

Stefan Szczukowski, Janusz Budny

Wierzba krzewiasta – roślina energetyczna

Spis treści

Wstęp

Co to jest energia odnawialna?

Dlaczego powinniśmy powiększać udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym kraju? województwa?

Czy rolnictwo może być producentem energii odnawialnej?

Co to są rośliny energetyczne?

Dlaczego wierzba?

Co to znaczy, że uprawa wierzby jest uprawą rolniczą?

Wymagania klimatyczne

Wybór gleby i przygotowanie stanowiska

Materiał sadzeniowy

- dobór gatunku
- przygotowanie zrzędów
- przechowywanie zrzędów

Sadzenie

Uprawa w roku założenia plantacji

- pielęgnacja
- nawożenie
- koszenie pędów

Uprawa w następnych latach

Choroby i szkodniki

Zbiór biomasy

Przechowywanie biomasy

Plon suchej masy, wartość energetyczna oraz skład chemiczny drewna

Energochłonność produkcji wierzb krzewiastych na gruntach ornych

Opłacalność uprawy wierzby krzewiastej

Likwidacja plantacji

Kolejność wykonywania prac przy zakładaniu i prowadzeniu plantacji wierzby krzewiastej

Jaka jest gwarancja sprzedaży wierzby energetycznej?

Wierzba czy rzepak?

Źródła zakupu sadzonek

Informacja o możliwości uzyskania funduszy na założenie plantacji

Literatura uzupełniająca

Wstęp

Wzmaga się zainteresowanie różnymi rodzajami energii odnawialnej. Ma to przede wszystkim podłoże ekologiczne, ale również ekonomiczne. Rolnictwu daje możliwość wprowadzania dodatkowej uprawy rolniczej, natomiast ludzie przedsiębiorczy upatrują w tym szansę zarobkowania. Ci ostatni mogą podejmować się pośrednictwa, transportu i przeróbki roślin energetycznych od rolnika do kotłowni.

Zatem wiele osób kieruje się w stronę tzw. biomasy, czyli masy organicznej wytwarzanej przez rośliny, przydatnej do wytwarzania energii cieplnej, gdzie pierwszą przemianą energetyczną jest spalanie.

Zgłasza się do nas wiele osób chętnych uprawiać rośliny energetyczne, których uprawa pozwoli im zastąpić typowo rolnicze wykorzystanie gleby. Często nie są to rolnicy. Zainteresowaniu temu nie towarzyszy odpowiednia wiedza. Niekiedy chętni do założenia upraw energetycznych dopiero w bezpośrednich rozmowach z nami dowiadują się o szczegółach niezwykle istotnych do prowadzenia uprawy, o których wcześniej nie wiedzieli.

W ciągu ostatnich kilku lat szerzyliśmy wiedzę o możliwości uprawy wierzby energetycznej na licznych konferencjach i szkoleniach. Z inicjatywy Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Olsztynie postanowiliśmy wydać stosowny poradnik. Żywimy nadzieję, że będzie on przydatny tym, którzy chcą założyć plantację, jak też tym, którzy już ją założyli i chcą ją starannie prowadzić, co daje gwarancję sukcesu. Jesteśmy też gotowi do krzewienia wiedzy w tym zakresie w sposób bezpośredni. Tym osobom, które chciałyby skorzystać z takiej formy podajemy kontakt, pod który można się zwracać: tel. (089)(prefiks) 5233630, fax (089) 5240408, e-mail: janusz.budny@uwm.edu.pl

Autorzy

Co to jest energia odnawialna?

Energia, obok wody, pożywienia i powietrza jest czynnikiem niezbędnym do życia człowieka, czyli do podtrzymywania naszego metabolizmu fizjologicznego. Współczesna cywilizacja wymusza zużycie energii znacznie przekraczające nasze zapotrzebowanie fizjologiczne. Człowiek zużywa bowiem energię również do swojego metabolizmu społecznego, a więc do procesów produkcyjnych, do transportu, wreszcie do wygodniejszego życia. Zużycie energii przez człowieka znacznie powiększyło się po ujarzmieniu jej źródeł konwencjonalnych, to znaczy kopalnych paliw stałych, ciekłych i gazowych. Te źródła energii nazywamy konwencjonalnymi a uzyskiwaną z nich energię konwencjonalną.

Energię ze źródeł konwencjonalnych człowiek nauczył się wykorzystywać względnie niedawno. Wcześniej czerpał energię ze źródeł, które udostępniała mu otaczająca przyroda. Źródła energii konwencjonalnej pozwalają człowiekowi żyć intensywniej a przede wszystkim wygodniej, ale mają dwie podstawowe wady. Jedną z nich jest to, że kiedyś wyczerpią się ich fizyczne zapasy, natomiast drugą jest nieprzyjemne oddziaływanie na otaczającą przyrodę, gdyż są one wykorzystywane poprzez spalanie. Zapasy paliw konwencjonalnych zgromadzone przez przyrodę w ciągu kilkuset milionów lat, człowiek chce spalić w ciągu lat kilkuset. Nie może to pozostać bez wpływu na środowisko człowieka.

Zacząto więc oglądać się coraz intensywniej za takimi źródłami energii, które nie odznaczały by się obydwojoma wadami. Chodzi o takie źródła energii, które byłyby praktycznie niewyczerpalne oraz w niewielkim stopniu oddziaływały na otaczające nas środowisko przyrodnicze. Źródłami takimi są te, które potrafią się zregenerować, czyli odnowić pod wpływem energii słonecznej oraz energii pochodzącej z wnętrza ziemi. Takie źródła nazywamy źródłami energii odnawialnej, a pozyskiwane z nich rodzaje energii nazywamy energią odnawialną.

Klasycznymi rodzajami energii odnawialnej są: energia słoneczna, energia wiatru, wód oraz energia geotermalna, czyli pochodząca z wnętrza ziemi. Energia słoneczna pozwala na produkowanie olbrzymich ilości tzw. biomasy, czyli masy roślinnej powstającej w wyniku procesu przyswajania węgla z atmosfery i gromadzenia substancji organicznej w roślinach. Uzyskiwanie energii cieplnej a również elektrycznej z biomasy jest praktyczne i dobrze opanowane technologicznie. Pierwszym etapem w tym łańcuchu przemian energetycznych jest spalanie biomasy.

Najbardziej rozpowszechnionym rodzajem biomasy, od najdawniejszych czasów wykorzystywanym przez człowieka, jest drewno. Ale biomasa to również słoma różnych zbóż

lub roślin przemysłowych, w skrajnych przypadkach nawet ziarno zbóż, gnojowica lub obornik służące do produkcji biogazu, paliwa powstające w wyniku fermentacji metanowej.

Dlaczego powinniśmy powiększać udział energii odnawialnej w bilansach energetycznych?

Przyczyny, które to powodują można podzielić na następujące: ekologiczne, fizyczne, prawne.

Przyczyny ekologiczne wynikają z tego, że dwa najtańsze paliwa konwencjonalne, czyli węgiel kamienny i węgiel brunatny, są spalane i emitują do atmosfery duże ilości dwutlenku węgla (CO_2), tlenku węgla (CO) oraz tlenków siarki (SO_x) i tlenków azotu (NO_x). Obecności tlenku węgla w spalinach otrzymany z węgla kamiennego lub brunatnego można co prawda uniknąć, jeżeli spalanie tych paliw jest prowadzone bardzo starannie. Jednak mimo starań nie daje się tego osiągnąć, tak więc ten składnik w spalinach pochodzących ze spalanych węgla występuje. Jest to gaz silnie trujący (czad) o czym nie trzeba przekonywać. Przy spalaniu paliw odnawialnych ilości dwutlenku węgla w atmosferze się nie powiększa, gdyż krąży on wówczas teoretycznie w obiegu zamkniętym, natomiast emisja tlenku węgla jest zazwyczaj znikoma. Znikoma jest również emisja tlenków siarki, gdyż np. drewno zawiera znikome jej ilości.

Mniejsze emisje globalne spalin oraz składników spalin uzyskuje się przy spalaniu takich paliw jak oleje opałowe czy gaz ziemny lub płynny. Ograniczenie ich zastosowania wynika jednak z przyczyn ekonomicznych i fizycznych. Koszt użytecznej jednostki ciepła pochodzącej z paliw ciekłych i gazowych jest niejednokrotnie kilka razy większy od kosztu podobnej jednostki pochodzącej z węgla kamiennego lub brunatnego. Ponadto w paliwa te jesteśmy znacznie gorzej obdarowani przez przyrodę i według prognoz można się spodziewać ich wyczerpania za życia jednego pokolenia. A przecież są one bardziej potrzebne jako paliwa trakcyjne, aniżeli grzewcze.

Uwarunkowania, które tu wymieniono spowodowały, że wystąpiły również przyczyny prawne, zmuszające naszą gospodarkę energetyczną do większego angażowania paliw odnawialnych. Przyjęte przez kraje europejskie, w tym też Polskę, zasady zrównoważonego rozwoju precyzują, że bezpieczeństwo energetyczne kraju powinno być osiągnięte przy jak najmniejszych stratach w środowisku przyrodniczym. Uchwała Sejmu RP w sprawie założeń

polityki energetycznej Polski do roku 2010, podjęta w dniu 9 listopada 1990 roku, zaleca w bilansie energetycznym kraju „... zmniejszenie udziału paliw stałych, a zwiększenie udziału różnych rodzajów energii odnawialnych”. Stanowi również, że „... ochrona środowiska powinna być podstawowym czynnikiem warunkującym wybór technologii energetycznych...” Uchwała powyższa stała się podstawą do uchwalenia przez Sejm RP w dniu 10 kwietnia 1997 roku Ustawy „Prawo energetyczne”, która obok licznych zapisów sprzyjających rozwojowi produkcji energii odnawialnej nakłada na stosowne organy obowiązek rozwijania odnawialnych źródeł energii oraz obowiązek zakupu energii cieplnej i elektrycznej przez przedsiębiorstwa zajmujące się obrotem tymi rodzajami energii.

Czy rolnictwo może być producentem energii odnawialnej?

Biomasa będzie podstawowym źródłem energii odnawialnej w bilansie energetycznym kraju. Biomasa to przede wszystkim drewno. Duże oczekiwania, jakie wiązano z energetycznym wykorzystaniem słomy i drewna „odpadowego” z lasów, muszą ulec pewnej rewizji. Areał upraw zbożowych nie wzrasta, gdyż rolnicy mają kłopoty ze sprzedażą zboża pochodzącego z bieżącej produkcji. Słomy więc nie będzie przybywać. Ponadto ta słoma, która zostaje zebrana z pola powinna przejść przez tzw. cykl zwierzęcy i pod postacią obornika wrócić do gleby. Jeżeli rolnictwo tego zaniedba, po pewnym czasie gleba wyjałowuje. Tak więc kierowanie się z nadmiernymi nadziejami energetycznymi w stronę słomy nie jest uzasadnione.

Jeżeli chodzi o energetyczne wykorzystanie lasów, to nie taka rola jest im przypisana. Lasy powinny spełniać funkcję ochronną dla klimatu, funkcję krajobrazową i związaną z nią funkcję rekreacyjną. Powinny wreszcie dostarczać drewna technologicznego do przetwórci i budownictwa. Tylko pewna ilość drewna może być nazywana drewnem „odpadowym” jednak klasyczna gospodarka leśna nie stosuje pojęcia „drewno odpadowe”. Według najnowszych zaleceń, wynikających z podtrzymania podstawowych funkcji lasu, drobne sortymenty pozyskiwane przy wyrębie drewna technologicznego powinny być rozdrabniane i pozostawiane na wyrębie.

W świetle powyższych spostrzeżeń, dotyczących energetycznego wykorzystania słomy i lasu najbardziej racjonalną metodą produkcji biomasy jest rolnicze prowadzenie plantacji roślin energetycznych.

Co to są rośliny energetyczne?

Biomasa, mimo możliwej różnorodności wykorzystywania energetycznego, interesuje nas przede wszystkim z punktu widzenia jej spalania. Wytworzona podczas spalania energia cieplna może być wykorzystywana do celów grzewczych lub poddana dalszym przemianom energetycznym, np. do postaci energii elektrycznej.

Z praktyki dnia codziennego wiemy, że każda roślina może ulec spaleni, szczególnie dobrze, jeżeli przed spalaniem poddamy ją wysuszeniu. Od roślin, które nazywamy energetycznymi, wymagamy spełnienia szczególnie następujących właściwości:

- a) aby dawały one możliwie najwyższe przyrosty suchej masy w okresie wegetacyjnym;
- b) aby cechowały się relatywnie w stosunku do paliw konwencjonalnych wysoką wartością opałową ; wartość opałowa jest często potocznie nazywana „kalorycznością” paliwa; jest to ilość ciepła, jaka zostaje wytworzona podczas spalania jednostki masy lub objętości paliwa, jest ona oznaczana w warunkach laboratoryjnych w urządzeniu zwanym bombą kalorymetryczną, przy zachowaniu określonego postępowania i obliczania; wartość opałową odnosimy zawsze do określonej zawartości wilgoci w biomacie, dlatego interesuje nas szczególnie jej sucha masa gdyż wówczas nie tracimy energii cieplnej wywiązywanej w trakcie spalania na odparowywanie wody; przy przygotowaniu biomasy do spalania należy bezwzględnie pozbyć się nadmiaru wilgoci, najlepiej uczynić to przez jej podsuszenie w warunkach atmosferycznych;
- c) aby cechowały się względnie dużą masą właściwą, co jest szczególnie istotne przy transporcie i magazynowaniu w obrębie kotłowni;
- d) aby cechowały się niskimi wymaganiami glebowymi i klimatycznymi w regionie, w którym prowadzona jest ich uprawa;
- e) aby czynności agrotechniczne, związane z założeniem plantacji, jej utrzymaniem i następnie zbiorem biomasy dały się łatwo mechanizować.

Wymieniono tu najistotniejsze cechy, jakim powinny odpowiadać rośliny, aby mogły zostać zakwalifikowane do grupy roślin energetycznych. W wielu krajach od wielu lat prowadzone są prace nad wyselekcjonowaniem takich roślin. Prace hodowlane nad roślinami energetycznymi rozpoczynają się od momentu zwrócenia uwagi na wymienione tu cechy, które stwierdzamy u roślin występujących w naturalnych warunkach przyrodniczych.

W Polsce roślinami, które możemy zakwalifikować do grupy roślin energetycznych nadających się do wytwarzania energii cieplnej poprzez spalanie zaliczamy: wierzbę krzewiastą (*Salix viminalis*), ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*), zwany również

malwą pensylwańską lub „sida”, trawę chińską (*Miscanthus sinensis*) zwaną „miskantem”, topinambur (*Helianthus tuberosus*) zwany w gwarze ludowej „bulwą”, gdyż wytwarza podziemne bulwy przydatne do celów paszowych. Największym zainteresowaniem, ciągle wzrastającym, cieszy się jednak wierzba krzewiasta i wyłącznie jej właśnie poświęcone jest to opracowanie.

Dlaczego wierzba?

Wśród roślin energetycznych w warunkach polskich często na pierwszym miejscu wymieniana jest wierzba a szczególnie jej gatunek zwany wierzba konopianką (*Salix viminalis*) lub jej wewnątrz gatunkowe krzyżówki. Wierzba z gatunku *Salix viminalis* jest polecana do upraw na terenie Polski północno-wschodniej.

Zalecanie wierzby z gatunku *Salix viminalis* do upraw energetycznych wynika z kilku powodów. Można je podzielić następująco:

- wymagania klimatyczne i glebowe,
- zakładanie plantacji,
- prowadzenie plantacji,
- zbiór,
- przydatność energetyczna.

W dalszej części niniejszego opracowania zostaną omówione szczegółowo zagadnienia związane z praktycznymi wskazówkami uprawy wierzby. W tym miejscu ograniczymy się jedynie do wskazania motywów, które mogą nami kierować przy decydowaniu się na założenie plantacji towarowej wierzby do celów energetycznych.

Wierzba może być uprawiana na glebach słabszych a nawet na glebach zdegradowanych i nieużytkach, na których przed jej posadzeniem należy dokonać odpowiednich zabiegów agrotechnicznych. Nie jest zatem rośliną o wygórowanych wymaganiach odnośnie stanowiska. Można przy tym łączyć jej funkcję energetyczną z wykorzystaniem plantacji do nawadniania ściekami, zagospodarowywaniem osadów pościekowych czy utrwalaniem stromych zboczy lub systemów melioracyjnych.

Przy zakładaniu plantacji wykorzystujemy szczególną łatwość ukorzeniania się sadzonek wierzby. Produkcję towarową wierzby możemy rozpocząć od założenia plantacji matecznej z sadzonek zakupionych. Następnie uzyskane z plantacji matecznej sadzonki wykorzystujemy do powiększania plantacji towarowej. W ten sposób znakomicie obniżamy koszt zakładania plantacji.

Prowadzenie plantacji nie nastęrcza specjalnego wysiłku. Jedynie szczególnie w pierwszym roku po założeniu plantacji należy prowadzić bardzo staranną walkę z chwastami. W latach następnych duże zakrzewienie plantacji hamuje już rozwój chwastów.

Przy większych arealach plantacji wierzby możliwe i niezbędne jest zmechanizowanie zbioru.

Przydatność energetyczna wierzby jest duża. Szacuje się, że produktywność plantacji może trwać 25–30 lat. W zależności od przyjętego systemu zbioru (np. co 3 lata) z jednego hektara plantacji uzyskuje się około 10–15 ton suchej masy drewna o relatywnie wysokiej wartości opałowej, wynoszącej około 15 MJ na kilogram. Pozyskiwane z plantacji drewno jest łatwo uszlachetniać do różnych postaci. Najczęściej stosowane są zrębki, drewno rozdrobnione na maszynach zwanych rębakami. Inną formą są tzw. pelety, szczególnie pożyteczne do małych instalacji kotłowych, zasilanych samoczynnie. Tą formą zainteresowani są właściciele domków rodzinnych oraz importerzy zagraniczni. Daje to gwarancję zbytu przyszłym plantatorom wierzby.

Co to znaczy, że uprawa wierzby jest uprawą rolniczą?

Według wielowiekowej tradycji drewno energetyczne pozyskiwane było z lasów, a następnie z upraw leśnych kiedy zaczęto prowadzić gospodarkę leśną. Pewne niewielkie ilości drewna spala się ostatnio z wyrębów drzew przydrożnych. Drewno z upraw leśnych jest produkowane w sposób ekstensywny, cechujący się niskimi przyrostami. W gospodarce ekstensywnej większą masę drewna uzyskuje się przez powiększanie obszaru uprawy.

Aby uzyskiwać duże przyrosty masy drewna, a zwłaszcza suchej masy, wierzba powinna być prowadzona w gospodarce intensywnej. Jest to główna przyczyna, dla której mówimy, że uprawa wierzby jest uprawą rolniczą. A jakie są jeszcze inne przyczyny, powodujące, że uprawę wierzby energetycznej kwalifikujemy jako uprawę rolniczą?

Pierwszą ważną przyczyną jest ta, że gleba przeznaczona do uprawy wierzby energetycznej musi być starannie przygotowana rolniczo. Przygotowanie to rozpoczynamy w roku poprzedzającym założenie plantacji. Polega ono na bardzo starannym odchwaszczeniu pola. Dokonujemy tego metodami chemicznymi, aby zniszczyć chwasty wieloletnie. Następnie jesienią wykonujemy mechaniczne zabiegi agrotechniczne, typowe dla upraw rolniczych, a więc odwrócenia wierzchniej warstwy gleby a tuż przed samą zimą wykonujemy bardzo głęboką orkę. Są to więc typowe działania rolnicze, istotnie różniące się od zakładania plantacji leśnej.

Bardzo staranną walkę z chwastami powinniśmy prowadzić również w pierwszym roku posadzenia wierzby. W tym bowiem czasie roślina ukorzenia się, zużywa na to wiele sił witalnych i nie jest w stanie konkurować z chwastami. W tym okresie powinniśmy dokonywać typowych zabiegów rolniczych, a więc niszczyć chwasty metodami chemicznymi oraz stosować pielęgnację mechaniczną.

Kolejnymi zabiegami czyniącymi uprawę wierzby uprawą rolniczą jest nawożenie plantacji. Szczegóły dotyczące tych zabiegów umieszczone są w rozdziale zawierającym praktyczne wskazówki. Jeżeli chcemy uzyskiwać wysokie plony masy drewna w uprawie intensywnej powinniśmy przestrzegać tych zasad, w przeciwnym przypadku plantacja może ulec degradacji, a nasz dochód z niej znacznie się obniżyć.

Warto dodać, że dzięki rolniczemu prowadzeniu plantacji i wykazywaniu właściwej troski o nią, przyrosty drewna wierzby, która i tak jest genetycznie przystosowana do tego, osiągają wartości nawet ponad 10-krotnie większe aniżeli w uprawach drzew leśnych.

Należy w tym miejscu wspomnieć, że na początku prac nad uprawą wierzby krzewiastej w Szwecji jej uprawa leśna zawiodła. Sprawdziła się dopiero intensywna uprawa rolnicza.

- **WYMAGANIA KLIMATYCZNE**

Rośliny wierzby krzewiastej (*Salix* sp.) w terminologii rolniczej nazywane wikliną reagują szczególnie wyraźnie na przebieg warunków atmosferycznych od połowy czerwca do końca sierpnia (w tym okresie przypada maksymalny przyrost masy roślinnej). Opady i umiarkowanie wysoka temperatura w tym okresie wpływają korzystnie na plony biomasy, susza natomiast może powodować spadek plonowania nawet o 50%. Jest ona szczególnie niebezpieczna w pierwszym roku w okresie wiosennym w czasie ukorzenia się zrzędów. Wierzba potrzebuje ok. 500 mm opadów (wyższe opady są korzystne), jest to zbliżone do zapotrzebowania na wodę przez pszenicę. Duże znaczenie dla wierzby, oprócz wody z opadów atmosferycznych ma wilgoć nagromadzona w glebie po zimie oraz odpowiedni poziom wody gruntowej. Aby korzenie roślin mogły pobierać niezbędne składniki pokarmowe poziom wody gruntowej powinien wahać się od 1 do 1,5 m.

Warunki klimatyczne Polski są korzystne dla uprawy wierzby (średnio 210 dni okresu wegetacyjnego, oraz 1600 stopniocdni w Gańsku i 215 dni okresu wegetacyjnego oraz 1750 stopniocdni w Krakowie). Suma opadów w Polsce wynosi średnio od 500 do 700 mm. Z opracowanej przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) komputerowej prognozy

wzrostu i produktywności wierzb krzewiastych na plantacjach polowych wynika, że w Polsce istnieją korzystniejsze warunki do produkcji drewna *Salix* sp. niż w Szwecji.

Wczesnowiosenne przymrozki u niektórych gatunków (np. *Salix amygdalina*) mogą powodować uszkodzenia młodych pędów, które wówczas czernieją i usychają. Rośliny wprawdzie wypuszczają nowe pędy, ale pojawiają się one z kilkutygodniowym opóźnieniem.

• WYBÓR GLEBY I PRZYGOTOWANIE STANOWISKA

Przed założeniem plantacji należy uwzględnić właściwe jej rozplanowanie w terenie, które umożliwi zmechanizowanie prac uprawowych (sadzenie, nawożenie, pielęgnacja, zbiór). Należy wydzielić drogi technologiczne i miejsca na uwrocia sprzętu zmechanizowanego.

Dobrym stanowiskiem pod plantacje szybko rosnących gatunków wierzb krzewiastych są grunty użytkowane rolniczo (płużnie) wyższych klas bonitacyjnych np. klasy III a i IIIb (gleby odpowiednie pod uprawę rzepaku). Dobre są również do tego celu gleby aluwialne napływowe oraz mady, które mogą być okresowo nadmiernie wilgotne (ale nie zabagnione), gleby te są aktualnie zagospodarowane zwykle jako użytki zielone.

Pod uprawę szybko rosnących wierzb krzewiastych mogą być przeznaczane grunty słabsze, niższych klas bonitacyjnych ale pod warunkiem ich nawadniania i intensywnego nawożenia. Możliwe jest również zagospodarowanie gleb wykazujących duży potencjał plonotwórczy ale zanieczyszczonych przez przemysł np. metalami ciężkimi.

Gleba powinna być dobrze przygotowana, tak jak pod inne uprawy rolnicze, i całkowicie odchwaszczona. Największym zagrożeniem dla roślin wierzby są chwasty wieloletnie.

W roku poprzedzającym sadzenie na stanowiskach po użytkach zielonych należy skutecznie zwalczyć chwasty, szczególnie wieloletnie: perz (*Agropyron repens*), ostrożeń (*Cirsium arvense*), powój (*Convolvulus arvensis*) i inne. Najlepiej zastosować na chwasty w pełni wegetacji Roundup (glyfosate) w dawce 4–8 litrów na ha. Po kilku tygodniach glebę ze zniszczoną masą roślinną należy zaorać (podorywka + bronowanie). Na zimę należy wykonać orkę na głębokość 40 cm lub użyć głębosza.

Wiosną glebę starannie zabronować, aby powierzchnia jej była wyrównana co ułatwi mechaniczne sadzenie zrzewów sadzarką.

W literaturze spotyka się sprzeczne informacje dotyczące możliwości uprawy *Salix* sp. na glebach organicznych. W starszych pracach na ogół przeważa pogląd, że wierzby krzewiaste głęboko korzeniące się np. z gatunku *Salix viminalis* nie udają się na torfach z

powodu ruchów gleby (zamarzania w okresie zimowym i jej osiadania wiosną) co powoduje trwałe uszkodzenia systemu korzeniowego. Inni autorzy informują o dobrych wynikach plonowania niektórych gatunków krzewiastych wierzb (np. *Salix rigida*, *S. amygdalina*, *S. pentandra*) na torfach i glebach murszowych zbieranych w cyklach jednorocznych.

Na glebach organicznych na skutek nieprawidłowej uprawy roślin (zboża, okopowe) zachodzą straty z tytułu utleniania się materii organicznej. Natomiast plantacje wierzb krzewiastych przyczyniają się do zmniejszania tych ubytków. Gleby organiczne mogą być wykorzystywane pod uprawę szybko rosnących gatunków wierzb krzewiastych jeśli można w pełni zwalczyć chwasty. Gleby te zawierają zazwyczaj odpowiednią ilość wody, a w wyniku mineralizacji substancji organicznej jest również dużo azotu, co wpływa na dobry wzrost roślin. Gleby organiczne wymagają na ogół intensywnego nawożenia potasem. Jednakże na glebach organicznych należy liczyć się możliwością szybszego wypadania roślin i trudnościami w zmechanizowaniu prac polowych.

- **MATERIAŁ SADZENIOWY**

- Dobór gatunków

Wierzba *Salix* sp. jest rodzajem należącym do rodziny wierzbowatych (*Salicaceae*), który obejmuje około 350 gatunków i nieokreśloną liczbę mieszańców naturalnych i sztucznych.

Do uprawy wykorzystywać można różne gatunki wierzb szybko rosnących: *Salix viminalis*, *S. triandra (amygdalina)*, *S. dasyclados* etc. oraz liczne hybrydy międzygatunkowe. Najodpowiedniejszymi do uprawy w Polsce na glebach mineralnych są formy z gatunku *Salix viminalis*, wierzba wiciowa syn. wierzba konopianka i jej wewnątrz i między gatunkowe krzyżówki.

Formy wykorzystywane na plantacjach polowych powinny pochodzić z pewnego źródła i spełniać następujące wymagania:

- rozmnażać się wegetatywnie,
- charakteryzować się szybkim wzrostem,
- pędy powinny szybko odrastać po zbiorze (po każdej rotacji),
- charakteryzować się odpornością na choroby i szkodniki oraz wysoką mrozoodpornością,
- mieć korzystną morfologię pędów,
- charakteryzować się dobrą produktywnością i jakością drewna.

W Katedrze Hodowli Roślin i Nasiennictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie prowadzone są już od ponad 10 lat badania nad wykorzystaniem wierzbr krzewiastych do celów energetycznych. Wyselekcjonowano i przebadano wiele perspektywicznych form *Salix* sp. które mogą być wykorzystywane do nasadzeń na plantacjach energetycznych.

- **Przygotowanie zrzezów**

Wierzbę rozmnaża się wegetatywnie za pomocą zrzezów (sadzonek, sztobrów) tzn. kawałków pociętego pędu, które po posadzeniu do gleby ukorzeniają się i wypuszczają pędy tworząc nowe rośliny. Minimalna średnica zrzezów wynosi 7 mm, natomiast ich długość 25 cm.

Pędy przeznaczone na sadzonki powinny pochodzić z roślin z plantacji reprodukcyjnych, czystych odmianowo, o dużej żywotności (tzw. mateczników), wolnych od chorób i szkodników. Użycie do sadzenia niewłaściwych zrzezów ma ujemne skutki gospodarcze w dalszych latach użytkowania plantacji.

Zbiór pędów do produkcji zrzezów, które mają być wysadzone wiosną powinien być wykonany w okresie od grudnia do marca (nie później jednak jak do momentu rozpoczęcia przez rośliny wegetacji na wiosnę). Pędy są ścinane u ich podstawy, a następnie cięte na odpowiedniej długości odcinki. Do produkcji sadzonek należy wybierać najsilniejsze, bez uszkodzeń pędy. Zrzezy uzyskane z dolnej i środkowej części pędu są lepsze niż z górnej, ponieważ mają większą masę i gromadzą więcej substancji zapasowych. Z pędu o długości 2 metrów, po odcięciu wierzchołka (około 1/3 długości) uzyskuje się około 5 zrzezów.

- **Przechowywanie zrzezów**

Bezpośrednio po cięciu zrzezy należy umieścić w skrzynkach, kartonach lub wiązać w wiązki, układając je pionowo, pęczkami do góry. W celu właściwego oznakowania i ułatwienia pracy przy sadzeniu wierzchołki zrzezów należy zanurzyć w farbie emulsyjnej na głębokość 2 cm. Zaleca się również dodawać pigmentu do farby w celu oznaczenia poszczególnych form różnymi kolorami aby uniknąć zamieszania zrzezów podczas sadzenia.

Sadzonki, które nie są wysadzone bezpośrednio po przygotowaniu muszą być przechowywane w chłodnych, wilgotnych, osłoniętych przed wiatrem pomieszczeniach, aby nie dopuścić do ich wysychania. Najlepiej przechowywać je w workach foliowych w chłodni w temperaturze 4°C. Zamiast chłodni do przechowywania można wykorzystać również

piwnice, gdzie przez dłuższy czas okresu wiosennego utrzymuje się niższa temperatura i wysoka względna wilgotność powietrza.

- **SADZENIE**

Zrzezy sadzi się wiosną na początku okresu wegetacji, kiedy wilgotność gleby po okresie zimy jest jeszcze wysoka (możliwe jest również sadzenie zrzechów jesienią).

Gęstość sadzenia uzależniona jest od rozstawu kół sprzętu rolniczego, zwłaszcza ciągników i maszyn towarzyszących przy sadzeniu i zbiorze roślin z plantacji. W Polsce sadzi się zrzechy w zagęszczeniu 40 tys. szt./ha (0,75 x 0,33 m)

W Szwecji sadzi się zrzechy w równoległych rzędach. Odległość między rzędami wynosi 0,75 m, następnie 1,25 m, znów dwa rzędy w odległości 0,75 m, odstęp 1,25 m itd. (sadzenie pasowe). Odległość między zrzechami w rzędzie wynosi 0,50 m, co daje obsadę około 15 000 zrzechów na hektar (przy powyższym sposobie sadzenia zakłada się zbiór roślin tylko w cyklach 3-letnich).

Zrzezy sadzi się równo z glebą lub ich wierzchołki mogą wystawać 1–2 cm nad powierzchnię. Po około 3 tygodniach pewna liczba wysadzonych zrzechów może się nie przyjąć (nie wytwarza pędów). Można wówczas w ich miejsce wysadzić nowe zrzechy, dobrze przechowane.

Sadzenie ręczne zrzechów jest praco- i czasochłonne. Na obsadzenie 1 hektara (40 000 zrzechów) potrzeba zaplanować około 14 roboczodniówek. Do zakładania towarowych plantacji energetycznych można używać 2 lub 4 rzędowych sadzarek, co znacznie skraca i usprawnia etap sadzenia zrzechów (fot. 1).

Nową metodą zakładania plantacji energetycznych jest poziome układanie całych pędów wierzby krzewiastej na dnie wcześniej przygotowanych bruzd. Pędy te są umieszczane na głębokość ok. 7–10 cm, następnie przykrywane są warstwą gleby. Po pewnym czasie ukorzeniają się one i wyrastają z nich nowe rośliny (aktualnie prowadzone są badania w tym zakresie w UWM w Olsztynie).



Fot. 1. Dwurzędowa sadzarka do sadzenia zrzeczów wierzb krzewiastych.

UPRAWA W ROKU ZAŁOŻENIA PLANTACJI

- Pielęgnacja

Wierzba krzewiasta w pierwszym roku uprawy ma małą zdolność konkurencyjną w stosunku do chwastów, dlatego też bardzo ważnym zadaniem jest utrzymanie plantacji w stanie nie zachwaszczonym. Nawet w przypadku bardzo dobrego przygotowania pola pod nasadzenia mogą pojawić się chwasty zagłuszające młode rośliny wierzb. Po sadzeniu zrzeczów (zanim zaczną rozwijać się pędy) należy zastosować herbicydy dogłębowe.

Tabela 2

Zalecane herbicydy do zwalczania chwastów

(wg IOR Poznań 2000)

Nazwa środka	Dawka środka kg/ha
Azotop	1,5–2,5
Bladex 50WP	2,0–5,0
Bladex 500S.C.	3,0–4,0
Casaron (granulat)	40–60

Jeśli chemiczna walka z chwastami nie daje zadowalających wyników i wystąpi zachwaszczenie wtórne trzeba zastosować pielęgnację mechaniczną. Bardzo ważne jest aby mechaniczne zwalczanie chwastów rozpocząć zanim chwasty rozwiją silny system korzeniowy. Najczęściej w okresie wegetacji wymagane jest dwukrotne opielanie międzyrzędzi w celu niszczenia chwastów. Duża konkurencja ze strony chwastów jest

najbardziej powszechną przyczyną niepowodzenia uprawy wierzb krzewiastych na plantacjach połowych.

W dalszych latach użytkowania na dobrze prowadzonej plantacji chwasty nie stanowią zagrożenia dla roślin wierzb krzewiastych. Jeżeli z jakich przyczyn na polu one wystąpią należy je zwalczać chemicznie stosując wczesną wiosną te same herbicydy dogłębowe jak w roku założenia plantacji, w zwiększonych dawkach. W okresie wegetacji jeśli na plantacji wystąpią chwasty jednoliścienne można stosować na rośliny nalistne herbicydy selektywne np. Fusilade Super EC, Targa 10 EC, Targa Super 5 EC.

• Nawożenie

Pierwszy rok uprawy

Pierwszy rok traktowany jako faza wstępna. Należy zadbać o właściwy rozwój systemu korzeniowego i rozkrzewienie się roślin. Należy pobrać próbki glebowe celem określania zawartości makro i mikroelementów w glebie i uzupełnić braki składników pokarmowych.

W tym okresie należy bardzo ostrożnie dawkować nawozy. Nawożenie mineralne NPK zastosować w proporcji 30:10:30 kg /ha.

Koszenie pędów

Produktywność wierzb krzewiastych w pierwszym roku wegetacji nie jest porównywalna z plonami uzyskiwanymi w latach późniejszych. Relatywnie niski plon biomasy wierzby krzewiastej (tab. 3) w pierwszym roku uprawy jest związany z tym, że rośliny większość swojego potencjału produkcyjnego przeznaczają na budowę systemu korzeniowego kosztem tworzenia części nadziemnej. W czasie przyjmowania się zrzezów niezbędne jest utrzymanie właściwej wilgotności gleby i zwalczanie chwastów.

Rośliny w pierwszym roku uprawy w badaniach własnych osiągnęły przy sprzyjających warunkach atmosferycznych i na nie zachwaszczonej plantacji od 1,8 do 2,4 metra wysokości i wytworzyły od 1 do 3 pędów z jednego zrzezu (tab. 3, fot. 2).

Tabela 3

Plon świeżej biomasy wierzb krzewiastych w roku założenia plantacji (t/ha)

Obsada roślin (tys. sztuk/ha)	Gatunek						Średnio
	S. <i>viminalis</i> 051	S. <i>viminalis</i> 052	S. <i>viminalis</i> 053	<i>Salix viminalis</i> 082	<i>Salix vim. var. gigantea</i>	<i>Salix vim. cul.</i> Piaskówka	
20	4,93	4,79	4,45	3,34	5,19	2,85	4,27
40	4,47	6,86	6,72	6,93	7,71	4,90	6,27

60	6,70	9,79	8,29	10,42	8,34	6,55	8,35
Średnio	5,37	7,15	6,49	6,94	7,08	4,76	6,29



Fot. 2 Rośliny *Salix* sp. w pierwszym roku uprawy (połowa sierpnia) (fotografia własna)

W pierwszym roku uprawy rośliny wierzby muszą być ścięte w okresie od końca listopada do połowy marca, ręcznie lub maszynowo. Najlepiej jeśli zbiór pędów jest przeprowadzany, gdy gleba jest zamrznięta. Uniemożliwia to uszkodzenie ich młodego systemu korzeniowego i wyciąganie całych roślin z ziemi. Cięcie pędów musi być wykonane gładko, należy unikać rozdzierania karp przez mechanizmy tnące maszyn. Wycięte pędy mogą być przeznaczone na sadzonki. Koszenie roślin po pierwszym sezonie wegetacji jest konieczne stymuluje rozkrzewienie roślin w drugim roku uprawy, a to z kolei prowadzi do dobrego zwarcia ładu, zacielenia gleby i ogranicza rozwój chwastów.

- **UPRAWA W NASTĘPNYCH LATACH**

Drugi rok uprawy jest praktycznie pierwszym sezonem produkcyjnym. Jeżeli sadzenie zrzędów było prawidłowo wykonane, to rośliny dobrze rozwinęły system korzeniowy, który może pobierać niezbędne składniki pokarmowe i wodę z gleby.

W drugim roku rośliny należy nawozić intensywnie NPK odpowiednio 90:30:90 kg/ha. W tym czasie składniki pokarmowe pobierane z gleby są wykorzystywane przez rośliny do tworzenia dużej liczby pędów, liści i korzeni.

W trzecim i dalszych latach uprawy nawozy NPK należy zastosować w ilości odpowiednio: 80:30:80 kg/ha. Po opadnięciu liści i uformowaniu się warstwy ściółki, zapotrzebowanie na nawożenie mineralne jest nieco niższe, ponieważ część składników pokarmowych rośliny przyswajają z rozkładającej się biomasy liści.

Wykazano, że przy produktywności 10 ton s.m. z 1 ha w ciągu roku wierzba krzewiasta zużywa 60 kg azotu, 8 kg fosforu i 43 kg potasu.

Według MACPHERSONA szybko rosnące krzewy wierzby potrzebują jedynie około jednej piątej dawki nawozów mineralnych w porównaniu do wymagań zbóż. Autor stwierdził, że korzystne jest stosowanie średnio 60–80 kg azotu, 10 kg fosforu i 35 kg potasu na 1 ha. W badaniach własnych w doświadczeniu polowym założonym na glebie organicznej uzyskano dodatni wpływ nawożenia mineralnego (N – 40, P – 40 i K – 80 kg/ha) na plonowanie gatunku *Salix viminalis* var. *gigantea* w porównaniu do nie nawożonej kontroli. Badania przeprowadzone w południowym Quebecu w Kanadzie wykazały, że nawożenie wierzb krzewiastych osadami ściekowymi (dawką równoważącą 150 kg N/ha) powodowało wzrost plonu biomasy o 63% w porównaniu do obiektów nie nawożonych.

Stosowanie osadów ściekowych do nawożenia roślin wierzb krzewiastych na plantacji energetycznej przynosi nie tylko ekonomiczne korzyści ale również umożliwia utylizację osadów ściekowych (stosowanych zgodnie z obowiązującą ustawą).

W drugim roku uprawy rośliny wytwarzają od kilku do nawet kilkunastu pędów. Wysokość roślin uzyskana w badaniach własnych zawarta była w przedziale od 2,6 m do 3,0 m, a średnia grubość pędów wynosiła około 13,0 mm (pomiar wykonano 10 cm od powierzchni gleby) (tab. 4). Plon świeżej biomasy w pierwszym roku produkcyjnym (drugi rok uprawy) wyniósł u badanych form wierzby krzewiastej od 24 do 38 t z 1 hektara. W cytowanych badaniach stwierdzono, że zwiększanie obsady roślin z 20 do 40 i 60 tys. sztuk/ha istotnie zwiększało plon świeżej biomasy odpowiednio z 28 do 32 i 36 t/ha (tab. 5, fot. 3). Dlatego przy planowanym zbiorze roślin w cyklach jednorocznych wskazana byłaby obsada 60 tys. roślin/ha.

Tabela 4

Wysokość i średnica pędów jednorocznych wierzb krzewiastych w drugim roku uprawy

Forma	Wysokość roślin (m)	Średnica pędu (mm)
-------	---------------------	--------------------

<i>S. viminalis</i> 051	2,56	12,3
<i>S. viminalis</i> 052	2,97	13,5
<i>S. viminalis</i> 052	2,79	12,6
<i>S. viminalis</i> 082	2,97	14,1
<i>Salix viminalis</i> var. <i>gigantea</i>	2,85	1,40
<i>Salix viminalis</i> cul. Piaskówka	2,90	12,8
Średnio	2,84	13,3

Tabela 5

Plon świeżej biomasy (t/ha) pędów jednorocznych wierzb krzewiastych na dwuletnim korzeniu

Forma	Obsada roślin (tys. sztuk/ha)			
	20	40	60	średnio
<i>S. viminalis</i> 051	24,89	24,42	33,06	27,46
<i>S. viminalis</i> 052	35,86	37,03	36,06	36,32
<i>S. viminalis</i> 052	25,17	33,13	31,78	30,03
<i>S. viminalis</i> 082	30,84	38,89	43,99	37,91
<i>Salix viminalis</i> var. <i>gigantea</i>	28,52	34,76	41,07	34,78
<i>Salix viminalis</i> cul. Piaskówka	20,48	22,66	28,66	23,93
Średnio	27,63	31,82	35,77	31,74



Fot. 3 Jednoroczne pędy na dwuletniej karpie (fotografia własna)

Rośliny wierzb krzewiastych w trzecim roku uprawy (pędy dwuletnie na trzy letniej karpie) uzyskały w badaniach własnych wysokość od 3,3 m do 4,0 m. Wysokość trzyletnich pędów wahała się od około 5,5 do 5,9 m (tab. 6). Średnica dwuletnich pędów zawarta była w przedziale od 14,8 do 22,0 mm. Natomiast średnica pędów trzyletnich wynosiła od 24,0 do 35,0 mm (tab. 7).

Tabela 6

Wysokość roślin wierzb krzewiastych (m)

Forma	Rośliny	
	dwuletnie	trzyletnie
<i>S. viminalis</i> 051	3,60	5,78
<i>S. viminalis</i> 052	3,57	5,87
<i>S. viminalis</i> 052	3,38	5,68
<i>S. viminalis</i> 082	3,96	5,84
<i>Salix viminalis</i> var. <i>gigantea</i>	3,31	5,67
<i>Salix viminalis</i> cul. Piaskówka	3,28	5,80
Średnio	3,52	5,77

Tabela 7

Średnica pędów wierzb krzewiastych (mm)

Forma	Rośliny	
	dwuletnie	trzyletnie
<i>S. viminalis</i> 051	17,7	29,55
<i>S. viminalis</i> 052	16,7	29,00
<i>S. viminalis</i> 052	17,9	28,34
<i>S. viminalis</i> 082	20,1	28,34
<i>Salix viminalis</i> var. <i>gigantea</i>	17,9	29,02
<i>Salix viminalis</i> cul. Piaskówka	16,5	30,86
Średnio	17,8	29,19

Plon świeżej biomasy pędów dwuletnich (trzeci roku uprawy) wahał się średnio w granicach od 58 do 71 t/ha w zależności od obsady roślin (tab. 8). Pędy trzyletnie na czteroletniej karpie dały średni plon biomasy 119,5 t/ha. Forma *Salix viminalis* 082 dała w

cyklu trzyletnim przy zagęszczeniu 40 tys. roślin/ha 148 ton świeżej biomasy z 1 ha. Przy zbiorze roślin w cyklach trzyletnich zaleca się obsadę 20 000 lub 40 000 roślin na 1 ha (fot. 4).

Tabela 8

Plon świeżej biomasy wierzb krzewiastych (t/ha)

Forma	Rośliny							
	dwuletnie				trzyletnie			
	obsada roślin (tys. sztuk/ha)							
	20	40	60	średnio	20	40	60	średnio
<i>S. viminalis</i> 051	59,48	56,17	64,28	59,98	107,13	109,58	105,60	107,44
<i>S. viminalis</i> 052	65,04	65,04	80,81	70,30	125,19	126,72	126,72	126,21
<i>S. viminalis</i> 052	63,05	66,88	74,38	68,10	120,60	123,03	124,58	122,74
<i>S. viminalis</i> 082	62,12	77,90	82,34	74,13	144,48	148,15	140,80	144,48
<i>Salix viminalis</i> var. <i>gigantea</i>	53,26	61,53	66,12	60,30	113,87	112,95	116,01	114,28
<i>Salix viminalis</i> cul. Piaskówka	44,23	53,42	59,48	52,34	102,54	103,46	100,09	102,03
Średnio	57,87	63,49	71,22	64,19	118,97	120,65	118,97	119,53



**Fot. 4 Trzyletnie rośliny wierzby krzewiastych (w czwartym roku uprawy)
(fotografia własna)**

- **CHOROBY I SZKODNIKI**

Najczęściej występującymi chorobami na plantacjach wierzby krzewiastych, są choroby grzybowe ale problem infekcji jest aktualnie minimalny i ogranicza się tylko do niektórych gatunków. Największe szkody mogą wyrządzić patogeny z rodzaju *Melampsora* sp. wywołujące rdzę liściową. Konidia powstają głównie latem i jesienią na spodniej stronie liści, które następnie przybierają barwę żółto-czerwoną i opadają. Ponadto do ważniejszych chorób wikliny należą: bakteryjne wędnięcie pędów (*Pseudomonas salicyperda*), parch wierzby (*Venturia salicyperda*), antraknoza (*Glomerella cingulata*).

Plantacje wierzby energetycznych prowadzone są w monokulturze przez wiele lat, dlatego też po pewnym czasie może pojawić się wiele różnych szkodników z różnym nasileniem. Rośliny *Salix* sp. mogą być uszkodzane przez niektóre chrząszcze, mszyce oraz larwy rośliniarek, motyli i muchówek. Ważniejszymi szkodnikami zasiedlającymi rośliny wierzby są: jątrewka wiklinówka (*Phyllodecta vitellinae* L.), naliściak pączkojad (*Phyllobius oblongus* L.), zieleńczyk zielony (*Chlorophanus viridis* L.), rynnica wierzbową (*Melasoma saliceti* WSE.), mszyca wierzbową (*Pterocomma salicis* L.), mszyca wierzbowo-marchwiowa

(*Cavariella aegopodii*), niekreślanka wierzbówka (*Earias chlorana* L.) naroślarnik wiklinowiec (*Pontania viminalis*).

W uprawie wierzby krzewiastej na skale komercyjną ssaki nie powinny stanowić zagrożenia. Zwierzyna leśna jak sarny, jelenie czy zające żyjące w normalnych populacjach nie powodują większych strat na plantacjach energetycznych. Ewentualne uszkodzenia są niebezpieczne na nowo założonych plantacjach. Na starszych uprawach *Salix* sp. uszkodzenia powodowane przez dziką zwierzyną ograniczają się do zewnętrznych rzędów na plantacji. Niektóre gatunki wierzb krzewiastych (*S. purpurea*, *S. daphnoides*) nie są atrakcyjne dla zwierząt ze względu na wysokie zawartości w korze i liściach tych form gorzkich substancji fenolowych.

Jeżeli wystąpią problemy ze zdrowotnością roślin wierzb krzewiastych lub zasiedlają je szkodniki, należy zwrócić się o poradę do odpowiednich instytucji, które ustalą przyczynę uszkodzeń i wskażą odpowiednie środki ochrony plantacji.

Jedną z form zmniejszania nasilenia ryzyka wystąpienia chorób i szkodników jest sadzenie mieszane na plantacjach kilku różnych klonów wierzb krzewiastych o zbliżonych cechach morfologicznych, odpornych na niesprzyjające warunki środowiska. To może w pewnym stopniu ograniczyć rozwój i rozprzestrzenianie się chorób i szkodników i dać wierniejszy plon biomasy w porównaniu do uprawy jednej formy.

• **Zbiór biomasy**

Do zbioru wierzby krzewiastej przystępujemy po zakończeniu wegetacji roślin, gdy z pędów opadną liście. W praktyce przypada to po 15 listopada i trwa do połowy marca, czyli do rozpoczęcia przez rośliny nowego okresu wegetacji. Pędy powinny być ścinane na wysokości 5–10 cm nad powierzchnią gleby.

Pozyskiwanie drewna rozpoczyna się zwykle po dwóch latach uprawy w cyklach:

- jednorocznych,
- dwuletnich,
- trzyletnich.

Po ścięciu pędów tuż nad powierzchnią gleby, na wiosnę niskie karpy wypuszczają nowe łodygi, które można eksploatować w powyższym cyklu zbioru. Produkcja na plantacji krzewiastych wierzb może przebiegać bez większych zakłóceń przez 20–25 lat.

Zbiór roślin z plantacji może być przeprowadzony przy użyciu sieczkarń do zbioru kukurydzy Z 364 (pędy jednoroczne) lub „Jaguar” firmy Class ze zmodyfikowanym aparatem tnącym (pędy 2, 3-letnie) (fot. 5). Przy użyciu tych maszyn następuje ścinanie pędów

rozdrabnianie ich na zrębki i załadunek na kontener do przewozu biomasy (analogicznie jak przy zbiorze kukurydzy).

Z plantacji można zbierać również całe pędy przy użyciu żniwiarek, snopowiązałek do wikliny (cykl jednoroczny) lub ręcznie przy użyciu spalinowych pił tarczowych na wysięgnikach lub pił łańcuchowych (cykl 2–3-letni). Istnieje również możliwość naturalnego podsuszenia pędów i przechowanie ich w stertach lub przyzmach do następnego sezonu grzewczego.

Przechowywane w stertach pędy jednoroczne i przyzmach (2, 3-letnie) można rozdrabniać rębarkami na zrębki, sukcesywnie, zgodnie z zapotrzebowaniem. Bardzo ważne aby w ciągu całego okresu grzewczego był swobodny dojazd sprzętu do stert i przyzm.



Fot. 5. Kombajn Claas Jaguar używany do zbioru roślin wierzb krzewiastych w Szwecji

PRZECHOWYWANIE BIOMASY

Składowanie zebranego drewna wymaga warunków zapewniających ograniczenie strat energii i rozwoju niepożądanych mikroorganizmów grzybowych. Drewno zbierane zimą ma wilgotność średnio około 50% (53–46%, w zależności o cyklu zbioru). Jeżeli jest ono użytkowane bezpośrednio po zbiorze wtedy straty są najmniejsze. Taki system, gdzie drewno w postaci zrębków trafia bezpośrednio do ciepłowni i jest spalane (kotły fluidalne, zgazowarki) jest najbardziej pożądanym.

Zrębki krótko przechowywane powinny być składowane na wyrównanej, utwardzonej powierzchni. Dodatkowo, droga w pobliżu pryzmy musi być sucha, by składowane zrębki nie były opryskane wodą przez przejeżdżające pojazdy.

Zrębki świeżo zebrane składowane w naturalnych warunkach w pryzmie nie wysychają efektywnie, chłoną wodę z opadów atmosferycznych. Przechowywanie ich dłuższy czas w tych warunkach prowadzi do strat substancji organicznej, wzrostu temperatury wewnątrz pryzmy i w konsekwencji do rozwoju niepożądanych grzybów.

Jeżeli zrębki mają być przechowywane w dłuższym przedziale czasowym konieczne jest zmniejszenie ich wilgotności, dlatego muszą one być przechowywane pod wiatą. Testy wykazały, że przechowywanie zrębków pod dachem przez okres 4–6 miesięcy może zredukować ich wilgotność z około 45% do 30%. Lepszym sposobem ich przechowywania byłoby zastosowanie wymuszonego przepływu powietrza atmosferycznego przez masę składowanych zrębków (aktywne wietrzenie, analogicznie jak przy konserwacji mokrego ziarna zbóż).

Jednak część paliwa musi być przechowywana jako rezerwa. Jest ona konieczna między innymi z powodu braku możliwości wykonania zbioru na skutek niesprzyjających warunków klimatycznych (obfity opad śniegu), czy pory roku (zbiór pędów przeprowadzany jest od pierwszej dekady listopada do połowy marca).

Jeżeli zebrano z plantacji całe pędy mogą być one składowane w warunkach naturalnych na otwartym, utwardzonym składowisku w pryzmie (stosie) do jesieni następnego roku. W ciągu tego okresu ich wilgotność obniży się do około 25%.

- **PLON SUCHEJ MASY, WARTOŚĆ ENERGETYCZNA ORAZ SKŁAD CHEMICZNY DREWNA**

Pod względem produkcji suchej masy drewna wierzbowego przy zbiorze roślin w cyklach jedno- i dwuletnim najkorzystniejsze jest zagęszczenie 60 tys. roślin/ha. Natomiast przy zbiorze co trzy lata bardziej uzasadniona jest obsada 40 lub 20 tys. roślin/ha (tab. 9).

Tabela 9

Plon suchej masy drewna wierzb krzewiastych (t/ha/rok)

Gęstość sadzenia zrzeczów (tys.szt/ha)	Częstotliwość zbioru pędów			Średnio
	co rok	co 2 lata	co 3 lata	
20	12,82	14,50	21,47	16,26
40	14,90	16,05	21,55	17,50
60	16,71	17,65	21,40	18,59
Średnio	14,81	16,07	21,47	17,45

Pojęcie kalorymetrycznej wartości cieplnej oznacza zawartość energii w absolutnie suchej substancji i wyrażana jest w megadžulach na 1 kilogram suchej masy (MJ/kg s.m.). Biopaliwo otrzymane z plantacji energetycznej wierzb krzewiastych ma kalorymetryczną wartość cieplną zawartą w przedziale od 18,6 do 19,6 MJ/kg s.m., w zależności od cyklu zbioru roślin (badania własne) (tab. 10). Stanowi to około 2/3 wartości kalorycznej średniej jakości węgla kamiennego. Zawartość wody w pędach spada wraz z wydłużaniem cyklu zbioru od 1 do 2 i 3 letniego odpowiednio z 53,15% do 50,14% i 45,98%.

Tabela 10

Zawartość wody w drewnie wierzb krzewiastych, jego wartość kaloryczna oraz zawartość popiołu

Termin zbioru pędów	Zawartość wody w drewnie %	Wartość kaloryczna drewna MJ · kg ⁻¹ s.m.	Zawartość popiołu %
co rok	53,15	18,56	1,89
co dwa lata	50,14	19,25	1,37
co trzy lata	45,98	19,56	1,28
Średnio	49,76	19,12	1,51

Cechą charakterystyczną drewna wierzbowego jest jego bardzo niska popielność. Zawartość popiołu po spaleniu drewna zmniejsza się wraz z opóźnianiem terminu zbioru pędów z około 1,89% do 1,28 %, odpowiednio w cyklu jednorocznym i trzyletnim (tab. 10), Popiół ten może być wykorzystany jako nawóz mineralny i ponownie wrócić na plantacje energetyczne.

W badaniach własnych zawartość celulozy w drewnie pędów jednorocznych wynosiła średnio 45,58%, wzrastała w drewnie pędów dwuletnich (48,02%), oraz istotnie w drewnie pędów trzyletnich (55,94%) (tab. 11). Zawartość ligniny wynosiła od 12,58 do 13,79 % w s.m. drewna, a hemiceluloz średnio 13,6% s.m.

Tabela 11

Zawartość celulozy, lignin i hemiceluloz w drewnie wierzb krzewiastych w zależności od cyklu zbioru

Termin zbioru	Składniki chemiczne drewna % s.m.
---------------	-----------------------------------

peńdów	Celuloza	Ligniny	Hemicelulozy
co rok	45,58	13,34	13,53
co 2 lata	48,02	12,58	13,39
co 3 lata	55,94	13,79	13,96
Średnio	49,84	13,24	13,63

- **ENERGOCHŁONNOŚĆ PRODUKCJI WIERZB KRZEWIASTYCH NA GUNTACH ORNYCH**

Przy uprawie wierzb krzewiastych zaskakująco ogromny jest udział energii słonecznej w tworzeniu biomasy w porównaniu z wkładem samego rolnika. Nakłady energetyczne na uprawę roślin *Salix* sp. w badaniach własnych wynosiły od 12,19 GJ/ha przy zbiorze roślin co roku do 30,10 GJ/ha przy zbiorze co trzy lata (tab. 12). Energochłonność produkcji zrębków wierzbowych w cyklach jednorocznych wynosiła 0,83 GJ/t s.m., wartość ta zmniejszyła się gdy rośliny pozyskiwano co dwa i trzy lata odpowiednio do 0,57 i 0,47 GJ/t s.m. Efektywność energetyczna uprawy wierzby wyrażona stosunkiem wartości energetycznej plonu do poniesionych nakładów wahała się od 22,49 do 41,99 odpowiednio przy zbiorze co roku i co trzy lata. Zbiór wierzb krzewiastych w trzyletnich rotacjach charakteryzuje się najniższą energochłonnością produkcji 1 tony suchej masy zrębków oraz najwyższym wskaźnikiem efektywności energetycznej. Cytowane wyniki wskazują, że rośliną preferowaną do uprawy na cele bioenergetyczne (ze względu na korzystny wskaźnik efektywności energetycznej) może być wierzba krzewiasta. Warunku tego nie spełniają jednoroczne rośliny rolnicze uprawiane na cele spożywcze.

Bilans energetyczny uprawy wierzb krzewiastych w porównaniu z uprawą rzepaku jest zdecydowanie korzystniejszy. Efektywność energetyczna uprawy rzepaku ozimego w doświadczeniu wynosiła 3,53. Natomiast wskaźnik efektywności energetycznej uprawy pszenicy ozimej kształtował się na poziomie 3,56–4,98, a jęczmienia jarego 3,50. Natomiast wskaźnik efektywności energetycznej uprawy buraka cukrowego w ścisłych doświadczeniach polowych wyniósł 3,56.

Tabela 12

Efektywność energetyczna uprawy wierzby krzewiastej w trzech cyklach zbioru

Lp	Wyszczególnienie	Zbiór w cyklach		
		jednorocznym	dwuletnim	trzyletnim
1.	Nakłady energetyczne na uprawę roślin wierzby (GJ/ha)	12,19	18,40	30,10

2.	Plon suchej masy (t/ha)	14,81	32,13	64,42
3.	Energochłonność produkcji zrębków (GJ/t s.m.)	0,83	0,57	0,47
4.	Wartość energetyczna plonu (GJ/ha)	274,89	618,44	1 261,69
5.	Efektywność energetyczna*	22,49	33,57	41,99

*Efektywność energetyczna wyrażona stosunkiem wartości energetycznej plonu (4) do nakładów energetycznych poniesionych na uprawę (1)

• OPLACALNOŚĆ UPRAWY WIERZB KRZEWIASTYCH

Większość kosztów założenia plantacji energetycznej wierzb krzewiastych związana jest z przygotowaniem stanowiska i z sadzeniem zręzków w pierwszym roku prowadzenia plantacji. W porównaniu do innych rolniczych roślin uprawnych, zwrot kosztów inwestycji w uprawie wierzb krzewiastych nie jest możliwy po pierwszym roku wegetacji. Koszty te przy uprawie wierzb krzewiastych na cele energetyczne zaczynają się zwracać po zakończeniu pierwszego cyklu uprawy. Może to nastąpić po dwóch, trzech lub czterech latach od momentu założenia plantacji, w zależności od przyjętego cyklu zbioru. Plon biomasy i jej cena to czynniki, które bardzo mocno wpływają na zysk końcowy i opłacalność uprawy tego gatunku.

Koszt założenia 1 hektarowej plantacji energetycznej wierzb krzewiastych, przy obsadzie 40 000 roślin/ha wynosi około 5 118 zł (tab 13). Zakładając plantację wierzb krzewiastej w pierwszych latach ponosimy znaczne koszty, ale nakłady te są ponoszone raz na 24 lata eksploatacji plantacji. Rozkładając zatem całkowity koszt założenia na 24 letni okres jej użytkowania, otrzymujemy roczne obciążenie w wysokości 213 zł.

Tabela 13

Koszt złożenia na gruntach rolniczych plantacji wierzb krzewiastej przy obsadzie 40 tys. roślin/ha*

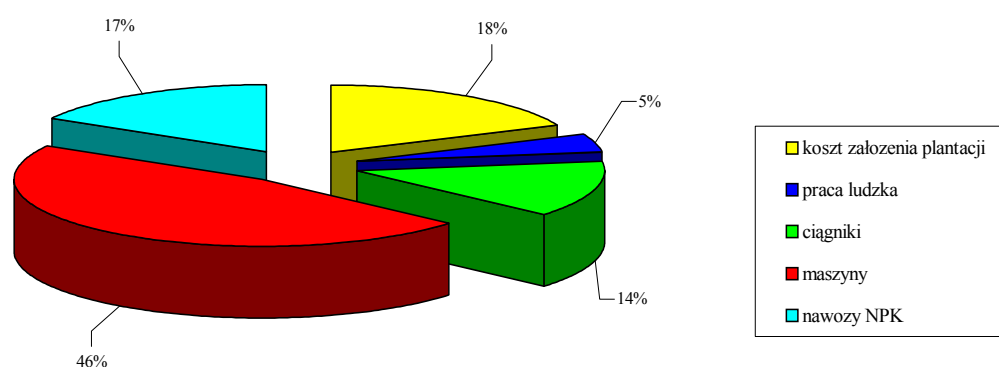
Lp.	Wyszczególnienie	Rodzaj		Koszty założenia (zł/ha)			
		ciagnika	maszyny towarzyszącej	siła robocza	ciagnik	maszyna lub narzędzie	razem
1.	Oprysk (<i>Roundap</i>)	Ursus C-360-3P	opryskiwacz P 068	3,30	9,91	7,75	20,96
2.	Orka zimowa	Ursus 912	plug U 037	9,90	51,50	14,40	75,80
3.	Bronowanie	Ursus 912	brona U 212/2	3,30	17,17	0,40	20,87
4.	Przygotowanie sadzonek	-	-	198,00	-	-	198,00
5.	Sadzenie	Ursus C-360-3P	sadzarka S 221/1	132,00	99,05	100,68	331,73
6.	Oprysk (<i>Bladex</i>)	Ursus C-360-3P	opryskiwacz P 068	3,30	9,91	7,75	20,96
7.	Pielenie (2x)	Ursus C-360-3P	pielnik P 434/1	6,60	19,81	11,50	37,91
8.	Koszt sadzonek (z zakupu)	-	-	-	-	-	4000,00
9.	Środki ochrony roślin	-	-	-	-	-	-
	Zakup <i>Roundapu</i>	-	-	-	-	-	125,00
	Zakup <i>Bladexu</i>	-	-	-	-	-	140,00
10.	Zbiór roślin po zakończeniu pierwszego okresu wegetacji	-	-	-	-	-	-
	Koszenie	Ursus 912	silosokombajn Z 364	6,53	33,99	47,83	88,35

	Transport	Ursus C-360-3P	przyczepa T 041	13,07	39,22	6,75	59,04
11.	Razem			376,00	280,54	197,06	5118,60
	1/24 Σ			15,67	11,69	8,21	213,28

*koszty te mogą być różne dla poszczególnych gospodarstw, ze względu na inną założoną obsadę roślin/ha, jakość gleby, stopień zachwaszczenia stanowiska oraz inne czynniki

Największy procentowy udział kosztów w produkcji wierzb krzewiastych na gruntach ornych stanowiły maszyny (46%) (rys. 1). Koszty poniesione na założenie plantacji wynosiły 18%. Koszty związane z nawożeniem roślin NPK stanowiły 17% kosztów całkowitych. Na dalszej pozycji znajdowały się koszty związane z użyciem ciągników (14%), a praca ludzka stanowiła 5% kosztów całkowitych.

W badaniach własnych przyjęto cenę 80 zł za 1 tonę świeżych zrębków wierzbowych. Najniższe koszty produkcji 1 tony zrębków stwierdzono przy zbiorze roślin w cyklu trzyletnim (35,47 zł/tonę) (tab. 14). Zysk z produkcji 1 tony zrębków wyniósł w tym wariantcie 44,53 zł. Przy corocznym zbiorze koszty produkcji wynosiły 37,46 zł/tonę, a zysk wyniósł 42,54 zł/tonę. W przypadku dwuletniej rotacji koszt produkcji 1 tony zrębków wyniósł 40,27 zł, a zysk 39,73 zł.



Rys. 1. Rozkład kosztów produkcji wierzby krzewiastej na gruntach ornych (%)

Tabela 14

Oplacalność produkcji wierzby krzewiastej w trzech cyklach zbioru przy obsadzie 40 tys. roślin na 1 ha

Lp.	Wyszczególnienie	Zbiór w cyklach		
		jednorocznym	dwuletnim	trzyletnim
1.	Koszt produkcji (zł/ha)	1191,9	2556,9	4279,9
2.	Plon biomasy (t/ha)	31,82	63,50	120,66
3.	Koszt produkcji 1 tony (zł)	37,46	40,27	35,47
4.	Cena za 1 tonę zrębków (zł)*	80,00	80,00	80,00
5.	Zysk z 1 tony (zł)	42,54	39,73	44,53
6.	Zysk z 1 ha (zł)	1353,6	2523,1	5372,9
7.	Zysk z 1 ha/rok (zł)	1353,6	1261,5	1790,9

*cenę jednej tony zrębków przyjęto w odniesieniu do ceny 1 tony drewna opałowego

Z punktu widzenia opłacalności produkcji najkorzystniej jest zbierać rośliny wierzby krzewiastej w cyklu trzyletnim. Zysk z ha w przeliczeniu na rok użytkowania wyniósł w badaniach własnych 1 790,9 zł. Gdy rośliny zbierano w cyklu jednorocznym zysk z ha wyniósł średnio 1 353,6 zł. Należy podkreślić, że jednoroczne pędy *Salix* sp. mogą być zbierane silosokombajnem sprzężonym z ciągnikiem. Natomiast do zbioru roślin w cyklach dwu- i trzyletnich wymagany jest np. kombajn Claas Jaguar, który jest maszyną drogą i stąd też nie zawsze dostępną. Zakup kombajnu Claas Jaguar według danych szwedzkich jest opłacalny przy powierzchni plantacji energetycznej około 800 ha.

• LIKWIDACJA PLANTACJI

Plantacja energetyczna może być użytkowana przez okres nawet 25 lat. Po upływie tego czasu produktywność roślin spada i należy ją zlikwidować.

Jednym ze sposobów likwidacji roślin wierzby krzewiastej jest zastosowanie na nie wiosną Roundapu, co spowoduje ich zniszczenie. Następnie można przystąpić do wyorania karp i usunięcia ich z pola

Inną metodą likwidacji plantacji wierzby krzewiastej jest użycie specjalnego rozdrabniacza – rototilera zasilanego ciągnikiem dużej mocy, który rozdrabnia karpy i miesza je z glebą. Jednakże po takim zabiegu uprawa w późniejszych latach musi ograniczyć się do głębokości, którą zastosowano podczas rozdrabniania. W niższych partiach gleby dalej pozostaną korzenie i mniej kilka lat zanim zostaną one zdegradowane do tego stopnia, że nie będą przeszkadzać w pogłębieniu uprawy gleby.

**KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC PRZY ZAKŁADANIU I PROWADZENIU PLANTACJI
WIERZB KRZEWIASTYCH**

Przygotowania w roku poprzedzającym sadzenie

1. Wybór stanowiska pod przyszłą plantację
2. Mechaniczne lub chemiczne niszczenie chwastów, usuwanie krzewów i kamieni
3. Wapnowanie i nawożenie fosforowo-potasowe
4. Orka zimowa
5. Zakup sadzonek (zrzewów), wybór odpowiedniej jakości klonów

Pierwszy rok uprawy

1. Wiosenne bronowanie
2. Sadzenie
3. Stosowanie herbicydów doglebowych bezpośrednio po sadzeniu zrzewów
4. Mechaniczne zwalczanie wtórnego zachwaszczenia plantacji (2x) i obserwacja rozwoju roślin
5. Koszenie jednorocznych pędów w okresie zimowym

Drugi rok uprawy

1. Lustracja roślin na plantacji po zimie
2. Zastosowanie herbicydów (jeżeli uzasadnia to stan zachwaszczenia plantacji)
3. Pogłównie nawożenie roślin azotem
4. Zbiór roślin w zimie (listopad – marzec) przy zakładanym jednorocznym cyklu zbioru

Trzeci rok uprawy

1. Lustracja roślin na plantacji po zimie
2. Pogłównie nawożenie roślin azotem
3. Zbiór roślin w zimie (listopad – marzec) przy zakładanym 2-letnim cyklu zbioru

Czwarty rok uprawy

1. Lustracja roślin na plantacji po zimie
2. Pogłównie nawożenie roślin azotem
2. Zbiór roślin w zimie (listopad – marzec) przy zakładanym 3-letnim cyklu zbioru

Jaka jest gwarancja sprzedaży wierzby energetycznej?

Odpowiedź na to pytanie znajduje się u podstaw podjęcia decyzji o założeniu plantacji wierzby energetycznej. Współczesne rolnictwo polskie ponosi znaczne ryzyko przy wyborze rodzaju upraw, jakie będzie prowadzić.

Zachęcanie rolnictwa do produkcji wierzby energetycznej ma sens tylko wówczas, kiedy będzie ono miało gwarancję jej sprzedaży po cenach co najmniej równoważnych z innymi uprawami rolniczymi. Gwarancją sprzedaży wierzby energetycznej jest rozwój energetyki odnawialnej. Dotyczy to produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Przyczyn wzmożonego zainteresowania produkcją obydwu rodzajów energii, na bazie źródeł odnawialnych, jest kilka. W ujęciu hierarchicznym, czyli według określenia ważności, można wymienić następujące przyczyny:

- ekologiczne, wynikające z nadmiaru wprowadzonego do atmosfery dwutlenku węgla (CO₂), którego już nie jest zdolny przyswoić świat roślin zielonych; głównym źródłem tego zjawiska jest fakt produkowania energii elektrycznej i cieplnej poprzez spalanie paliw konwencjonalnych (węgla, ropy naftowej, gazu) ; przy spalaniu biomasy (drewna) powstający dwutlenek węgla jest przyswajany przez inne rośliny, w związku z czym uważa się, że cykl obiegu tego gazu jest w przyrodzie teoretycznie zamknięty; w niedalekiej przyszłości wystąpią ostre zakazy wprowadzania do atmosfery nadmiernych ilości dwutlenku węgla;
- rolnicze, wynikające z faktu, że w związku z intensyfikacją upraw rolniczych plony roślin żywnościowych przekraczają zapotrzebowanie rynku żywności; powoduje to wyłączenie nawet dobrej ziemi z użytkowania rolniczego; uprawa wierzby energetycznej może być więc uprawą zastępczą dającą rolnikowi dochody;
- ważną przyczyną jest wymaganie Unii Europejskiej, aby w Polsce po wstąpieniu do tej organizacji, ponad 10% energii w bilansie energetycznym kraju pochodziło ze źródeł odnawialnych; w 2002 roku powstał projekt Dyrektywy, zgodnie z którą około 60% biomasy drzewnej w UE miałyby pochodzić z krajów Europy środkowej; wówczas nasza biomasa drzewna, pochodząca z upraw energetycznych np. wierzby będzie kupowana również przez inne kraje europejskie;
- na dłuższą metę lasy nie mogą być źródłem drewna do celów energetycznych; mają one spełniać przede wszystkim funkcję klimatyczną i krajobrazową; funkcja gospodarcza lasów ma polegać na dostarczaniu drewna towarowego do przetwórstwa i budownictwa; resztki drobnego drewna przy trzebieży towarowej mają być zagospodarowywane poprzez rozdrabnianie i pozostawianie na wyrębnie w celu zasilania glebotwórczego; drewno

energetyczne będzie więc pochodzić niemal wyłącznie z upraw energetycznych np. wierzby jako jedynej racjonalnej gospodarczo i ekologicznie formy pozyskiwania drewna energetycznego, co stanowi ważną podstawę dla gwarancji jego zbytu;

- fizyczne wyczerpywanie się takich źródeł paliw konwencjonalnych, jak węgiel kamienny, ropa naftowa i gaz ziemny, oraz sięganie po te paliwa do coraz trudniejszych technicznie zasobów powoduje wzrost ceny jednostki ciepła uzyskiwanego z tych paliw; ta sama jednostka ciepła uzyskiwana z drewna pochodzącego z upraw energetycznych jest i będzie nadal znacznie tańsza, co gwarantuje zainteresowanie jego zakupem przez przedsiębiorstwa energetyczne;
- rozwój energetyki ciepłej lokalnej, np. komunalnego wytwarzania ciepła w gminach będzie wymuszał konieczność zakładania i eksploatacji lokalnych upraw energetycznych; tak się już dzieje w szeregu gminach, gdzie gwarancją zbytu drewna wierzbowego z plantacji rolników jest praca lokalnych kotłowni na biomase;
- ponieważ handel przetworzonym drewnem energetycznym, np. do postaci zrębków, stanowi przedmiot działania firm nastawionych na zysk rozglądają się one bacznie za nowymi dostawcami tego surowca; źródłem zaopatrzenia dla tych firm będą zakładane plantacje wierzby energetycznej;
- istotną przyczyną podejmowania ryzyka gospodarczego związanego z założeniem plantacji wierzby energetycznej jest również to, że plantacja taka osiąga pełną dojrzałość technologiczną po 3–5 latach od założenia; po tym okresie zaczną funkcjonować wszystkie uprzednio wymienione przyczyny wzmożonego zainteresowania energią odnawialną pochodzącą z drewna wierzbowego i obecnie zakładający taką uprawę plantator będzie po tym okresie miał w pełni zagwarantowany zbyt z plantacji znajdującej się w pełnej wydajności towarowej. Jeżeli dysponuje już w tej chwili zasobami gruntów, które zamierza wyłączyć z upraw żywnościowych, powinien bardzo stanowczo rozważyć założenie plantacji wierzby energetycznej. Ziemia zamiast leżeć nieużytecznie, zacznie nabierać wartości jako przeszłościowo bardzo rentowna.

W rozważaniach i kalkulacjach dokonywanych przez osoby zastanawiające się nad podjęciem założenia plantacji wierzby energetycznej mogą być brane pod uwagę również inne przesłanki wskazujące na gwarancję jej zbytu. W rozważaniach takich występują również przyczyny subiektywne, czyli występujące szczególnie u osób, które takie ryzyko zechcą podejmować. Do przyczyn subiektywnych można zaliczyć takie, jak mała podatność na wprowadzanie innowacji w tradycyjnym prowadzeniu gospodarstwa rolniczego, podejrzliwość wobec zachęt do wprowadzenia uprawy, która nigdy nie była w ich

gospodarstwie uprawą rolniczą, małą znajomość techniki i technologii w prowadzeniu uprawy, niechęć do podejmowania ryzyka. Jeżeli w rozważaniach przeważają przesłanki subiektywne to wówczas istotną staje się wola podjęcia się takiego zadania, które ustawia gospodarstwo nie tylko na najbliższe lata, ale przede wszystkim na dalszy okres jego prowadzenia, a więc i dla następców. Wolę taką nazywa się najczęściej określeniem „wola polityczna”. Jeżeli znajdujemy u siebie tę wolę a nie dysponujemy odpowiednią wiedzą to już czynimy znaczny krok do przodu. Stare porzekadło ludowe powiada bowiem „kto nie ma chęci, ten wie, jak wykręci!” Wiedzę z tego zakresu możemy zdobyć, jeżeli chcemy. Wszystkie jednostki samorządu terytorialnego, począwszy od wojewódzkich aż do gminnych dysponują informacją gdzie można tę wiedzę uzyskać. Znajduje się ona również w tym poradniku, do której czytelnika odsyłamy.

Wierzba, czy rzepak?

Wśród roślin, które mogą stanowić źródło energii odnawialnej, obok wierzby krzewiastej, pojawia się rzepak. Roślina ta jest postrzegana jako surowiec do produkcji oleju, z którego można otrzymywać estry metylowe kwasów tłuszczowych, czyli „biodiesel”. To paliwo ciekłe jest rozważane jako dodatek do oleju napędowego. Dobrze opanowana technologia otrzymywania biodiesla z oleju rzepakowego powoduje, że rzepak i wierzba krzewiasta wymieniane są najczęściej jako rośliny energetyczne, polecane do upraw rolniczych.

Spróbujmy skonfrontować te dwie rośliny przy podejmowaniu decyzji, którą z nich zdecydujemy się u siebie uprawiać?

W związku z tym, że biodiesel jest paliwem, a na paliwa obowiązuje w naszym kraju akcyza, nie jest on konkurencyjny w stosunku do paliw ropopochodnych. W Polsce, z pewnymi oporami rodzi się ustawa regulująca kwestię dodatku tzw. eko-komponentów, w tym estrów kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, do paliw silnikowych lub paliw grzewczych. Obok kwestii ekonomicznych, zgłasza się również zastrzeżenia natury technicznej, takich jak wpływ tych dodatków na pracę silnika, ich zmiany fizyczne a nawet biologiczne w trakcie składowania i przechowywania. W świetle tych faktów przyszłość produkcji paliwa rzepakowego w Polsce jest niejasna. Wokół produkcji biodiesla z oleju rzepakowego występuje więcej „szumu” informacyjnego aniżeli działań praktycznych.

Założenie plantacji wierzby energetycznej odbywa się raz na około 30 lat. Liczony w sposób ciągły nakład energii i robocizny na tę uprawę w skali rocznej jest znacząco mniejszy aniżeli w przypadku rzepaku.

Rzepak jest rośliną wymagającą dobrej gleby oraz wrażliwą na zjawiska atmosferyczne, takie jak przemarzanie, wypadanie roślin w okresach wiosennych suszy i niskich temperatur, długi okres wegetacji co wymaga wczesnych siewów kiedy trwają jeszcze intensywne prace żniwne i następuje spiętrzenie prac polowych.

Zbiory wierzby odbywają się po zakończeniu wegetacji i opadnięciu liści, w okresie późnojesiennym. Odbywa się to więc w okresie mniejszego natężenia prac gospodarskich. Mogą one być rozłożone w czasie a nawet odbywać się przy niesprzyjającej pogodzie. Zebrane pędy nie muszą być natychmiast usuwane z pola. Mogą pozostać tam nawet do przeschnięcia. Realne jest porozumienie z przedsiębiorstwem dokonującym ścięcia pędów, ich rozdrobnienia i zabrania z pola czyli sprzedaż „na pniu”. Możliwe też jest porozumienie między rolnikami–plantatorami i zawiązanie własnego przedsiębiorstwa do sprzętu, rozdrobnienia i transportu biomasy do kotłowni, z którą zawarto stosowne porozumienie.

Zebraną masę drewna wierzby można nie tylko sprzedawać pod postacią zrębków, ale podjąć się przetwórstwa uszlachetniającego. Takim przetwórstwem jest produkcja tzw. peletów. Pelety są to pędy wierzby pocięte na krótkie kawałki o długości 1–1,5 cm i grubości około 1 cm lub o podobnych wymiarach granulaty, uzyskiwane z wcześniej rozdrobnionego drewna wierzbowego. Technologia peletyzacji jest prosta, nieskomplikowana i nie powodująca powstawania odpadów zagrażających środowisku. Tymczasem produkcja estrów metylowych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego wymaga procesów chemicznych, trującego metanolu i powoduje występowania odpadów ekologicznie kłopotliwych.

Dodatkowo dodać należy, że trwają intensywne prace nad wykorzystaniem wierzby do produkcji alkoholu, który może stanowić podstawę do wytwarzania paliw trakcyjnych. Przewiduje się, że Polska może wejść w posiadanie takiej technologii w najbliższych 10 latach. Wówczas wierzba okaże się rośliną przydatną nie tylko do produkcji paliw odnawialnych stałych, ale również i ciekłych.

Wierzba, a zwłaszcza jej pewne odmiany, jest cennym surowcem farmaceutycznym, stosowanym do produkcji leków przeciwgorączkowych, ze względu na znaczne zawartości tzw. salicylanów. Nazwa „aspiryna” pochodzi właśnie od gatunku wierzby zwanej *Salix spirea*. Tak więc plantatorzy wierzby mają przed sobą potencjalnie bardziej realne i szersze perspektywy, aniżeli plantatorzy rzepaku.

Ten rozdział nie ma na celu zniechęcania do uprawy rzepaku na cele energetyczne. Autorzy są zdania, że rolnik podejmujący się uprawy określonej rośliny energetycznej powinien dysponować wiedzą porównawczą.

Obydwie uprawy, czyli wierzba i rzepak mogą spełniać niezależną od siebie rolę i poprawiać bilans energii odnawialnej w kraju.

Źródła zakupu sadzonek

Sadzonki wierzby, zwane również „zrzeczami” lub (w gwarze potocznej) „sztobrami” uzyskuje się z pocięcia pędów wierzby na kawałki około 25–30 cm, na których znajduje się przynajmniej 2 oczka. Rozwój energetyki ciepłej, przede wszystkim lokalnej, poprzez spalanie drewna, wzbudza duże zainteresowanie potencjalnych plantatorów wierzby. Zakładane są więc plantacje, zwane matecznymi, z których można takie sadzonki uzyskiwać. Producenci sadzonek wierzby podają informacje o możliwości zakupu w środkach medialnych, również w internecie, oraz na spotkaniach typu konferencyjnego i szkoleniowego. Prowadzone są również prace nad wyhodowaniem polskiej odmiany wierzby, która cechowałaby się szczególnymi walorami energetycznymi.

Na jakie cechy powinniśmy zwracać uwagę przy zakupie sadzonek wierzby i o co powinniśmy pytać sprzedającego?

Podstawową sprawą jest właściwe rozpoznanie źródła pochodzenia sadzonek. Mówiliśmy już o tym, że wierzba z gatunku *Salix viminalis* i jej krzyżówki wewnątrzgatunkowe cechują się właściwościami sprawiającymi, że kwalifikujemy ją jako roślinę energetyczną. W tym przypadku chodzi nam przede wszystkim o szybkie przyrosty masy drewna, jego wysoką wartość opałową i odporność na warunki klimatyczne. Jeżeli nie jesteśmy pewni źródła pochodzenia i jakości sadzonek, powinniśmy w tej sprawie zasięgnąć opinii i referencji u sprzedającego. Zwrócenie uwagi na te sprawy jest rzeczą szczególnej wagi, gdyż plantacja nasza ma być produktywna przez 25–30 lat, a więc jakość zakupionych sadzonek powinna być poparta gwarancjami udzielonymi przez sprzedającego.

Przy nabywaniu sadzonek należy zwrócić uwagę na to, czy nie są one nadmiernie wysuszone w okresie przechowywania. Czy mają prawidłowo wykształcone pączki i czy są odpowiedniej grubości. Prawidłowa sadzonka powinna mieć grubość w przedziale 7–12 mm, mieć zdrowe i nie uszkodzone okorowanie. Najlepiej aby pochodziła z dolnej lub środkowej

części pędu wierzby. Bardzo cienkie sadzonki pochodzą najczęściej z górnej części pędu i wykazują mniejszą podatność do przyjęcia się i ukorzenia.

Informacja o możliwości uzyskania funduszy na założenie plantacji

W Polsce istnieje wiele ścieżek prowadzących do uzyskania funduszy niezbędnych do założenia plantacji wierzby energetycznej. Przedsięwzięcie takie jest działaniem na rzecz ochrony przyrody, jest więc częścią strategii ekoenergetycznej prowadzonej przez państwo, ale również i jego struktury samorządowe. Do tego, aby uzyskać fundusze, niezbędne jest przede wszystkim nasze zdecydowanie w postępowaniu prowadzącym do tego celu. Należy przy tym wyróżnić dwie podstawowe formy uzyskania takich funduszy. Są to pożyczki i dotacje. W jednej i drugiej formie obowiązują określone przepisy uzyskiwania funduszy, szczegółowa pragmatyka starań i sposób rozliczania się.

W każdym przypadku, kiedy jesteśmy zdecydowani ubiegać się o określoną formę wspomnienia finansowego (pożyczkę lub dotację) niezbędną informację o sposobie postępowania uzyskamy w podstawowych jednostkach samorządu terytorialnego, które dysponują stosowną wiedzą i dokumentacją lub skierują nas do właściwych instytucji.

Podstawową instytucją powołaną do finansowego wspomagania przedsięwzięć w dziedzinie ochrony przyrody jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Jego agendy wojewódzkie, to Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W województwie warmińsko-mazurskim działa Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, znajdujący się pod adresem: 10-026 Olsztyn, ul. Św. Barbary 9, tel. 089-5352459, 5352468, 5352469, fax. 089-5352910; na stronie www.wfosigw.olsztyn.pl; adres e-mail: info@wfosigw.olsztyn.pl

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Olsztynie wydał obszerny informator na rok 2003, w którym znajdziemy informację o znowelizowanych zasadach udzielania pożyczek i dotacji oraz listę przedsięwzięć priorytetowych. W informatorze znajdują się również wzory wniosków i innych dokumentów, które należy wypełnić przy ubieganiu się o określoną formę dofinansowania.

Na liście przedsięwzięć, które mogą zostać dofinansowane przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Olsztynie znajduje się energetyczne

wykorzystanie biomasy, w tym produkcja biopaliw, zakładanie plantacji energetycznych, organizowanie systemów dystrybucji biomasy oraz promowanie kotłów na biomasę.

- **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- KISIEL R., SZCZUKOWSKI S., STOLARSKI M., LENIEC K. 2001. Wykorzystanie biomasy wierzb krzewiastych do wytwarzania energii cieplnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2:65–72.
- KISIEL R., STOLARSKI M., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J. 2002. Energochłonność i efektywność energetyczna uprawy wierzb krzewiastych w krótkich rotacjach oraz przy różnym zagęszczeniu roślin. *Postępy Nauk Rolniczych* (w druku)
- MACPHERSON G. Home – Grown Energy from Short-rotation Coppice. Farming Press North America 1995 ss. 214
- SENNERBY – FORSSE L. 1986. Handbook for energy forestry. Swed. Univ. Agric. Sci., Uppsala ss.29.
- STOLARSKI M. 2001. Produktywność klonów wierzb krzewiastych (*Salix* sp.) uprawianych na gruntach ornym. Praca doktorska, UWM w Olsztynie.
- SZCZUKOWSKI S. TWORKOWSKI J. 1999. Gospodarcze i przyrodnicze znaczenie krzewiastych wierzb *Salix* sp. *Zeszyty probl. Post. Nauk Rol.*, 468: 69–77.
- SZCZUKOWSKI S. TWORKOWSKI J. 2001. Produktywność oraz wartość energetyczna biomasy krzewiastych wierzb *Salix* sp. na różnych typach gleb w pradolinie Wisły. *Post. Nauk Rol.*, 2: 30–39.
- SZCZUKOWSKI S. TWORKOWSKI J. KWIATKOWSKI J. 1998. Możliwości wykorzystania biomasy *Salix* sp. pozyskiwanej z gruntów ornym jako ekologicznego paliwa oraz surowca do produkcji celulozy i płyt wiórowych. *Postępy Nauk Rol.*, 2: 53–63.
- SZCZUKOWSKI S. TWORKOWSKI J. STOLARSKI M. 2000. Biomasa krzewiastych wierzb (*Salix* sp.) pozyskiwana na gruntach ornym odnawialnym źródłem energii. Międzynarodowa Konferencja „Gospodarowanie w rolnictwie zrównoważonym u progu XXI wieku”. Puławy 1–2 czerwca. *Pamiętnik Puławski*, 120: 421–428.
- SZCZUKOWSKI S. TWORKOWSKI J. WIWART M., PRZYBOROWSKI J. 1998. Wiklina (*Salix* sp.). Uprawa i możliwości wykorzystania. Wydawnictwo ART. Olsztyn, ss: 60.
- SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J. 2000. Produktywność wierzb krzewiastych *Salix* sp. na glebie organicznej. *Inżynieria Ekologiczna*, 1: 138–144.
- SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., STOLARSKI M., SOBOTKA W. 2001. Biomasa wierzb krzewiastych z plantacji polowych źródłem ekologicznego paliwa i surowców. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Z.* 478: 343–350.
- SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., KWIATKOWSKI J., SOBOTKA W. 1999. Wpływ materiału rozmnożeniowego *Salix* sp. na wzrost roślin, plon biomasy oraz wartość kaloryczną drewna. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 468: 453–463.
- SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., PIECHOCKI J. 2001. Nowe trendy wykorzystania biomasy pozyskiwanej na gruntach rolniczych do wytwarzania energii. *Postępy Nauk Rol.* 6: 11–19