

## WYDAJNOŚĆ WYBRANYCH GATUNKÓW ROŚLIN UPRAWIANYCH NA CELE ENERGETYCZNE W ZALEŻNOŚCI OD JAKOŚCI GLEBY\*

JAN KUŚ, MARIUSZ MATYKA

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*

*jankus@iung.pulawy.pl*

**Synopsis.** Rozwój produkcji roślinnej na cele energetyczne jest zagadnieniem, które w ostatnich latach cieszy się dużym zainteresowaniem. W związku z tym trwają prace nad poszukiwaniem gatunków roślin potencjalnie przydatnych do tego kierunku produkcji. W opracowaniu omówiono plonowanie wierzby krzewiastej, miskanta, ślazuwca pensylwańskiego i mozgi trzcinowatej w trzech siedliskach. Spośród porównywanych gatunków roślin, średnio za 4 lata, najwyższą plonował ślazuwiec na glebie ciężkiej (obsada 20 tys. ha<sup>-1</sup>) i miskant na glebie średniej (ok. 18–19 t·ha<sup>-1</sup>). W trakcie prowadzenia doświadczeń zaobserwowano dużą zmienność plonowania w latach uzależnioną od przebiegu warunków pogodowych, które obok siedliska i genotypu determinują poziom uzyskiwanych plonów.

**Słowa kluczowe** – *key words*: rośliny energetyczne – *energy crops*, biomasa – *biomass*, wierzba krzewiasta – *willow coppice*, miskant – *miscanthus*, ślazuwiec – *virginia mallow*, mozga trzcinowata – *canary grass*

### WSTĘP

W drugiej połowie XX wieku zaczęły przybierać na sile zjawiska zakłócające rozwój cywilizacyjny i jakość życia, wśród których podstawowe znaczenie ma: wyczerpywanie nieodnawialnych surowców i wzrost kosztów ich pozyskiwania oraz zagrożenie zmianami klimatycznymi [Meadows i in. 1973]. Jednocześnie w rolnictwie krajów o rozwiniętej gospodarce pojawiły się nadwyżki surowców rolniczych, nastąpiło pogorszenie opłacalności i zmniejszenie dochodów rolniczych. Spowodowało to intensyfikację badań nad możliwością rozwoju alternatywnych kierunków produkcji, do których zalicza się również uprawę roślin na cele energetyczne [Gradiuk i in. 2003]. W Polsce aktualnie biomasę stałą na cele energetyczne pozyskuje się z plonów ubocznych leśnictwa i rolnictwa oraz organicznych odpadów komunalnych. W przyszłości znaczące ilości biomasy powinny być pozyskiwane ze specjalnych plantacji wieloletnich gatunków roślin rodzimych, takich jak: wierzba krzewiasta, topola i mozga trzcinowata lub roślin introdukowanych z innych stref klimatycznych np. miskant, ślazuwiec pensylwański itp. Lista tych roślin jest zapewne daleka jeszcze od zamknięcia, gdyż stale trwają prace badawcze nad innymi gatunkami, które mogą być uprawiane na potrzeby energetyki [Kuś 2003, Szczukowski i in. 2006].

O przydatności roślin do intensywnej uprawy na cele energetyczne decydują: sprawność energetyczna produkcji, czyli stosunek energii zawartej w biomasie do energii potrzebnej do jej wytworzenia, rodzaj węglowodanów tworzących biomasę (ligninoceluloza lub skrobia) ze

\* Opracowanie wykonano w ramach realizacji projektu PBZ-MNiSW-1/3/2006/”BIOB”

względem na przydatność do różnych procesów termo-chemicznego lub biologicznego jej przetwarzania [Szczukowski i in. 2006].

W Europie wiele gatunków roślin było badanych jako potencjalne źródło biomasy na cele energetyczne. Analizy wskazują, że rośliny wieloletnie dające biomasę ligninocelulozową (wierzba, topola, miskant, ślazowiec, mozga) pozwalają osiągnąć dużo lepsze wyniki pod względem energetycznym niż typowe uprawy rolnicze [Borjesson 1996].

Celem badań było określenie wydajności wierzby krzewiastej, miskanta, ślazowca pensylwańskiego i mozgi trzcinowatej na różnych glebach.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe założono w latach 2003 i 2004 w trzech siedliskach:

- na glebie ciężkiej – czarna ziemia o składzie granulometrycznym gliny ciężkiej, zaliczana do kompleksu 8 (zbożowo-pastewny mocny), klasy IIIb, w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach (51°28' N, 22°03' E),
- na glebie lekkiej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego przechodzącego na głębokości 90–110 cm w glinę lekką, zaliczanej do kompleksu 5 (żytni dobry), klasy V, również w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach,
- na glebie średniej – gleba płowa wytworzona z piasku gliniastego mocnego, przechodzącego na głębokości 40–60 cm w glinę lekką, kompleks 4 (żytni bardzo dobry), klasa IVa, w Zakładzie Doświadczalnym Grabów w woj. mazowieckim (51°21' N, 21°39' E).

Doświadczenia założono metodą losowanych bloków, a powierzchnia bloku dla każdego genotypu lub klonu wynosiła na glebie ciężkiej 700 m<sup>2</sup>, zaś na glebie średniej i lekkiej po 200 m<sup>2</sup>.

Wierzbę krzewiastą (*Salix viminalis*) wysadzono w 2003 r. na glebie kompleksów 8 i 4; były to sztobry czterech klonów wierzby pozyskane z kwalifikowanej plantacji matecznej z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W 2004 r. dodatkowo wysadzono 4 szwedzkie i 1 duńską odmianę wierzby oraz założono nowe doświadczenie na glebie lekkiej. Gęstość nasadzeń wierzby wynosiła 40 tys. szt.·ha<sup>-1</sup>, a zbiór odbywał się w cyklu: corocznym, dwuletnim i trzyletnim.

Sadzonki klonów traw olbrzymich z rodzaju *Miscanthus*, wyprodukowane metodą *in vitro*, zakupiono w firmie Timplant Biotechnik und Pflanzenvermehrung GmbH (Niemcy). Rośliny wysadzono na glebie ciężkiej w Osinach i na średniej w Grabowie w połowie maja w obsadzie 15 tys.·ha<sup>-1</sup>, a przed zimą rośliny ścięto na wysokości 10 cm nad ziemią i całe pole obficie ściółkowano słomą w celu zabezpieczenia przed wymarzeniem.

Ukorzenione w doniczkach sadzonki ślazowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita*) wyprodukowano z nasion pozyskanych z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Obsada roślin wynosiła w tych doświadczeniach 10 tys.·ha<sup>-1</sup>, a w 2004 roku dodatkowo włączono do badań obiekty z obsadą roślin 20 tys.·ha<sup>-1</sup>.

Mozgę trzcinowatą (*Phalaris arundinacea*) szwedzkiej odmiany Bamse wysiano w 2004 r. w obu doświadczeniach w Osinach. Około 20 kg·ha<sup>-1</sup> nasion wysiano w rzędy o rozstawie 14,5 cm. Badanym czynnikiem był sposób zbioru: w dwóch pokosach (pierwszy po wykłoszeniu a drugi późną jesienią) lub jeden zbiór późną jesienią.

Na wszystkie uprawiane rośliny stosowano jednokowe dawki nawozów (N–75, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–50 i K<sub>2</sub>O–75 kg·ha<sup>-1</sup>), z wyjątkiem mozgi, gdzie dawka azotu była większa i wynosiła 135 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Chwasty zwalczano, głównie ręcznie, jedynie w uprawie wierzby stosowano Azotop (1,5 kg·ha<sup>-1</sup>) i Fusialde Forte (1,5 l·ha<sup>-1</sup>), choroby ślazowca (zgnilizna twardzikowa i fuzariozy) zwalczano stosując preparaty Benlate (0,3 kg·ha<sup>-1</sup>) i Horizon (0,7 l·ha<sup>-1</sup>), a szkodniki (mszyce

oraz niekreślankę wierzbuweczkę) zwalczano wykorzystując Decis ( $0,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Należy podkreślić, że brak jest zarejestrowanych chemicznych środków ochrony roślin do stosowania na plantacjach roślin energetycznych.

Określenie poziomu uzyskiwanych plonów oraz pomiary biometryczne wykonywano w okresie jesienno-zimowym po zakończeniu wegetacji roślin, jedynie w przypadku miskantusa stosowano dodatkowo zbiór wiosną. Pomiary biometryczne wykonywano na 5 roślinach w 5 powtórzeniach dla każdego obiektu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Pośród porównywanych gatunków roślin, średnio za 4 lata, najwyżżej plonował ślázowiec na glebie ciężkiej (obsada  $20 \text{ tys}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i miskant na glebie średniej ok.  $18\text{--}19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (tab. 1). Plon wierzby krzewiastej zbieranej corocznie, średnio za 4 lata niezależnie od klonu, wahał się od  $12,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na glebie średniej (kompleks 4) do  $13,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na glebie lekkiej. W 2008 r. dzięki dużej ilości opadów oraz korzystnemu ich rozkładowi w okresie wegetacji, uzyskano wyjątkowo duże plony drewna wierzby. Plon ten, średnio dla wszystkich porównywanych genotypów, wynosił na glebie ciężkiej  $17,3$ , a na glebie lekkiej aż  $20,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  suchej masy. Należy podkreślić, że w poprzednich latach największe plony wierzby uzyskiwano na ciężkiej glebie, zaś najmniejsze

Tabela 1. Plony suchej masy wierzby, miskanta i ślázowca pensylwańskiego zbieranych w cyklu rocznym ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  s.m.) na różnych glebach

Table 1. Yields of dry mass of willow, miscanthus and virginia mallow harvested in every year ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\text{DM}$ ) for different soil

Gleba – Soil	Obsada roślin (szt·ha <sup>-1</sup> ) Crops density (piece per ha)	2005	2006	2007	2008	Średnio Mean
Wierzba – Willow						
Lekka – Light	40 000	10,1	11,9	12,3	20,4	13,7
Średnia – Medium		10,8	11,5	12,4	13,7	12,1
Ciężka – Heavy		12,8	11,1	12,7	17,3	13,5
Średnio – Mean		11,2	11,5	12,5	17,1	–
Miskant – Miscanthus						
Średnia – Medium	15 000	20,7	16,7	21,0	16,0	18,9
Ciężka – Heavy		19,2	15,6	15,8	21,0	17,9
Średnio – Mean		20,0	16,2	18,4	18,5	–
Ślázowiec pensylwański – Virginia mallow						
Lekka – Light	20 000	20,5	12,9	11,1	21,1	16,4
Średnia – Medium	10 000	9,0	11,4	9,6	6,9	9,2
Ciężka – Heavy	10 000	10,0	10,3	9,3	6,8	9,1
	20 000	20,8	20,4	17,1	13,8	18,0
Średnio – Mean		15,1	13,8	11,8	12,2	–

na glebie lekkiej. Natomiast w 2008 r. w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę wierzba wyjątkowo dobrze plonowała na glebie lekkiej. We wszystkich trzech siedliskach wystąpiło duże zróżnicowanie plonowania porównywanych genotypów wierzby (tab. 2). W Osinach

Tabela 2. Plony i charakterystyki biometryczne różnych klonów wierzby zbieranej corocznie (2008 rok)  
Table 2. Yields and biometric characteristics of different clones of willow harvested every year (2008 year)

Klon <i>Clone</i>	Plon (s.m.) <i>Yield (DM)</i> (t·ha <sup>-1</sup> )	Liczba pędów na roślinie <i>Number of stems</i> <i>per plant</i>	Wysokość pędu <i>Plant height</i> (m)	Średnica pędu <i>Stem diameter</i> (mm)	Ilość pędów martwych <i>Number of lifeless</i> <i>stems</i>
Średnio dla klonów – <i>Mean for clones</i>					
1023	17,5	12,0	2,1	8,8	2,3
1047	15,1	10,8	1,9	8,8	3,3
1052	13,5	10,1	2,1	9,2	2,7
1054	11,6	12,6	1,8	7,0	1,7
Gigantea	17,0	10,3	2,0	9,6	2,6
Tora	18,6	8,0	2,3	10,6	2,5
Torhild	19,8	8,0	2,4	11,5	1,8
Olof	19,8	8,3	2,4	11,1	1,6
Sven	18,3	7,5	2,5	12,0	1,7
Średnio dla gleb – <i>Mean for soil</i>					
1*	20,4	10,7	2,4	10,6	2,7
2	13,7	7,7	2,1	9,9	1,2
3	17,3	10,7	2,2	9,5	3,0

1\* – gleba lekka – *light soil*, 2 – gleba średnia – *medium soil*, 3 – gleba ciężka – *heavy soil*

na obu glebach wyraźnie wyżej plonowały szwedzkie odmiany, natomiast na glebie średniej wyżej plonowały klony hodowli krajowej. Od genotypu i warunków siedliskowych zależały również cechy biometryczne wierzby. Ogólnie można stwierdzić, że klony hodowli krajowej wytwarzały więcej pędów na roślinie, ale ich wysokość i średnica była mniejsza, w porównaniu do odmian szwedzkich. Wilgotność drewna wierzby pozyskiwanego późną jesienią i zimą wynosiła około 50%. W przypadku zbioru w cyklu 3-letnim uzyskiwano większy o 20% plon średnioroczny. Dodatkowo wilgotność drewna była mniejsza (45%), a jego wartość energetyczna wyższa niż przy zbiorze corocznym.

Plon miskanta, średnio za 4 lata niezależnie od klonu, wyniósł na glebie średniej 18,9, a na ciężkiej 17,9 t·ha<sup>-1</sup> (tab. 1). Przy późnojesiennym zbiorze pozyskiwano biomasa tej rośliny o wilgotności 35–45%, natomiast przesunięcie zbioru na wczesną wiosnę pozwoliło uzyskać biomasa o wilgotności 20–25%, ale plon był mniejszy o około 20%, gdyż rośliny utraciły

w okresie zimy większość liści. W szóstym roku po założeniu plantacji (2008 r.) plon suchej masy miskanta przy zbiorze wykonanym późną jesienią, niezależnie od uprawianego klonu, wynosił na glebie ciężkiej 21,0 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy, a na glebie średniej 16,0 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy (tab. 3). Należy podkreślić, że w poprzednich latach, gatunek ten wyżej plonował na glebie

Tabela 3. Plon i charakterystyki biometryczne różnych klonów miskanta (2008 rok)

Table 3. Yield and biometric characteristics of different clones of miscanthus (2008 year)

Klon* Clone	Plon (s.m.) Yield (DM) (t·ha <sup>-1</sup> )	Liczba pędów na roślinie Number of stems	Wysokość pędu Plant height (m)	Średnica pędu Stem diameter (mm)	Udział liści w plonie suchej masy (%) Share of lives in yield of dry mass
Gleba średnia – Medium soil					
Giganteus	18,1	21	2,5	8,8	29
M-7	16,8	124	2,0	5,3	40
M-40	14,4	56	2,2	5,2	46
M-105	15,0	48	2,0	5,6	48
M-115	15,9	96	2,2	5,3	44
Średnio Mean	16,0	69	2,2	6,0	41
Gleba ciężka – Heavy soil					
Giganteus	25,4	72	2,7	7,7	27
M-7	20,1	146	2,1	4,6	52
M-40	22,2	131	2,1	4,6	55
M-105	17,9	80	1,8	4,4	56
M-115	24,2	109	2,2	5,1	42
Średnio Mean	22,0	108	2,2	5,3	46

\* – *Miscanthus x giganteus* – *M. sacchariflorus* x *M. sinensis*; M-7 – *M. sinensis* Gofal; M-40 – *Miscanthus sinensis* Silver Feather; M-105 – *M. sacchariflorus* Robustus x *M. sinensis*; M-115 – *M. sacchariflorus* Robustus x *M. sinensis*

średniej, gdyż na czarnej ziemi położonej w obniżeniu terenowym późnowiosenne przymrozki uszkadzały odrastające pędy, co obniżało plon. W 2008 r. natomiast temperatury powietrza w okresie wiosny i lata były wyraźnie wyższe od średnich z wielolecia a opady korzystnie rozłożone, dzięki temu ujawnił się duży potencjał produkcyjny tej żyznej gleby.

W obu siedliskach w 2008 r. stwierdzono duże zróżnicowanie w plonowaniu porównywalnych genotypów miskanta (tab.3). Na glebie ciężkiej najwyżej, w granicach 24–25 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy plonowały genotypy Giganteus i M 115, zaś najniżej (17,9 t·ha<sup>-1</sup>) genotyp M 105. Na śred-

niej glebie plony genotypów Giganteus i M 7 wynosił 17–18 t·ha<sup>-1</sup>, natomiast pozostałych genotypów w granicach 14–15 t·ha<sup>-1</sup>. Wyższy plon miskanta na ciężkiej glebie był spowodowany większą liczbą pędów na roślinie. Na ciężkiej glebie, niezależnie od klonu, miskant wytwarzał średnio 108 pędów, zaś na glebie średniej tylko 69. Wysokość pędów nie zależała od jakości gleby, natomiast ich średnica była większa na średniej glebie. Porównywane genotypy miskanta różniły się wyraźnie pokrojem. Giganteus zawiązywał najmniej pędów, ale ich wysokość i średnica były zdecydowanie większe. W plonie jego suchej masy udział liści wynosił poniżej 30%, zaś u pozostałych klonów wahał się od 40 do 56%. Liście zawierają więcej składników mineralnych i popiołu niż źdźbła miskanta, co ogranicza przydatność takiej biomasy do spalania.

Plon ślazuca zdecydowanie zależał od obsady roślin (tab. 1). Na glebie ciężkiej i średniej (kompleksy 8 i 4) przy obsadzie 10 tys.·ha<sup>-1</sup> roślin, średni plon wynosił około 9 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy. Na obiektach z obsadą 20 tys.·ha<sup>-1</sup> na glebie ciężkiej (kompleks 8), średnio za 4 lata, zebrano 18 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy, a na glebie lekkiej plon był mniejszy tylko o 10%. Na glebie lekkiej wielkość plonu silnie zależała od przebiegu pogody, w latach o niedoborze opadów (2006 i 2007 r.) uzyskiwano plony o ponad 40% mniejsze niż w latach o dużej ilości i korzystnym rozkładzie opadów (2005 i 2008 r.). Wilgotność biomasy ślazuca pozyskiwanej późną jesienią, przy sprzyjającej pogodzie wynosiła około 30%. Duży plon ślazuca na lekkiej glebie w 2008 r. był następstwem większej liczby pędów na roślinie (21,7 szt.) oraz większej ich długości (3,42 m), w porównaniu do pozostałych obiektów (tab. 4). Różnice w średnicy pędów na porównywanych obiektach były stosunkowo małe.

Tabela 4. Plon i charakterystyki biometryczne ślazuca pensylwańskiego (2008 rok)

Table 4. Yield and biometric characteristics of Virginia mallow (2008 year)

Gleba <i>Soil</i>	Obsada roślin szt·ha <sup>-1</sup> <i>Crops density</i> (pieces per ha)	Liczba pędów na roślinie <i>Number of stems</i> per plant	Wysokość pędu <i>Plant height</i> (m)	Średnica pędu <i>Stem diameter</i> (mm)
Lekka <i>Light</i>	20 000	21,7	3,42	13,86
Średnia <i>Medium</i>	10 00	15,1	2,88	13,20
Ciężka <i>Heavy</i>	10 000	18,9	2,38	12,41
	20 000	13,8	3,06	14,63

W omawianych doświadczeniach dobrze plonowała szwedzka odmiana mozgi trzciniowej Bamse (tab. 5). Łączny jej plon z dwóch pokosów na ciężkiej glebie wynosił 15–20 t·ha<sup>-1</sup>, a na glebie lekkiej 13–15 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy. Przy jednokrotnym zbiorze późną jesienią uzyskiwano plony mniejsze od 20 do 41% w stosunku do zbioru dwukrotnego. Gatunek ten może okazać się szczególnie przydatny do produkcji biomasy na cele energetyczne na wyłączonych z użytkowania rolniczego trwałych użytków zielonych. Jednak duża zawartość w plonie N, Cl, K i popiołu ogranicza przydatność tej biomasy do spalania [Kuś i in. 2008].

Tabela 5. Plony mozgi trzcinowatej ( $t \cdot ha^{-1}$  s.m.) na różnych glebach  
 Table 5. Yields of canary grass ( $t \cdot ha^{-1} DM$ ) for different soil

Gleba Soil	2005	2006	2007	2008	Średnio Mean
Suma plonów z dwu pokosów – <i>Sum of yields from two harvests</i>					
Lekka – <i>Light</i>	14,6	14,5	13,2	15,4	14,4
Ciężka – <i>Heavy</i>	16,3	19,8	15,0	16,2	16,8
Średnio – <i>Mean</i>	15,4	17,2	14,1	15,8	–
Jeden pokos – <i>One harvest</i>					
Lekka – <i>Light</i>	9,3	10,3	10,0	10,5	10,0
Ciężka – <i>Heavy</i>	13,0	11,7	10,6	10,8	11,5
Średnio – <i>Mean</i>	11,2	11,0	10,3	10,6	–

Pomimo dużego zróżnicowania plonów, zarówno pomiędzy genotypami w obrębie danego gatunku jak i siedliskami, można stwierdzić, że uzyskane wyniki mieszczą się w zakresie wartości uzyskiwanych w badaniach innych ośrodków [Budzyński i in. 2009].

## WNIOSKI

1. Uzyskiwane plony suchej masy porównywanych roślin uprawianych na cele energetyczne wahały się, w zależności od gatunku i genotypu, warunków siedliska i przebiegu pogody oraz obsady roślin, od 7 do 21  $t \cdot ha^{-1}$ . Średnio za 4 lata, najwyżej plonowały (18–19  $t \cdot ha^{-1}$ ) ślazier na glebie ciężkiej (obsada 20 tys.  $\cdot ha^{-1}$ ) i miskant na glebie średniej, natomiast najniżej plonował ślazier przy obsadzie 10 tys.  $\cdot ha^{-1}$  (poniżej 10  $t \cdot ha^{-1}$ ).
2. Porównywane klony (genotypy) wierzby wiciowej i miskanta różniły się wielkością plonu oraz reakcją na warunki siedliskowe. Wskazuje to, że dobór gatunków i odmian do warunków siedliskowych może być ważnym czynnikiem decydującym o produktywności plantacji roślin uprawianych na cele energetyczne.
3. Nie stwierdzono jednoznacznej reakcji uprawianych gatunków roślin na warunki glebowe, odnotowano natomiast duża zmienność uwarunkowaną przebiegiem pogody. Na ciężkiej czarnej ziemi położonej w obniżeniu terenowym wznowienie wegetacji wiosną było opóźnione a dodatkowo wiosenne przymrozki uszkadzały rośliny miskanta, który w tym siedlisku plonował niżej niż na glebie średniej.

## PIŚMIENNICTWO

- Borjesson P.I. 1996. Energy analysis of biomass production and transportation. *Biomass Bioenerg.* 11: 305–318.
- Budzyński W., Szczukowski S., Tworowski J. 2009. Wybrane problemy z zakresu produkcji roślinnej na cele energetyczne. W: *Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich*. Wyd. IUNG-PIB: 77–88.

- Gradziuk P., Grzybek A., Kowalczyk K., Kościak B. 2002. Biopaliwa. Wyd. Wieś Jutra: ss. 158.
- Kuś J. 2003. Prognozowanie zmian w zasiewach w świetle planowanego wzrostu powierzchni uprawy roślin na cele energetyczne. *Wieś Jutra* 3: 50–52.
- Kuś J., Faber A., Stasiak M., Kawalec A. 2008. Produkcyjność wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne w różnych siedliskach. *Studia i Raporty IUNG – PIB* 11: 67–80.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. 1973. *Granice wzrostu, PWE*, Warszawa.
- Szczukowski S., Kościak B., Kowalczyk-Juśko A., Tworkowski J. 2006. Uprawa i wykorzystanie roślin alternatywnych na cele energetyczne. *Fragm. Agron.* 23(3): 300–315.

J. KUŚ, M. MATYKA

**PRODUCTIVITY OF SELECTED CROPS PLANTED FOR ENERGY PURPOSES DEPENDING ON SOIL QUALITY**

**Summary**

The development of the crop production for energy purposes is a issue which in last years is enjoying the strong interest. Therefore they continued the works on determining the usefulness of many species of plants for the cultivation to energy purposes. The paper presents the productivity of willow, miscanthus, virginia mallow, and canary grass depending on soil conditions. Out of compared species of plants, on average in 4 years, the highest yields have virginia on the heavy soil (density 20 thos·ha<sup>-1</sup>) and miskant on the medium soil of 18 – 19-t ha<sup>-1</sup>. In the process of experimenting was observed the great changeability of yielding in years dependent on the species, genotypes, weather and soil conditions.