

Włodzimierz Majtkowski
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roslin
Oddział w Bydgoszczy

BIORÓDNOŚĆ UPRAW ENERGETYCZNYCH PODSTAWĄ ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Streszczenie

Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej zakłada, że udział energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym Polski w 2010 r. ma wynosić 7,5%. Za podstawowe źródło energii odnawialnej w Polsce uważana jest biomasa. Ocenia się, że w Polsce przy rocznym zużyciu do celów energetycznych, wynoszącym ok. 100 milionów ton węgla, zapotrzebowanie na biomasę w energetyce wzrastać będzie od 4 mln ton w 2005 r. do 11,2 mln ton w 2010 r. Obecnie rozwój agroenergetyki w Polsce oparty jest na promocji wierzy, chociaż zestaw potencjalnych roślin, które mogą być źródłem biomasy w naszym kraju obejmuje kilkadziesiąt gatunków (np. *Helianthus tuberosus*, *Sida hermaphrodita*, *Silphium perfoliatum*, wieloletnie trawy typu C4 fotosyntezy - *Andropogon gerardi*, *Miscanthus giganteus*, *M. sacchariflorus*, *M. sinensis*, *Panicum virgatum*, *Spartina pectinata*). Uprawa roślin energetycznych powinna obejmować jak najwięcej gatunków, dostosowanych do zróżnicowanych warunków glebowo-klimatycznych oraz możliwości technicznych rolników. Różnorodność biologiczna jest najlepszym sposobem ograniczania niebezpieczeństwa rozprzestrzeniania się chorób i szkodników. Większą uwagę należy też zwrócić na wykorzystanie biomasy pochodzącej z odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także z przemysłu przetwarzającego ich produkty.

Słowa kluczowe: agroenergetyka, biomasa, rośliny energetyczne

Wprowadzenie

Uprawa roślin w monokulturze, niezależnie od gatunku, stwarza niebezpieczeństwo nagromadzenia agrofagów, powodujących zwiększenie uszkodzeń przez choroby i szkodniki. Powstają w Polsce plantacje wieloletnich gatunków energetycznej młodych porównań do długotrwałej monokultury tradycyjnych roślin rolniczych. Już obecnie obserwowane są liczne przykłady patogenów za-

grajających wierzbie [Harasimowicz-Hermann 2005a,b; Tomczyk 2004a,b, 2005, 2006]. Borkowska i Styk [2005] donoszą o szkodnikach *ta*zowca pensylwańskiego. Dotychczas brak informacji o patogenach miskanta olbrzymiego, rośliny która zostanie prawdopodobnie objęta dopłatami do upraw energetycznych w Polsce w 2006 r. Zróżnicowanie taksonomiczne nowych plantacji pozwoli ograniczyć ryzyko strat spowodowanych przez epifity patogenów lub czynniki klimatyczne (susza, mrozy). W pracy zostały przedstawione gatunki roślin, które na podstawie dotychczasowych doświadczeń, prowadzonych przez instytucje naukowo-badawcze (Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, Instytut Nauk Rolniczych w Zamoczu, SGGW w Warszawie), mogą być wprowadzane do uprawy na wieloletnich plantacjach energetycznych w Polsce.

Nowe (perspektywiczne) gatunki energetyczne

***Źazowiec pensylwański* (*Sida hermaphrodita*)**

Znany również pod nazwą malwy pensylwańskiej, jest przedstawicielem rodziny *ta*zowatych (Malvaceae). Pochodzi z południowych rejonów Ameryki Pn. Wczesniejsze badania wskazywały na możliwość wykorzystywania jako rośliny wódknodajnej, miododajnej, paszowej, leczniczej oraz w przemyśle celulozowo-papierniczym [Borkowska i in. 1994]. W ostatnich latach propagowana jest uprawa *ta*zowca jako rośliny energetycznej. Na wieloletnie plantacje energetyczne (okres użytkowania ok. 20 lat) nadają się rośliny tworzące mocne kępy i wytwarzające 3odygi do 3 m wysokości. Zbioru dokonuje się po zakończeniu wegetacji, po naturalnym zaschnięciu 3odyg. Plony biomasy o wilgotności 20-25% wynoszą ~20-25 ton/ha. Wartość energetyczna wynosi ~15 MJ/kg. Zaletą *ta*zowca pensylwańskiego jest możliwość uprawy na glebach IV-V klasy oraz 3atwość rozmnażania z nasion lub przez podział karp.

***Sylfia* (*Silphium perfoliatum*)**

Znana też pod nazwą rożnik przerośnięty. Jest byliną z rodziny astrowatych (*Asteraceae*), pochodzi z centralnych regionów Ameryki Pn. Uznawana jest za cenną roślinę pszczelarską, leczniczą, paszową (o znacznej zawartości białka i węglowodanów), a także ozdobną. Ze względu na niewielkie wymagania pod względem zapotrzebowania na składniki pokarmowe może być polecana jako roślina pionierska przy rekultywacji terenów zdegradowanych [Weryszko-Chmielewska i in. 1999]. Pędy sylfii osiągną wysokość do 2,5 m. Plantacje energetyczne sylfii zakładane jesienią (X-XI), przez wysiew nasion w rzędach o rozstawie 100 cm. Po 3-4 latach z plantacji można zbierać ok. 19 t s.m./ha.

Topinambur (słonecznik bulwiasty) *Helianthus tuberosus*

Bylina pochodzi z Ameryki Pn., należy do rodziny astrowatych (*Asteraceae*). Łodygi o średnicy 3 cm, dorastają do 2-4 m wysokości. Wytwarza podziemne rozłogi, na których końcach powstają bulwy, podobnie jak u ziemniaka. Do zalet tej rośliny zalicza się: wysoki potencjał produkcyjny (plon łydzy w granicach 10-20 t s.m/ha oraz bulw - do 40 t/ha), a także małe wymagania siedliskowe. Surowcem energetycznym są zarówno bulwy, które można przeznaczyć do produkcji etanolu lub biogazu, jak też części nadziemne (świeże lub zakiszone) - do produkcji biogazu, bezpośredniego spalania lub też do produkcji brykietów i pelet (tab. 1). Wartość opałowa zbieranej biomasy przy wilgotności 20% wynosi ok. 15 MJ/kg. Innymi formami wykorzystania topinamburu może być rekultywacja terenów poprzemysłowych oraz osłona pól uprawnych przed zwierynięciem [Góral 1999].

Tabela 1. Potencjał energetyczny topinamburu
Table 1. The energetic potential of artichoke

Rodzaj plonu	Wielkość plonu t/ha	Wykorzystanie plonu	Wielkość produkcji z 1 ha
Zielonka (3 pokosy)	100	Produkcja biogazu	53.500 m ³
Słoma	50	Spalanie	900 GJ
Bulwy	25	Etanol	2.600 dm ³

Źródło: [Piskier 2004]

Miskant olbrzymi (trzcina chińska) *Miscanthus giganteus*

Okaza trawa kępowa, pochodzi pierwotnie z Azji Południowo-Wschodniej. W Europie uprawiana jest od ok. 50 lat, początkowo jako roślina ozdobna, a od kilkunastu lat na plantacjach energetycznych. Jest naturalnym mieszańcem, powstałym ze skrzyżowania miskanta chińskiego z miskantem cukrowym [Rozewski 1996]. Uprawiany dla grubych, sztywnych, wypełnionych gęstym rdzeniem łodyg, o wysokości 200-350 cm. Charakteryzuje się szybkim wzrostem (szczególnie w upalne lata), wysokim plonem biomasy z jednostki powierzchni oraz odpornością na niskie temperatury, chociaż krytycznym momentem w uprawie w warunkach polskich jest wrażliwość sadzonek na niskie temperatury po I roku uprawy. Przed nadejściem zimy młode plantacje wymagają zabezpieczenia (np. okrywania śłomą). Pełnię rozwoju osiągną w 3 sezonie wegetacyjnym, dlatego szczególnie należy zwrócić uwagę na staranne przygotowanie gleby przed wysadzeniem roślin. Dużym zagrożeniem dla sa-

dzzonek miskanta może być konkurencja ze strony chwastów, głównie w dwóch pierwszych latach po wysadzeniu. Podstawowym celem prac poprzedzających założenie plantacji jest stworzenie możliwie najkorzystniejszych warunków dla ukorzenia się i wzrostu sadzonek.

Szczególnie starannego przygotowania wymagają użytki zielone (3^{ki}, pastwiska) oraz grunty nieużytkowane rolniczo (odłogi), zachwaszczone trudnymi do wytępienia roślinami wieloletnimi, takimi jak: bylica (*Artemisia vulgaris*), ostrożeń (*Cirsium arvense*), perz (*Agropyron repens*), powój (*Convolvulus arvensis*). Na przygotowanie stanowiska warto wówczas przeznaczyćco najmniej cały sezon wegetacyjny poprzedzający założenie plantacji. W razie niskiego pH gleby (poniżej 5,5) przed orką należy zastosować wapnowanie.

Przed sadzeniem miskanta olbrzymiego, na wiosnę następnego roku, pole starannie wyrównujemy, stosując bronie lub glebogryzarkę. Na polach użytkowanych rolniczo powyższe zabiegi nie są konieczne i ograniczają się do standardowej uprawy jesienno-wiosennej, tak jak pod inne rośliny rolnicze: zboża, oleiste lub okopowe. Miskant olbrzymi nie wytwarza nasion, co uniemożliwia jego generatywne rozmnażanie. Aktualnie stosowane są dwie metody rozmnażania: przez kłosa (tzw. rizomy) lub laboratoryjnie (metoda in vitro).

Najwyższe plony osiągnięte są na żyznych glebach III-IV klasy bonitacyjnej, o odczynie pH od 5,5 do 7,5, z niskim poziomem wód gruntowych. Rośliny pozytywnie reagują na nawożenie NPK (wiosną, po ruszeniu wegetacji), w dawce czystego składnika odpowiednio: 60-90, 30-50 i 120-150 kg/ha [Jeżowski 2000]. Zbiór biomasy odbywa się po zakończeniu wegetacji. Dobrze rozrośnięte kępy wytwarzają kilkaset trzcinowatych 30dyg. Okres eksploatacji plantacji wynosi ponad 15 lat. Najwyższe nakłady w uprawie miskanta związane są z zakupem sadzonek. Na plantację o powierzchni 1 ha potrzebnych jest 10 tys. roślin, które wysadzane są w rozstawie 1 x 1 m.

Przeciętna wydajność kilkuletniej plantacji miskanta olbrzymiego kształtuje się na poziomie 20 ton biomasy z 1 ha, przy wilgotności ok. 20%. Można więc przyjąć że przy cenie ok. 120 zł/słomy roczny dochód ze sprzedaży biomasy miskanta olbrzymiego wynosi 2.400 zł/ha (w kalkulacji nie uwzględniono dopłat bezpośrednich). Wartość opałowa takiego paliwa wynosi 14-17 MJ/kg. Przechowywanie sprasowanej biomasy o wilgotności ok. 20% nie stwarza problemów, z jakimi spotykamy się przy magazynowaniu zrębków wierzbowych.

Ze wzglêdu na wysok¹ zawartoœæ celulozy i ligniny, biomasa z miskanta stanowi równie¿ cenny surowiec wykorzystywany (g³ównie w Niemczech) do produkcji materia³ów budowlanych (materia³y izolacyjne, lekkie p³yty ocienne i pod³ogowe, zamiennik azbestu), w przemyœle celulozowo-papierniczym (do produkcji opakowañ, papieru technicznego, tektury) i w rolnictwie (np. ulegaj¹ce biodegradacji doniczki i palety) [Je¿owski 2000].

Miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*)

W naturalnych warunkach porasta w³aski, polany leœne i zaros³a na wschód od jeziora Bajka³, g³ównie w dorzeczu Amuru oraz miêdzy Sachalinem a Pó³wyspem Koreañskim. Osi¹ga wysokoœæ 100-250 cm, a dziêki puszystym, srebrzystopurpurowym wiechom, o d³. 20-25 cm, które pojawiaj¹ siê na pocz¹tku wrzeœnia, jest popularn¹ traw¹ ozdobn¹, czêsto spotykan¹ w parkach i ogrodach. Sztwyne k³osy wype³nione s¹ rdzeniem. W warunkach klimatycznych Polski nasiona zwykle nie dojrzewaj¹ przed nadejœciem zimy. Gatunek ten lubi gleby lekkie, zasobne w sk³adniki pokarmowe, o umiarkowanej wilgotnoœci, chocia¿ toleruje stanowiska suche, pozbawione kompleksu sorpcyjnego. Z racji mocnego systemu korzeniowego w swej ojczyźnie stosowany jest jako roœlina przeciwozyjna, a ze wzglêdu na intensywne pobieranie z gleby metali ciê¿kich tak¿e na poboczach autostrad [Hsu, Chou 1992].

Uprawiany przez wiele lat na jednym miejscu nie wymaga wiêkszej pielêgnacji. Pozytywnie reaguje na nawo¿enie azotem w iloœci 60 kg N/ha oraz 50 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O. Na przeœmiej jesieni i zimy mo¿na zastosowaæ nawo¿enie gnojowic¹ w dawce do 30 m³/ha, co ca³kowicie zastêpuje nawo¿enie mineralne [Kowalczyk-Juda i in. 2004]. Zbiór i wykorzystanie biomasy podobne, jak miskanta olbrzymiego (*Miscanthus x giganteus*), najlepiej mechanicznie przy pomocy silosokombajnów rolniczych lub tradycyjnych. Mo¿na te¿ przeprowadziæ zbiór za pomoc¹ kosiarki rotacyjnej i prasy zwijaj¹cej.

Optymalny termin zbioru przypada od wrzeœnia do paŹdziernika. Przesuwanie zbioru na miesi¹ce zimowe jest mniej korzystne z uwagi na straty spowodowane wyleganiem roœlin, szczególnie pod ciê¿arem œniegu. Ze wzglêdu na wiêsz¹ odpornoœæ na niskie temperatury i suszê, miskant cukrowy wydaje siê byæ lepiej przystosowany do uprawy w Polsce ni¿ miskant olbrzymi (nie wymaga ocie¿kowania). Daje siê łatwo rozmna¿aæ przez podzia³ roz³ogów na przeœmiej kwietnia i maja, które mo¿na umieszczaæ w brzoŹdzie za p³ugiem, a nastêpnie przykryæ bron¹. Zalecana obsada mo¿e wynosiæ 1-4 roœlin na 1 m², co odpowiada rozstawie miêdzyrzêdzi i odleg³oœci miêdzy roœlinami 0,5-1 m. Ustalaj¹c obsadê nale¿y pamiêtaæ o ekspansywnoœci tego gatunku, dziêki czemu pokrywa powierzchniê pola równomiernym, zwartym œaniem.

Palczatka Gerarda (*Andropogon gerardi*)

Rodzaj *Andropogon* obejmuje ok. 150 gatunków rozprzestrzenionych głównie w tropikalnych i subtropikalnych rejonach świata. Ojczyzn¹ palczatki Gerarda s¹ prairie Ameryki Pn., na wschód od Gór Skalistych, gdzie jest jednym z dominuj¹ cych składników runi. Trawa ta jest okaza³ rocin¹, tworzi c¹ gęste, szarozielone kępy. Sztynne łodyżka, 100-250 cm d³, wypełnione s¹ rdzeniem. Charakterystyczne kwiatostany pochodzenia wiechowatego złożone s¹ z 2-3 palczasto ułożonych kłosów, o d³. 4-8 cm, umiejscowionych na wierzchołkach długich do 60 cm gądek, wyrastaj¹ cych po 1-3 z k¹ tów górnych liści.

Jako gatunek ciepłolubny wegetację rozpoczyna dopiero w maju, daje największe przyrosty biomasy w VI-VIII, kiedy większość traw zwi¹ zanych z sezonem chłodnym (w tym większość polskich) przechodzi okres spoczynku. Kwitnie od sierpnia do października, nasiona zawi¹ zuje w październiku. W swej ojczyźnie uważana jest za wartościow¹ rocin¹ pastewn¹, zwłaszcza w żywieniu przeżuwaczy (odmiany w USA). Stosowana jest również jako rocin¹ osłonowa i dekoracyjna na poboczach autostrad, jako rocin¹ przeciwoerozyjna oraz w rekultywacji terenów przemysłowych, m.in. zwązowisk po kopalnictwie węgla kamiennego i hałd po wydobyciu rud żelaza [Skeel, Gibson 1996].

Andropogon gerardi może być uprawiany na glebach umiarkowanie wilgotnych, o pH 5-8. Dobrze znosi zasolenie i suszę. Wymaga stanowiska starannie odchwaszczonego, jak również odchwaszczania przez pierwsze dwa lata od założenia plantacji, np. preparatami zawieraj¹ cymi bromoxynil, 2,4-D lub atrazinę. Wysiew nasion rzędowy, w ilości 3,4-4,6 kg/ha (mniejsza na stanowiskach suchych), najlepiej w maju. Odległość między rzędami 60-114 cm, zależna od wilgotności gleby (większa na terenach suchych). W roku założenia plantacji nie zaleca się nawożenia mineralnego. W następnych latach korzystnie reaguje na zasilanie w końcu maja nawozami azotowymi w ilości 70-110 kg N/ha (K i P w zależności od zasobności podłoża) [Smith, Smith 1997]. Zbiór - po zakończeniu wegetacji po pierwszych przymrozkach.

Proso różgowate (*Panicum virgatum*)

Występuje na znacznych obszarach kontynentu północnoamerykańskiego, od Nowej Szkocji, Ontario, Północnej Dakoty i Wyoming (na północy) po Florydę, Nevadę, Arizonę i Meksyk na południu. Spotykana jest w zbiorowiskach rocin¹ności trawiastej prairii, widnych lasów oraz słonych bagien i moczarów (marsze). Wytwarza okaza³e, zielone lub szarozielone kępy, osi¹ gaj¹ce najczęściej

1-2 (rzadziej 3) metry wysokości. Kwiatostanami są rozłożyste wiechy, od 15-50 cm długości. Kwitnie od lipca do września nasiona zawiązuje we wrześniu i październiku. Amerykańskie odmiany populacyjne tego wieloletniego gatunku prosa (np. Alamo, Blackwell, Cave-in-Rock, Dacotah, Forestburg, Kanlow, Trailblazer) dostarczają wartościowej paszy dla przeżuwaczy, zwłaszcza w okresie letnich upałów, kiedy większość traw pastewnych przechodzi okres spoczynku. Mogą być uprawiane na glebach lekkich lub średnio żwiższych, umiarkowanie zasolonych lub zasadowych. Ze względu na długą trwałość polecane są do zadarniania terenów zdegradowanych, w charakterze roślinności przeciwoerozyjnej (rośliny tworzą krótkie, uskokowate rozłogi), a także do upiększania poboczy autostrad. Departament Energii Stanów Zjednoczonych w latach dziewięćdziesiątych objął *Panicum virgatum* programem badawczym nad roślinami do celów energetycznych, dla centralnych i północno-wschodnich rejonów USA [Sanderson i in. 1997].

Plantację energetycznej prosa różgowatego powinno się zakładać wiosną (druga połowa maja, czerwiec). Norma wysiewu i obsada uzależnione są od rodzaju stanowiska. Na terenach wilgotnych proso różgowe zaleca się uprawiać w rozstawie rzędów 60 - 90 cm, a na terenach suchych 90 - 120 cm. Ilość nasion zawiązana jest z rozstawem i tak dla 60 cm wynosi ona 1,9 kg/ha. Dla rozstawy 90 cm ilość należy pomniejszyć do 3, a dla 120 cm - o połowę. W roku wysiewu nie jest konieczne nawożenie plantacji. Od drugiego sezonu rośliny wiosną korzystne jest stosowanie nawożenia azotowego w dawce 70-130 kg/ha. Dawka P i K powinna być ustalona na podstawie analizy składu chemicznego próbek glebowych [Smith, Smith 1997]. Podobnie jak pozostałe trawy typu C-4 fotosyntezy, proso różgowe pełni rolę rozwoju osi ga w trzecim roku uprawy, stąd też wymaga starannego przygotowania pola, zwłaszcza usunięcia innych traw.

***Spartina preriowa* (*Spartina pectinata*)**

Szeroki zasięg występowania tego gatunku, od Nowej Funlandii i Quebec (Kanada) po Arkansas, Texas i Nowy Meksyk (USA), świadczy o znacznych możliwościach adaptacyjnych do skrajnych warunków siedliskowych. Spotykana jest zarówno w zbiorowiskach roślin hydrofilnych, wraz z sitowiem (*Scirpus* sp.), turzycami (*Carex* sp.) i trzciną (*Phragmites* sp.), jak i na suchej prerii, z *Andropogon gerardi* Vitm., *Elymus canadensis* L. i *Panicum virgatum* L.

Spartina preriowa, podobnie jak inne gatunki typu C-4, jest okazem roślinnym wyrastającym do wysokości ok. 2,0 m, tworzącym obszerne, luźne kępy gęsto pokryte długimi do 80-90 cm, szerokimi do 1,5 cm liśćmi. W połowie lata pojawiają się palczasto-groniaste kwiatostany długości ok. 30 cm. Pędy genera-

tywne w ocodku s¹ puste. *Spartina preriowa* brana jest pod uwagę jako potencjalna roślina energetyczna (biopaliwo) do uprawy w Europie. Podkreca się też znaczenie przeciwoerozyjne spartiny. Porastając brzegi strumieni zapobiega powodziom podczas okresów intensywnych opadów. Wykorzystywana jest również do umacniania piaszczystych wałów, grobli i tam. Mocne, ostro zakończone korzenie przerastają podłoże niezależnie od jego związku.

W warunkach Polski *Spartina* wytwarza nasiona, jednak ze względu na niedostępność nasion w handlu oraz szybki spadek zdolności kiełkowania zalecane jest rozmnażanie wegetatywne przez podział rozłogów na wiosnę. Trawę tę najczęściej wysadza się w rozstawie rzędów 180-300 cm i 50-75 cm w rzędzie. Od drugiego sezonu wegetacyjnego korzystne jest zasilanie roślin nawozami mineralnymi, w dawce 60-110 kg N/ha (P i K - po analizie składu chemicznego próbek glebowych) [Smith, Smith 1997]. W Polsce *Spartina preriowa* dotychczas nie znalazła szerszego zastosowania. Najczęściej wykorzystywano ją jako roślinę ozdobną, zwłaszcza odmianę "*Aureomarginata*", o żółto obrzeżonych blaszkach liściowych.

Podkreca się kilkakrotnie mniejszą zawartość popiołu pozostającego po spalaniu słomy pochodzącej z wieloletnich traw C₄, w porównaniu ze słomą zbóż i wieloletnich, rodzimych traw typu C₃ - mozgi trzcinowatej *Phalaris arundinacea* i trzciny pospolitej *Phragmites communis* (tab. 2). Słomę z traw C₄ można więc traktować jak biomasę z plantacji szybko rosnących drzew.

Tabela 2. Porównanie zawartości popiołu ze spalania słomy traw typu C₃ i C₄ fotosyntezy

Table 2. Comparison of ash content after combustion of straw from C₃ and C₄ grasses

Gatunek	Typ fotosyntezy	Zawartość popiołu % s.m.
<i>Spartina preriowa</i> <i>Spartina pectinata</i>	C ₄	1,6
Proso różgowe <i>Panicum virgatum</i>	C ₄	1,7
Palczatka Gerarda <i>Andropogon gerardi</i>	C ₄	1,8
Miskant chiński <i>Miscanthus sinensis</i>	C ₄	2,0
Mozga trzcinowata <i>Phalaris arundinacea</i>	C ₃	6,3
Trzcina pospolita <i>Phragmites Australis</i>	C ₃	7,5
Pszenna <i>Triticum</i>	C ₃	11,1

Źródło: [Samson i in. 2000]

Podsumowanie

Wspieranie rozwoju energetyki odnawialnej stało się jednym z priorytetowych zadań w Unii Europejskiej. W wyniku przeprowadzonej w 2003 r. przez Komisję Europejską reformy Wspólnej Polityki Rolnej, na terenie Unii Europejskiej dopłaty bezpośrednio dla rolników nie są już powiązane z produkcją rolną. Dzięki temu rolnicy mogą swobodnie odpowiadać na wzrastające zapotrzebowanie na uprawy energetyczne. Reforma ta wprowadziła specjalną pomoc na uprawy energetyczne i utrzymała możliwość wykorzystania gruntów obowiązkowo odługowanych do prowadzenia upraw nieżywnościowych, w tym upraw energetycznych.

W ramach funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności możliwe będzie sfinansowanie przekwalifikowania rolników i zaopatrzenie producentów biomasy w sprzęt oraz zainwestowanie w urządzenia do produkcji biopaliw. Przewidziane jest również wspieranie producentów energii elektrycznej oraz lokalnych kotłowni przy przestawianiu się na biomasę. Europejski Komitet Normalizacyjny prowadzi też prace nad stworzeniem europejskiej normy dotyczącej jakości paliw stałych produkowanych z biomasy, w celu ułatwienia handlu takimi paliwami, rozwijania dla nich rynków i zwiększania zaufania konsumentów [Wojciechowska 2006].

Podjęte działania świadczą o tym, że wreszcie dla odnawialnych źródeł energii zapaliło się zielone światło. Agroenergetyka powinna jak najszybciej stać się nowym kierunkiem w polskim rolnictwie. Zwiększanie udziału sektora energetycznego w polskim rolnictwie spełniałoby wymogi dobrej praktyki rolniczej, zapewniając zrównoważoną produkcję biomasy, nie powodując wzrostu produkcji żywności.

Wnioski

1. W celu osiągnięcia do 2010 r. wzrostu udziału energii ze źródeł odnawialnych do 7,5% niezbędne jest zwiększenie powierzchni plantacji wieloletnich, wysokowydajnych gatunków roślin energetycznych.
2. Uprawa roślin energetycznych powinna obejmować jak najwięcej gatunków, dostosowanych do zróżnicowanych warunków glebowo-klimatycznych oraz możliwości technicznych rolników.
3. Różnorodność biologiczna jest najlepszą metodą ograniczania niebezpieczeństwa rozprzestrzeniania się chorób i szkodników zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Bibliografia

- Borkowska H., Milczak M., Styk B. 1994. Zmienność i dziedziczalność współzależności fenotypowa niektórych cech sidy (*Sida hermaphrodita* Rusby). Biuletyn IHAR, 189: 101-107
- Borkowska H., Styk B. 2005. Kłazowiec pensylwański - jak osiągnąć sukces? *Czysta Energia*, 7-8: 17
- Góral S. 1999. Słonecznik bulwiasty - topinambur. Uprawa i użytkowanie. IHAR Radzików, ss. 21
- Harasimowicz-Hermann G. 2005 a. Uprawa wierzby krzewiastej. Cz. I. *Czysta Energia*, 4: 21-23
- Harasimowicz-Hermann G. 2005 b. Uprawa wierzby krzewiastej. Cz. II. *Czysta Energia*, 5: 16-17
- Hsu F.H., Chou C.H. 1992. Inhibitory effects of heavy metals on seed germination and seedling growth of *Miscanthus* species. *Botanical Bull. of Academia Sinica*, 33 (4): 335-342.
- Jeżowski S. 2000. *Miscanthus* - roślina alternatywna dla polskiego rolnictwa i możliwości jej introdukcji w warunkach klimatycznych Polski. Materiały z polsko-niemieckiej konferencji nt. Wykorzystanie trzciny chińskiej - *Miscanthus*, Pożyczyn Zdrój. SZCZECIN-EXPO Biuro Promocji, ss. 21-25
- Kowalczyk-Juchta A., Kociak B., Kociak K. 2004. Miskant do pieca. *Agroenergetyka*, 2(8):16-17
- Piskier T. 2004. Topinambur - alternatywne źródło energii. *Czysta Energia*, 12: 12-13
- Roszewski R. 1996. Miskant olbrzymi - *Miscanthus sinensis giganteus*. W: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii, pod redakcją E. Nalborczyka. Wyd. SGGW, Warszawa, ss. 123-135
- Samson R., Duxbury P., Mulkins L. 2000. Research and development of fibre crops in cool season regions of Canada. Proc. of the final conference COST Action 814 "Crop development for the cool and wet regions of Europe" Perdenone, Italy, ss. 555-565

Sanderson M.A., R.L. Reed et al., 1997. Switchgrass management for a biomass energy feedstock in Texas. Procc. of the XVIII Intern. Grassland Congress, Winnipeg & Saskatoon, Canada, ss. 19-5 - 19-6

Skeel V.A. and D.J. Gibson, 1996. Physiological performance of *Andropogon gerardi*, *Panicum virgatum* and *Sorghastrum nutans* on reclaimed mine spoil. *Restoration Ecology*, 4 (4): 355-367

Smith R. and S. Smith (ed.) 1997. Native grass seed production manual. Plant Materials Program, USDA-NRCS, Ducks Unlimited Canada, Manitoba Forage Seed Association and Univ. of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada, s. 155

Tomczyk A. 2004 a. Bakterie, grzyby, stawonogi. *Agroenergetyka*, 2(8):22-23

Tomczyk A. 2004 b. Od spodu. *Agroenergetyka*, 4(10):18-19

Tomczyk A. 2005. Ratujmy wierzchołki. *Agroenergetyka*, 1(11):15-17

Tomczyk A. 2006. Ochrona upraw matecznych. *Agroenergetyka*, 1(15):10-12

Weryszko-Chmielewska E., Kowalski R., Wolski T. 1999. Roślina przerośnięta (*Silphium perfoliatum* L.) nowa roślina alternatywna cz. I. Badania morfologiczne i anatomiczne. *Zeszyty Problemowe Postępów Naukicznych Roln*, 468: 497-505

Wojciechowska U. 2006. Unijny plan działania w sprawie biomasy. *Czysta Energia*, 1: 16-18

BIODIVERSITY OF ENERGETIC CROPS AS A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Due to The Strategy for Renewable Energy Development share of energy from renewable sources in Polish energetic balance will increase to 7,5% in 2010. Biomass is the main source of renewable energy in Poland. It is estimated that as global yearly consumption reaches 100 mln tons of coal to energetic purposes, the biomass demand will increase from 4 mln tons in 2005 to 11,2 mln tons in 2010. Presently, the development of 'energetic agriculture' in Poland is mainly based on willow cultivation and promotion, however there are dozens of plant species also suitable as a biomass source. Cultivation of energetic plants should include many species, suitable to different soil and climatic conditions,

as well as to different technical possibilities of farmers (e.g.: *Helianthus tuberosus*, *Sida hermaphrodita*, *Silphium perfoliatum*, perennial C4 grass species - *Andropogon gerardi*, *Miscanthus giganteus*, *M. sacchariflorus*, *M. sinensis*, *Panicum virgatum* and *Spartina pectinata*). Biological differentiation is the best way to reduce pests or diseases. Biomass from agricultural waste and utility refuses should be also taken into account.

Key words: energetic agriculture, biomass, energetic plants

Recenzent: Anna Grzybek
