

MODEL MECHANICZNY ŻDŹBŁA TRAWY *MISCANTHUS GIGANTEUS*

Janusz Kolowca, Marek Wróbel, Bartłomiej Baran

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.

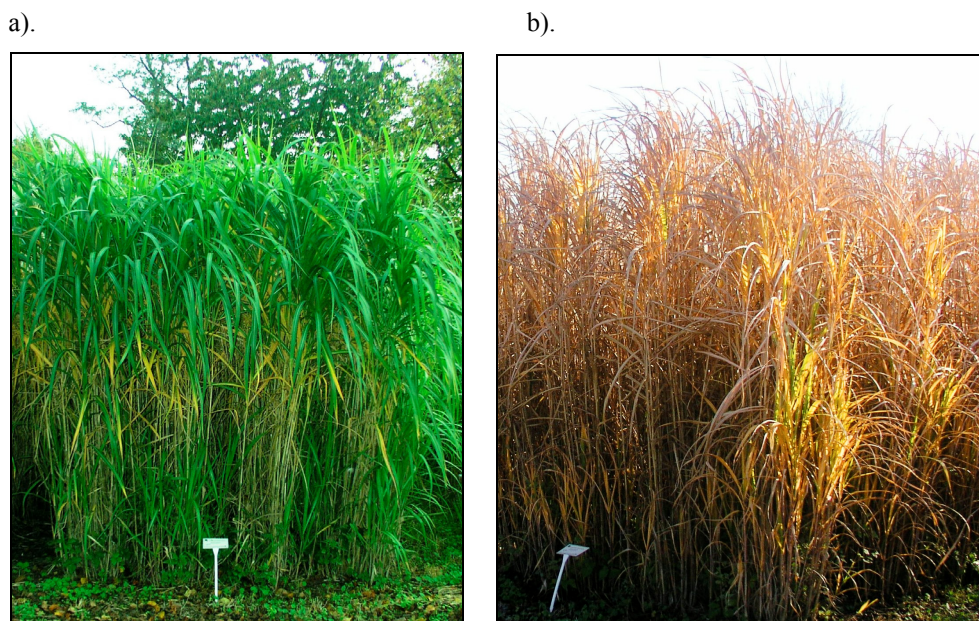
Słowa kluczowe: miskant olbrzymi, biomasa, moduł sprężystości, siła niszcząca

Materiał i metoda

Jedną z roślin energetycznych, stosunkowo niedawno poznaną, uprawianą na terenie Polski, jest Miskant olbrzymi (*Miscanthus × giganteus* Greek et Deu.), zaliczany do rodziny traw. Jego łodygą jest źdźbło, podobnie jak i u innych traw, zbudowane z węzłów (kolanek) i międzywęźli. Całkowita długość źdźbła waha się od 2 m do 3,5 m, a nawet do 4 m, w zależności od zasobności gleby. Wnętrze międzywęźli wypełnione jest gąbczastym rdzeniem. Oprócz tego roślina ta ma bardzo mocny system korzeniowy sięgający w głąb nawet do 2,5 m. Umożliwia to uprawę Miskanta na glebach średniozwięzłych o niskim poziomie wód gruntowych, klasy IV a i IV b. Przeprowadzanie zbioru powinno odbywać się po zakończeniu wegetacji, może być wykonywane w jesieni lub na przedwiosniu albo wczesną wiosną. Optymalny termin przypada na przełom lutego i marca ze względu na mniejszą wilgotność (15-23%) zbieranej masy (rys. 1a i b).

Poza sektorem energetycznym, gdzie z Miskanta obecnie można wytwarzać paliwa, tj. brykiety, benzyny, olej napędowy, gaz itp. [Lewandowski i in. 2000; Herzog 1994], biomasa tej trawy może być cennym surowcem w przemyśle budowlanym, jako materiał izolacyjny, a także w przemyśle chemicznym. Oprócz tego *Miscanthus giganteus* może być wykorzystywany jako roślina przeciwerozyjna oraz do rekultywacji terenów skażonych metalami ciężkimi [Fiedler i in. 1998; Majtkowski 1997]. Ze względu na możliwości przemysłowego przetwarzania biomasy z tej rośliny istnieje potrzeba dokładnego poznania właściwości mechanicznych źdźbła.

Do badań wykorzystano rośliny Miskanta olbrzymiego z 15-letniej plantacji, uprawianej na glebie IV klasy bonitacyjnej w rejonie Polski południowej. Próbkę pobrano z roślin w trakcie zbioru wiosennego.



Źródło: Fotografie autorów

Rys. 1. Miskant olbrzymi, a – w okresie wegetacji, b – wygląd plantacji przed zbiorem.
Fig. 1. Miscanthus giganteus, a – during vegetation period, b – plantation appearance before harvest. Source: own study of the authors

Przeprowadzono testy wytrzymałościowe polegające na statycznym obciążaniu i odciążaniu próbki żdźbła, o znanych wymiarach przekroju poprzecznego i znanej długości [Kolowca 2007]. Mierzono strzałkę ugięcia żdźbła wg schematu przedstawionego na rysunku 2.

Wyniki takich prób posłużyły do opracowania modelu mechanicznego całego żdźbła. W tym celu obliczono następujące parametry:

– moduł sprężystości E

$$E = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot J \cdot f_n} \quad (1)$$

gdzie:

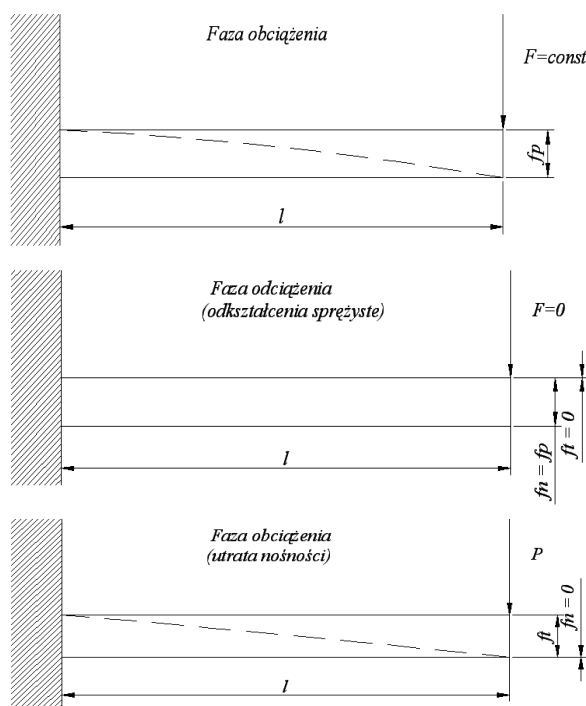
- F – siła obciążająca [N],
- J – moment bezwładności przekroju [mm^4],
- l – stała odległość obciążenia [mm],
- f_n – strzałka ugięcia [mm].

– wytrzymałość na zginanie σ_g

$$\sigma_g = \frac{P \cdot l}{W_g} \quad (2)$$

gdzie:

- P – siła niszcząca [N],
 W_g – wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie [mm³].



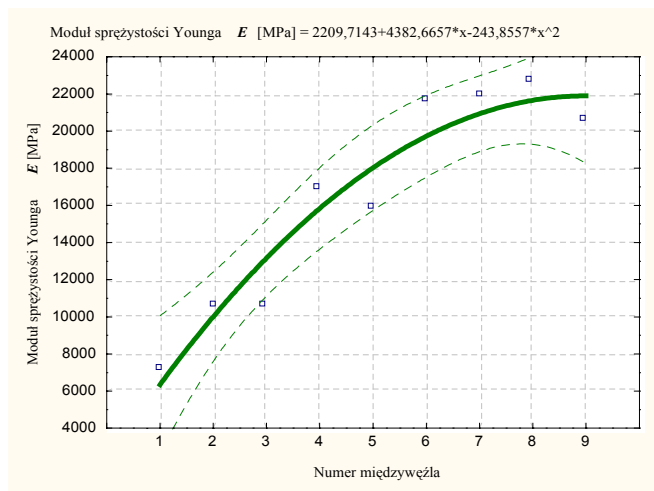
Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 2. Sposób obciążania źdźbła, F – stała siła, P – siła niszcząca, f_p – ugięcie pełzania, l – stała odległość obciążenia, f_i – odkształcenie trwałe, f_n – nawrót ugięcia.

Fig. 2. Blade loading method, F – constant force, P – destructive force, f_p – creep deflection, l – constant load distance, f_i – plastic strain, f_n – deflection return

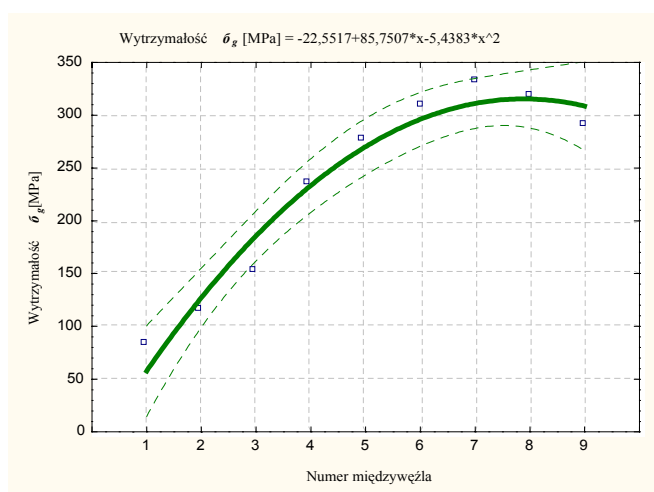
Wyniki

Wyniki testów wytrzymałościowych przedstawiono na rys. 3÷5. Rysunek 3 przedstawia przebieg zmian modułu sprężystości, a rysunek 4 wytrzymałości na zginanie, wzdłuż wysokości źdźbła, dla 9 międzywęźli, począwszy od położonego najbliższej powierzchni ziemi. Wartości obu z tych parametrów mechanicznych rosły bardzo wyraźnie dla kolejnych międzywęźli.



Źródło: opracowanie własne autorów

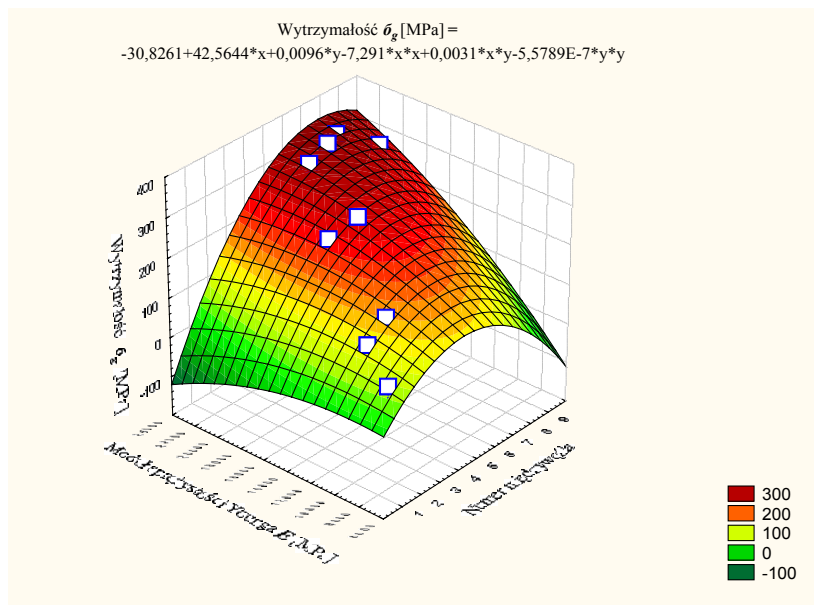
Rys. 3. Przebieg zmian modułu sprężystości Younga E wzdłuż wysokości źdźbła
 Fig. 3. Progress of changes in Young's modulus of elasticity E along grass blade height



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 4. Przebieg zmian wytrzymałości σ_g wzdłuż wysokości źdźbła
 Fig. 4. Progress of changes in resistance σ_g along grass blade height

Wspólna oś odciętych dla omawianych charakterystyk umożliwiła opracowanie modelu empirycznego, którego przebieg i równanie umieszczono na rysunku 5.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 5. Model empiryczny źdźbła *Miscanthus olbrzymiego*
Fig. 5. Empirical model of *Miscanthus giganteus* blade

Wnioski

1. Uzyskany przebieg zmian parametrów mechanicznych wzdłuż wysokości źdźbła *Miscanthus olbrzymiego* (x) wykazywał tendencję rosnącą, począwszy od 1, aż do 8 międzywęźla – dla modułu sprężystości (E) i do 7 międzywęźla – dla wytrzymałości (σ_g).
2. Opracowany na drodze empirycznej model mechaniczny źdźbła pozwala na określenie wytrzymałości wybranej strefy źdźbła (σ_g), kiedy znana jest wartość modułu sprężystości E oraz położenie tej strefy (numer międzywęźla x).
3. Na podstawie przyjętego modelu źdźbła *Miscanthus giganteus* można stwierdzić, że jego parametry mechaniczne, tj. moduł sprężystości Younga E oraz wytrzymałość σ_g , są ze sobą skorelowane dodatnio.

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. ISBN 3-7843-2745-1.

Kolowca J. 2007. Analiza geometrii źdźbła miskanta olbrzymiego. Inżynieria Rolnicza. Nr 7(95). 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. 451. s. 317-323.

MECHANICAL MODEL OF *MISCANTHUS GIGANTEUS* GRASS BLADES

Abstract. *Miscanthus giganteus* belongs to the group of energy plants and among other things it is used for “clean energy” production. The processes involving acquisition (harvesting) and processing (shredding, compaction) of biomass acquired for energy production purposes require plant physical (mainly mechanical) properties to be known. The scope of completed tests included determination of mechanical properties for tested materials.

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