

Instytut Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: m.kolodziejczyk@ur.krakow.pl

MAREK KOŁODZIEJCZYK

Wpływ warunków opadowo-termicznych na plonowanie średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego

*Influence of rainfall and thermal conditions on the yielding of medium late and
late cultivars of edible potato*

Streszczenie. Ocenę wpływu warunków pogodowych na kształtowanie się wielkości i struktury plonu bulw ziemniaka prowadzono w latach 2006-2011. Badano sześć średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego: Jelly, Medea, Niagara, Syrena, Ursus i Zeus. Plon ogólny bulw w poszczególnych latach badań kształtował się w szerokim zakresie od 19,1 do 66,9 t · ha⁻¹, natomiast plon handlowy od 17,1 do 61,1 t · ha⁻¹. Największe plony stwierdzono w sezonie charakteryzującym się nadmierną w stosunku do potrzeb ilością opadów w maju i czerwcu oraz ich umiarkowanym niedoborem w pozostałych miesiącach, najmniejsze natomiast w roku skrajnie wilgotnym. Warunki opadowo-termiczne istotnie różnicowały także strukturę plonu bulw. Niedobór opadów w maju i czerwcu wpływał niekorzystnie na liczbę bulw zawiązanych przez rośliny ziemniaka. Z kolei większa w stosunku do potrzeb ilość opadów w lipcu korzystnie oddziaływała na średnią masę bulwy. Odmiany ziemniaka istotnie różniły się wielkością plonu ogólnego i handlowego bulw, liczbą zawiązanych bulw, ich średnią masą oraz udziałem frakcji bulw handlowych i dużych w plonie ogólnym.

Słowa kluczowe: ziemniak, odmiana, plonowanie, warunki opadowo-termiczne

WSTĘP

Warunki klimatyczno-glebowe Polski sprzyjają uprawie ziemniaka, jednak wysoka amplituda plonów uzyskiwanych w poszczególnych latach wskazuje na istotny wpływ przebiegu pogody w okresie wegetacji, a szczególnie ilości i rozkładu opadów atmosferycznych na plonowanie tej rośliny. Z danych literaturowych wynika, że w warunkach poprawnej agrotechniki elementy meteorologiczne decydują o zmienności plonowania ziemniaka w około 40% [Trętowski i in. 1989, Nowak 2006, Rębarz i Borówcak 2006,

Trawczyński 2009], a w latach o szczególnie niekorzystnym układzie pogody nawet w 50% [Kalbarczyk 2004]. Mimo iż rola opadów w kształtowaniu się wielkości i struktury plonu bulw jest oczywista, potrzeby wodne ziemniaka podawane w literaturze przedmiotu są zróżnicowane, a problem bardziej złożony [Dzieżyc i in. 1987, 1989, Kołodziej 1996, Kalbarczyk 2004, 2005a]. Nieuwzględnianie czynników agrotechnicznych, takich jak poziom nawożenia, zwartość łanu czy intensywność ochrony, a także warunków meteorologicznych, m.in. temperatury i wilgotności powietrza oraz prędkości wiatru, decydujących o ewapotranspiracji, znacznie ogranicza przydatność wyznaczonych potrzeb opadowych roślin uprawnych [Zawora i Ziernicka-Wojtaszek 2005]. Zdaniem Ziernickiej [2004], wzrost temperatury powietrza tylko o 1–2°C powoduje zwiększenie potrzeb wodnych roślin uprawnych w warunkach Polski średnio o 6,3–14,5 mm w skali miesiąca. Potrzeby wodne roślin są zróżnicowane w poszczególnych fazach rozwojowych. Największe zapotrzebowanie na wodę średnio późnych i późnych odmian ziemniaka przypada na lipiec i I dekadę sierpnia, co odpowiada fazie zawiązywania bulw i ich intensywnego wzrostu [Kalbarczyk 2005b, Biniak i in. 2007]. Efektywność opadów w danym okresie rozwoju zależy jednak od sumy opadów w okresie poprzedzającym oraz następnym [Kalbarczyk i Kalbarczyk 2009]. Potrzeby wodne ziemniaka uzależnione są także od warunków glebowych. Do uzyskania wysokich plonów ziemniaka uprawianego na glebie ciężkiej niezbędne są opady w ilości 300–350 mm [Trybała 1996]. Z kolei badania Kołodzieja [1996] obejmujące okres 25-letni dowodzą, że maksymalne plony bulw późnych odmian ziemniaka można uzyskać przy sumie opadów kształtujących się w przedziale od 308 do 406 mm.

Celem pracy było określenie wpływu warunków opadowo-termicznych na kształtowanie się wielkości oraz struktury plonu bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego uprawianych na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego.

MATERIAŁ I METODY

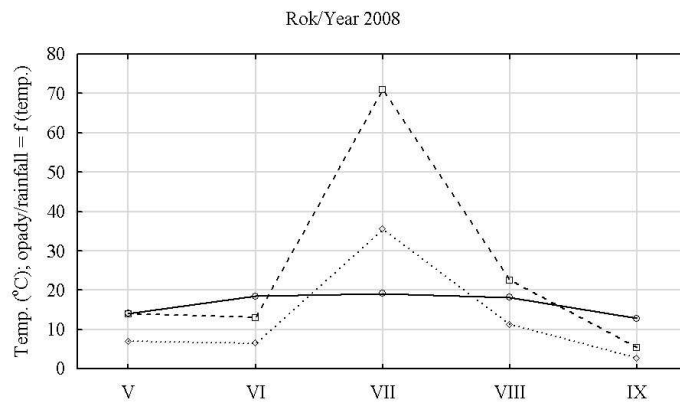
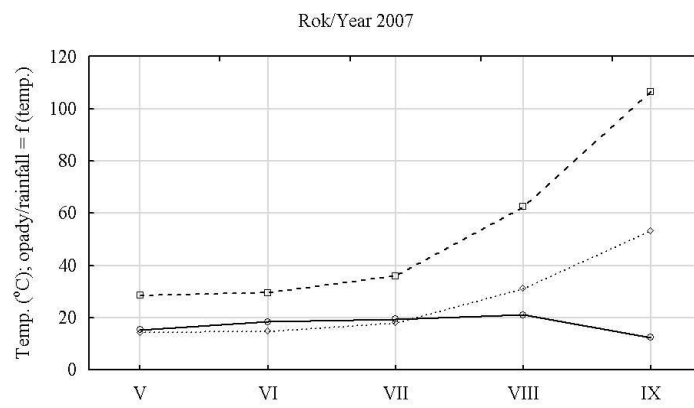
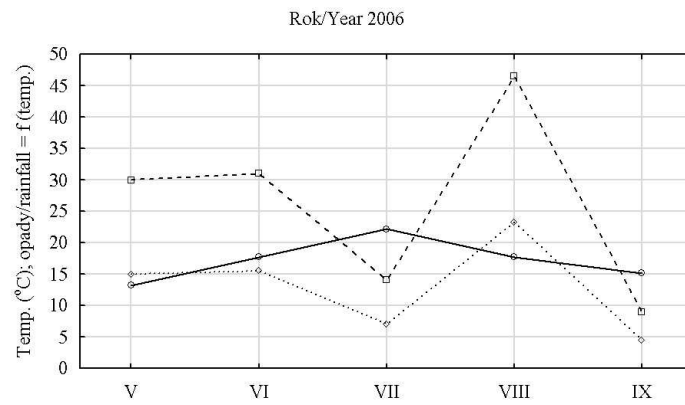
Badania polowe realizowano w latach 2006–2011 w Stacji Doświadczalnej w Prusach (50°07'N i 20°05'E), należącej do Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Eksperyment założono w układzie losowanych bloków w 3 powtórzeniach na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu, zaliczanym do kompleksu pszennego bardzo dobrego i I klasy bonitacyjnej. Obiektem badań były średnio późne i późne odmiany ziemniaka jadalnego: Jelly, Medea, Niagara, Syrena, Ursus i Zeus. Nawożenie mineralne na stałym poziomie (N – 100 kg, P₂O₅ – 90 kg, K₂O – 150 kg · ha⁻¹) stosowano wiosną przed sadzeniem, zaś organiczne obornikiem w dawce 30 t · ha⁻¹ – jesienią. Bulwy ziemniaka wysadzano w II dekadzie kwietnia w rozstawie 75 × 35 cm. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 15,75 m². Przedplonem była pszenica ozima. Zachwaszczenie ograniczano metodą mechaniczno-chemiczną, ponadto corocznie wykonywano 3 zabiegi fungicydowe przeciw zarazie ziemniaka (Ridomil Gold MZ 68 WG – 2 kg · ha⁻¹ oraz 2-krotnie Infinito 687,5 SC – 1,2 l · ha⁻¹) i 1 zabieg zwalczający stonkę (Actara 25 WG – 0,08 kg · ha⁻¹). Między 20 września a 6 października przeprowadzano zbiory ziemniaka, w czasie których określano plon ogólny bulw. Przed zbiorem z każdego poletka pobierano próby o masie ok. 10 kg w celu określenia struktury plonu bulw. W próbach wydzielono frakcję

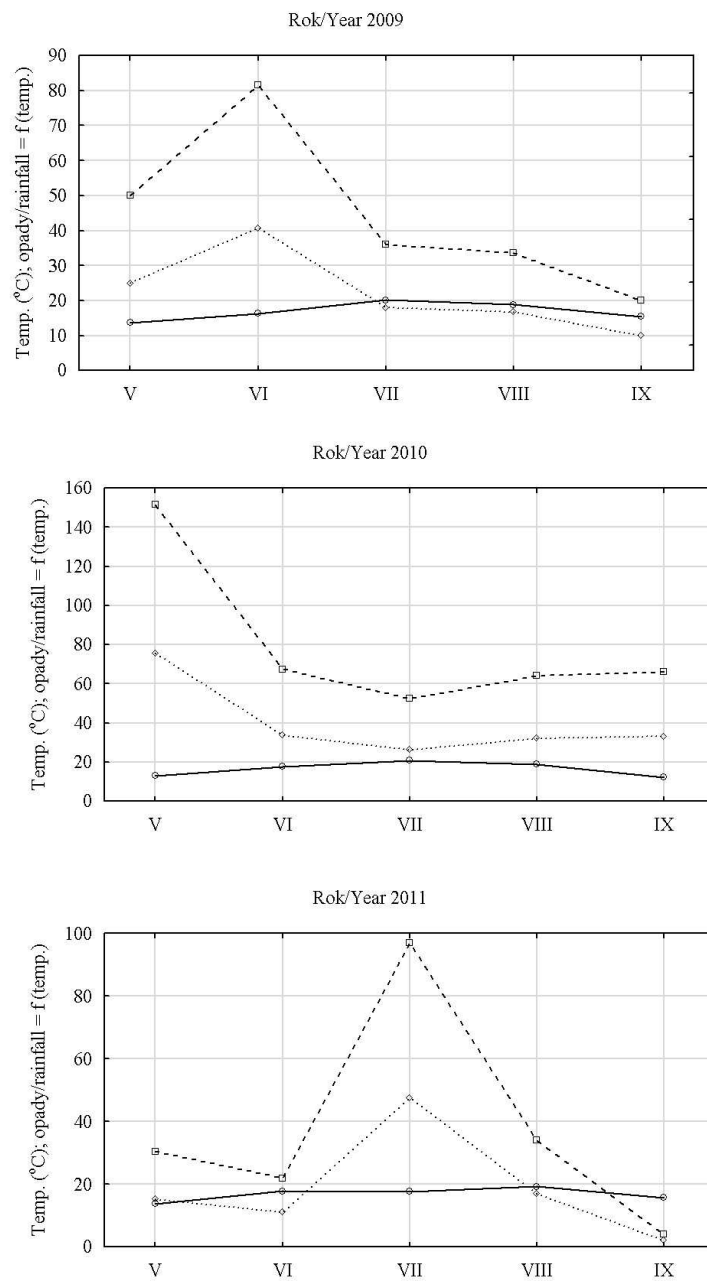
bulw handlowych o średnicy powyżej 35 mm oraz frakcję bulw dużych o średnicy powyżej 50 mm. Plon handlowy stanowiła masa bulw o średnicy powyżej 35 mm pomniejszona o udział bulw zdeformowanych w stopniu ciężkim. Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej z wykorzystaniem analizy wariancji, przyjmując lata za czynnik losowy. Istotność różnic między obiektami weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Warunki opadowo-termiczne w okresie badań scharakteryzowano na podstawie miesięcznych sum opadów, średnich temperatur powietrza, nadmiarów i niedoborów opadów względem potrzeb wodnych roślin ziemniaka wg Dzieżyca [1987], a także za pomocą współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (tab. 1) i diagramu pluwiotermicznego Gaussena-Waltera (rys. 1). Drugą, dodatkową obniżoną krzywą opadów przedstawiono wg modyfikacji Łukasiewicza [2006]. Obszar pomiędzy obniżonymi krzywymi opadów poniżej przebiegu krzywej średnich temperatur traktowano jako okresy półsuche, natomiast przebieg krzywej średnich temperatur ponad obniżoną krzywą opadów ($10^{\circ}\text{C} = 20\text{ mm}$) – jako okresy suche.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ogólny bulw badanych średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego w poszczególnych latach kształtował się w szerokim zakresie od 19,1 do 66,9 t · ha⁻¹, natomiast plon handlowy od 17,1 do 61,1 t · ha⁻¹ (tab. 2). Największe plony bulw (ogólny – 61,9 t · ha⁻¹ i handlowy – 57,3 t · ha⁻¹) uzyskano w 2009 r., charakteryzującym się nadmierną w stosunku do potrzeb ilością opadów w maju i czerwcu oraz ich umiarkowanym niedoborem w pozostałych miesiącach. Istotnie niżej plonował ziemniak w latach 2006, 2007 i 2008, w których średni plon ogólny bulw wynosił 54,5 t · ha⁻¹, natomiast plon handlowy – 50,1 t · ha⁻¹ (tab. 2). Czynnikiem ograniczającym plonowanie ziemniaka w 2006 r. była mała ilość opadów w okresie wegetacji stanowiąca 74,4% potrzeb opadowych, w 2007 r. niedobór opadów w maju, czerwcu i lipcu oraz ich nadmierna ilość w pozostałych miesiącach, natomiast w 2008 r., w którym ilość opadów teoretycznie odpowiadała potrzebom roślin ziemniaka, potencjał plonowania nie został wykorzystany ze względu na nierównomierny rozkład opadów. Ponadto wpływ niedoboru opadów i ich nierównomiernego rozkładu w poszczególnych okresach wegetacji był potęgowany wysoką temperaturą powietrza, co prowadziło do występowania okresowych posuch. Niesprzyjające plonowaniu warunki opadowe występowały także w 2011 r., który charakteryzował się nadmiarem opadów w lipcu (194 mm) oraz niedoborem opadów w pozostałych miesiącach wegetacji ziemniaka. W sześcioletnim okresie badań najmniejszy plon ogólny bulw (28,0 t · ha⁻¹) oraz handlowy (24,6 t · ha⁻¹) uzyskano w 2010 r., w którym nadmierna ilość opadów występowała w całym okresie wegetacji, a szczególnie w maju i czerwcu (tab. 2). Niekorzystny wpływ mokrej i chłodnej wiosny na plonowanie ziemniaka wykazano również w pracy Bombika [1998]. Z kolei Kalbarczyk [2004] wykazał istotny wpływ nadmiernego uwilgotnienia gleby w okresie od 21 czerwca do 20 sierpnia na plonowanie ziemniaka na terenie całego kraju, z wyjątkiem województw małopolskiego i mazowieckiego. Wyniki uzyskane w badaniach własnych są zgodne także z doniesieniami Górskiego i Doroszewskiego [1986], którzy wykazali korzystny wpływ opadów do 120 mm w lipcu przy założeniu, że w sierpniu będzie ich 70 mm oraz jeśli w lipcu ilość opadów będzie wynosiła 70 mm, a w sierpniu do 105 mm.





Rys. 1. Diagramy klimatyczne Gaussena-Waltera dla poszczególnych okresów wegetacji;
 -○- krzywa średnich temperatur (°C), -□- obniżona krzywa opadów (10°C = 20 mm),
 -◇- obniżona krzywa opadów (10°C = 40 mm)

Fig. 1. Gaussen-Walter's climatic diagrams for vegetation periods; -○- mean temperature curve (°C), -□- rainfall lower curve (10°C = 20 mm), -◇- rainfall lower curve (10°C = 40 mm)

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaka w latach 2006–2011
Table 1. Weather conditions during potato vegetation in years 2006–2011

Miesiąc/ Rok Month/ Year	Średnia temp. Mean of temp. (°C)	Suma opadów Sum of rainfalls (mm)	Różnica pomiędzy opadem a Differences between the rainfalls and		Wskaźnik Sieliani- nowa Sieliani- now coeffi- cient	Klasyfikacja miesiąca wg Skowery i Puły [2004] The month's classification according to Skowera and Puła [2004]
			potrzebami requirement (mm)	wieloleciem long-term (mm)		
2006						
V	13,2	60	-2	-14	1,5	optymalny – optimal
VI	17,7	62	-3	-32	1,2	dość suchy – fairly dry
VII	22,2	28	-55	-53	0,4	skrajnie suchy – extremely dry
VIII	17,7	93	12	17	1,7	dość wilgotny – fairly wet
IX	15,2	18	-42	-42	0,4	skrajnie suchy – extremely dry
Średnia/suma Mean/sum	17,2	261	-90	-124	1,1	dość suchy – fairly dry
2007						
V	15,3	57	-5	-17	1,2	dość suchy – fairly dry
VI	18,4	59	-6	-35	1,1	dość suchy – fairly dry
VII	19,4	72	-11	-9	1,2	dość suchy – fairly dry
VIII	21,0	125	44	59	1,9	dość wilgotny – fairly wet
IX	12,4	213	153	153	5,7	skrajnie wilgotny – extremely wet
Średnia/suma Mean/sum	17,3	526	175	141	2,0	dość wilgotny – fairly wet
2008						
V	14,1	28	-34	-46	0,6	bardzo suchy – very dry
VI	18,5	26	-39	-68	0,5	bardzo suchy – very dry
VII	19,1	142	39	61	2,4	wilgotny – wet
VIII	18,2	45	-36	-31	0,8	suchy – dry
IX	12,8	111	51	51	2,9	bardzo wilgotny – very wet
Średnia/suma Mean/sum	16,5	352	1	-33	1,5	optymalny – optimal
2009						
V	13,6	100	38	26	2,4	wilgotny – wet
VI	16,2	163	98	69	3,4	skrajnie wilgotny – extremely wet
VII	20,2	72	-11	-9	1,2	dość suchy – fairly dry
VIII	18,8	67	-14	-10	1,2	dość suchy – fairly dry
IX	15,4	40	-20	-20	0,9	suchy – dry
Średnia/suma Mean/sum	16,8	442	91	57	1,7	dość wilgotny – fairly wet
2010						
V	13,1	303	241	229	7,5	skrajnie wilgotny – extremely wet
VI	17,6	135	70	41	2,6	bardzo wilgotny – very wet
VII	20,8	105	22	24	1,6	optymalny – optimal
VIII	18,7	128	47	52	2,2	wilgotny – wet
IX	12,2	132	72	72	3,6	skrajnie wilgotny – extremely wet
Średnia/suma Mean/sum	16,5	803	452	418	3,3	skrajnie wilgotny – extremely wet
2011						
V	13,7	61	-1	-13	1,4	optymalny – optimal
VI	17,8	44	-21	-50	0,8	suchy – dry
VII	17,6	194	111	113	3,6	skrajnie wilgotny – extremely wet
VIII	19,2	68	-13	-8	1,1	dość suchy – fairly dry
IX	15,8	8	-52	-52	0,2	skrajnie suchy – extremely dry
Średnia/suma Mean/sum	16,8	375	24	-10	1,8	dość wilgotny – fairly wet

Z kolei według Kołodzieja [1996] maksymalne plony bulw ziemniaka można uzyskać, jeśli w okresie krytycznym, obejmującym 1 dekadę przed kwitnieniem, 1 dekadę, w której wystąpiło kwitnienie, oraz 4 dekady po kwitnieniu, ilość opadów będzie się kształtować poniżej 124 mm. W badaniach własnych tylko w 2006 i 2009 r. stwierdzono zbliżoną do wartości optymalnych ilość opadów w okresie krytycznym dla rozwoju ziemniaka. Potrzeby wodne ziemniaka są ściśle powiązane z wielkością ewapotranspiracji, która jest istotnie uzależniona od temperatury powietrza. Zdaniem Kalbarczyka i Kalbarczyk [2009] optymalne dla plonowania ziemniaka warunki pogodowe to umiarkowana średnia temperatura powietrza w okresie od maja do września, kształtująca się na poziomie 15,2°C, i suma opadów wynosząca 335 mm. W analizowanym okresie badań własnych w każdym roku średnia temperatura powietrza była znacząco wyższa.

Tabela 2. Plon ogólny i handlowy bulw ($t \cdot ha^{-1}$)
Table 2. Total and marketable yield of tubers ($t \cdot ha^{-1}$)

Rok Year	Odmiana/Cultivar						Średnio Mean
	Jelly	Medea	Niagara	Syrena	Ursus	Zeus	
plon ogólny bulw/total yield of tubers							
2006	38,8	50,4	59,4	60,0	59,6	61,1	54,9
2007	45,4	55,9	57,1	56,7	53,7	55,0	54,0
2008	60,4	49,1	60,9	52,8	51,5	53,5	54,7
2009	61,5	60,0	62,4	66,9	58,9	61,7	61,9
2010	25,0	26,1	26,1	19,1	27,6	44,1	28,0
2011	36,8	39,8	41,3	36,2	40,4	56,9	41,9
Średnio/Mean	44,7	46,9	51,2	48,6	48,6	55,4	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 1,7; lat/years = 2,5; odmiany × lata/cultivars × years = 4,5							
plon handlowy bulw/marketable yield of tubers							
2006	35,1	46,1	55,7	56,0	53,6	54,4	50,2
2007	43,3	53,4	53,2	55,1	51,9	50,5	51,2
2008	57,4	42,4	53,3	47,5	47,3	45,2	48,9
2009	60,0	56,8	54,8	61,1	54,9	56,0	57,3
2010	22,7	21,8	21,6	17,1	25,1	39,5	24,6
2011	36,1	37,8	38,7	33,6	37,6	51,9	39,3
Średnio/Mean	42,4	43,1	46,2	45,1	45,1	49,6	
NIR _(0,05) /LSD _(0,05) dla/for: odmian/cultivars = 2,0; lat/years = 2,2; odmiany × lata/cultivars × years = 4,9							

W grupie ocenianych odmian ziemniaka największym plonem ogólnym i handlowym bulw odznaczała się odmiana Zeus, odpowiednio 55,4 i 49,6 $t \cdot ha^{-1}$, najmniejszym natomiast odmiana Jelly – 44,7 i 42,4 $t \cdot ha^{-1}$ (tab. 2). W badaniach COBORU prowadzonych w latach 2006–2011 w kilkudziesięciu punktach na obszarze całego kraju najwyżej plonował również ziemniak odmiany Zeus (52,6 $t \cdot ha^{-1}$), a najniżej ziemniak odmiany Medea (43,4 $t \cdot ha^{-1}$) [Lenartowicz 2008 i 2009, Janiak i Lubecka-Ziembinska 2012].

Plon ogólny bulw ziemniaka jest wypadkową plonowania poszczególnych roślin oraz ich obsady na jednostce powierzchni, wynikającej w głównej mierze z gęstości sadzenia. Produkcyjność pojedynczych roślin determinowana jest natomiast liczbą zawiązanych bulw oraz średnią masą bulwy [Kołodziejczyk 2000]. W przeprowadzonych badaniach liczba zawiązanych przez rośliny ziemniaka bulw i ich średnia masa istotnie uzależnione były zarówno od odmiany, warunków pogodowych, jak i współdziałania tych czynników (tab. 3). Liczba bulw zawiązanych przez rośliny ziemniaka w poszczególnych latach badań kształtowała się w szerokim zakresie od 11,4 do 19,0 szt. Najwięcej bulw zawiązywały rośliny ziemniaka w 2006 r., charakteryzującym się umiarkowaną temperaturą powietrza w maju i czerwcu ($15,5^{\circ}\text{C}$) oraz ilością opadów zbliżoną do optymalnej w tym okresie dla odmian średnio późnych i późnych. Dużą liczbę zawiązanych bulw (średnio 15,3 szt.) stwierdzono także w 2009 r., w którym ilość opadów w maju i czerwcu znacząco przewyższała potrzeby opadowe roślin ziemniaka, a średnia temperatura powietrza była stosunkowo niska i wynosiła $14,9^{\circ}\text{C}$. Najmniej bulw zawiązywały rośliny w 2008 r. ze względu na niedobór opadów w maju (34 mm) i czerwcu (39 mm) oraz wysoką temperaturę powietrza w tym okresie. Sawicka [2002] uważa, że zarówno aura chłodna i obfita w opady, jak i pogoda posuszna nie sprzyjają zawiązywaniu bulw. Z kolei badania Klikockiej i Sachajko [2007] dowodzą dodatniej korelacji między liczbą zawiązanych bulw a temperaturą powietrza oraz ujemnej korelacji z ilością opadów w okresach maj–czerwiec i lipiec–sierpień. Sprzyjające zawiązywaniu bulw warunki pogodowe nie zawsze mają korzystny wpływ na średnią masę bulwy, ponadto cechy te są ze sobą ujemnie skorelowane. Zdaniem Sawickiej i Krochmal-Marczak [2005] zwiększona ilość opadów w maju i czerwcu wydłuża okres od sadzenia do początku kwitnienia, a wyższa średnia temperatura powietrza w lipcu i sierpniu wydłuża fazę kwitnienia, co ma na ogół korzystny wpływ na liczbę zawiązanych bulw. Z kolei wysoka temperatura powietrza, przy niedostatecznej ilości opadów w lipcu i sierpniu, ma niekorzystny wpływ na przyrost masy bulw [Sawicka 2002]. W przeprowadzonych badaniach największą średnią masę jednej bulwy stwierdzono w 2008 oraz w 2011 r., odpowiednio 130 i 123 g, głównie ze względu na małą liczbę zawiązanych bulw oraz dużą ilość opadów w lipcu (tab. 3). Najmniejszą średnią masą (71 g) odznaczały się natomiast bulwy zebrane w 2010 r., charakteryzującym się optymalnymi warunkami pluwiotermicznymi tylko w lipcu oraz nadmiarem opadów w pozostałych okresach. Ilość zawiązanych bulw oraz ich średnia masa istotnie zależały także od właściwości odmianowych. Największą liczbą bulw z rośliny (20,8 szt.) oraz najmniejszą średnią masą bulwy (78 g) odznaczała się odmiana Zeus. Z kolei rośliny ziemniaka odmian Jelly i Syrena, które zawiązywały najmniejszą ilość bulw (11,1 szt.), wykształcały bulwy o największej średniej masie (120 i 121 g).

Udział frakcji bulw handlowych (> 35 mm średnicy poprzecznej) w plonie ogólnym kształtował się w zakresie od 93,5 do 96,7%, natomiast udział bulw dużych (> 50 mm) – od 45,9 do 81,2%. Warunki pogodowe w większym stopniu oddziaływały na udział frakcji bulw dużych niż handlowych w plonie ogólnym. Potwierdzają to również badania Sawickiej i Pszczółkowskiego [2004], którzy wykazali, że największą stabilnością odznacza się udział bulw o średnicy 4–5 cm ($V = 12,3\%$), a najmniejszą – udział frakcji bulw o średnicy powyżej 60 mm ($V = 130,0\%$). W przeprowadzonych badaniach najmniejszy udział frakcji bulw handlowych stwierdzono w 2010 r., określonym jako skrajnie wilgotny, natomiast w pozostałych latach warunki pogodowe nie różnicowały istotnie wartości tej cechy. Z kolei frakcja bulw dużych stanowiła największą masę plonu w la-

tach 2008, 2009 i 2011, optymalnych lub dość wilgotnych pod względem warunków pluwiotermicznych, istotnie mniejszą w latach 2006 i 2007 (dość suchych i dość wilgotnych), najmniejszą natomiast w 2010 r., skrajnie wilgotnym.

WNIOSKI

1. Największe plony bulw uzyskano w sezonie charakteryzującym się nadmierną w stosunku do potrzeb ilością opadów w maju i czerwcu oraz ich umiarkowanym niedoborem w pozostałych miesiącach, najmniejsze natomiast w skrajnie wilgotnym okresie wegetacji.

2. Niedobór opadów w maju i czerwcu wpływał niekorzystnie na liczbę bulw zawiązanych przez rośliny ziemniaka, a większa w stosunku do potrzeb opadowych ich ilość w lipcu korzystnie oddziaływała na średnią masę bulwy.

3. Średnio późne i późne odmiany ziemniaka jadalnego istotnie różniły się wartościami badanych cech. Największym plonem ogólnym i handlowym, liczbą zawiązanych bulw a zarazem najmniejszą średnią masą bulwy oraz udziałem frakcji bulw handlowych i dużych odznaczała się odmiana Zeus. Najmniejszymi plonami oraz liczbą zawiązanych bulw charakteryzowała się odmiana Jelly.

4. W uprawie ziemniaka na glebie ciężkiej nadmierna ilość opadów, szczególnie w lipcu i sierpniu, jest bardziej szkodliwa niż ich okresowy niedobór.

PIŚMIENNICTWO

- Biniak M., Kostrzewa S., Żyromski A., 2007. Uwarunkowania termiczne i opadowe potrzeb wodnych w rejonie Wrocławia na przykładzie ziemniaków średnio późnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 519, 31–45.
- Bombik A., 1998. Studia nad prognozowaniem plonów ziemniaka. *Fragm. Agron.* 3, 4–57.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 314, 11–33.
- Górski T., Doroszewski A., 1986. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 284, 369–368.
- Janiak W., Lubecka-Ziembinska J., 2012. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Ziemniak 2011. COBORU, Słupia Wielka, 84, ss. 27.
- Kalbarczyk R., 2004. Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. *Acta Agrophysica* 4 (2), 339–350.
- Kalbarczyk R., 2005a. Strefy klimatycznego ryzyka uprawy ziemniaka późnego w Polsce. *Folia Univ. Stetin. Agricultura* 244 (99), 83–90.
- Kalbarczyk R., 2005b. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaka w Polsce. *Biul. Nauk.* 25 (1), 133–145.
- Kalbarczyk R., Kalbarczyk E., 2009. Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce. *Infrast. Ekol. Ter. Wiej.* 3, 129–140.
- Klikocka H., Sachajko J., 2007. Wpływ nawożenia ziemniaka siarką na plon bulw handlowych i sadzeniaków. *Acta Agrophysica* 10 (2), 383–396.
- Kołodziej J., 1996. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków późnych na stacji COBORU w Węgrzcach k. Krakowa. *Fragm. Agron.* 52 (4), 100–106.
- Kołodziejczyk M., 2000. Kształtowanie się plonu bulw łanu i pojedynczej rośliny ziemniaka jadalnego. *Biul. IHAR* 214, 221–230.

- Lenartowicz T., 2008. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Ziemiak 2007. COBORU, Słupia Wielka, 51, ss. 23.
- Lenartowicz T., 2009. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Ziemiak 2009. COBORU, Słupia Wielka, 68, ss. 25.
- Łukasiewicz S., 2006. Propozycja modyfikacji metody wykreślenia okresu wilgotnego, humidowego, w „diagramie klimatycznym Gaussena-Waltera”. *Bad. Fizjograf. Pol. Zach., ser. A, Geografia Fizyczna* 57, 95–99.
- Nowak L., 1989. Potrzeby opadowe roślin okopowych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 343, 27–42.
- Nowak L., 2006. Potrzeby wodne roślin okopowych. W: *Nawadnianie roślin*. Red. S. Kaczmarczyk, L. Nowak. PWRiL Poznań, 368–372.
- Rębarz K., Borówek F., 2006. Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego na wielkość bulw, plon handlowy i występowanie strat w czasie przechowywania ziemniaków. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo* 66, 305–313.
- Sawicka B., 2002. Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka. Część II. Wpływ regulatorów wzrostu na strukturę plonu bulw. *Biul. IHAR* 221, 131–146.
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2005. Wpływ czynników agrometeorologicznych na długość faz rozwojowych bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaka. *Acta Agrophysica* 6 (1), 225–236.
- Sawicka B., Pszczółkowski P., 2004. Fenotypowa zmienność struktury plonu odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski. *Biul. IHAR* 232, 53–66.
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agrophysica* 3 (1), 171–177.
- Trawczyński C., 2009. Wpływ nawadniania kropłowego i fertygacji na plon i wybrane elementy jakości bulw ziemniaka. *Infrast. Ekol. Ter. Wiej.* 3, 55–67
- Trętowski J., Boligłowa E., Bombik A., 1989. Zmienność plonu i zawartości skrobi u odmian ziemniaka różnych grup wczesności. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 382, 69–77.
- Trybała M., 1996. Potrzeby wodne roślin uprawnych. W: *Gospodarka wodna w rolnictwie*. Red. M. Trybała. PWRiL Warszawa, 120–142.
- Zawora T., Ziernicka-Wojtaszek A., 2005. Wpływ pogody i klimatu na działalność agrotechniczną i plonowanie roślin uprawnych na obszarze Polski. *Prob. Ekol.* 9 (5), 269–271.
- Ziernicka A., 2004. Globalne ocieplenie a efektywność opadów atmosferycznych. *Acta Agrophysica* 3 (2), 393–397.

Wyniki badań zrealizowane w ramach tematu nr 3115/IPR/13 zostały sfinansowane z dotacji na naukę przyznanej przez MNiSW.

Summary. An assessment of the effect of weather conditions on shaping the quantity and structure of potato tuber yield was conducted in 2006–2011. Six medium late and late edible potato cultivars were analyzed: Jelly, Medea, Niagara, Syrena, Ursus and Zeus. The total tuber yield in individual years of research ranged widely from 19.1 to 66.9 t · ha⁻¹, whereas the marketable yield from 17.1 to 61.1 t · ha⁻¹. The highest yields were registered in the season characterized by the rainfall amount exceeding the needs in May and June and its moderate deficiency in the other months, whereas the lowest yields were noted in the year extremely wet. The rainfall-thermal conditions also significantly diversified the tuber yield structure. Rainfall deficiency in May and June negatively affected the number of tubers set by potato plants. On the other hand, rainfalls bigger than necessary in July positively influenced the average tuber weight. Potato cultivars significantly differed in the amount of total and marketable tuber yield, the number of set tubers, their average weight and the share of marketable tubers fraction and large tubers in the total yield.

Key words: potato, cultivar, yielding, rainfall and thermal conditions