

## WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE ŻDŹBŁA MISKANTA OLBRZYMIEGO

Janusz Kolowca, Paweł Knapik

*Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

**Streszczenie.** Miskant olbrzymi należy do grupy roślin energetycznych, i jest wykorzystywany m.in. do produkcji „czystej energii”. Z procesami związanymi z pozyskaniem (zbiór), jak również przetwarzaniem (rozdrabnianie, zagęszczanie) pozyskanej biomasy na cele energetyczne, wiąże się znajomość właściwości fizycznych, głównie mechanicznych rośliny. Zakres przeprowadzonych badań obejmował określenie właściwości mechanicznych badanego materiału. Uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane przy projektowaniu nowych, bądź ulepszaniu już istniejących procesów technologicznych.

**Słowa kluczowe:** miskant olbrzymi, biomasa, moduł sprężystości, siła niszcząca

### Wstęp

Miskant olbrzymi (*Miscanthus giganteus*) jest rośliną należącą do rodziny traw oraz do grupy roślin energetycznych, roślin dzięki którym możliwa jest produkcja „czystej energii”. Zakładanie upraw miskanta na cele energetyczne predysponują m.in.: niskie wymagania siedliskowe (gleby IV, V a nawet VI klasy) i wysoki plon (możliwy do uzyskania plon biomasy z tej rośliny już w trzecim roku po założeniu plantacji osiąga 30 t, a w sprzyjających warunkach stanowiskowych nawet 40 t·ha<sup>-1</sup>). Możliwa jest uprawa na terenach o niskim poziomie wód gruntowych oraz w bliskim sąsiedztwie kompleksów leśnych, co nie jest możliwe w przypadku innych roślin energetycznych, tj.: wierzby, ślazuca, topinambura. Najprostszy sposób wykorzystania miskanta w krajowym sektorze energetycznym opiera się na spalaniu biomasy w postaci rozdrobnionej (sieczeni), lub sprasowanej (bele). Biomasa pozyskana z miskanta charakteryzuje się dobrymi właściwościami energetycznymi, tj.: ciepłem spalania na poziomie 21,6 MJ·kg<sup>-1</sup> [źródło: obliczenia własne] oraz niską zawartością substancji chemicznych po spalaniu: popiołu 3,38%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,42%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 5,34%, K<sub>2</sub>O = 26,42%, SiO<sub>2</sub> = 2,15% [Lewandowski i in. 2000; Herzog 1994]. Charakteryzuje ją również duża zawartość celulozy i ligniny, co umożliwia jej zastosowanie nie tylko w energetyce, ale też w:

- przemyśle celulozowo-papierniczym,
- budownictwie (jako materiał izolacyjny, pokryciowy oraz komponent lekkiego betonu tzw. Leichtbetonu),
- przemyśle chemicznym (tworzywa ulegające biodegradacji),
- w biologicznych oczyszczalniach ścieków oraz jako roślina przeciwozyjna [Fiedler i in. 1998; Majtkowski 1997].

Realizacja wyżej wymienionych przemysłowych zastosowań miskanta wymaga różnych zabiegów mechanicznych i hydromechanicznych, takich jak: cięcie, rozdrabnianie, prasowanie, zagęszczanie rozdrobnionej masy itp. Kontrola przebiegu, takich procesów technologicznych wymaga wszechstronnego poznania właściwości fizycznych, a w szczególności geometrycznych i mechanicznych miskanta.

W latach ubiegłych przeprowadzono badania dotyczące analizy właściwości geometrycznych źdźbła i całej kępy miskanta olbrzymiego. Mierzono długość źdźbła i jego międzywęźli oraz wymiary poprzeczne międzywęźli i kolanek. Stwierdzono, że wszystkie parametry geometryczne źdźbła maleją bardzo wyraźnie począwszy od najniższego międzywęźla, a skończywszy na ostatnim. Współczynnik korelacji dla różnych wielkości geometrycznych wahał się w granicach od -0,78 do -0,94, przy 60–70% dopasowaniu prostych do rzeczywistego przebiegu, gdzie zmienną niezależną był numer międzywęźla [Kolowca 2007].

Należy się więc spodziewać, że także właściwości mechaniczne źdźbła będą się zmieniać w zależności od odległości od powierzchni pola. Podjęto taką próbę, w której poszczególne międzywęźla poddawano testom zginania.

## Metodyka i przedmiot badań

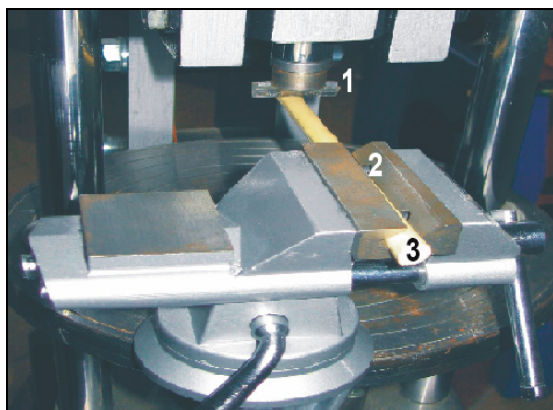
Do oceny właściwości mechanicznych badanego materiału wykorzystano następujące parametry:

- moduł sprężystości E

$$E = \frac{P \cdot l^3}{3 \cdot f \cdot J}$$

gdzie:

- P – siła obciążająca w zakresie odkształceń sprężystych [ $10^{-2}$ N]
  - l – długość próbki [ $10^{-4}$ m]
  - f – strzałka ugięcia [ $10^{-6}$ m]
  - J – moment bezwładności przekroju
- (dokładność wymiarów poprzecznych źdźbła  $10^{-5}$  N)



Rys. 1. Uchwyt z zamocowanym międzywęźlem. Obok schemat obciążenia: 1-końcówka obciążająca, 2-uchwyt, 3- źdźbło

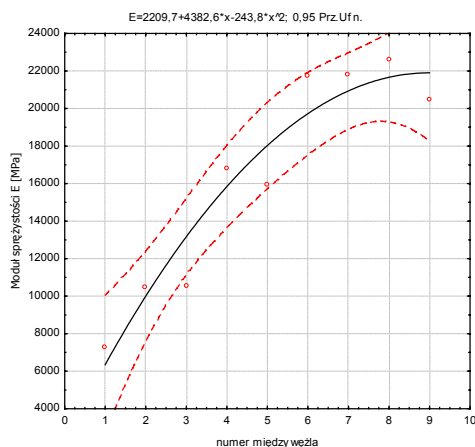
Fig. 1. Grip with fixed interstitial site. Loading diagram next to it: 1-loading end, 2-grip, 3-stalk

- nośność (siła niszcząca) Pmax ( $10^{-2}$ N)

Przedmiot badań stanowiły rośliny z 15 letniej plantacji, zlokalizowanej w Polsce Południowej na glebie IV klasy. Eksperyment przeprowadzono w okresie zbioru wiosennego, na 100 źdźbłach o wilgotności 24%.

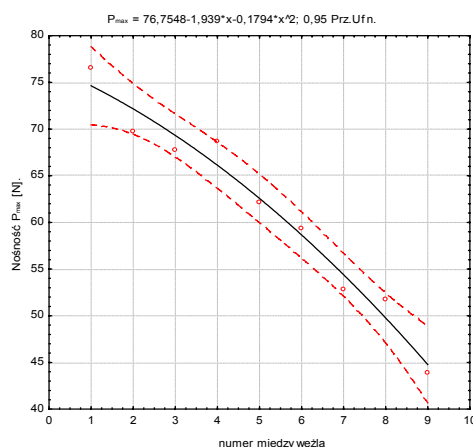
## Wyniki badań

Przebieg zmian modułu sprężystości  $E$  oraz nośności  $P_{max}$ , wzdłuż wysokości źdźbła, przedstawiono na rys. 2–3. Osie odciętych mają zaznaczony nr międzywęźla (nr 1 to międzywęźle najbliższe powierzchni ziemi). Na wykresach zaznaczono 0,95% przedziały ufności.



Rys. 2. Przebieg zmian modułu sprężystości  $E$  [MPa] wzdłuż wysokości źdźbła

Fig. 2. Trajectory of changes in the modulus of elasticity  $E$  [MPa] along stalk height



Rys. 3. Przebieg zmian nośności  $P_{max}$  [N] wzdłuż wysokości źdźbła

Fig. 3. Trajectory of changes in load capacity  $P_{max}$  [N] along stalk height

## Wnioski

1. Wartości średnie parametrów oceny właściwości mechanicznych źdźbła miskanta olbrzymiego zmieniały się bardzo wyraźnie wzdłuż wysokości źdźbła. Moduł sprężystości  $E$  wzrastał (wg równania  $E=2209 + 4382x - 243,8x^2$ ) a nośność  $P_{max}$  malała ( $P_{max} = 76,75 - 1,939x - 0,1794x^2$ ) począwszy od najniższego międzywęźla ( $x=1$ ).
2. Opisany charakter zmian modułu sprężystości i nośności źdźbła uzasadnia konieczność wykorzystania takich informacji przy projektowaniu procesów technologicznych związanych ze: zbiorem, zagęszczaniem, rozdrabnianiem i brykietowaniem miskanta olbrzymiego.

## Bibliografia

- Fiedler P., Menculak J., Rösler A.** 1998. *Miscanthus sinensis*- biomasa i oczyszczenie ścieków. Hodowla roślin i nasiennictwo. Nr 2. s. 49-53.
- Herzog H.** 1994. Bodenkundlich- ökologische Aspekte des *Miscanthus*- Anbaus. Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe" Band 4: "Symposium *Miscanthus*-Biomassebereitstellung, energetische und stoffliche Nutzung" am 6/7.12.94 in Dresden: Landwirtschaftsverlag, Münster. s. 51-59.
- Kolowca J.** 2007. Analiza geometrii źdźbła miskanta olbrzymiego. Inżynieria Rolnicza. Nr 7(95). Kraków. s. 87-92.
- Lewandowski I., Clifton-Brown J.C., Scurlock J.M.O., Huisman W.** 2000. *Miscanthus*: European with a novel energy crop. Biomass and Bioenergy. 19, 4. s. 209-227.
- Majtkowski W.** 1997. Gatunek pionierski dla terenów zdegradowanych – *Spartina michauxiana* Hitchc. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. Nr 451. s. 317-323.

## MECHANICAL PROPERTIES OF *MISCANTHUS GIGANTEUS* STALK

**Abstract.** *Miscanthus giganteus* belongs to the group of plants used to produce energy, and among others it is used to generate "clean energy". The processes involving acquisition (harvesting) and processing (shredding, compaction) of acquired biomass for energy production purposes require knowledge of physical (mainly mechanical) properties of the plant. The scope of completed research covered determination of mechanical properties of the examined material. Obtained results may be used to design new or to improve already existing production processes.

**Key words:** *Miscanthus giganteus*, biomass, modulus of elasticity, destructive force

### Adres do korespondencji:

Janusz Kolowca; e-mail: jkolowca@ar.krakow.pl  
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 120  
30-149 Kraków