

dr Małgorzata Falencka-Jabłońska, Zakład Ekologii Lasu, Instytut Badawczy Leśnictwa

# Rośliny jako źródło energii wczoraj i dziś

Prace badawcze nad wykorzystaniem biomasy w celach energetycznych, trwają od wielu już lat i prowadzone były w wielu krajach świata. Warto spojrzeć na tą problematykę z perspektywy połowy lat 80. ubiegłego stulecia. Zaawansowanie wówczas prac nad biomasą jako źródła energii w przykładowych 7 krajach Europy zostało opisane poniżej.

## ■ Szwecja

Parlament uchwalił plan wykorzystania pozostałości powstałych w leśnictwie i przemyśle drzewnym oraz wytwarzania znacznych ilości drewna w uprawianych lasach energetycznych.

W 1983 r. w tym kraju pracowało już 46 dużych kotłów opalanych drewnem i korą ogrzewających wodę, głównie na potrzeby centralnego ogrzewania. Największy z nich o mocy 4 MW działał w mieście Mora i zużywał rocznie odpady drzewne o łącznej objętości 30 000 m<sup>3</sup>. W tym czasie drugi taki kocioł budowano w mieście Östersund.

Pierwsze lasy energetyczne tworzyły wierzby, olchy i topole, wyselekcjonowanych odmian, charakteryzujących się wyjątkowo szybkim przyrostem masy drzewnej. W niektórych z nich uzyskiwano rocznie 60 m<sup>3</sup> drewna z 1 ha, czyli ok. 20 t suchej masy. Zważywszy, że 7,5 m<sup>3</sup> drewna wierzbowego odpowiada wartości energetycznej 1 t ropy naftowej, należy więc przyjąć, że z 1 ha lasu energetycznego rocznie uzyskać można 5-10 t energetycznego ekwiwalentu ropy naftowej. Oceniono wówczas, że obszarem do wykorzystania pod uprawę lasów energetycznych jest powierzchnia 1,5 mln ha nie-

użytków, wyeksploatowanych torfowisk oraz gruntów porolnych.

## ■ Irlandia

Energetyka tego kraju wówczas opierała się głównie o rodzime złoża torfu. Jednak prognozy zakładały już wtedy, że do 2020 r., torfowiska zajmujące tam łączną powierzchnię 1,2 mln ha, zostaną już całkowicie wyeksploatowane. Dlatego też powstawały pierwsze plantacje energetyczne, na terenach wyeksploatowanych torfowisk na obszarze 500 ha. Przewidywano, że lasy energetyczne w niedalekiej przyszłości w tym kraju zastąpić będą mogły 10% zużywanej ropy naftowej.

Czynnikiem sprzyjającym temu przedsięwzięciu jest łagodny i wilgotny klimat, decydujący, o tym, że drzewa tu rosną trzy razy szybciej niż w krajach skandynawskich. Uzyskiwane drewno z lasów energetycznych wykorzystywać można będzie jako paliwo w elektrowniach ciepłych w przemyśle oraz do ogrzewania mieszkań.

## ■ Wielka Brytania

Opracowania wykonane na zlecenie Ministerstwa Energetyki wskazały,

że biomasa i wykorzystanie odpadów organicznych mogą pokryć w przyszłości 8-13% całkowitego zapotrzebowania na energię tego państwa. Największe znaczenie będzie miała biomasa pochodzenia rolniczego, tzn. ok. 17 mln t suchej masy rocznie. Ilość ta jest równoważnikiem 6,7 mln t ropy naftowej. Oceniono, że już wówczas do celów energetycznych można byłoby wykorzystać słomę, której nadmiar szacowano na ok. 6 mln t.

Ważnym źródłem biomasy będą lasy energetyczne, których łączna powierzchnia ma wynosić 1,5 mln ha. Biomasa z lasów, trudna do zagospodarowania może być także ujęta w bilansie, odpowiadając wartości energetycznej 1 mln t ropy naftowej.

Dodatkowym źródłem biomasy w przyszłości miało być zagospodarowanie gruntów porolnych, z których 40% proponowano przeznaczyć na cele energetyczne. Twierdzono wtedy, że uprawiać się tam będzie wrzosiec i paprocie. Uważano wtedy, że największe możliwości w tym zakresie tkwią w Szkocji, gdzie sama uprawa paproci może dać 2,2 mln t odpowiadającej 0,9 mln ton ropy naftowej. Z perspektywy czasu widać, że te ostatnie założenia były absurdalne...

## ■ Dania

W tym kraju najistotniejszym źródłem wykorzystywania biomasy do celów energetycznych była słoma. Z ogólnej jej produkcji rocznej, tj. 6,5 mln t ok. 2 mln t się spala. Znaczna jej część spalana jest w 20.000 piecach przystosowanych do tego typu paliwa. Przepustowość każdego z nich to 10-20 ton rocznie.

Kolejnym, istotnym źródłem biomasy są pozostałości po wyrębie lasów i odpady przemysłu drzewnego. Oceniano wtedy, że ich wartość energetyczna będzie odpowiadać 0,26-0,32 mln t ropy naftowej.

## ■ Niemcy (dane dotyczyły wyłącznie Republiki Federalnej Niemiec)

Najważniejszym źródłem biomasy i surowcem energetycznym miała być tu słoma. Roczna produkcja wynosiła tam 25 mln t, z czego 25% sprawia znaczne trudności w zagospodarowaniu. Stąd też można byłoby przeznaczyć to na cele energetyczne, a uzyskane ciepło wykorzystać do ogrzewania domów oraz suszenia płodów rolnych.

## ■ Belgia

W tym kraju zrealizowano wówczas przedsięwzięcie stanowiące połączenie energetyki jądrowej z energetyką niekonwencjonalną, opartą na biomasie. Ciepła woda z elektrowni w Tihange kierowana była do płytkich stawów, gdzie hodowano glony. Korzystne warunki termiczne decydowały o 50-200% większym przyroście masy niż w warunkach naturalnych. Rocznie otrzymywano tu 12-15 t glonów z 1ha powierzchni stawu, w przeliczeniu na suchą masę. Glony były następnie poddawane beztlenowemu rozkładowi, w wyniku którego uzyskiwano biogaz.

## ■ Francja

W tym kraju decyzję o rozpoczęciu prac nad wykorzystaniem biomasy do celów energetycznych podjęto już w 1980 r.

Przeprowadzone oceny wykazały, że już w 1990 r. 4,5% rocznego zużycia energii może pokryć energia uzyskana z biomasy.

Głównym jej źródłem miały być drzewa, w początkowym etapie pełniejsze wykorzystanie pozostałości po wyrębie lasów oraz odpadów przemysłu drzewnego. W kolejnym zaś lasy energetyczne, sadzone na nieużytkach. Gatunkami lasów energetycznych będą topole, wierzyby i eukaliptusy. Uprawa tego ostatniego gatunku będzie możliwa dzięki wyhodowaniu w ostatnich latach odmiany eukaliptusa, odpornej na mróz. Wyhodowane drewno miało być poddane pirolizie, w czasie której dzięki działaniu wysokich temperatur do ok. 1000°C, otrzymać można gaz o średniej wartości energetycznej. Pomyślne próby tego procesu były wtedy wykonywane w instalacjach doświadczalnych.

Ważne źródło biomasy dla tego kraju stanowiła również słoma. Rocznie niezagospodarowane zasoby tego surowca, odpowiadały pod względem energetycznym 3 mln t ropy naftowej. Najbardziej korzystnym wykorzystaniem tej stomy byłoby jej spalanie w dużych piecach o przepustowości ok. 1200 t rocznie, a uzyskane ciepło przeznaczyć na suszenie płodów rolnych.

We Francji wówczas przewidywano również wykorzystanie do celów energetycznych glonów i trzciny. Pierwsza doświadczalna plantacja trzciny powstała wówczas na powierzchni 300 ha.

## ■ Polska

Warto podkreślić, że nasz kraj ma wieloletnie doświadczenia w badaniach i produkcji biomasy, w tym również upraw drzew szybkorosnących.

Intensywna uprawa plantacyjna drzew w skróconym cyklu produkcyjnym wymaga poniesienia odpowiednich nakładów finansowych, aby osiągnąć odpowiednio wysoką produkcję biomasy. Stąd też konieczna jest selekcja odpowiednich odmian, a nawet rodów gatunków drzew szybkorosnących. Do przedstawicieli takich gatunków, w polskich warunkach klimatycznych należą topole.



Plantacje topolowe

Na zachodzie Europy plantacje topolowe były zakładane już na początku XIX w. W Polsce pojedyncze próby takiej uprawy topoli zainicjowano w latach 20. ub. stulecia. Plantacje te były zakładane wówczas na gruntach rolnych prywatnych właścicieli ziemskich, głównie w Wielkopolsce i na Pomorzu.

Na szerszą skalę zainteresowanie topolowymi plantacjami wzrosło w naszym kraju po II wojnie światowej, z racji ogromnego zapotrzebowania na drewno.

Wyniki badań prowadzonych przez pracowników Instytutu Badawczego Leśnictwa od lat 50. ub. stulecia nad plantacyjną uprawą topoli w naszych warunkach przyrodniczych, jednoznacznie świadczą, że wielkość produkcji będzie porównywalna z osiąganą w Europie zachodniej i południowej. Koniecznymi warunkami realizacji tego celu jest zastosowanie odpowiednich odmian i założenie plantacji na odpowiednich siedliskach, tzn. na gruntach III-IV klasy, we właściwej więźbie. Mogą być to plantacje w średnim cyklu produkcyjnym, tzn. 10-15(20) lat lub odroślowe w krótkim cyklu - 2-6 lat. Przy zagęszczeniu 1000-10000 szt./ha zależnie od długości cyklu, przeciętny roczny przyrost suchej masy to 8-15 t/ha.

Największe znaczenie gospodarcze w Polsce mają rozmnażane wegetatywnie topole amerykańskie oraz topole balsamiczne, m.in. *Populus maximowiczii x trichocarpa* „Androskoggin”, czy też *P. maximowiczii x berlinesis* „Genewa” oraz topole szare *Populus tremula x Palba* „IBL-55” Wytypowane klony mogą

osiągać średni roczny przyrost biomasy 10-20 m<sup>3</sup> /ha/r.

W średnim cyklu w wieku 20 lat przeciętny roczny przyrost wyselekcjonowanych w IBL klonów (potomstwo jednego osobnika identyczne pod względem genetycznym, uzyskane poprzez rozmnażanie wegetatywne) topoli osiki może przekraczać 15 m<sup>3</sup>.

Produktem ubocznym podczas wycinki drzew lub obrabiania kłód w tartaku są zrębki drzewne 5-50 mm o nieregularnych kształtach, a ich wartość opałowa wynosi 6-16 MJ/kg, przy wilgotności 20-60% kora, która stanowi 10-15% masy pozyskiwanego drzewa wartość opałowa 6-16 MJ /kg wilgotność 55-65%.

Do roślin energetycznych należą zarówno gatunki jednoroczne jak zboża i kukurydza, rzepak, topinambur, jak: wieloletnie *Salix viminalis*, róża wielokwiatowa miskant olbrzymi, czy słazowiec pensylwański.

Cechami charakterystycznymi roślin energetycznych są: intensywne roczne przyrosty biomasy, niewielkie wymagania glebowe, duża odporność na choroby i szkodniki.

W Polsce dominującym kierunkiem produkcji roślinnej jest uprawa zbóż. Dlatego też największe zbiory słomy są w województwach: mazowieckim, wielkopolskim, lubelskim, kujawsko-pomorskim. Na przykład na Podkarpaciu (dane 2012 r.) nadwyżka słomy wynosiła 95,6 tys ton, a spalanie jej możliwe jest w specjalnych, przystosowanych do tego piecach.

Wartość opałowa roślin energetycznych zależy nie tylko od gatunku, wilgotności, ale również od stopnia ich rozdrobnienia. Zróżnicowanie tej wartości prezentuje poniższe zestawienie:

- słoma pszenna - 17,5 MJ/kg, brykiety ze słomy - 18,1 MJ/kg, słoma rzepakowa - 15,6 MJ/kg, słoma kukurydziana - 16,8 MJ/kg, ziarno owsa - 18,5 MJ/kg, ziarno kukurydzy - 17,2 MJ/kg,
- wierzba wiciowa *Salix viminalis* (jednoroczny cykl) - 18,55 MJ/kg, (dwuletni cykl) - 19,25 MJ/kg, (trzyletni cykl) 19,56 MJ/kg,

- miskant olbrzymi - 17-19 MJ/kg,

- słazowiec pensylwański.

Interesujące wyniki badań i wdrożeń do uprawy roślin energetycznych w naszym kraju dotyczą wierzby witwy - *Salix viminalis* (prezentowane w nr 1/2015 „Nowej Energii”) oraz 4 gatunków roślin energetycznych, tj. róży wielokwiatowej, słonecznika bulwiastego, miskanta olbrzymiego i słazowca pensylwańskiego.

W ramach programu „Bioenergia na rzecz rozwoju wsi” prowadzono produkcję biomasy róży wielokwiatowej *Rosa multiplora* odmiana JART. Gatunek ten niemodyfikowany występuje w naszym kraju w stanie dzikim i jako gatunek rodzimy, charakteryzuje się znaczną odpornością na niskie temperatury. Była ona stosowana jako gatunek zwiększający pojemność łowisk dla zwierzyny i do obsady obrzeży lasów, nieużytków oraz remiz. Jest ona różą bezkolcową, lubianą przez sarny, jelenie, a liście jej chętnie zjadają również zające. Stanowi również ostonę dla ptactwa i zwierzyny w okresie ich rozrodu. Tworzy ona krzewy wysokie i szerokie, a pędy jej dorastają do długości 4-7 m. Tworzy białe wonne kwiaty o średnicy 2 cm, zebrane w okazałe kwiatostany. Jest jedynym krzewem, który rośnie nawet na VI klasie gruntów, tworząc zwarte zarośla, zapobiega erozji i przesuszeniu gleb. Jest wytrzymała na suszę. Sadzić ją można na piaskach, skarpach przydrożnych, toleruje zanieczyszczenia powietrza. Charakteryzuje się silnym wzrostem na osadach pościekowych. Z 1 ha można uzyskać biomasę ok. 20 t.

Naukowcy prowadzący badania tego gatunku stwierdzili, że nasadzenia róży wielokwiatowej na powierzchni 20 tys. wpłyną znacząco na ograniczenie efektu cieplarnianego. Sadzić ją można na plantacjach o powierzchni od kilku do 10 ha w rzędach 1x1 m, a na gruntach słabszych klas żyzności 0,5x1 m. Plon osiągnąć z 1 ha takiej plantacji to 10-15 ton. Do celów energetycznych należy ją ścinać od końca października na wysokości 15-25 cm nad glebą. Pędy tnijemy na zrębki, celem szybszego wysuszenia



*Rosa multiplora* JART w fazie kwitnienia



*Helianthus tuberosus*-słonecznik bulwiasty

materiału, który można zbrykietować. Jego wartość opałowa to 18,91 MG/kg.

### ■ Słonecznik bulwiasty - topinambur - *Helianthus tuberosus* L

Okazała roślina dorastająca do 2-2,5 m, kwitnie od września do października. Tworzy podziemne kłącze z bardzo twardymi bulwami, o długości ok. 10 cm. Pochodzi z Ameryki Północnej, gdzie występuje na wilgotniejszym podłożu, w strefie prairii na zachód po Góry Skaliste. Ze względu na jadalne bulwy ceniony był jako roślina uprawna, znana już Indianom w czasach prekolumbijskich. Do Europy został wprowadzony. Uprawiano go wówczas dla jadalnych bulw i na paszę. Jako roślina dzicząca topinambur został odnotowany w Europie w XVII w., po kolejnych ok. 100 latach



Miscant olbrzymi



Sida - ślázowiec pensylwański

Fot. autora

w Polsce. Lokalnie i dawniej nazywano go również „bulba”, „gdula ziemna”, „świniak”, „świni chleb” i „świni orzech”.

Jest to gatunek mało wymagający, odporny na wysokie temperatury, suszę i mróz. Zawarta w bulwach inulina pozwala na zimowanie bulw w glebie. Występuje zwykle łanowo.

Topinambur rozmnaża się skutecznie za pomocą podziemnych bulw pędowych, które mogą być rozprzestrzeniane przez wodę i zwierzęta. Cechuje go niezwykła zdolność do regeneracji. Rośliny odrastają szybko z fragmentów nie tylko bulw, ale także kłaczy i pędów nadziemnych. Raz posadzone na danym terenie mogą utrzymać się nawet 20 i więcej lat. Po kwitnieniu rośliny transportują substancje odżywcze z pędów do bulw. Podczas ciepłego i słonecznego okresu wegetacyjnego silnie rosną bulwy, z kolei podczas chłodniejszych warunków klimatycznych silniej rozwija się masa zielona roślin.

Produkcja surowca opałowego z to-

pinambura w warunkach polskich nie jest zbyt konkurencyjna. W badaniach uzyskiwano plon suchej masy łodyg wynoszący ok. 5,55 t·ha<sup>-1</sup>, co pozwoliło na uzyskanie 88,4 GJ·ha<sup>-1</sup> energii. W porównaniu do mającej podobne wymagania *Salix viminalis*, w skali roku było to o ponad połowę mniej.

Doświadczenia przeprowadzone ze słonecznikiem bulwiastym wykazały, że jego pędy nadziemne po wysuszeniu i rozdrobnieniu mogą być albo spalane bezpośrednio w piecach, albo używane jako surowiec do wyrobu brykietów i granulatu (peletów).

### ■ Miscant olbrzymi - *Miscanthus giganteus*

Roślina ta pochodzi z Azji południowo-wschodniej. Naturalnym miejscem występowania są: Chiny, Japonia, Korea i tereny Rosji południowo-wschodniej. Istnieje kilkanaście gatunków miscanta, lecz jedynie miscant olbrzymi posiada zdolność największego przyrostu biomasy, ok. 17 do 25 t/ha i więcej w zależności od rodzaju gleby i nawożenia. W przeciwieństwie do innych gatunków trzciny jego łodygi są pełne, wypełnione biomasą.

Zaliczany jest on do grupy nielicznych roślin na świecie o bardzo trwałym i rozbudowanym systemie korzeniowym, sięgającym do ponad 1,5 m w głąb gleby, skąd czerpie wodę w okresie suszy.

Jest on odporny zarówno na długotrwałe upały, jak i mrozy o temp. -35°C. Dorasta do 3-4 m. Przez okres pierwszych 2 lat uprawa wymaga pielęgnacji i walki z chwastami.

W gospodarstwach domowych gatunek ten jest wykorzystywany głównie jako materiał opałowy w postaci luźnej siewki 2-3 cm lub brykietów, czy peletów. Brykiet z miscanta jest twardy i zwarty. Nie rozwarstwia się nawet po rocznym okresie składowania. Pali się długo, szybko uzyskując zadaną na piecu temperaturę. Potwierdza wysoką kaloryczność materiału, z którego został wyprodukowany (ok. 17 MJ/kg).

Plantacja miscanta olbrzymiego

o powierzchni 0,80 ha według praktyków gwarantuje opał dla rodziny na cały rok.

Z 1 ha miscanta olbrzymiego można uzyskać odpowiednik ok. 7000-8000 l oleju opałowego przy zbiorze ok. 19 t/ha.

### ■ Ślázowiec pensylwański - *Sida hermaphrodita*

W Polsce gatunek ten jest nazywany również malwą pensylwańską. Jest rośliną wieloletnią, dorastającą do wysokości 4 m, a osobniki wyhodowane na plantacji Akademii Rolniczej w Lublinie w 2003 r. przekroczyły 4,4 m. Wymagania klimatyczno-glebowe ślázowca pensylwańskiego nie są zbyt duże. Roślina nadaje się do uprawy we wszystkich rejonach kraju i wykazuje dużą odporność na skrajne temperatury, zarówno niskie, jak i wysokie. Głęboki system korzeniowy umożliwia jej przetrwanie okresów suszy. Jednak przy zbyt małej ilości opadów plony rośliny są zdecydowanie niższe.

Uprawy ślázowca pensylwańskiego są obecnie wykorzystywane przede wszystkim do celów energetycznych. Pod względem ciepła spalania ślázowiec ustępuje drewnu bukowemu tylko o 20-34%.

Jedną z plantacji ślázowca pensylwańskiego w naszym kraju założył i prowadzi uprawę ksiądz proboszcz Bogusław Samsel ze Złotorii w gminie Choroszcz. Z plantacji tej pozyskiwane jest 15 ton suchej masy z 1 ha.

### ■ Wnioski

W 1984 r. biomasa pokrywała 13% światowej produkcji energii, wówczas Kanada pokrywała 7% swych potrzeb energetycznych, tzw. zieloną energią. Aktualnie według ocen ekspertów z 1 ha użytków rolnych zbiera dziś rocznie 10-20 t biomasy, co stanowi równoważnik 5-10 ton węgla.

W Polsce rolnictwo i leśnictwo pozyskuje biomasę odpowiadającą 150 mln t węgla. Wykorzystanie więc zielonej energii to nie tylko potrzeba chwili, ale przewidywanie potrzeb i to nie tylko w skali lokalnej. □