

Jarosław Frączek, Krzysztof Mudryk  
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki  
Akademia Rolnicza w Krakowie

## JAKOŚĆ SADZONEK WIERZBY ENERGETYCZNEJ W ASPEKTCIE SADZENIA MECHANICZNEGO

### Streszczenie

W pracy określono możliwość wykorzystania liczby oczek na sadzonce ( $n_o$ ) do oceny jej jakości jako dodatkowego kryterium. Stwierdzono, że liczba pędów wyrastająca w pierwszym roku zależy od liczby oczek na powierzchni bocznej sadzonki. Zaproponowano pośrednią metodę szacowania  $n_o$  poprzez pomiar średnicy sadzonki  $d_o$  w połowie jej długości. Wykazano istnienie korelacji między  $d_o$  a  $n_o$ . Najlepsze jakościowo sadzonki należały do grupy o najmniejszej średnicy, zawartej w przedziale 6-10 mm. Dzięki zaproponowanej metodzie możliwe będzie dokonanie oceny jakości sadzonki dodatkowo poprzez pomiar jej średnicy. Pozwoli to na dokładniejsze kwalifikowanie materiału sadzeniowego wierzby energetycznej co pozwoli lepiej dopasować parametry pracy sadzarek. Wskazane jest też opracowanie klas jakościowych sadzonek, które powinny różnicować wartość handlową materiału sadzeniowego.

**Słowa kluczowe:** wierzba energetyczna, jakość sadzonek, biomasa

### Wstęp

W ostatnich latach można zauważyć wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w energetyce. Największy postęp obserwuje się w wykorzystaniu biomasy. Niekomplikowana technologia spalania biomasy - łatwa do adaptowania w wielu tradycyjnych systemach energetycznych oraz dostępność tańszego surowca sprawia, że biomasa używana dla celów energetycznych staje się konkurencją dla paliw tradycyjnych. Dyrektywy państwowe wymuszają na przedsiębiorstwach energetycznych zwiększenie udziału energii pochodzącej z odnawialnych źródeł. Wszystkie te czynniki przyczyniają się do szybkiego rozwoju technologii oraz stosowalności niekonwencjonalnych źródeł energii.

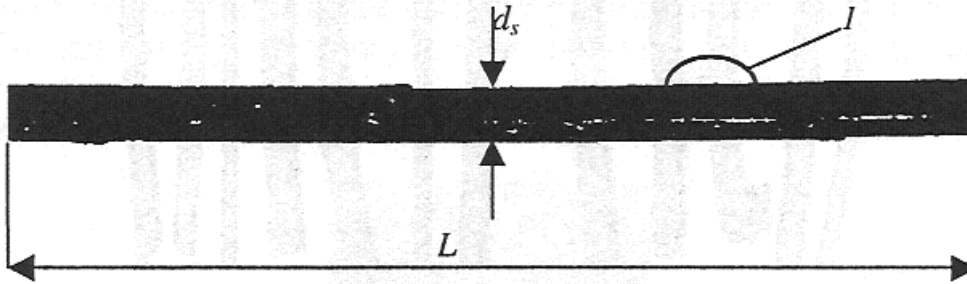
W związku z dynamicznym rozwojem OZE powstało wiele prognoz rozwoju tych źródeł w latach następnych. Według jednej z nich, przygotowanej przez Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC [Wiśniewski 2004], największy wzrost produkcji energii z OZ następuje dla biomasy a w szczególności biomasy pochodzącej z upraw roślin energetycznych. Można przypuszczać, że w latach następnych na terenach odłogowanych oraz ugorowanych będą powstawać plantacje roślin energetycznych. Obecnie rośliną energetyczną najlepiej rozpoznaną pod względem technologicznym jest wierzba energetyczna [Szczukowski, Tworkowski 2001; Szczukowski i in. 2001]. Łatwość uprawy oraz nieskomplikowana technologia przetwarzania sprawiły, że liczba plantacji wierzby energetycznej jest duża a jej popularność wśród rolników stale rośnie.

Decydując się na uprawę wierzby energetycznej należy starannie przeanalizować warunki siedliskowe planowanej plantacji oraz dobrać odpowiedni klon wierzby. Jest to szczególnie istotne wobec faktu, iż żywotność zakładanej plantacji wynosi około 25-30 lat. Założenie plantacji wiąże się dość dużymi nakładami finansowymi. Koszt założenia 1 ha plantacji, w zależności od miejsca przeznaczonego na plantację (grunty orne, odłogi) wynosi około 6 - 9 tyś. zł/ha [Dubas 2005]. Największą część – bo sięgającą nawet 50% – pochłaniają koszty zakupu sadzonek, których liczba zależy od obsady. Należy więc dołożyć wszelkich starań, aby materiał sadzeniowy był najwyższej jakości. Decyduje to bowiem o uzyskiwanym plonie oraz o kosztach uzupełnienia ewentualnych braków. Sadzenie wierzby możliwe jest zarówno jesienią jak i wiosną. Z przeprowadzonych doświadczeń polowych wynika, że sadzenie wiosenne jest bardziej wskazane między innymi ze względów agrotechnicznych (zimowanie orki) [Dubas 2005], dodatkowo unikamy ryzyka wymarzenia nowo zasadzonych roślin. Samo sadzenie odbywać się może ręcznie lub mechanicznie wykorzystując istniejące sadzarki do rozsady lub też specjalne do wierzby. Aby sadzenie mechaniczne przebiegało poprawnie musimy zagwarantować odpowiedni materiał sadzeniowy. Przy wyborze materiału sadzeniowego szczególną uwagę należy zwrócić na:

- uszkodzenia mechaniczne powierzchni bocznej sadzonek,
- stan powierzchni cięcia oraz sposób jej zabezpieczenia,
- kształt sadzonki (np. prostoliniowość),
- średnicę sadzonek,
- długość sadzonek,
- liczbę uśpionych oczek na długości sadzonki.

Wymienione wyżej czynniki wpływają na wartość handlową oraz uprawową sadzonek. Prezentowane przez Dubasa [2003] wytyczne parametrów sadzonek wierzby energetycznej są dość ogólne i bazują na normach dotyczących sadzonek wiklin BN-81/9123-02 (rys. 1):

- długość sadzonek  $L$  powinna zawierać się w przedziale 20–25 cm,
- średnica sadzonek  $d_s$  powinna się zawierać w przedziale od 6 do 18 mm,
- sadzonki powinny być pozyskiwane z pędów jednorocznych, dopuszczalnie z dwuletnich,
- liczba oczek  $n_o$  uśpionych na powierzchni bocznej powinna być większa od 5.

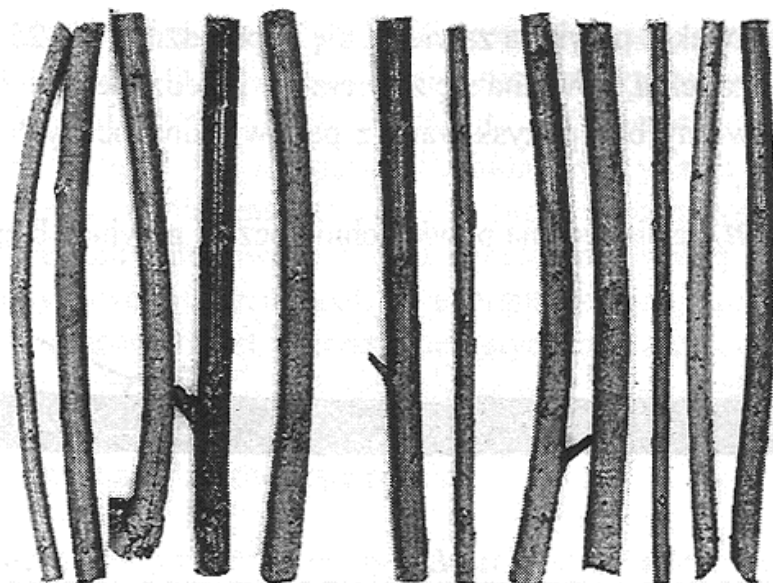


Rys. 1. Sadzonka wierzby energetycznej:  $d_s$  – średnica sadzonki mierzona w połowie długości,  $L$  – długość sadzonki,  $l$  – oczka na powierzchni bocznej sadzonki

Fig. 1. Energetic willow cutting:  $d_s$  – cutting diameter measured in the half of its length,  $L$  – cutting length,  $l$  – number of eyes on the cutting side surface

Na rysunku 2 przedstawiono spotykane w handlu sadzonki z wadami kształtu. Zniekształcenia związane z nieodpowiednim cięciem, rozgałęzienia występujące na powierzchni bocznej sadzonki, nieodpowiednia średnica oraz brak prostoliniowości sprawiają, że sadzonki takie nie powinny być dopuszczone do handlu. W chwili, gdy proces sadzenia odbywać się będzie mechanicznie materiał z w/w wadami nie może być wykorzystany.

Sadzonki przeznaczone do sadzenia mechanicznego powinny być znormalizowane i posiadać jak najmniejsze odchylenia wymiarów gabarytowych. Obecnie obowiązujące wytyczne dopuszczają np. sadzonki o średnicy od 6 do 18 mm, powoduje to utrudnienia w zapewnieniu poprawnej pracy sadzarki (odpowiednia głębokość sadzenia, pionowe ustawienie w podłożu). Tak więc należy podjąć prace zmierzające do sprecyzowania wymogów dotyczących sadzonek wierzby. W trakcie procesów pozyskiwania sadzonek oprócz parametrów ocenianych wzrokowo (np. stan powierzchni cięcia, kształt) sprawdzane są tylko te, które można łatwo mierzyć, tj. długość oraz średnice. Natomiast liczba oczek  $n_o$  (która wpływa na liczbę pędów w pierwszym roku) ze względu na trudność określenia, w praktyce nie jest wyznaczana.



Rys. 2. Sadzonki wierzby energetycznej z najczęściej występującymi wadami  
Fig. 2. Energetic willow cuttings with the most common defects

W związku z powyższym należy podjąć badania zmierzające do uściślenia wymogów stawianym sadzonkom, na podstawie których będą mogły być określone standardy dotyczące materiału sadzeniowego wierzby energetycznej. Parametry trudno mierzalne charakteryzujące sadzonki powinny być zastąpione wielkościami łatwo wyznaczalnymi w trakcie procesu pozyskiwania materiału sadzeniowego. Takie rozwiązanie pozwoli na przeprowadzenie wieloparametrycznej, szybkiej oceny jakości sadzonek. Pozwoli to osiągnąć lepszą jakość procesu sadzenia mechanicznego a tym samym lepsze efekty uprawowe.

### **Cel i zakres**

Celem przeprowadzonych badań była ocena możliwości wykorzystania liczby oczek na sadzonce ( $n_o$ ) do oceny jej jakości w aspekcie uściślenia parametrów materiału sadzeniowego wierzby energetycznej. Przyjęto hipotezę roboczą, że liczba oczek  $n_o$  uszpionych na powierzchni bocznej sadzonki jest skorelowana z liczbą pędów  $n_p$  wyrastających w pierwszym roku. Przeprowadzone badania miały na celu zweryfikowanie w/w hipotezy oraz powiązanie liczby oczek sadzonki z wielkością łatwo mierzalną.

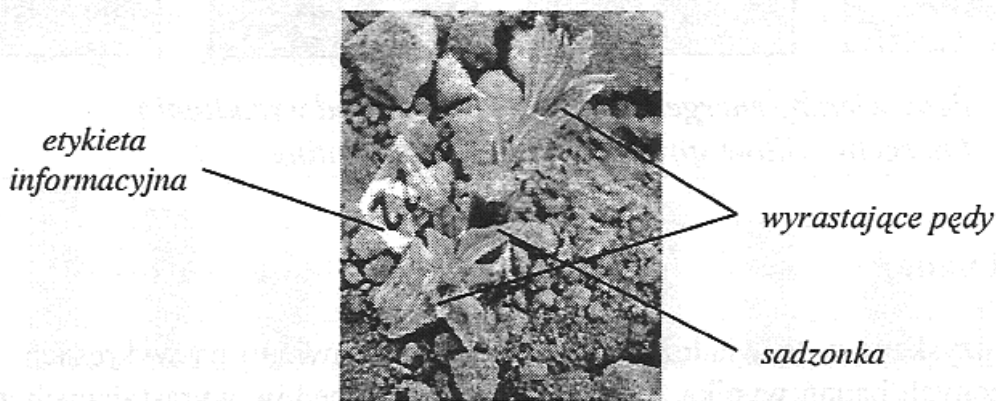
### **Materiał i metodyka**

Do badania wykorzystano materiał sadzeniowy (sadzonki) dwóch klonów (1059, 1052) wierzby energetycznej pozyskiwanych z pędów jednorocznych jesienią 2003

roku. Materiał przed wysadzeniem został podzielony ze względu na średnicę  $d_s$  na trzy grupy (po 60 sadzonek każda):

- I grupa – średnica sadzonek od 6 do 10 mm
- II grupa – średnice sadzonek od 10 do 14 mm
- III grupa – średnice sadzonek od 14 do 18 mm

Następnie określona została liczba oczek na powierzchni bocznej każdej sadzonki a materiał sadzeniowy oznaczony został etykietami zawierającymi informacje o sadzonce (klon, grupa, nr sadzonki) w celu identyfikacji podczas badań polowych (rys. 3).



Rys. 3. Sadzonka wierzby podczas badań polowych  
Fig. 3. Willow cutting during field testing

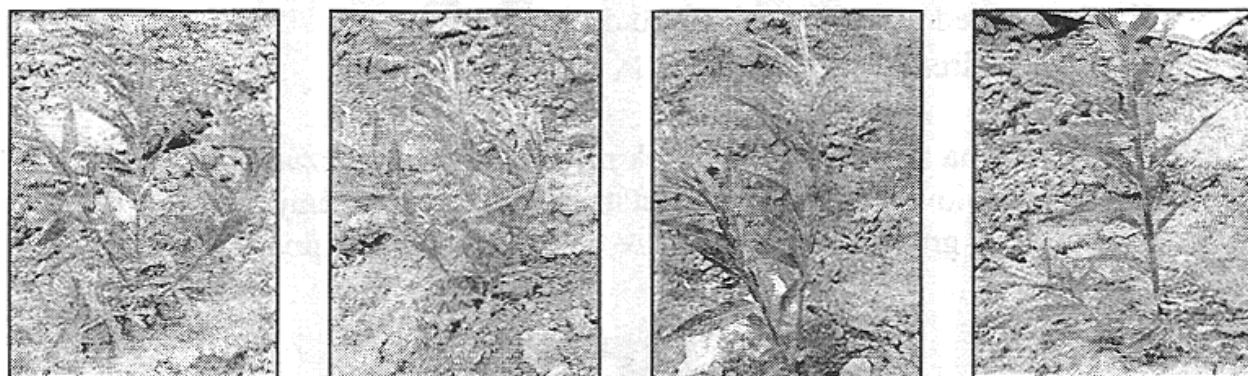
Tak przygotowane sadzonki obydwóch klonów zostały wysadzone na plantację w rozstawach stosowanych w uprawach wielkoobszarowych. Szerokość międzyrzędzi wynosiła 70 cm natomiast rozstaw roślin w rzędzie 50 cm. Pozwoli to na późniejsze prowadzenie zmechanizowanych zabiegów agrotechnicznych (rys. 4).



Rys. 4. Rośliny wierzby energetycznej na plantacji  
Fig. 4. Plantation of energetic willow



Po okresie około 45 dni od wysadzenia (druga połowa maja) zostały przeprowadzone badania określające między innymi liczbę pędów dla poszczególnych sadzonek (rys. 5).



Rys. 5. Pędy wierzby energetycznej po 45 dniach od wysadzenia

Fig. 5. Energetic willow sprouts after 45 from planting

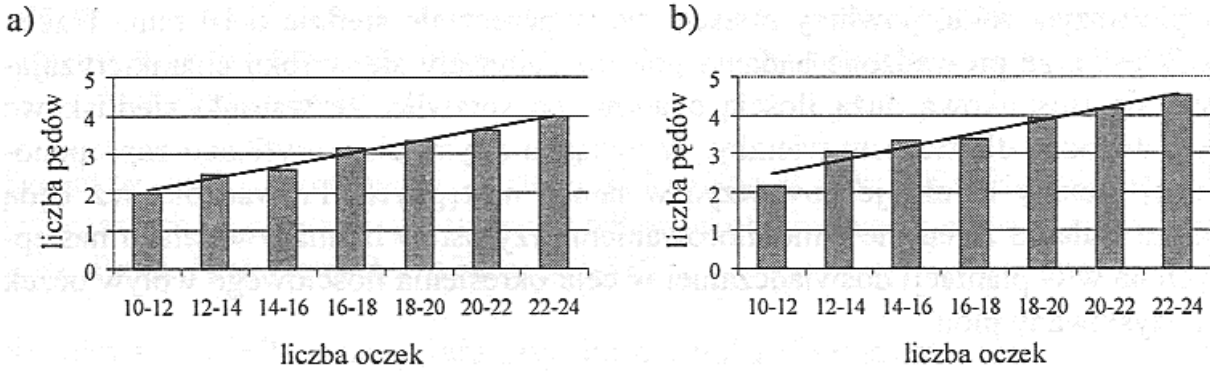
## Wyniki badań

Wyniki uzyskane z doświadczeń polowych przedstawiono na wykresach. Z przeprowadzonych badań wynika, że różnice w liczbie pędów wyrastających z sadzonek wynoszą nawet 100%. Potwierdza to konieczność wprowadzenia dodatkowego kryterium oceny sadzonek w trakcie procesu pozyskiwania.

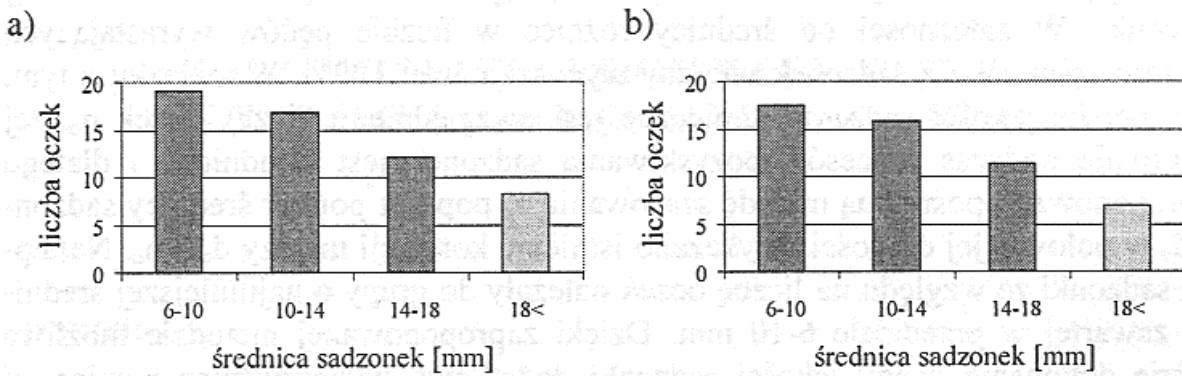
Na rysunku 6 pokazano przebieg zmian liczby pędów ( $n_p$ ) wyrastających z sadzonek w zależności od liczby oczek na powierzchni bocznej ( $n_o$ ). Można zauważyć, że zarówno dla klonu 1052 jak i dla 1059 liczba  $n_p$  wzrasta wraz ze wzrostem  $n_o$ . Jak wykazały obliczenia statystyczne korelacja między dwoma wymienionymi wielkościami osiąga wartość 0,97 - dla klonu 1052 oraz 0,98 dla klonu 1059. Należy więc uznać, że na jakości sadzonek będzie też miała wpływ liczba oczek  $n_o$ . Dla badanych klonów wierzby energetycznej średnia liczba pędów wynosiła - 2,9 szt. (odch. stand. 0,91) dla klonu 1052 natomiast dla klonu 1059 - 3,4 szt. (odch. stand. 0,98).

W świetle przedstawionych powyżej badań należy stwierdzić, iż przyjęta hipoteza robocza została zweryfikowana pozytywnie. Podjęto więc próbę powiązania liczby oczek uśpionych na powierzchni bocznej z wielkością łatwo mierzalną, za którą uznano średnicę sadzonki  $d_o$  mierzoną w połowie jej długości.

Zgodnie z zaproponowaną metodyką doświadczenie przeprowadzono na sadzonkach zakwalifikowanych do trzech grup wymiarowych. Średnią liczbę oczek  $n_o$  dla poszczególnych grup zamieszczono na rysunku 7.



Rys. 6. Średnia liczba pędów dla różnych grup sadzonek, a) klon 1052, b) klon 1059  
 Fig. 6. Dependence of average member of sprouts for cutting diameter a) 1052 maple, b) 1059 maple



Rys. 7. Zależność średniej liczby oczek od średnicy sadzonek, a) klon 1052, b) klon 1059  
 Fig. 7. Average number of sprouts for various cutting groups, a) 1052 maple, b) 1059 maple

Stwierdzono, że dla obu klonów liczba oczek maleje wraz ze wzrostem średnicy sadzonki. Największą średnią liczbę oczek (19 szt.) posiadały sadzonki zaliczone do grupy wymiarowej 6-10 mm. Natomiast w przypadku sadzonek o średnicy 14-18 mm liczba oczek zmniejszyła się nawet o 50%. Dla zobrazowania powyższej tendencji na wykresach zamieszczono również średnie liczby oczek dla sadzonek powyżej 18 mm, które jak wykazały badania własne występują w handlu mimo tego, że według zaleceń nie powinny być traktowane jako pełnowartościowy materiał sadzeniowy. Jak można zaobserwować średnia liczba oczek  $n_0$  drastycznie spada do 8 szt. klonu 1052 i 7 szt. dla klonu 1059.

Przeprowadzony test Duncana wykazał statystyczną istotności różnic pomiędzy wszystkimi grupami sadzonek. W związku z tym należy uznać, że sadzonki wierzby badanych klonów, dla zagwarantowania dużej liczby pędów wyrastających

w pierwszym roku, powinny mieścić się w przedziale średnic 6-10 mm. Trzeba podkreślić, że prowadzone badania polowe odbywały się w roku charakteryzującym się stosunkową dużą ilością opadów, co sprawiło, że warunki siedliskowe były dogodne dla wzrostu wierzby. W związku z tym, dla weryfikacji zaproponowanej metody należy je powtórzyć w latach następnych. Prowadzone też będą dalsze badania związane z monitorowaniem przyrostów biomasy w latach następnych na w/w plantacji doświadczalnej w celu określenia ilościowego wpływu oczek na uzyskiwany plon.

## Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań polowych stwierdzono, że liczba pędów wyrastająca w pierwszym roku zależy od liczby oczek na powierzchni bocznej sadzonki. W zależności od średnicy różnice w liczbie pędów wyrastających w pierwszym roku z sadzonek wierzby wynoszą nawet 100%. W związku z tym, przy ocenie jakości sadzonki konieczne jest uwzględnienie liczby oczek  $n_0$ . Jej określenie podczas procesów pozyskiwania sadzonek jest utrudnione i dlatego zaproponowano pośrednią metodę szacowania  $n_0$  poprzez pomiar średnicy sadzonki  $d_0$  w połowie jej długości. Wykazano istnienie korelacji między  $d_0$  a  $n_0$ . Najlepsze sadzonki ze względu na liczbę oczek należały do grupy o najmniejszej średnicy, zawartej w przedziale 6-10 mm. Dzięki zaproponowanej metodzie możliwe będzie dokonanie oceny jakości sadzonki dodatkowo wykorzystując pomiar jej średnicy. Pozwoli to na precyzyjniejsze kwalifikowanie materiału sadzeniowego wierzby energetycznej. Wskazane jest opracowanie klas jakościowych sadzonek, które powinny różnicować wartość handlową materiału sadzeniowego. Takie stwierdzenie, że sadzonki o mniejszej średnicy są lepsze nasuwa pytanie czy w trakcie sadzenia mechanicznego nie będą narażone na większe uszkodzenia mechaniczne. Adaptowane sadzarki gdzie zespoły robocze były projektowane dla innych roślin szczególnie o innej średnicy mogą powodować trudności, natomiast obecnie nowe maszyny krajowe jak i zagraniczne są projektowane z myślą o sadzeniu wierzby i w zadowalającym stopniu zostały dopasowane do cech sadzonki wierzby. Jednakże każde uściślenie parametrów sadzonek wpłynie pozytywnie na rozwój technologiczny w/w maszyn a tym samym na efektywność i jakość pracy.

## Bibliografia

- Dubas J.W. 2003. Materiały pokonferencyjne I Konferencji „Odnawialne źródła energii w powiecie dzierzoniowskim”, Bielawa.
- Dubas J.W. 2005. VIII Międzynarodowe Targi Energetyki, Salon Biomasy. Kielce.



Szczukowski S., Tworkowski J. 2001. Produktywność oraz wartość energetyczna biomasy wierzby krzewiastych *Salix* sp. na różnych typach gleb w pradolinie Wisły. *Post. Nauk Rol.* 2: 29-37.

Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M., Sobotka W. 2001. Biomasa wierzby krzewiastych z plantacji połowych źródłem ekologicznego paliwa i surowców. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 478. s. 343-350.

Wiśniewski G. FP6 Energy Info Day. Politechnika Warszawska. 23 styczeń 2004 Warszawa.

## **QUALITY OF ENERGETIC WILLOW CUTTINGS IN THE ASPECT OF MECHANICAL PLANTING**

### **Summary**

The paper describes the possibility to use the number of eyes in the cutting ( $n_0$ ), as an additional criterion to assess its quality. It has been found, that the number of sprouts growing in the first year, depends on the number of eyes in the side surface of the cutting. An intermediate method, of estimation the  $n_0$  by measuring the cutting diameter  $d_0$  in the half of its length, has been proposed. Correlation between  $d_0$  and  $n_0$  has been found. The best cuttings belonged to the group of the smallest diameter, ranged between 6 – 10 mm. Thanks to the proposed method, it will be possible to assess the cutting quality by additionally measuring its diameter. This will allow more accurate qualification of the energetic willow planting material, to better match operational parameters of planters. It is also recommended to work out quality categories of the cuttings, which should differentiate the commercial value of the planting material.

**Key words:** energetic willow, quality of cuttings, biomass