

Wzrost i rozwój *Spartina pectinata* w warunkach klimatycznych Pojezierza Olsztyńskiego

A. BAŁUCH-MAŁECKA¹, M. OLSZEWSKA¹, J. ALBERSKI¹, M.A. FENYK²

¹Katedra Łąkarstwa i Urządzania Terenów Zieleni, ²Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

The growth and development of *Spartina pectinata* 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. Forty seedlings of prairie cordgrass (*Spartina pectinata* Link.) were grown per plot, at the density of 2 plant 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: *Spartina pectinata*, climate, Olsztyn Lakeland, fertilization, liquid manure.

1. Wstęp

W Polsce biomasa jest i będzie w nadchodzącym ćwierćwieczu najważniejszym źródłem energii odnawialnej, ponieważ technologie przetwarzania jej na energię ciepłą oraz elektryczną są obecnie najtańsze, a także najbardziej przyjazne dla środowiska (BAL, 2008; GRZELAK i WSP., 2010; KUŚ i WSP., 2008; ROSZKOWSKI, 2008). Rosnące zapotrzebowanie na biomasę wynika ze zmian w przemyśle energetycznym, ponieważ od 2014 roku zakłady produkujące energię o mocy powyżej 5 MW muszą zwiększyć wykorzystanie biomasy do minimum 60%. Do tej pory zakłady realizowały to zapotrzebowanie poprzez zakup drewna z lasów państwowych, jednakże zachowanie obecnej struktury lasów narzuca ograniczenie jej pozyskiwania. Sprzyja to wzrostowi zainteresowania biomasą rolniczą z plantacji roślin energetycznych (DUDKIEWICZ i BOLIBOK, 2011; STOLARSKI i WSP., 2008). W kraju obserwowany jest także systematyczny wzrost liczby biogazowni, w których wykorzystuje się biomasę roślinną (GOLIŃSKI i JOKŚ, 2007; TAUBE i WSP., 2007; WYSZŃSKI i TOBOROWICZ-BORDA, 2009). Zgodnie z zasadami przyjętymi w 2010 r. przez Radę

Ministrów w dokumencie „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010-2020” przewiduje się, że do końca 2020 roku w każdej gminie powstanie średnio jedna biogazownia wykorzystująca biomasę pochodzenia rolniczego. Według prognoz, będą one powstawać w gminach wiejskich, posiadających duży areal i możliwość pozyskiwania odpowiedniej jej ilości. Produkcja biogazu realizowana będzie w oparciu o rośliny z upraw energetycznych. Tendencja ta przekłada się na wzrost obszarowy plantacji w strukturze upraw, przede wszystkim wierzby (*Salix* sp.), topoli (*Populus* sp.) i gatunków z rodzaju *Miscanthus* – głównie miskanta olbrzymiego (*Miscanthus x giganteus*), który jest wrażliwy na przemarzanie w momencie sadzenia jak i w okresie pierwszej zimy (KOŚCIK, 2003; MATYKA i KUŚ, 2011; STĘPIEŃ i WSP., 2014; SZCZUKOWSKI i WSP., 2006). Docelowo obszar plantacji roślin energetycznych w 2020 roku powinien wynosić ok. 500 tys. ha (KUŚ i FABER, 2009; BUDZYŃSKI i WSP., 2009). STOLARSKI i WSP. (2012) zwracają uwagę, że podstawową barierą są stosunkowo wysokie koszty zakładania oraz likwidacji plantacji. W okolicach Kwidzyna w województwie pomorskim powstaje największa w Europie plantacja topoli hybrydowej, która docelowo ma zajmować powierzchnię 25 tys. ha, a pozyskana z niej biomasa ma być wykorzystywana przez elektrociepłownię (KLEIN, 2012). Według KOWALCZYK-JUŚKO (2013) ograniczenie upraw roślin energetycznych do kilku gatunków prowadzi do zmniejszenia różnorodności ekologicznej i tworzenia wielkoobszarowych monokultur. Zdaniem MAJEWSKIEJ-SAWKA (2009) realizacja 15% udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energii finalnej zaowocuje w 2020 roku zapotrzebowaniem na ponad 8 mln ton biomasy i spowoduje tworzenie wieloobszarowych plantacji miskantusa. W celu przeciwdziałania tym niekorzystnym zmianom, należy sięgać po inne gatunki m. in. wieloletnie trawy ze względu na ich różnorodność i wielofunkcyjność, a także szeroką amplitudę występowania (MAJTKOWSKI, 2006). Szczególnie polecane są tu trawy o typie fotosyntezy C_4 , które charakteryzują się wysokim potencjałem plonowania, oszczędnym gospodarowaniem wodą i składnikami mineralnymi oraz zwiększoną absorpcją CO_2 (MALINOWSKA i WSP., 2006; MATYKA i KUŚ, 2011). Pożądaną cechą tych traw jest wysoka wartość opałowa, a także mała ilość popiołu pozostająca po spalaniu słomy, który wykazuje znacznie słabsze właściwości zanieczyszczenia powierzchni ogrzewanych i nie prowadzi do wzmoczonej korozji oraz narastania agresywnych osadów (KOWALCZYK-JUŚKO, 2009). Ponadto do zbioru nie jest wymagany specjalistyczny sprzęt i nie ma potrzeby ochrony chemicznej przeciw szkodnikom i chorobom w przeciwieństwie do plantacji wierzby czy rzepaku. Zdaniem KOWALCZYK-JUŚKO (2013) jednym z gatunków spełniającym te wymogi jest pochodząca z Ameryki Północnej spartina perio-wa (*Spartina pectinata* Link., syn. *Spartina michauxiana* Hitch.). Gatunek

ten występuje w Polsce również pod nazwą spartina sercowata lub spartina grzebieniasta. KOŚCIK (2003) podaje, że najczęściej wykorzystywana jest jako trawa ozdobna, zwłaszcza odmiana *Aureomarginata* o żółto obrzeżonych blaszkach liściowych. SZCZUKOWSKI i WSP. (2006) zwracają uwagę na odporność tego gatunku na zmienne warunki środowiska i małe wymagania glebowe. W naturalnych warunkach spartina występuje powszechnie na preriach od Nowej Funlandii i Quebec po Arkansas, Texas oraz Nowy Meksyk co świadczy o znacznych możliwościach adaptacyjnych do skrajnych warunków siedliskowych. Jest ona trawą luźnokępkową z pędami wyrastającymi do 2 m, wytwarza podziemne kłącza o długości od kilku do kilkunastu centymetrów, a na ich końcach rozwijają się nowe pędy. Rozrasta się jednak powoli co sprzyja zachwaszczeniu plantacji i może ograniczać rozwój (SEKUTOWSKI i DZIĄGWA, 2012). MAJTKOWSKI i MAJTKOWSKA (2008) podają, że „przy zakładaniu plantacji należy zwrócić uwagę na konieczność uzupełniania wypadów, a także na jej udatność – czyli rzeczywistą liczbę żywych roślin w stosunku do zastosowanej obsady”. Cytowani autorzy podkreślają, że uzyskane z istniejących plantacji produkcyjnych plony zazwyczaj były niższe niż na doświadczeniach. Potwierdzają to również KOBYLIŃSKI i OLSZEWSKA (2013). Wynika to z tego, że w niektórych badaniach prowadzonych na temat przydatności do uprawy nowych gatunków traw w warunkach klimatycznych Polski wysadza się dobrze rozkrzewione rośliny, po okresie wstępnego rozwoju np. w szklarniach, często na poletkach o powierzchni tylko 1 m².

Badania miały na celu określenie wpływu warunków klimatycznych Pojezierza Olsztyńskiego na wzrost i rozwój spartiny preriowej (*Spartina pectinata*) w pierwszych trzech latach uprawy.

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 40 roślin *Spartina pectinata* Link. (obsada 2 rośliny na 1 m²). Sadzonki kupiono w Ogrodzie Botanicznym Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR-PIB w Bydgoszczy. Kłącza 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 ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 7,2$).

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

- kontrola
- nawożenie gnojowicą – $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
- nawożenie gnojowicą – $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
- nawożenie gnojowicą – $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} + 40 \text{ kg P ha}^{-1}$.

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 pierwszym roku badań na wszystkich roślinach na poletku mierzono: wysokość, ilość pędów na karpie i 1 m^2 , 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 $p = 0,95$. Stosowano odchwaszczanie mechaniczne w pierwszych dwóch latach badań.

3. Wyniki i dyskusja

OSTROWSKI i GUTKOWSKA (2008) zwracają uwagę na temperaturę powietrza, od której zależy intensywność transpiracji i przebieg procesów asymilacji decydujących o rozwoju traw introdukowanych o typie fotosyntezy C_4 . 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 $2,7^\circ\text{C}$, w trzecim o $0,7^\circ\text{C}$ (tab. 1). IŻEWSKA (2009) podkreśla duże znaczenie opadów dla rozwoju nowo posadzonych roślin. Jednakże nie mogą być one zbyt małe szczególnie podczas okresu krytycznego, czyli od posadzenia do początku „krzewienia”. 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 2009 roku spadło 583,9 mm, czyli o 2,2 mm więcej niż średnia z wielolecia, jednak ich rozkład był bardzo niekorzystny. 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 II i III dekadzie kwietnia suma opadów wynosiła zaledwie 8,6 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. W miesiącu tym największa ilość opadów wystąpiła w dniach od 7 do 13 – w tym czasie spadło 34,8 mm deszczu oraz od 15 do 17–24,4 mm. Okres suszy trwający 29 dni wystąpił po posadzeniu, ponieważ do 16 czerwca spadło jedynie 1,2 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, przypadającego na okres od posadzenia kłaczy do początku „krzewienia”, suma opadów była zbyt mała, co przyczyniło się nie tylko do słabego wzrostu, ale usychania roślin. Podobne zależności w badaniach stwierdziła IŻEWSKA (2009). 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. Według LISOWSKIEGO i PORWISIAK (2010) rok 2007 był niekorzystny pod względem ilości opadów. 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 traw o typie fotosyntezy C_4 przypadającego od chwili ruszenia wegetacji do osiągnięcia przez nie wysokości 40 cm suma opadów była zbyt mała, co przyczyniło się do ich słabego wzrostu i rozwoju. Dopiero w sierpniu 2008 roku na doświadczeniu odnotowano wyższe ilości opadów niż średnio w wieloleciu o 41 mm (17 sierpnia spadło 37 litrów deszczu na m^2). LISOWSKI i PORWISIAK (2010) podają, że również rok 2008 był niekorzystny pod względem wilgotnościowym. W 2009 roku wiosna była bardzo sucha i ciepła, małe opady odnotowano w kwietniu, które w porównaniu do średniej z wielolecia były niższe o 29,1 mm, a temperatury wyższe o 2,4°C. W maju tego roku opady również były niższe od średniej o 4,1 mm, a temperatury wyższe o 1,2°C. Dopiero w czerwcu wystąpiły obfite opady – 134,5 mm, o 54,1 mm więcej niż średnia z wielolecia dla tego miesiąca. W pozostałych miesiącach spadło mniej deszczu, dopiero w październiku i listopadzie były wyższe od średniej.

Warunki meteorologiczne w okresie zakładania doświadczenia były mało korzystne dla wzrostu i rozwoju spartiny preriowej. Wyższe temperatury panujące w czerwcu 2007 roku, przy bardzo małych opadach, wpłynęły negatywnie na ukorzenie i żywotność roślin. Zaobserwowano duże straty roślin: z 640 wysadzonych kłaczy na poletkach w czerwcu odnotowano 214 roślin – tj. 33,4%,

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
2009													
I	-7,5	-0,7	1,1	8,5	13,9	14,6	21,7	21,2	16,3	8,8	3,0	3,6	
II	-3,3	-1,9	1,6	9,6	14,2	15,8	21,6	18,7	14,3	3,8	5,6	-6,9	
III	0,9	-1,0	3,3	12,2	16,0	18,7	21,7	17,9	10,1	6,1	5,5	-2,2	
Średnia Mean	-3,2	-1,2	2,0	10,1	14,7	16,4	21,7	19,3	13,9	6,2	4,7	-1,9	8,6
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
2009													
I	2,8	7,6	10,2	4,2	12,4	65,2	33,8	5,6	11,2	19,8	8,0	10,0	
II	0,4	9,2	27,0	0,0	8,8	31,6	20,1	13,2	18,2	25,8	29,0	1,2	
III	15,4	15,2	28,4	0,0	33,2	37,7	11,1	6,2	10,4	15,8	10,6	24,4	
Suma Sum	18,6	32,0	65,6	4,2	54,4	134,5	65,1	25,0	39,8	61,4	47,6	35,6	583,9
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

w lipcu pozostało 202 rośliny, czyli 31,6,3%, we wrześniu nie odnotowano braku kolejnych roślin. W maju 2008 roku, zaobserwowano brak 1 rośliny, w wyniku czego z 640 wysadzonych pozostało 201, czyli tylko 31,4%. KOŚCIK (2003) podaje, że spartina preriowa jest gatunkiem o dużych możliwościach adaptacyjnych do skrajnych warunków siedliskowych. W badaniach opisywanych w niniejszej pracy spartina preriowa okazała się wrażliwa na niedobór opadów w pierwszym roku uprawy. Bardzo sucha wiosna i wyższe temperatury powietrza nie sprzyjały ukorzenianiu się kłączy. Przebieg pogody w sezonie zimowym 2007–2008 okazał się mało korzystny, po ciepłym styczniu, lutym i marcu rośliny rozpoczęły vegetację na początku kwietnia. 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 nowo wytworzonych pędów, w konsekwencji miało to wpływ na ich niską liczbę w drugim roku badań. KUŚ i WSP. (2008) podają, że ważne jest także położenie plantacji, np. zlokalizowanie w obniżeniu terenu oraz na ciężkiej czarnej ziemi powoduje opóźnienie wzniesienia vegetacji wiosną oraz zwiększa uszkodzenia roślin przez późnowiosenne przymrozki. W maju dosadzono brakujące rośliny, ale rosły one słabiej ponieważ wiosna była bardzo sucha, poprawa warunków wilgotnościowych nastąpiła dopiero w sierpniu. Zabieg ten wykonany wiosną okazał się mało skuteczny, w przypadku tego gatunku lepszy byłby termin późno-letni. Wybór terminu dosadzania ma duże znaczenie przy dużym areale, ponieważ jest on już bardziej pracochłonny (trzeba go wykonać ręcznie) i kosztowny. W badaniach LISOWSKIEGO i PORWISIAK (2010) prowadzonych w latach 2006–2008 na poletkach doświadczalnych Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży (północno-wschodnia część Polski) zanotowano „częściowe” wypadnięcie roślin miskanta spowodowane m.in. „zbyt małymi opadami atmosferycznymi”. MAJTKOWSKI i MAJTKOWSKA (2008) podają, że również w wyniku niekorzystnego przebiegu pogody w miejscowości Gronowo Górne k. Elbląga nastąpiło zniszczenie większości pędów na plantacji traw introdukowanych. Obsada roślin w doświadczeniach cytowanych autorów wynosiła w Gronowie Górnym – 63,3%, a w Radzikowie – 70,3%. OSTROWSKI i GUTKOWSKA (2008) potwierdzają dużą wrażliwość gatunków introdukowanych na niedobór opadów. 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 miskanta olbrzymiego w rejonie Chojnic na plantacjach energetycznych gatunków wieloletnich traw zwracają uwagę na bardzo powolne tempo rozwoju, małą konkurencyjność oraz niski plon w pierwszych dwóch latach uprawy. Zakładając plantacje spartiny preriowej proponuje się zwiększyć obsadę roślin dwukrotnie lub trzykrotnie od zastosowanej w badaniach, jednak

zalecana przez KOŚCIKA (2003) liczba 8–10 sadzonek na 1 m² może okazać się zbyt duża.

W sierpniu 2007 roku spartina preriowa wytworzyła na jednej roślinie średnio tylko 2 pędy, co dało jedynie 4 pędy na 1 m². Krzewienie się badanego gatunku było słabe również w październiku. Średnio liczba pędów wzrosła na jednej roślinie do 3 szt., a na metrze do 6 szt. (tab. 2). W prowadzonych przez KOWALCZYK-JUŚKO (2013) w latach 2003–2006 doświadczeniu rośliny spartiny wytworzyły w pierwszym roku od 3 do 8 pędów na 1 m² i miały wysokość od 0,84 do 1,58 m. W badaniach własnych w sierpniu 2007 roku rośliny miały średnio od 0,71 m do 0,94 m. W październiku średnia wysokość wynosiła od 0,92 m do 1,12 m. W 2007 roku pojedyncze pędy miały maks. wysokość ok. 1,42 m. W roku założenia doświadczenia 54 rośliny spartiny (tj. 27%) wytworzyły kwiatostany, ale nie uzyskano z nich nasion.

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	Liczba pędów na karpie (szt.) Number of stems per stool (stem)	Liczba pędów (szt. m ⁻²) Number of stems (no. m ⁻²)	Wysokość roślin (m) Plant height (m)	Max. wysokość roślin (m) Max. plant height (m)
VIII.2007	2	4	0,71	0,94
X.2007	3	6	0,92	1,12

Liczba pędów spartiny w sierpniu 2008 roku wynosiła średnio od 7 szt. m⁻² na obiektach kontrolnych do 10 z nawożeniem gnojowicą i 40 kg P (tab. 3). W październiku ilość pędów wzrosła i wynosiła od 16 szt. m⁻² na obiektach kontrolnych do 19 szt. z nawożeniem gnojowicą. U badanego gatunku stwierdzono istotny wzrost opisywanej cechy pod wpływem nawożenia fosforem i niższą dawką gnojowicy. Również w październiku 2008 roku liczba pędów była istotnie wyższa na obiektach z nawożeniem 15 m³ ha⁻¹ gnojowicy. W badaniach KOWALCZYK-JUŚKO (2013) w drugim roku spartina na glebie brunatnej wytworzonej z lessów, należącej do II klasy bonitacyjnej posiadała od 58 do 144 szt. pędów m⁻². Cytowana autorka sadzonki wysadziła w rozstawie 1 × 0,5 m. W trzecim roku badań własnych na jednym metrze stwierdzono w sierpniu od 70 do 89 pędów, pod koniec wegetacji ich liczba wzrosła w zależności od nawożenia od 78 do 92 sztuk. W obu terminach pomiarów największą liczbę notowano na obiektach z wyższą dawką gnojowicy, ale różnice nie były statystycznie istotne. KOWALCZYK-JUŚKO (2013) podaje, że w trzecim roku użytkowania plantacji stwierdzono średnio 181 pędów na 1 metrze kwadratowym, czyli ponad dwa razy więcej niż u nas. Wynikać to może przede wszystkim z lepszej klasy

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

Lata Data	Data Data	Liczba pędów (szt. m ⁻²) Number of stems (no. m ⁻²)				Wysokość roślin (m) Plant height (m)			
		Kon- trola Control	Gnojowica-Liquid manure			Kon- trola Control	Gnojowica-Liquid manure		
			15 m ³ ha ⁻¹	30 m ³ ha ⁻¹	15 m ³ +40 kg P ha ⁻¹		15 m ³ ha ⁻¹	30 m ³ ha ⁻¹	15 m ³ +40 kg P ha ⁻¹
2008	VIII.2008	7 a*	10 c	8 b	10 c	0,86 a*	1,00 b	0,99 b	1,02 b
	X.2008	16 a*	19 c	18 b	18 b	1,25 a*	1,34b	1,30 b	1,30 b
2009	VIII.2009	70 a*	73 a	89 a	73 a	1,43 a*	1,43 a	1,42 a	1,42 a
	X.2009	78 a*	87 a	92 a	82 a	1,97 a*	1,93 a	1,98 a	1,96 a

a* – grupy jednorodne, średnie w wierszach – homogenous groups, means in lines.

gleby na jakiej założono plantację. W badaniach DRADRACH I WSP. (2007) spartina preriowa na glebie lekkiej, średnio od 4-go do 6-go roku uprawy, wytworzyła 163 szt. pędów m⁻². Cytowani autorzy podkreślają, że była to jedna z najmniejszych ilości pędów na jednostce powierzchni spośród 7 badanych traw. Mniejszą ilość (153 szt. m⁻²) wytworzył tylko *Miscanthus sinensis*. KUŚ I WSP. (2008) podaje, że w latach 2004–2006 (w 2–4 roku uprawy) na glebie średniej (kompleks-4) genotypy *Miscanthus ssp.* przeciętnie wytworzyły zdecydowanie mniej pędów – 65 szt. na roślinie. W badaniach KOWALCZYK-JUŚKO i KOŚCIK (2004) w piątym roku uprawy ilość pędów spartiny na trzech różnych utworach glebowych wynosiła od 197 do 397 szt. na m², najwięcej na glebie ilastej. Autorzy podają, że w roku badań sumy opadów były niższe od średniej z wielolecia – z wyjątkiem maja, w którym notowano ponad dwukrotnie wyższe opady. Taki przebieg pogody wydaje się być optymalny dla dobrze ukorzenionych i rozkrzewionych roślin o typie fotosyntezy C₄. W przypadku spartiny preriowej można stwierdzić, że w kolejnych latach użytkowania nie suma opadów, ale ich rozkład ma duży wpływ na jej krzewienie. W badaniach własnych gatunek ten w drugim roku wytworzył nieliczne kwiatostany. Ich ilość pod koniec okresu wegetacyjnego wynosiła średnio na poletkach: kontrolnych 1 szt. na m² (czyli 6,3% całkowitej liczby pędów), 1,4 szt. (7,4%) z nawożeniem gnojowicą 15 m³ ha⁻¹, 1 szt. (5,6%) z nawożeniem wyższą dawką gnojowicy i 1,4 szt. (7,5%) z nawożeniem gnojowicą i fosforem. Obserwacje rozwoju wykazały, że jesienią większość pędów generatywnych znajdowała się w fazie kłoszenia i kwitnienia, ale nie zawiązała nasion. KOWALCZYK-JUŚKO i KOŚCIK (2004) opisując w badaniach rozwój spartiny preriowej podają, że wytworzyła ona mniej pędów generatywnych niż *Miscanthus sacchariflorus*. W badaniach własnych publikowanych we wcześniejszej pracy również rośliny miskanta cukrowego wytworzyły zdecydowanie więcej

kwiatostanów (BAŁUCH-MAŁECKA i WSP., 2015). W badaniach MAJTKOWSKIEJ i MAJTKOWSKIEGO (2003) 35% roślin miskanta pod koniec sezonu wegetacyjnego znajdowało się w fazie generatywnej i z kilku roślin uzyskano nasiona.

W literaturze podaje się, że rośliny spartiny preriowej „wyrastają do wysokości 2,0 m” (KOŚCIK, 2003; SZCZUKOWSKI i WSP., 2006). Cytowani autorzy nie podają, jak to się zmienia w zależności od warunków pogodowych i gleby czy nawożenia. W drugim roku badań własnych, w sierpniu rośliny tego gatunku osiągnęły średnio wysokość od 0,86 m do 1,02 m, natomiast w październiku wynosiła od 1,25 m na obiektach kontrolnych do 1,34 m na poletkach z nawożeniem gnojowicą 15 m³ ha⁻¹. Zastosowane nawożenie powodowało istotny wzrost roślin, najwyższe były na obiektach z niższą dawką gnojowicy. KOWALCZYK-JUŚKO (2013) podaje, że w drugim roku doświadczenia spartina osiągnęła wysokość w granicach od 1,24 do 1,99 m. W doświadczeniu MAJTKOWSKIEGO (1997) przeprowadzonym w Bieruniu i Puławach spartina preriowa osiągnęła odpowiednio 1,34 m i 1,68 m. W trzecim roku badań własnych, w sierpniu rośliny tego gatunku osiągnęły średnio wysokość około 1,43 m, w październiku średnio od 1,92 m na obiektach kontrolnych do 1,98 m na poletkach z nawożeniem wyższą dawką gnojowicy. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanego nawożenia na wzrost roślin. W badaniach KOWALCZYK-JUŚKO (2013) w trzecim roku uprawy opisywany gatunek miał większą wysokość średnio około 1,97 m. W innej pracy KOWALCZYK-JUŚKO i KOŚCIK (2004) podają, że w piątym roku badań średnia wysokość roślin wynosiła 1,47 m, wartość ta oscylowała w granicach od 1,35 do 1,69 m w zależności od typu gleby, najwyższa była na glebie ilastej. Użyte przez MAJTKOWSKIEGO (1998) wyniki dotyczące poszczególnych parametrów biometrycznych dla spartiny preriowej oraz miskanta cukrowego były wyższe. Zdaniem KOWALCZYK-JUŚKO i KOŚCIK (2004) wynikało to z dwóch powodów: niesprzyjających warunków klimatycznych panujących w sezonie, szczególnie pod względem opadów oraz braku nawożenia mineralnego. W świetle cytowanych powyżej wyników celowe wydaje się kontynuowanie badań dotyczących optymalizacji obsady i agrotechniki badanego gatunku.

4. Wnioski

- Obsada roślin zależała od układu warunków pogodowych po wysadzeniu. Brak opadów oraz ich niekorzystny rozkład przy wysokich temperaturach spowodował obniżenie żywotności i zamieranie kłaczy spartiny preriowej.
- Zdolności adaptacyjne i regeneracyjne badanego gatunku po wysadzeniu okazały się niewystarczające dla uzyskania optymalnej obsady roślin.

- Zakładając plantacje *Spartina pectinata* w północno-wschodniej Polsce zaleca się zwiększyć obsadę roślin dwu-trzykrotnie od zastosowanej w badaniach.
- Zastosowane w doświadczeniu nawożenie organiczno-mineralne spowodowało istotny wzrost roślin spartiny preriowej.

Literatura

- BAL R., 2008. Zagospodarowanie słomy i możliwości jej wykorzystania do produkcji paliw formowalnych na przykładzie województwa warmińsko-mazurskiego. Inżynieria Rolnicza, 1, 17–21.
- BALUCH-MAŁECKA A., OLSZEWSKA M., ALBERSKI J., 2015. Wzrost i rozwój wybranych gatunków traw z rodzaju *Miscanthus* uprawianych w warunkach klimatycznych Pojezierza olsztyńskiego. Łąkarstwo w Polsce, 16, 19–28.
- BUDZYŃSKI W., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., 2009. Wybrane problemy z zakresu produkcji roślinnej na cele energetyczne. I Kongres Nauk Rolniczych „Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich”, Puławy, 76–89.
- DUDKIEWICZ M., BOLIBOK Ł., 2011. Wybrane rośliny energetyczne jako element kształtowania krajobrazu. Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus, 10, 3, 13–20.
- DRADRACH A., GĄBKA D., SZLACHTA J., WOLSKI K., 2007. Wartość energetyczna kilku gatunków traw uprawianych na glebie lekkiej. Łąkarstwo w Polsce, 10, 29–35.
- GOLIŃSKI P., JOKŚ W., 2007. Właściwości chemiczne i biologiczne traw a produkcja biogazu. Łąkarstwo w Polsce, 10, 37–47.
- GRZELAK M., WALISZEWSKA B., SPEAK-DŹWIGAŁA 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 habilitacyjna, Wydawnictwo ZUT Szczecin, 1–108.
- KLEIN, 2012. Kwidzyn. Największa plantacja biomasy w Europie da nawet 1000 miejsc pracy (28.04.2012r.) <http://www.dziennikbałtycki.pl>
- KIERUNKI ROZWOJU BIOGAZOWNI ROLNICZYCH W POLSCE NA LATA 2010–2020. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 13 lipca 2010r. <http://www.pigeor.pl/media/js/kcfinder/upload/files/Kierunki-Rozwoju-Biogazowni-Rolniczych-w-Polsce-na-lata-2010-2020.pdf>: 1–24.
- KOBYLIŃSKA A., OLSZEWSKA M., 2013. Efektywność energetyczna produkcji biomasy *Miscanthus giganteus*. Łąkarstwo w Polsce, 16, 19–28.
- KOŚCIK B., 2003. Rośliny energetyczne. Wydawnictwo AR Lublin, 1–145.
- KOŚCIK B., KOWALCZYK-JUŚKO A., KOŚCIK K., 2003. Uprawa miskanta cukrowego i spartiny preriowej. W: Ogniwa 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.

- KOWALCZYK-JUŚKO A., 2009. Popiół z różnych roślin energetycznych. *Proceedings of ECO-pole*, 3, 1, 159–164.
- KOWALCZYK-JUŚKO A., 2013. Biometryczne i energetyczne parametry spartiny preriowej w trzech pierwszych latach wegetacji. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 21, 2, 69–77.
- KUŚ J., FABER A., STASIAK M., KAWALEC A., 2008. Plonowanie wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na różnych glebach. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 16, 1, 79–86.
- KUŚ J., FABER A., 2009. Produkcja roślinna na cele energetyczne a racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. I Kongres Nauk Rolniczych „Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich”, Puławy, 63–75.
- LISOWSKI J., PORWISIAK H., 2010. Wpływ nawożenia osadami na plon miskanta (*Miscanthus giganteus*). *Fragmenta Agronomica*, 27, 4, 94–101.
- MAJEWSKA-SAWKA A., 2009. Miskant olbrzymi – rozwój plantacji w Polsce i zagranicą. *Czysta Energia*, 11, 34–35.
- MAJTKOWSKA G., MAJTKOWSKI W., 2003. Obserwacje nad rozwojem traw o typie fotosyntezy C₄ w warunkach Polski. *Komunikat. Biuletyn IHAR*, 225, 387–392.
- MAJTKOWSKI W., 1997. Gatunek pionierski dla terenów zdegradowanych – *Spartina michauxiana* Hitchc. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 451, 317–323.
- MAJTKOWSKI W., 2006. Bioróżnorodność upraw energetycznych. Podstawy zrównoważonego rozwoju. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 14, 2, 25–36.
- MAJTKOWSKI W., MAJTKOWSKA G., 2008. Produktywność wieloletnich plantacji energetycznych w Polsce. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 16, 2, 153–157.
- MALINOWSKA E., WIŚNIEWSKA-KADŻAJAN B., JANKOWSKI K., SOSNOWSKI J., WYRĘBEK H., 2014. Ocena przydatności biomasy różnych roślin na cele energetyczne. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach*, 102, Administracja i Zarządzanie, 29, 49–61.
- MATYKA M., KUŚ J., 2011. Plonowanie i cechy biometryczne wybranych genotypów miskanta. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 19, 2, 157–163.
- OSTROWSKI J., GUTKOWSKA A., 2008. Model diagnostyczny typowania gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 16, 2, 145–152.
- ROSZKOWSKI A., 2008. Biomasa kontra rolnictwo. *Inżynieria Rolnicza*, 10, 201–207.
- SEKUTOWSKI T.R., DZIAĞWA M., 2012. Weed problem on the newly established prairie cordgrass (*Spartina pectinata*) plantations intended for energetic purposes. *Journal of Central European Agriculture*, 13, 3, 527–535.
- STĘPIEŃ W., GÓRSKA E.B., PIETKIEWICZ S., KALAJI M.H., 2014. Long-term mineral fertilization impact on chemical and microbiological properties of soil and *Miscanthus x giganteus* yield. *Plant Soil Environment*, 60, 3, 117–122.
- STOLARSKI M., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., 2008. Biopaliwa z biomasy wieloletnich roślin energetycznych. *Energetyka i ekologia*. <http://www.e-energetyka.pl>, 77–80.
- STOLARSKI M., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., KRZYŻANIAK M., 2012. Koszty założenia połowych plantacji szybko rosnących roślin drzewiastych. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G – Ekonomika Rolnictwa*, 99, 1, 129–140.
- SZCZUKOWSKI S., KOŚCIK B., KOWALCZYK-JUŚKO A., TWORKOWSKI J., 2006. Uprawa i wykorzystanie roślin alternatywnych na cele energetyczne. *Fragmenta Agronomica*, 23, 3, 300–315.

TAUBE F., HERMANN A., POTSCHE 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*, 17, 5, 219–227.

The growth and development of *Spartina pectinata* under the climatic conditions of the Olsztyn Lakeland

A. BALUCH-MAŁECKA¹, M. OLSZEWSKA¹, J. ALBERSKI¹, M.A. FENYK²

¹Department of Grassland Sciences and Green Space Management, ²Department of Botany and Nature Protection, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Summary

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. Forty seedlings of prairie cordgrass (*Spartina pectinata* Link.) were grown per plot, at the density of 2 plant 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.

It was found that term drought accompanied by high temperatures in Spring 2007 had a negative influence on the rooting and vigor of seedlings. The results of this study indicate that under the climatic conditions of the Olsztyn Lakeland, the number of prairie cordgrass seedlings should be increased to 4–6 per m² of plantation area. The fertilizers used in the experiment had a significant positive effect on the growth of the analyzed *Spartina pectinata* plants.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr Anna Bałuch-Malecka

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