

Wzrost i rozwój wybranych gatunków traw z rodzaju *Miscanthus* uprawianych w warunkach klimatycznych Pojezierza Olsztyńskiego

A. BAŁUCH-MAŁECKA, M. OLSZEWSKA, J. ALBERSKI

Katedra Łąkarstwa i Urządzania Terenów Zieleni, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

The growth and development of selected grass species of genus *Miscanthus* under the climatic conditions of the Olsztyn Lakeland

Abstract. A field experiment was conducted in spring of 2007 in the Agricultural Experiment Station in Bałdy, owned by the University of Warmia and Mazury (NE Poland). The experiment had a completely randomized design with four replications. Plot size was 20 m². Twenty seedlings of giant miscanthus (*Miscanthus sinensis giganteus* Greef & Deuter) and 60 seedlings of Amur silvergrass (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack) were grown per plot, at the density of 1 plant per m² and 3 plants per m², respectively. The experiment was established on mineral soil (sandy silt) of quality class IVa. The aim of the study was to determine the effect of climatic conditions in the Olsztyn Lakeland on the growth and development of introduced species of C₄ grasses.

Keywords: *Miscanthus sinensis giganteus*, *Miscanthus sacchariflorus*, effect of climatic conditions, Olsztyn Lakeland, fertilization, liquid manure.

1. Wstęp

Odnawialne źródła energii są obecnie tematem priorytetowym w Polsce, ponieważ nasz kraj zadeklarował, że do 2020 roku wzrośnie do 15% ilość energii ze źródeł odnawialnych w ogólnej konsumpcji energii (DIRECTIVE...2008). FISCHER i WSP. (2005) zwracają uwagę, że w celu pokrycia potrzeb żywnościowych naszego kraju potrzeba ok. 9,5 mln ha gruntów ornych, pozostałe 2,2 mln ha można przeznaczyć pod uprawę roślin energetycznych. KUŚ i WSP. (2008) podają, że w Polsce można przeznaczyć pod ten kierunek produkcji do 1,6 mln ha gruntów rolnych. To sprawia, że jesteśmy krajem o dużych potencjalnych możliwościach produkcji biomasy. W dokumencie Polityka Energetyczna Polski do 2015 r. przyjęto, że wykorzystanie biomasy na cele energetyczne stanowić będzie podstawowy kierunek rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii (MINISTERSTWO GOSPODARKI I PRACY, 2005). Według szacunków Insty-

tutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, docelowe zapotrzebowanie na biomasę w 2020 r. osiągnie w Polsce około 27 mln ton (OSTROWSKI, 2008). Wykorzystanie biomasy jako surowca energetycznego powoduje, że środki finansowe za produkowane paliwo pozostają na miejscu w obrocie lokalnym czyli w regionie. Biomasa jest i będzie w nadchodzącym ćwierćwieczu najważniejszym źródłem energii odnawialnej (GRZELAK i WSP., 2010), ponieważ technologie przetwarzania jej na energię ciepłą i elektryczną są obecnie najtańsze i najbardziej przyjazne dla środowiska (BAL, 2008; ROSZKOWSKI, 2008). Istnieje możliwość wykorzystania biomasy roślinnej do produkcji biogazu jako alternatywy wobec spalania (GOLIŃSKI i JOKŚ, 2007; TAUBE i WSP., 2007). Najczęściej na cele energetyczne w Polsce obecnie uprawia się wierzbę. Należy podkreślić, że równie cennym i wartościowym alternatywnym surowcem energetycznym jest biomasa pochodząca z traw. Charakteryzują się one dużą wartością energetyczną, ale także walorami ekologicznymi i dekoracyjnymi. Intensywną produkcją biomasy cechują się zwłaszcza trawy o typie fotosyntezy C_4 z rodzaju *Miscanthus*. Pochodzą one głównie z rejonów dawnych Indochin, Filipin oraz Japonii, dlatego cechują się dużą wrażliwością na przemarzanie w momencie sadzenia jak i w okresie pierwszej zimy (SZCZUKOWSKI i WSP., 2006). KOŚCIK (2003) zwraca uwagę, że gatunki z rodzaju *Miscanthus* są wrażliwe na wiosenne przygruntowe przymrozki i dlatego należy uważać, aby nasadzeń nie wykonać zbyt wcześnie. Optymalnym terminem jest okres po 15 maja. Jednym ze sposobów łagodzenia wpływu niekorzystnych warunków termicznych jest opóźnienie sadzenia roślin, jednak późniejsze sadzenie może być również ryzykowne ze względu na możliwość wystąpienia suszy. *Miscanthus sinensis giganteus* szczególnie w pierwszych dwóch latach jest bardzo wrażliwy na poziom wody gruntowej. Gatunki z rodzaju *Miscanthus* są roślinami o niewysokich wymaganiach pokarmowych, a o ich wydajności decyduje przede wszystkim zaopatrzenie w wodę (PUDE, 2000; OSTROWSKI i GUTKOWSKA, 2008). IŻEWSKA (2009) podkreśla także znaczenie opadów, które nie mogą być zbyt małe szczególnie podczas okresu krytycznego. Występuje on od posadzenia do początku „krzewienia”. Również od temperatury powietrza zależy intensywność transpiracji i przebieg procesów asymilacji decydujących o tempie przyrostu biomasy gatunków z rodzaju *Miscanthus* (OSTROWSKI i GUTKOWSKA, 2008). Zdaniem WYSZŃSKIEGO i TOBOROWICZ-BORDA (2009) *Miscanthus sinensis giganteus* jest jeszcze mało „przebadanym” gatunkiem w naszym kraju pod względem przystosowania do warunków siedliskowych i agrotechniki.

Badania miały na celu określenie wpływu warunków klimatycznych Pojezierza Olsztyńskiego na wzrost i rozwój gatunków traw introdukowanych, *Miscanthus sinensis giganteus* Greef & Deuter i *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.

2. Materiał i metody

Eksperyment polowy założono wiosną 2007 roku w Stacji Doświadczalnej w Białdach należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Doświadczenie założono metodą losowych bloków w 4 powtórzeniach, powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 20 m². Na jednym poletku wysadzono 20 roślin *Miscanthus sinensis giganteus* Greef & Deuter (obsada 1 roślina na 1 m²) i 60 roślin *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack. (obsada 3 rośliny na 1 m²). Kłęcza roślin sadzono 28 maja 2007 roku. Doświadczenie założono na glebie mineralnej (pył piaszczysty), klasy bonitacyjnej IVa. Warstwa orna charakteryzowała się średnią zawartością przyswajalnego potasu i magnezu oraz niską zawartością fosforu. Spośród przyswajalnych mikroelementów na wysokim poziomie ukształtowała się ilość żelaza i manganu, a na średnim miedzi i cynku. Zawartość próchnicy wynosiła 2,1%. Odczyn gleby był obojętny (pH_{KCl}-7,2).

Od II roku badań stosowano gnojowicę bydłącą oraz nawozy fosforowe (superfosfat) jednorazowo wiosną (w maju) po opadach deszczu w dawkach:

- kontrola
- nawożenie gnojowicą – 15 m³ ha⁻¹
- nawożenie gnojowicą – 30 m³ ha⁻¹
- nawożenie gnojowicą – 15 m³ ha⁻¹ + 40 kg P ha⁻¹.

Gnojowica pochodziła z fermy krów mlecznych i zawierała: 5,15% s.m., 0,42% N, 0,065% P i 0,324% K.

Zbiór roślin następował na przełomie lutego i marca. Badania biometryczne prowadzone były kilkakrotnie w sezonie wegetacyjnym. W I roku badań na wszystkich roślinach na poletku mierzono: wysokość, ilość pędów na karpie i 1m², ilość kwiatostanów i długość oraz ilość liści na pędzie na 10 roślinach na poletku i średnicę pędów na wysokości ok. 30 cm od powierzchni gleby. W drugim roku badań na 10 roślinach na poletku mierzono wymienione cechy. Wyniki badań opracowano statystycznie korzystając z programu STATISTICA 8.0. Istotność różnic weryfikowano testem Tukey'a na poziomie istotności p = 0,95.

3. Wyniki i dyskusja

KOŚCIK (2003) podaje, że *Miscanthus sinensis giganteus* Greef & Deuter i *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack. wymagają opadów rocznych oscylujących w granicach 600 mm, natomiast średnia roczna temperatura powinna wynosić 8°C. W okresie badań średnie roczne temperatury powietrza wynosiły 9,4°C i były wyższe o 1,5°C od wymaganych. W roku założenia doświadczenia średnie

miesięczne temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym były wyższe od średnich z wielolecia o 3°C, natomiast w drugim roku badań o 2,7°C (tab. 1). Biorąc pod uwagę opady ich rozkład był zróżnicowany. W całym 2007 roku odnotowano opady wynoszące 663,2 mm, tj. o 81,5 mm więcej niż średnio w wieloleciu, natomiast rok 2008 charakteryzował się mniejszą sumą opadów o 43,0 mm od średniej. W 2007 roku wiosna była sucha i ciepła, małe opady odnotowano w marcu i kwietniu, które w porównaniu do średniej z wielolecia były niższe o 1,1 i 6,7 mm. W maju suma opadów wyniosła 60,0 mm i była wyższa od średniej o 1,5 mm, wyższe opady odnotowano w I i II dekadzie (przed wysadzeniem kłaczy), jednak w III dekadzie tylko 0,8 mm. Okres suszy wystąpił po posadzeniu, w I dekadzie czerwca odnotowano tylko 0,6 mm. W całym czerwcu tego roku odnotowano niższe opady od średnich z wielolecia o 6,9 mm, natomiast temperatura powietrza wynosiła 17,7°C i była wyższa od średniej z wielolecia o 1,6°C. Oceniając warunki klimatyczne, stwierdzono, że podczas okresu krytycznego dla gatunków z rodzaju *Miscanthus*, przypadającego na okres od posadzenia do początku „krzewienia”, suma opadów była zbyt mała, co przyczyniło się nie tylko do słabego wzrostu, ale usychania roślin. Potwierdzają to również badania IŻEWSKIEJ (2009), w których zbyt mała suma opadów w wyżej wymienionym okresie przyczyniła się do słabego wzrostu *Miscanthus sacchariflorus*. Sadzonki miskantów wysadzono pod koniec maja, ze względu na możliwość wystąpienia wiosennych przygruntowych przymrozków, na które rośliny są szczególnie wrażliwe po posadzeniu. Poprawa warunków wilgotnościowych nastąpiła dopiero w drugiej dekadzie czerwca (12.VI) kiedy po dwóch tygodniach od posadzenia spadło 1,4 mm deszczu, a 13.VI – spadło 21,4 mm deszczu. W lipcu wystąpiły obfite opady – 175,1 mm, o 100,9 mm więcej niż średnia z wielolecia dla tego miesiąca. Układ warunków pogodowych w 2008 roku biorąc pod uwagę opady można określić jako bardzo niekorzystny, ponieważ suma opadów w okresie wegetacji wynosiła tylko 245,3 mm, czyli o 117,4 mm mniej niż średnia z wielolecia. Również rozkład opadów był niekorzystny, gdyż w miesiącach wiosennych i na początku lata występowały okresy suszy. Oceniając warunki klimatyczne, stwierdzono, że podczas okresu krytycznego dla miskantów, przypadającego od chwili ruszenia wegetacji do osiągnięcia przez nich wysokości 40 cm, suma opadów była zbyt mała, co przyczyniło się do ich słabego wzrostu i rozwoju. Podobne zależności w badaniach stwierdziła IŻEWSKA (2009). Dopiero w sierpniu 2008 roku na doświadczeniu odnotowano wyższe ilości opadów niż średnio w wieloleciu o 41 mm (17 sierpnia spadło 37 l deszczu na m²).

Wyższe temperatury panujące w czerwcu 2007 roku, przy bardzo małych opadach, wpłynęły negatywnie na ukorzenie i żywotność roślin. Duże straty roślin zaobserwowano na obiektach z miskantem olbrzymim, gdzie z 320 ro-

ślin wysadzonych na poletkach w lipcu pozostały 193 rośliny, czyli 60,3%, w sierpniu odnotowano brak kolejnych 3 roślin – pozostało 190, tj. 59,4%, we wrześniu odnotowano brak 1 rośliny, czyli pozostało 189, tj. 59,4%. W maju 2008 roku, zaobserwowano kolejne braki 11 roślin, w wyniku czego pozostało 178, czyli tylko 55,6% wysadzonych. *Miscanthus giganteus* okazał się wrażliwy na niedobór opadów w pierwszym roku badań oraz przebieg pogody w sezonie zimowym 2007–2008. Po ciepłym styczniu, lutym i marcu rośliny rozpoczęły wegetację na początku kwietnia, a która powinna mieć miejsce na przełomie kwietnia i maja. Po wystąpieniu na terenie badań gwałtownych spadków temperatury powietrza z 13,4°C w dzień do –3,9°C w nocy z 19 na 20 kwietnia i z 25,5°C w dzień do –3,9°C w nocy z 23 na 24 kwietnia nastąpiło przemarznięcie większości wytworzonych pędów. W konsekwencji słabe rośliny zaczęły zamierać i później „wypadły”. Po zaobserwowaniu braków wiosną dosadzono brakujące rośliny, ale rosły one słabiej ponieważ były zasłanianie przez pozostałe starsze. Zabieg ten przy dużym areale jest już bardziej pracochłonny, ponieważ trzeba go wykonać ręcznie i kosztowny. MAJTKOWSKI i MAJTKOWSKA (2008) podają, że również w wyniku niekorzystnego przebiegu pogody w miejscowości Gronowo Górne k. Elbląga nastąpiło zniszczenie większości pędów na plantacji z miskantem olbrzymim. Obsada roślin tego gatunku w doświadczeniach cytowanych autorów była wyższa od stwierdzonych w badaniach własnych i wynosiła w Gronowie Górnym – 63,3%, a w Radzikowie – 70,3%. OSTROWSKI i GUTKOWSKA (2008) potwierdzają dużą wrażliwość tego gatunku na niską temperaturę powietrza oraz niedobór opadów. KUŚ i WSP. (2008) podają, że ważne jest także położenie plantacji miskanta olbrzymiego, np. zlokalizowanie w obniżeniu terenu oraz na ciężkiej czarnej ziemi powoduje opóźnienie wznowienia wegetacji wiosną i zwiększa uszkodzenia roślin przez późnowiosenne przymrozki. W badaniach własnych, pomimo niekorzystnych warunków meteorologicznych panujących w drugim roku, w sierpniu i październiku nie odnotowano już strat roślin. KOBYLIŃSKI i OLSZEWSKA (2013) opisując rozwój *Miscanthus giganteus* w rejonie Chojnic zwracają uwagę, na bardzo powolne tempo oraz małą konkurencyjność w pierwszym i w drugim roku uprawy. Gatunkiem, który charakteryzował się lepszymi zdolnościami regeneracyjnymi w doświadczeniu okazał się miskant cukrowy. SZCZUKOWSKI i WSP. (2006) podają, że gatunek ten dzięki silnie rozbudowanym podziemnym kłączom intensywnie się krzewi i tworzy rozległy system korzeniowy. Potwierdzają to także KOŚCIK i WSP. (2003) oraz OSTROWSKI i GUTKOWSKA (2008). Na obiektach z tym gatunkiem w lipcu 2007 roku odnotowano 713 roślin czyli 74,3%, tj. o 14% więcej niż na poletkach z miskantem olbrzymim. W sierpniu rośliny tego gatunku zaczęły się krzewić i rozrastać (776 roślin). We wrześniu odnotowano 896 roślin,

Tabela 1. Warunki pogodowe w latach 2007–2008 oraz za okres wielolecia 1981–2010
 Table 1. The meteorological conditions in 2007–2008 and for the years 1981–2010

| Dekada Decade | Miesiące Months | | | | | | | | | | | | Rok Year |
|------------------|---------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| | Temperatura Temperature (°C) | | | | | | | | | | | | |
| | 2007 | | | | | | | | | | | | |
| I | 5,6 | -0,6 | 4,5 | 4,9 | 10,8 | 18,8 | 17,7 | 20,6 | 13,7 | 9,5 | 3,9 | 4,3 | |
| II | 5,0 | -1,4 | 5,3 | 10,1 | 15,4 | 18,8 | 23,1 | 21,4 | 12,5 | 7,0 | 0,0 | 0,7 | |
| III | -1,7 | -3,3 | 7,1 | 10,5 | 22,8 | 15,6 | 19,5 | 18,8 | 12,4 | 7,1 | 0,9 | -2,3 | |
| Średnia Mean | 3,0 | -1,7 | 5,6 | 8,5 | 16,3 | 17,7 | 20,1 | 20,3 | 12,9 | 7,9 | 1,6 | 0,9 | 9,4 |
| | 2008 | | | | | | | | | | | | |
| I | -3,1 | 3,0 | 4,2 | 7,0 | 13,8 | 21,7 | 20,3 | 19,3 | 17,5 | 8,8 | 6,0 | 2,5 | |
| II | 1,6 | 0,3 | 3,4 | 7,7 | 14,8 | 17,6 | 20,7 | 19,7 | 9,0 | 9,2 | 5,1 | 0,3 | |
| III | 2,6 | 4,7 | 2,2 | 11,0 | 15,7 | 17,7 | 22,4 | 17,0 | 9,2 | 7,0 | 0,8 | -1,7 | |
| Średnia Mean | 0,4 | 2,7 | 3,3 | 8,6 | 14,8 | 19,0 | 21,2 | 18,7 | 11,9 | 8,3 | 4,0 | 0,4 | 9,4 |
| | 1981–2010 | | | | | | | | | | | | |
| Średnia Mean | -2,4 | -1,7 | 1,8 | 7,7 | 13,5 | 16,1 | 16,7 | 17,9 | 12,8 | 8,0 | 2,9 | -0,9 | 7,9 |

| Dekada Decade | Miesiące Months | | | | | | | | | | | | Rok Year |
|------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| | Opady Rainfalls (mm) | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | | | | | | | | | | | | | |
| I | 18,2 | 12,8 | 15,2 | 18,0 | 26,2 | 0,6 | 73,3 | 4,4 | 18,0 | 25,2 | 19,2 | 18,6 | |
| II | 61,2 | 7,2 | 13,8 | 8,4 | 33,0 | 39,9 | 21,2 | 25,6 | 5,6 | 11,6 | 1,6 | 6,2 | |
| III | 12,0 | 6,0 | 2,8 | 0,2 | 0,8 | 33,0 | 80,6 | 34,4 | 2,2 | 2,6 | 3,6 | 0,0 | |
| Suma Sum | 91,4 | 26,0 | 31,8 | 26,6 | 60,0 | 73,5 | 175,1 | 64,4 | 25,8 | 39,4 | 24,4 | 24,8 | 663,2 |
| 2008 | | | | | | | | | | | | | |
| I | 7,0 | 11,2 | 30,2 | 5,6 | 17,0 | 0,0 | 11,2 | 40,6 | 2,6 | 9,0 | 23,6 | 6,0 | |
| II | 11,2 | 2,2 | 19,2 | 19,2 | 3,8 | 10,6 | 27,3 | 37,0 | 5,6 | 1,6 | 26,8 | 17,8 | |
| III | 55,0 | 9,6 | 12,0 | 3,2 | 6,6 | 0,0 | 13,8 | 22,8 | 18,4 | 30,0 | 11,2 | 9,8 | |
| Suma Sum | 73,2 | 23,0 | 61,4 | 28,0 | 27,4 | 10,6 | 52,3 | 100,4 | 26,6 | 40,6 | 61,6 | 33,6 | 538,7 |
| 1981-2010 | | | | | | | | | | | | | |
| Suma Sum | 36,4 | 24,2 | 32,9 | 33,3 | 58,5 | 80,4 | 74,2 | 59,4 | 56,9 | 42,6 | 44,8 | 38,2 | 581,7 |

czyli 93,3% wysadzonych. W maju 2008 roku na poletkach tego gatunku nie zaobserwowano braków.

Liczba pędów na karpie w sierpniu 2007 roku wynosiła średnio 9 szt., a w październiku 17 szt. (tab. 2). Istotnie wyższą ilość pędów na karpie w sierpniu wytworzył miskant cukrowy średnio 10 szt., natomiast miskant olbrzymi – 8 szt. Liczba pędów na karpie pod koniec wegetacji istotnie zwiększyła się u miskanta olbrzymiego średnio do 22 szt., a u miskanta cukrowego średnio do 12 szt. Biorąc pod uwagę liczbę pędów na m² istotnie więcej stwierdzono na obiektach z miskantem cukrowym, średnio 36 szt.

W pierwszym roku badań rośliny miskanta olbrzymiego były istotnie wyższe (tab. 2). W sierpniu rośliny tego gatunku miały średnio 0,59 m, a miskanta cukrowego 0,54 m. W październiku średnia wysokość *Miscanthus sinensis giganteus* wynosiła 0,73 m, a *Miscanthus sacchariflorus* 0,62 m. W 2007 roku pojedyncze pędy miskanta olbrzymiego miały maks. wysokość ok. 1,6 m, natomiast miskanta cukrowego osiągnęły maks. 1,2 m. W roku założenia doświadczenia 83 rośliny *Miscanthus sacchariflorus* wytworzyły kwiatostany, tj. 10,7%.

Tabela 2. Liczba pędów i wysokość roślin w roku założenia doświadczenia
Table 2. Number of stems and plant height in the year of establishing the experiment

| Data Data | Gatunki Species | Liczba pędów na karpie (szt.) Number of stems per stool (no.) | Liczba pędów (szt. m ⁻²) Number of stems (no. m ⁻²) | Wysokość roślin (m) Plant height (m) |
|--------------|--|--|--|---|
| VIII.2007 | <i>Miscanthus giganteus</i> | 8 a* | 8 a | 0,59 b |
| | <i>Miscanthus sac- chariflorus</i> | 10 b | 29 b | 0,54 a |
| | Średnio – Mean | 9 | 19 | 0,56 |
| X.2007 | <i>Miscanthus giganteus</i> | 22 b | 22 a | 0,73 b |
| | <i>Miscanthus sac- chariflorus</i> | 12 a | 36 b | 0,62 a |
| | Średnio – Mean | 17 | 29 | 0,67 |

* – grupy jednorodne – homogenous groups.

Liczba pędów w sierpniu 2008 roku wynosiła średnio od 69 szt. m⁻² na obiektach kontrolnych do 87 z nawożeniem fosforowym i gnojowicą (tab. 3). W październiku ilość pędów wzrosła i wynosiła od 98 szt. m⁻² na obiektach kontrolnych do 116 szt. z nawożeniem P₄₀ i gnojowicą. Istotnie wyższą ilość pędów w sierpniu wytworzył miskant cukrowy, średnio od 92 do 98 szt. m⁻²,

Tabela 3. Liczba pędów i wysokość roślin w drugim roku badań
Table 3. Number of stems and plant height in two years of the study

| Data Data | Gatunki Species | Liczba pędów (szt. m ⁻²) Number of stems (no. m ⁻²) | | | | Wysokość roślin (m) Plant height (m) | | | |
|--------------|----------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kontrola Control | Gnojowica slurry – 15 m ³ ha ⁻¹ | Gnojowica slurry – 30 m ³ ha ⁻¹ | Gnojowica slurry – 15 m ³ +P ₄₀ ha ⁻¹ | Kontrola Control | Gnojowica slurry – 15 m ³ ha ⁻¹ | Gnojowica slurry – 30 m ³ ha ⁻¹ | Gnojowica slurry – 15 m ³ +P ₄₀ ha ⁻¹ |
| VIII.2008 | <i>Miscanthus giganteus</i> | 46 a* | 48 a | 61 b | 75 c | 1,63 bc | 1,73 c | 1,72 c | 1,80 c |
| | <i>Miscanthus sacchariflorus</i> | 92 d | 95 d | 96 d | 98 d | 1,30 a | 1,36 ab | 1,38 ab | 1,39 ab |
| | Średnio – Mean | 69 | 72 | 79 | 87 | 1,47 | 1,55 | 1,55 | 1,60 |
| X.2008 | <i>Miscanthus giganteus</i> | 77 a | 82 a | 88 a | 95 ab | 2,39 b | 2,47 b | 2,59 b | 2,48 b |
| | <i>Miscanthus sacchariflorus</i> | 118 bc | 133 c | 135 c | 136 c | 1,65 a | 1,69 a | 1,79 a | 1,72 a |
| | Średnio – Mean | 98 | 107 | 112 | 116 | 2,02 | 2,08 | 2,19 | 2,10 |

* – grupy jednorodnie – homogenous groups.

natomiast miskant olbrzymi w tym czasie posiadał średnio o około 40% mniej pędów. U obu gatunków stwierdzono istotny wzrost opisywanej cechy pod wpływem nawożenia fosforem i wyższą dawką gnojowicy. Również w październiku 2008 roku liczba pędów u *Miscanthus sacchariflorus* była istotnie wyższa i wynosiła od 118 szt. na obiektach kontrolnych do 136 szt. z nawożeniem gnojowicą i P₄₀, w przypadku *Miscanthus giganteus* ilość ta była o 35% niższa (tab. 3). W badaniach KUŚ i WSP. (2008) w latach 2004–2006 (w 2–4 roku uprawy) genotypy *Miscanthus ssp.* przeciętnie wytworzyły zdecydowanie mniej pędów – 65 szt. na roślinie na glebie średniej (kompleks-4), w tym *Miscanthus x giganteus* tylko 46 szt., a inne mieszańce miskanta cukrowego i chińskiego 62 i 77 szt. Na glebie ciężkiej *Miscanthus x giganteus* wytworzył już 52 szt., natomiast inne mieszańce miskanta cukrowego i chińskiego 61 i 69 szt. W badaniach DRADRACH i WSP. (2007) miskant chiński (*Miscanthus sinensis*) na glebie lekkiej, średnio od 4-go do 6-go roku uprawy, wytworzył 153 szt. pędów m⁻². Cytowani autorzy podkreślają, że była to najmniejsza ilość pędów na jednostce powierzchni spośród 7 badanych traw. W badaniach własnych tylko rośliny miskanta cukrowego wytworzyły kwiatostany. Ich ilość pod koniec okresu wegetacyjnego wynosiła średnio na poletkach: kontrolnych 111 szt. na m² (czyli 94% całkowitej liczby pędów), 127 szt. (96%) z nawożeniem gnojowicą 15 m³ ha⁻¹, 128 szt. (95%) z nawożeniem wyższą dawką gnojowicy i 133 szt. (98%) z nawożeniem gnojowicą i fosforem. Obserwacje rozwoju wykazały, że większość roślin znajdowała się w fazie kłoszenia i kwitnienia, żadna z roślin nie zawiązała nasion. MAJTKOWSKA i MAJTKOWSKI (2003) opisując rozwój 9 linii mieszańcowych *Miscanthus sinensis* podają, że 65% roślin pod koniec sezonu wegetacyjnego znajdowało się w fazie wegetacyjnej lub kłoszenia, a 35% w fazie generatywnej, ale tylko z kilku roślin uzyskano nasiona.

W drugim roku badań, tak samo jak w pierwszym, rośliny miskanta olbrzymiego były istotnie wyższe. Potwierdzają to badania KUŚ i WSP. (2008), w których *Miscanthus giganteus* wytwarzał zdecydowanie dłuższe pędy niż pozostałe genotypy. W badaniach własnych, w sierpniu rośliny tego gatunku miały średnio od 1,63 m do 1,80 m, natomiast miskanta cukrowego od 1,30 m do 1,39 m. Wysokość roślin *Miscanthus sinensis giganteus* w październiku wynosiła od 2,42 m na obiektach kontrolnych do 2,59 m na poletkach z nawożeniem gnojowicą 30 m³ ha⁻¹. Zastosowane nawożenie powodowało istotny wzrost roślin. Miskanty były najwyższe na obiektach z wyższą dawką gnojowicy. Pod koniec wegetacji *Miscanthus sacchariflorus* osiągnął od 1,65 m na obiektach kontrolnych do 1,79 m na poletkach z wyższą dawką gnojowicy, również u tego gatunku zastosowane nawożenie powodowało istotny wzrost roślin. KOŚCIK i WSP. (2003) podają, że wysokość roślin tego gatunku może wynosić od 1 do 2,5 m, w zależności od nawożenia, gleby i warunków pogodowych. W badaniach KOCHANOWSKIEJ i GAM-

RAT (2007) wysokość roślin miskanta cukrowego w trzecim roku, bez nawożenia i podlewania, wynosiła 2,1 m. KOWALCZYK-JUŚKO i KOŚCIK (2004) podają, że w piątym roku badań średnia wysokość roślin wynosiła 1,27 m i była o ok. 0,3 m niższa od uzyskanej przez *Miscanthus sacchariflorus* w drugim roku doświadczenia. W doświadczeniu MAJTKOWSKIEGO (2004), prowadzonym na terenach zdegradowanych oraz pozbawionych kompleksu sorpcyjnego, wysokość roślin tego gatunku mieściła się w granicach 0,9–1,6 m. MAJTKOWSKA i MAJTKOWSKI (2003) podają, że w momencie osiągnięcia pełni rozwoju rośliny 9 linii mieszańcowych *Miscanthus sinensis* osiągały wysokość średnio 2,2–2,4 m, a maks. 2,7 m.

4. Wnioski

- Obsada roślin badanych gatunków zależała od układu warunków pogodowych po wysadzeniu i reakcji gatunku na czynniki stresowe, m.in. brak opadów przy wysokich temperaturach i niekorzystny ich rozkład.
- Specyfika badanych gatunków, przede wszystkim zdolności adaptacyjne i regeneracyjne po wysadzeniu wpłynęły na obsadę roślin. Gatunkiem bardziej odpornym na niekorzystne warunki klimatyczne okazał się *Miscanthus sacchariflorus*.
- Zakładając plantacje *Miscanthus sinensis giganteus* w północno-wschodniej Polsce zaleca się zwiększyć obsadę roślin dwukrotnie od zalecanej (2 rośliny na 1 m²).
- Zastosowane w doświadczeniu nawożenie organiczno-mineralne powodowało istotny wzrost roślin badanych gatunków. W dwóch latach badań rośliny miskanta olbrzymiego były istotnie wyższe.

Literatura

- BAL R., 2008. Zagospodarowanie słomy i możliwości jej wykorzystania do produkcji paliw formowalnych na przykładzie województwa warmińsko-mazurskiego. Inżynieria Rolnicza, 1 (99), 17–21.
- DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF THE PROMOTION OF THE USE OF ENERGY FROM RENEWABLE SOURCES., 2008. European Commission, Brussels.
- DRADRACH A., GĄBKA D., SZLACHTA J., WOLSKI K., 2007. Wartość energetyczna kilku gatunków traw uprawianych na glebie lekkiej. Łąkarstwo w Polsce, 10, 29–35.
- FISCHER G. PRIELER S., VAN VELHUIZEN H., 2005. Biomass potentials of miscanthus willow and poplar: results and policy implications Eastern Europe, Northern and Central Asia. Biomass and Bioenergy, 28, 119–132.

- GOLIŃSKI P., JOKŚ W., 2007. Właściwości chemiczne i biologiczne traw a produkcja biogazu. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 37–47.
- GRZELAK M., WALISZEWSKA B., SPEAK-DŻWIGALA A., 2010. Wartość energetyczna peletu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka Przyroda Technologie* 4, 1–11.
- IŻEWSKA A., 2009. Przydatność kompostów z komunalnego osadu ściekowego do nawożenia miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack). Rozprawa hab. Wydawnictwo ZUT Szczecin, 1–108.
- KOBYLIŃSKI A., OLSZEWSKA M., 2013. Efektywność energetyczna produkcji biomasy *Miscanthus giganteus*. *Łąkarstwo w Polsce*, 16, 19–28.
- KOCHANOWSKA R., GAMRAT R., 2007. Uprawa miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack) – zagrożeniem dla pól i lasów? (doniesienie naukowe). *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 223–228.
- KOŚCIK B., 2003. Rośliny energetyczne. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin., 1–145.
- KOŚCIK B., KOWALCZYK-JUŚKO A., KOŚCIK K., 2003. Uprawa miskanta cukrowego i spartiny preriowej. W: Ognia paliwowe i biomasa lignocelulozowa szansą rozwoju wsi i miast. Warszawa, Serie monografie, 51–54.
- KOWALCZYK-JUŚKO A., KOŚCIK B., 2004. Produkcja biomasy miskanta cukrowego i spartiny preriowej w zróżnicowanych warunkach glebowych oraz możliwość jej konwersji na energię. *Biuletyn IHAR*, 234, 213–218.
- KUŚ J., FABER A., STASIAK M., KAWALEC A., 2008. Plonowanie wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na różnych glebach. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 79–86.
- MAJTKOWSKA G., MAJTKOWSKI W., 2003. Obserwacje nad rozwojem traw o typie fotosyntezy C4 w warunkach Polski. *Komunikat. Biuletyn IHAR*, 225, 387–392.
- MAJTKOWSKI W., 2004. Trawy z rodzaju *Miscanthus* Anderss.– zróżnicowanie morfologiczne i fenologiczne. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 497, 431–439.
- MAJTKOWSKI W., MAJTKOWSKA G., 2008. Produktywność wieloletnich plantacji energetycznych w Polsce. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2, 153–157.
- MINISTERSTWO GOSPODARKI I PRACY, 2005. <http://www.bezpieczenstwoekonomiczne.pl/policyka2025.pdf>.
- OSTROWSKI J., 2008. Kategoryzacja przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2, 137–143.
- OSTROWSKI J., GUTKOWSKA A., 2008. Model diagnostyczny typowania gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2, 145–152.
- PUDE R., 2000. Anbau und Ertraege von Miscanthus in Europe. *Materiały Polsko-Niemieckiej Konferencji na Temat Wykorzystania Trzciny Chińskiej, Połczyn Zdrój 27–29 września 2000*. Szczecin Expo Biuro Promocji, Szczecin, 91–95.
- ROSZKOWSKI A., 2008. Biomasa kontra rolnictwo. *Inżynieria Rolnicza*, 10 (108), 201–207.
- SZCZUKOWSKI S., KOŚCIK B., KOWALCZYK-JUŚKO A., TWORKOWSKI J., 2006. Uprawa i wykorzystanie roślin alternatywnych na cele energetyczne. *Fragmenta Agronomica*, 3(91), 300–311.
- TAUBE F., HERMANN A., POTSCH E.M., 2007. What are the consequences of producing energy crops in the European Union for grassland renovation and new forage production systems? *Grassland Science in Europe*, 12, 463–471.

WYSZYŃSKI Z., TOBOROWICZ-BORDA I., 2009. Kukurydza (*Zea mays*) i miskant olbrzymi (*Miscanthus x giganteus*) jako rośliny energetyczne. *Ekologia i Technika*, XVII, 5, 219–227.

The growth and development of selected grass species of genus *Miscanthus* under the climatic conditions of the Olsztyn Lakeland

A. BAŁUCH-MAŁECKA, M. OLSZEWSKA, J. ALBERSKI

Department of Grassland Sciences and Green Space Management, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Summary

It was found that term drought accompanied by high temperatures in spring 2007 had a negative influence on the rooting and vigor of seedlings. Massive losses were noted in *Miscanthus giganteus* treatments. The results of this study indicate that under the climatic conditions of the Olsztyn Lakeland, the number of giant miscanthus seedlings should be increased to 2 per m² of plantation area. *Miscanthus sacchariflorus* was more resistant to adverse climatic conditions than *Miscanthus giganteus*. The fertilizers used in the experiment had a significant positive effect on the growth of the analyzed miscanthus plants.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr Anna Bałuch-Małeczka

Katedra Łąkarstwa i Urządzania Terenów Zieleni

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Plac Łódzki 1

10-718 Olsztyn

tel. 89 523 35 64, fax 89 523 34 93

e-mail: aniamb@uwm.edu.pl