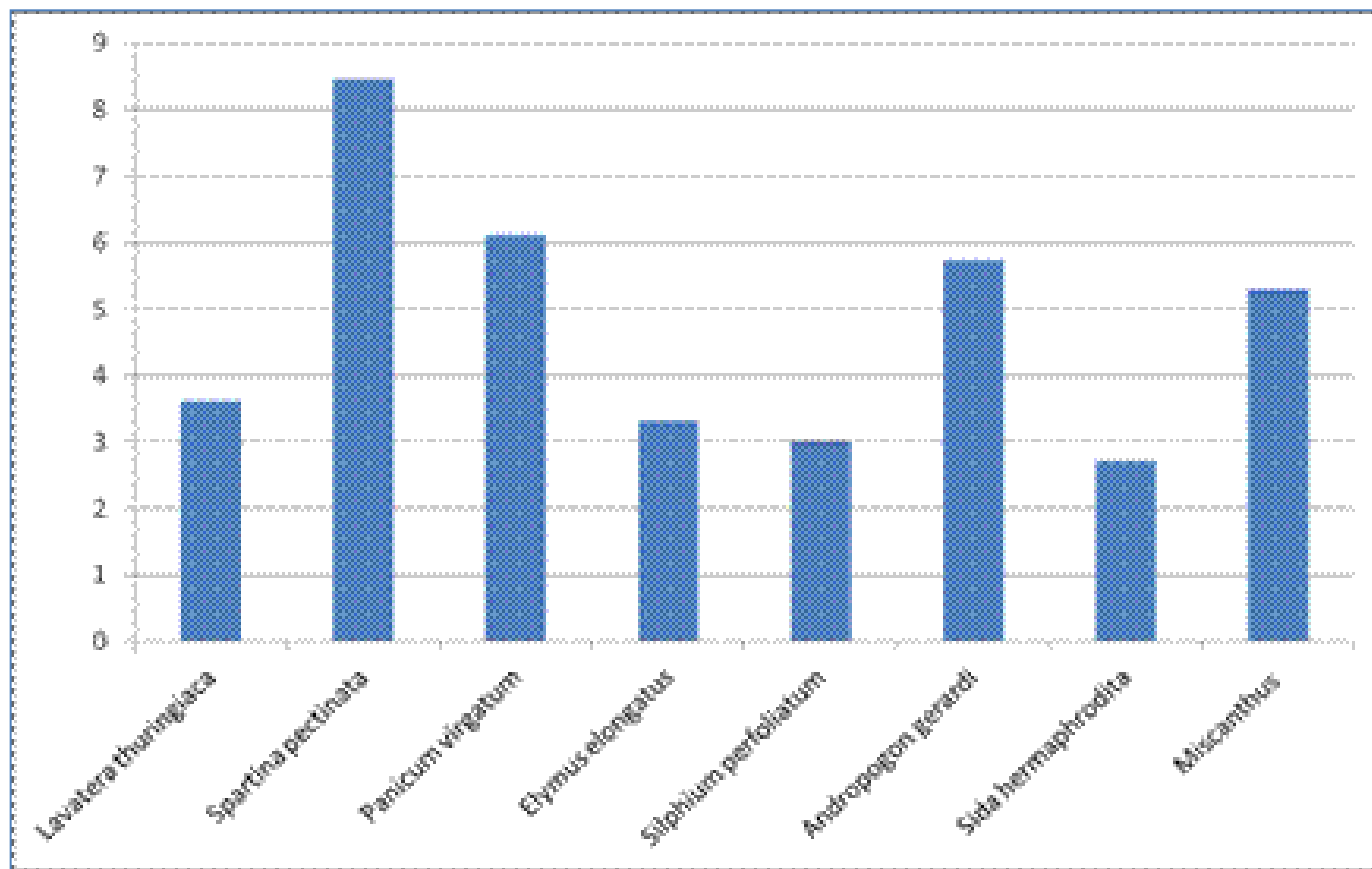
Rys. 1. Porównanie intensywności fotosyntezy netto [ $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ].



Rys. 2. Porównanie intensywności transpiracji [ $\mu\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ ].

**Wyniki:** najwyższą intensywność fotosyntezy (ponad 20  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) obserwowano u traw typu C-4 fotosyntezy: spartiny preriowej, prosa różgowatego i miskanta cukrowego, najniższą – u perzu wydłużonego, sylfii przerośniętej i ślazorca pensylwańskiego (ok. 7  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ). Te same gatunki wykazywały najwyższy stopień transpiracji (od 3,5 do 4,5  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )

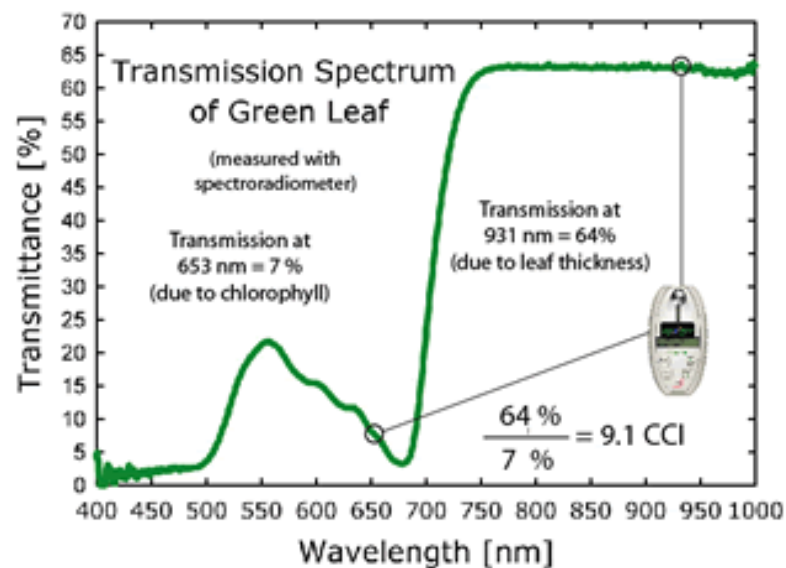
# Badania współczynnika wykorzystania wody – WUE w warunkach deficytu wody (Marcelewo)



**Badania wskazują na efektywne gospodarowanie wodą w procesie wymiany gazowej przez trawy C-4 fotosyntezy: spartinę preriową, proso różgowate, palczatkę Gerarda i miskanta cukrowego.**



# Wskaźnik zawartości chlorofilu CCI



Data provided by Apogee Instruments, Inc. For more info, see [www.apogeeinstruments.com](http://www.apogeeinstruments.com)



**Badania przeprowadzono przy pomocy aparatu *CCM 200 Plus*, działającego na zasadzie absorpcji optycznej w pasmach 653 (chlorofil) i 931 nm (bliska podczerwień). Wskaźnik zawartości chlorofilu CCI świadczy o kondycji wysadzonych roślin. Zmiany zawartości chlorofilu mogą być rezultatem niedostatku substancji odżywczych oraz niekorzystnych zmian warunków środowiskowych.**

# Porównanie wskaźnika zawartości chlorofilu CCI w liściach gatunków roślin wysadzonych na doświadczeniu w Marcelewie w terminie letnim i jesiennym

Gatunek	Wskaźnik zawartości chlorofilu (CCI)	
	23.07.2013	02.10.2013
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	9,2	8,2
<i>Lavatera thuringiaca</i>	29,2	zjadana przez zwierzęta
<i>Andropogon gerardi</i>	4,0	3,3
<i>Silphium perfoliatum</i>	11,4	zjadana przez zwierzęta
<i>Elymus elongatus</i>	1,1	1,2
<i>Panicum virgatum</i>	10,3	4,8
<i>Spartina pectinata</i>	10,0	8,7

# Plantacje produkcyjne

## ocena rozwoju roślin po sezonie 2009 i 2010 r.

Lokalizacja	Data obserwacji	Gatunek/rok wysadzenia	Wysokość roślin [m]	Plon św. m. [t/ha]	Plon biomasy [t/ha p.s.m.]
Drewnowo	17.03.2010	miskant olbrzymi nas. 2008	2,40	26,1	19,1
		ślazowiec pensylwański wysiew 2007	3,15	13,5	11,6
Nowy Dwór Elbląski	17.03.2010	miskant olbrzymi nas. 2008	2,53	31,4	25,2
Drewnowo	27.10.2010	ślazowiec pensylwański nas. 2005	2,97	18,2	11,4
		miskant cukrowy nas. 2007	2,07	15,7	10,9
		miskant chiński nas. 2008	2,51	11,8	8,8
Nowy Dwór Elbląski	27.10.2010	miskant olbrzymi nas. 2008	3,47	34,4	22,3
		proso różgowe wysiew 2009	1,79	21,4	14,6



# Plantacje produkcyjne

## ocena stanu doświadczeń po zimie 2010/2011

Ciechocin, miskant olbrzymi, nasadzenia 2009



**Na powierzchni 10 ha, obsadzonej materiałem komercyjnym miskanta olbrzymiego, stwierdzono zniszczenie ok. 95% wysadzonych roślin. W drugiej części plantacji, w której wysadzono ród miskanta olbrzymiego MG 116, nie stwierdzono żadnych strat. Czynnikiem, który mógł przyczynić się do wyginięcia roślin w Ciechocinie, były zastoiska wodne, które powstały w listopadzie ub. roku w części pola z glebą zaklasyfikowaną do grupy granulometrycznej gc – glina ciężka.**



# Ciechocin - ocena zachwaszczenia plantacji miskanta olbrzymiego



**Farbownik polny**  
*Anchusa arvensis*



**Mak polny**  
*Papaver rhoeas*

# Ciechocin

## ocena zachwaszczenia



**Bodziszek drobny**  
***Geranium pusillum***

L.p.	Gatunek	Część plantacji		
		I	II	III
		% pokrycia powierzchni chwastami		
		50	30	7
		Liczba gatunków		
		33	19	15
1	<i>Anchusa arvensis</i>	+	+	
2	<i>Apera spica-venti</i>	+	+	+
3	<i>Arabidopsis thaliana</i>	+		
4	<i>Artemisia vulgaris</i>	+		+
5	<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i>	+	+	+
6	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	+	+
7	<i>Centaurea cyanus</i>		+	+
8	<i>Chenopodium album</i>	d	d	+
9	<i>Cirsium arvense</i>	+	+	
10	<i>Conyza canadensis</i>	+	+	+
11	<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	+	
12	<i>Elymus repens</i>	+	+	+
13	<i>Epilobium hirsutum</i>	+		
14	<i>Equisetum arvense</i>			+
15	<i>Fallopia convolvulus</i>	+		
16	<i>Galinsoga parviflora</i>	+		
17	<i>Geranium pusillum</i>	+	+	
18	<i>Holcus mollis</i>		+	
19	<i>Lactuca serriola</i>	+		
20	<i>Matricaria perforata</i>	+	+	+
21	<i>Myosotis arvensis</i>	+		
22	<i>Omalotheca sylvatica</i>	+		+
23	<i>Papaver rhoeas</i>	+	+	+
24	<i>Plantago major</i>	+		
25	<i>Poa annua</i>	+	+	
26	<i>Polygonum aviculare</i>	+	+	+
27	<i>Setaria viridis</i>	+		
28	<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i>	+		
29	<i>Sonchus oleraceus</i>	+		
30	<i>Taraxacum officinale</i>	+		
31	<i>Thlaspi arvense</i>	+	+	
32	<i>Trifolium repens</i>	+		+
33	<i>Urtica dioica</i>	+		
34	<i>Veronica arvensis</i>	+	+	
35	<i>Veronica persica</i>	d		
36	<i>Viola arvensis</i>	d	+	+

d – gatunki dominujące, + - gatunki pozostałe



# Wyniki analizy składu chemicznego liści i źdźbeł traw z rodzaju miskant, zebranych w końcu sezonu wegetacyjnego 2011 r. z plantacji w Nowym Dworze Elbląskim i Drewnowie w % suchej masy

Lokalizacja	Gatunek	Część rośliny	N	P	K	Na	Ca	Mg
Nowy Dwór Elbląski	miskant olbrzymi	liście	0,61	0,21	0,80	0,10	0,74	0,34
		źdźbła	0,60	0,20	0,89	0,11	0,80	0,36
Drewnowo	miskant olbrzymi	liście	0,71	0,24	1,15	0,10	0,60	0,29
		źdźbła	0,33	0,06	0,4	0,08	0,08	0,06
	miskant chiński	liście	0,38	0,25	0,50	0,10	0,28	0,07
		źdźbła	0,20	0,27	0,58	0,09	0,15	0,12
	miskant cukrowy	liście	0,39	0,12	0,33	0,07	0,50	0,10
		źdźbła	0,24	0,17	0,48	0,08	0,15	0,20
Wartości progowe dla pelet i brykietów dla klasy B			1,0					

**Wyniki:** badania składu chemicznego materiału roślinnego traw z rodzaju *Miscanthus*, potwierdzają zależność ilości kumulowanego pierwiastka od gatunku, części wykorzystywanej rośliny oraz lokalizacji (warunków glebowych) plantacji.

# **Analizy energetyczne oraz fizyko-chemiczne brykietów i popiołu z wydmuchrzycy wydłużonej i prosa różgowatego**



**Brykiety zostały wykonane w Zakładzie Produkcyjnym ALCHEMIK w Ciechrzu k. Strzelna (woj. kujawsko-pomorskie), który jest producentem brykietciarek hydraulicznych o wydajności od 50 do 380 kg/h.**

**Materiał roślinny pobrano po zakończeniu sezonu wegetacyjnego 2010 r. w ilości ok. 50 kg/gatunek i wstępnie podsuszony do wilgotności ~20%.**

**Przed wykonaniem brykietów surowiec został dosuszony do wilgotności ~16% i rozdrobniony na frakcję  $\phi = 6$  mm.**

# Analizy energetyczne oraz fizyko-chemiczne brykietów i popiołu z wydmuchrzycy wydłużonej i proso różgowatego

**Badania składu chemicznego i wartości opałowej brykietów zostały wykonane w Zakładach Pomiarowo-Badawczych Energetyki „ENERGOPOMIAR” w Gliwicach.**

**Wilgotność dostarczonych brykietów (tzw. stan roboczy) wynosiła: 11,9% (proso różgowskie) i 12,6% (wydmuchrzyca wydłużona). Wartość opałowa robocza dla obu gatunków wynosiła 14 970 kJ/kg; w stanie suchym wahała się od 17 321 (proso) do 17 475 kJ/kg (wydmuchrzyca).**

**Tabela 2. Porównanie składu chemicznego paliwa – brykietów z proso różgowatego i wydmuchrzycy wydłużonej w % suchej masy.**

Składnik	Gatunek	
	<i>Panicum virgatum</i>	<i>Elymus elongatus</i>
Węgiel	47,77	47,26
Wodór	5,63	5,71
Azot	0,37	0,44
Siarka	0,05	0,08
Chlor	0,197	0,275
Popiół	5,0	4,4
Części lotne	76,4	77,0

# Analizy energetyczne oraz fizyko-chemiczne brykietów i popiołu z wydmuchrzycy wydłużonej i prosa różgowatego

Tabela 3. Wyniki analizy składu chemicznego popiołu ze spalania brykietów z prosa różgowatego i wydmuchrzycy wydłużonej [w %]

Badana cecha	Gatunek	
	<i>Panicum virgatum</i>	<i>Elymus elongatus</i>
Krzemionka (SiO <sub>2</sub> )	47,8	60,9
Żelazo (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,30	0,28
Glin (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,32	0,32
Mangan (Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	0,10	0,08
Tytan (TiO <sub>2</sub> )	0,02	0,02
Wapń (CaO)	10,6	6,43
Magnez (MgO)	3,04	1,74
Siarka (SO <sub>3</sub> )	2,61	3,61
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6,15	5,28
Sód (Na <sub>2</sub> O)	0,09	1,38
Potas (K <sub>2</sub> O)	20,4	16,0
Bar (BaO)	0,01	0,02
Stront (SrO)	0,02	0,01
Chorki (Cl)	1,88	2,17
Węglany (CO <sub>2</sub> )	5,75	0,84

Znajomość składu chemicznego przeznaczanych do spalania surowców roślinnych ma duże znaczenie dla sektora energetycznego. Obecnie większość jednostek energetycznych w Polsce wytwarza energię elektryczną stosując technologię współspalania węgla z biomasą stałą, zwłaszcza z biomasą typu *Agro*, której udział systematycznie wzrasta. Zawarty w biomase chlor należy do pierwiastków, które szkodliwie oddziałują na instalacje technologiczne stosowane do jej spalania. Spalanie biomasy zawierającej chlor skutkuje zagrożeniem korozją chlorkową, szczególnie w połączeniu z potasem i sodem zawartymi w popiołach.



# VI Międzynarodowy Kongres Bioenergetyczny, Valladolid, Hiszpania, 18-20.10.2011 r.

Udział w kongresie pozwolił poznać:

- założenia polityki energetycznej EU do 2020 r., które w uproszczeniu można określić jako 3x20,
- nowe technologie przetwarzania biomasy do celów energetycznych, np. piroliza, toryfikacja (prażenie), trójgeneracja (chłodzenie oraz wytwarzanie ciepła i elektryczności),
- priorytetowe kierunki badań związane z odnawialnymi źródłami energii – rozwój termochemicznych i biologicznych technologii przetwarzania biomasy,
- technologię uprawy i wykorzystania nowej odmiany K-12 trzciny laskowej (*Arundo donax*), wieloletniej trawy uprawianej w regionie śródziemnomorskim na cele energetyczne.

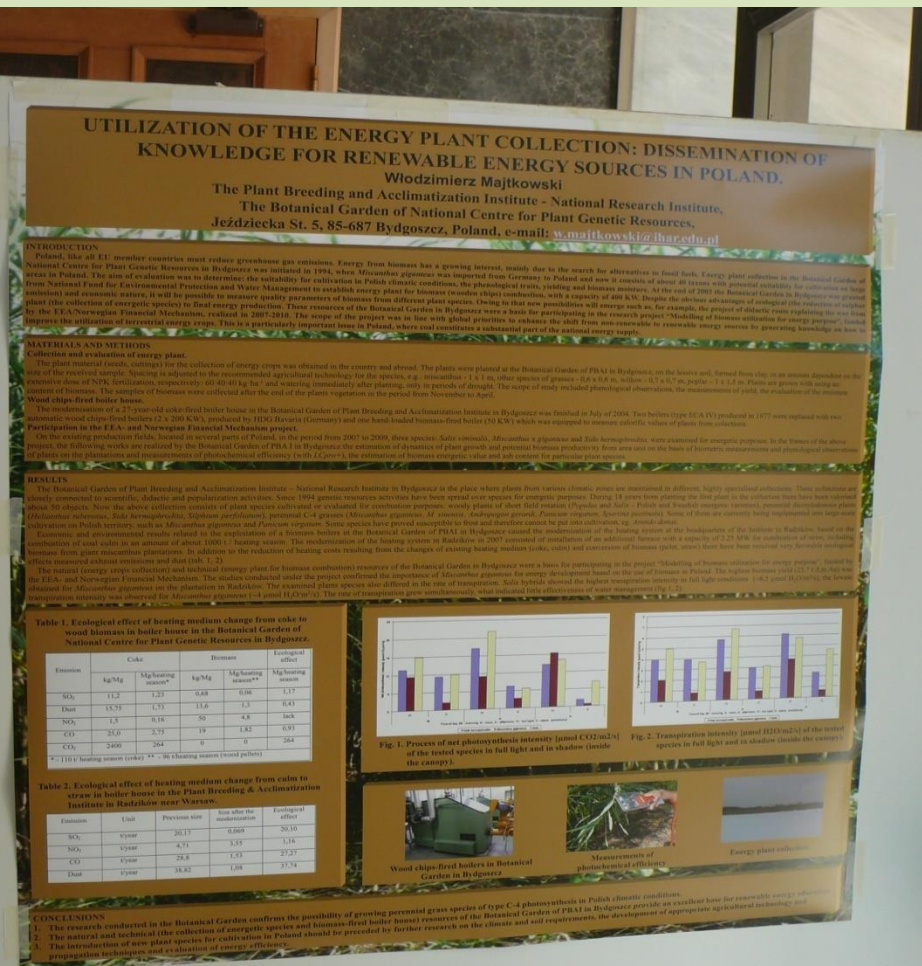


Współfinansowanie z zad. 1.3, 3.1 i 3.3

# VI European Botanic Gardens Congress „European Botanic Gardens in a Changing World”, Chios/Grecja, 28.05. – 2.06.2012 r.

**Kongres był okazją do wymiany poglądów na temat roli i funkcji ogrodów botanicznych we współczesnym świecie, w szczególności w zakresie gromadzenia w kolekcjach *ex-situ* roślinnych zasobów genowych oraz prowadzenia edukacji na różnych poziomach kształcenia. Na podstawie posteru pt. „Utilization of the energy plant collection: dissemination of knowledge for renewable energy sources in Poland” pokazano wykorzystanie zgromadzonej w Ogrodzie Botanicznym KCRZG w Bydgoszczy kolekcji roślin energetycznych w pracach doświadczalnych oraz w działaniach edukacyjnych związanych z wykorzystaniem biomasy w realizacji przez Polskę pakietu klimatycznego 3 x 20, zawartego w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w**

**sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.**



**Współfinansowanie z zad. 1.3, 3.1 i 3.3**



# The Energy & Materials Research Conference (EMR2012) w Torremolinos/Hiszpania, 20-22.06.2012 r.

Udział w kongresie pozwolił pogłębić wiedzę na temat najnowszych technologii związanych z wytwarzaniem i wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Przewiduje się, że w najbliższych latach w zakresie wykorzystania biomasy coraz powszechniejsze, również w Europie, będą biopaliwa II i III generacji, czyli paliwa otrzymywane z materiałów, które nie stanowią konkurencji dla żywności. Wśród przedstawionych prezentacji przeważały technologie konwersji biomasy celulozowej do bioetanolu. Ze względu na wysoką wydajność do produkcji bioetanolu w USA wykorzystywana jest biomasa z plantacji wieloletnich traw typu C-4 fotosyntezy – prosa różgowatego i

miskanta olbrzymiego, a także ze względu na krótki okres replikacji - alg. Konferencja pozwoliła ocenić miejsce Polski w realizacji pakietu klimatycznego 3 x 20, zawartego w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.



## 22<sup>nd</sup> International Grasslands Congress „Revitalising grasslands to sustain our communities”, Sydney/Australia, 15-19.09.2013 r.

Tematyka kongresu poświęcona była trwałym użytkom zielonym, które są jednymi z największych ekosystemów na świecie i stanowią źródło utrzymania dla ponad 800 milionów ludzi. Powierzchnia łąk, pastwisk i innych zbiorowisk trawiastych szacowana jest na 3,5 mld ha (35 000 000 km<sup>2</sup>), co stanowi 26% powierzchni lądowej świata i 70% powierzchni użytków rolnych. Głównym tematem kongresu była ocena zadań stojących przed użytkami zielonymi w zakresie wyżywienia ludności. Według danych FAO liczbę głodującej ludności szacuje się obecnie na ok. 1 miliard, a produkcja żywności do 2050 r. powinna wzrosnąć o 50-70%. Ocenia się, że produkcja żywności (mleka i mięsa) oparta na hodowli przeżuwaczy jest odpowiedzialna za emisję gazów cieplarnianych w wysokości 12%. Zwrócono uwagę na rolę łąk i pastwisk w sekwestracji węgla.



Współfinansowanie z zad. 3.1 i 3.2

Propozycją prowadzącą do zwiększenia C sekwestracji są systemy rolniczo-leśne (agroforestry). Podczas kongresu przedstawiono poster pt. “The role of Botanical Garden of PBAI in Bydgoszcz in promoting the crop and usage of perennial C-4 grasses in Poland”, w którym pokazano wyniki doświadczeń prowadzonych przez Ogród Botaniczny KCRZG w Bydgoszczy z nowymi gatunkami roślin typu C4 fotosyntezy.



# Podsumowanie

- Doświadczenie w Bytomiu założono w ramach współpracy z Instytutem Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach, w celu oceny możliwości pozyskiwania biomasy do celów energetycznych z roślin uprawianych na terenach skażonych metalami ciężkimi.
- Teren doświadczalny w Marcejewie został udostępniony przez Komunalne Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Bydgoszczy, zainteresowane uprawą roślin energetycznych na gruntach nieodpowiednich dla wierzby.
- Plantacje produkcyjne, na których prowadzono obserwacje rozwoju roślin, należały do firm energetycznych: Bio-Energia w Elblągu, wchodzącej w skład Grupy Dalkia S.A. z siedzibą w Warszawie (plantacje w Drewnowie i Nowym Dworze Elbląskim) oraz Polish Energy Partners (PEP) S.A. z Warszawy (plantacja w Ciechocinie).
- Analizy zawartości metali ciężkich w próbach gleby i materiału roślinnego wykonano w ramach współpracy w Katedrze Chemii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy.
- Wynikami prowadzonych prac są zainteresowani: rolnicy – potencjalni producenci biomasy, producenci brykietów i granulatu opałowego (pelet), duże zakłady energetyczne, mające obowiązek wytwarzania energii z OZE oraz władze samorządowe, które realizują wdrażanie programów rozwoju OZE na swoich terenach.

# Rezultaty realizacji zadania

## Przedstawiono 3 referaty i 2 postery, jak również opublikowano 6 publikacji, np.:

- Majtkowski W. 2012. *Spartina preriowa Spartina pectinata* L. (W:) Kołodziej B., Matyka M. (red.) Odnawialne źródła energii. Rolnicze surowce energetyczne. PWRiL, Poznań: 296-298 (całość 594 ss.).
- Majtkowski W., Majtkowska G., Tomaszewski B. 2012. The photosynthetic process of C-4 perennial energetic grasses in the climatic condition of Poland. (W:) Méndez-Vilas A. „Fuelling the future: advances i science & Technologies for energy generation, transmission and storage”. BrownWalker Press, Boca Raton, Florida, USA: 124-127 (całość 601 ss.) (wspólna z zad. 3-3-00-0-02).
- Majtkowski W. 2012. Utilization of the energy plant collection: dissemination of knowledge for renewable energy sources in Poland. (W:) Book of abstracts z VI European Botanic Gardens Congress EUROGARD VI „European Botanic Gardens in a Changing World”, Chios Island, Grecja, 28.05. – 2.06.2012 r.: 119-120.
- Majtkowski W., Majtkowska G., Tomaszewski B. 2013. The role of Botanical Garden of PBAI in Bydgoszcz in promoting the crop and usage of perennial C4 grasses in Poland. (W:) Michalk D.L., Millar G.D., Badgery W.B., Broadfoot K.M. (editors). Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Grassland Congress, Sydney, New South Wales, Australia, 15-19 September 2013: 1707-1708 (całość 1960 ss.) (wspólna z zad. 3-3-00-0-02).

## W oparciu o zadanie została zrealizowana praca dyplomowa:

- „Izolacja i próba identyfikacji związków o potencjalnej aktywności biologicznej z wybranych odmian gatunku *Miscanthus sinensis* (Poaceae)”. (UMK Toruń, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera, Katedra i Zakład Farmakognozji w Bydgoszczy, kierunek Farmacja).

# Rezultaty realizacji zadania c.d.

**Na pokrycie zapotrzebowania na biomasę przeznaczoną na paliwa stałe niezbędne będzie założenie w Polsce wysokowydajnych plantacji roślin energetycznych na powierzchni ok. 660 tys. ha. Niezbędne jest zatem poszukiwanie nowych form roślin przeznaczonych na cele niekonsumpcyjne (rekultywacja, energetyka odnawialna, przemysł), jak również kompleksowych technologii uprawy na te cele, z wykorzystaniem gruntów nieprzydatnych w produkcji żywności.**

**W wyniku prowadzonych badań zaprezentowano możliwości uprawy na gruntach zdegradowanych gatunków wieloletnich roślin energetycznych, takich jak: proso różgowate, miskant cukrowy, spartina preriowa, sylfia przerośnięta, ślazowiec pensylwański. W korzystnych warunkach glebowo-wilgotnościowych charakteryzowały się one zarówno wysoką produktywnością biomasy, jak i zdolnością do kumulacji metali ciężkich. Gatunkiem najodporniejszym na deficyt wody okazała się spartina preriowa.**

**Zagospodarowanie tylko ¼ powierzchni nieużytków w kraju (ok. 119 tys. ha) w proponowany sposób (uprawy na cele energetyczne) może dostarczyć rocznie od 71,4 do 166,6 mln PLN dodatkowego przychodu.**