

WPLYW OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA PLONOWANIE ŚREDNIO  
WCZESNYCH ODMIAN ZIEMNIAKA JADALNEGO W RÓŻNYCH  
REJONACH POLSKI

*Elżbieta Radzka<sup>1</sup>, Katarzyna Rymuza<sup>2</sup>, Tomasz Lenartowicz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Zakład Agrometeorologii i Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: elzbieta.radzka@uph.edu.pl

<sup>2</sup>Katedra Metod Ilościowych i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

<sup>3</sup>Zakład Badania Wartości Gospodarczej Odmian, Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych  
63-022 Słupia Wielka

**Streszczenie.** Celem pracy było przeanalizowanie wpływu opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaka średnio wczesnego. Wykorzystano dane dotyczące plonowania 9 średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego oraz sum opadów (w latach 2010-2013) uzyskanych z sześciu stacji COBORU: Karżniczka, Naroczyce, Słupia, Sulejów, Uhnin i Węgrzce. Analizy wpływu opadów w poszczególnych miesiącach na plonowanie ziemniaka oparto o regresję wielomianową, wykorzystując w tym celu moduł GRM w programie STATISTICA 10.0. Najwyższy średni plon ziemniaka otrzymano w Naroczycach, a najniższy w Uhninie. W większości stacji plonowanie odmian ziemniaka średnio wczesnego zależało w sposób paraboliczny od sumy opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji. Opady kwietnia determinowały parabolicznie plonowanie odmian uprawianych w Uhninie, a maja w Karżniczce, Słupii i Sulejowie. W maju zanotowano liniowy ujemny wpływ na plonowanie bulw ziemniaka uprawianego w Węgrzcach. Niezależnie od miejscowości opady maja, warunkujące najwyższy plon, kształtowały się na poziomie od 60 do 80 mm. Opady czerwca w granicach 120 mm warunkowały uzyskanie najwyższego plonu bulw w Słupii i Sulejowie. W drugim okresie wegetacji opady lipca powyżej 80 mm ujemnie wpływały na plonowanie odmian ziemniaka średnio wczesnego w Karżniczce. W Słupii i Sulejowie maksymalny plon otrzymano przy opadach od 110 do 120 mm. Opady sierpnia na poziomie 70 mm warunkowały najwyższy plon w Naroczycach i Węgrzcach.

**Słowa kluczowe:** suma opadów, plonowanie ziemniaka, regresja wielomianowa

## WSTĘP

Zaopatrzenie roślin w wodę zależy od czynników klimatycznych, hydrologicznych i glebowych (Biniak-Pieróg i in. 2012). Za przychód wody do gleby odpowiadają głównie opady atmosferyczne, a ich wpływ na rozwój roślin zależy nie tylko od ich wysokości i czasu trwania, ale także od rozkładu w czasie (Klamkowski i in. 2011, Łabędzki i Adamski 2010).

Ziemniak z uwagi na dużą ilość wytwarzanej biomasy i słabszy niż u innych roślin system korzeniowy, a także długi okres wegetacji charakteryzuje się wysokimi wymaganiami wodnymi (Nowak 2006 a i b, Rębarz i Boróweczak 2006, Trawczyński 2009). Niedobór wody w pierwszym okresie wegetacji ziemniaka nie powoduje niekorzystnych następstw, gdyż rośliny tego gatunku związane są wówczas bardzo silnie z bulwami matecznymi, a ponadto korzystają z zapasów wody retencjonowanej w okresie zimowo – wiosennym. Bardziej niekorzystny w tym okresie może być nadmiar wody, gdyż może powodować gnicie bulw lub przedłużenie okresu od kiełkowania do wschodów (Chmura i in. 2009). Największe zapotrzebowanie roślin na wodę przypada na okres krytyczny w rozwoju, którym dla ziemniaka jest zawiązywanie bulw oraz faza od kwitnienia do dojrzewania roślin (Chmura i in. 2009, 2013). Kalbarczyk i Kalbarczyk (2004, 2010) stwierdzili, że kwitnienie ziemniaków średnio wczesnych występuje przeciętnie w pierwszej dekadzie lipca, natomiast zasychanie łętów 20 sierpnia. Lipiec i sierpień, zdaniem wielu autorów, są więc miesiącami największych potrzeb opadowych ziemniaków tej grupy wczesności (Nowak 1989, Nowak 2006a, Kalbarczyk i Kalbarczyk 2009). Wpływ opadów atmosferycznych na plon ziemniaka średnio wczesnego wydaje się być oczywisty, jednak używane przez wielu autorów sposoby obliczeń nie zawsze potwierdzają go statystycznie (Biniak i in. 2007). Stosowane metody, choć przybliżają poznanie i ułatwiają określanie związków ilościowych, mają ograniczenia i wady, których istnienie nakazuje ciągle poszukiwania nowych sposobów weryfikowania i uściślenia już otrzymanych wyników. Jedną z metod stosowanych w ostatnich latach jest analiza skupień. Jej szersze wykorzystanie umożliwiają unowocześniane pakiety statystyczne przyspieszające procedury obliczeniowe (Kalbarczyk i Kalbarczyk 2009). Przeprowadzane analizy dostarczają informacji na temat zachowania się roślin w aspekcie zachodzących zmian klimatu. Zgodnie ze scenariuszami tych zmian na obszarze Polski w sezonie wegetacyjnym mogą występować liczne zagrożenia związane z falami upałów oraz dużą intensywnością opadów (Kundzewicz 2012).

Celem pracy było przeanalizowanie wpływu opadów atmosferycznych występujących w ostatnich latach (2010-2013) na plonowanie ziemniaka średnio wczesnego uprawianego w różnych miejscowościach.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły wyniki plonowania dziewięciu średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego, które uzyskano z wieloletniej (2010-2013) serii doświadczeń PDO (Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe) wykonanych w sześciu Stacjach Doświadczalnych Oceny Odmian: Karżniczka, Naroczyce, Słupia, Sulejów, Uhnin i Węgrzce (tab. 1).

Ziemniaki sadzono w trzeciej dekadzie kwietnia, a zbioru dokonywano w czwartej dekadzie września. Wszystkie zabiegi agrotechniczne prowadzone były zgodnie z metodyką opracowaną przez COBORU.

Podstawą analizy były plony poletkowe odmian (Ametyst, Cekin, Finezja, Gawin, Jurek, Oberon, Satina, Stasia, Tajfun) uzyskane z doświadczeń w każdym roku i w każdej miejscowości. Uwzględnienie w analizie tych samych odmian w tym samym okresie czasu powoduje, że serie dotyczące plonowania stają się porównywalne. Miesięczne sumy opadów w okresie od kwietnia do sierpnia z lat 2010-2013 pochodziły ze Stacji COBORU zlokalizowanych w tych miejscowościach, w których zakładano doświadczenia. Z uwagi na to, że miejscowości leżały w różnych rejonach Polski, analizy reakcji plonowania w latach 2010-2013 na zmieniające się warunki opadowe przeprowadzono dla każdej miejscowości oddzielnie. Obliczenia dotyczące wyznaczenia współczynnika zmienności plonowania oparto o  $n = 108$  wartości (9 odmian  $\times$  3 powtórzenia  $\times$  4 lata).

Wpływ różnych czynników na plonowanie roślin najczęściej ma charakter paraboliczny, dlatego analizę wpływu opadów w poszczególnych miesiącach na plonowanie ziemniaka oparto o regresję wielomianową, wykorzystując w tym celu moduł GRM w programie STATISTICA 10.0. W pracy zaprezentowano tylko te wyniki, dla których regresja wielomianowa była istotna przy  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 1.** Współrzędne geograficzne stacji

**Table 1.** Geographic coordinates stations

Stacja Station	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates		$H_s$
	$\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$	m n.p.m. m a.s.l.
Karżniczka	54°29'	17°14'	80
Naroczyce	51°31'	16°26'	110
Słupia	50°38'	19°58'	290
Sulejów	51°21'	19°52'	188
Uhnin	51°34'	23°02'	157
Węgrzce	50°07'	19°59'	285

Objaśnienia:  $\varphi^\circ$  – szerokość geograficzna,  $\lambda^\circ$  – długość geograficzna,  $H_s$  – wysokość m n.p.m.

Explanations:  $\varphi^\circ$  – geographic latitude,  $\lambda^\circ$  – geographic longitude,  $H_s$  – elevation above sea level

## ANALIZA WYNIKÓW I Dyskusja

Średnie plony bulw odmian ziemniaka średnio wczesnego w badanych latach wahały się od 43,5 t·ha<sup>-1</sup> w Uhninie do 67,8 t·ha<sup>-1</sup> w Naroczycach (tab. 2). Zmienność plonowania wahała się zaś od 14,1% w Karżniczce do 19,4% w Uhninie. Analizowane lata charakteryzowały się wysokimi miesięcznymi sumami opadów w porównaniu do średniej sumy z wielolecia (1967-2013), szczególnie w lipcu i sierpniu. W Karżniczce suma opadów z dwóch miesięcy (VII-VIII) wynosiła 242 mm, a w Naroczycach i Słupii odpowiednio 205 i 208 mm (tab. 3). Praktycznie w każdej analizowanej miejscowości na przestrzeni 4 lat co najmniej w jednym roku suma opadów znacznie przewyższała potrzeby wodne ziemniaka, które zdaniem Dzieżyca (Nowak 1989), powinny w okresie maj-czerwiec wynosić łącznie 130 mm, zaś w okresie lipiec-sierpień 176 mm. Zbyt obfite i intensywne opady mogą nie zostać w pełni wykorzystane przez rośliny z powodu szybkiej migracji wody w profilu glebowym poza zasięg strefy korzeniowej roślin lub też jej spływu powierzchniowego (Biniak-Piróg i in. 2012). Z danych literaturowych wynika, że wpływ czynnika opadowego, wyrażony w procentach średniego plonu, wynosi dla ziemniaków nawet 41% (Nowak 2006).

**Tabela. 2.** Średnie, maksymalne i minimalne plony ziemniaka średnio wczesnego w analizowanych miejscowościach w latach 2010-2013

**Table 2.** Mean, maximum and minimum medium-early potato yields obtained in analyzed locations in the years 2010-2013

Miejscowość Station	Średni plon Average yield	Min	Max	Współczynnik zmienności Coefficient of variation
Karżniczka	62,5	41,7	77,6	14,1
Naroczyce	67,8	42,7	109,0	16,9
Słupia	59,4	39,6	83,3	16,3
Sulejów	50,5	20,4	81,0	15,2
Uhnin	43,5	14,1	67,7	19,4
Węgrzce	58,1	40,5	80,8	14,5

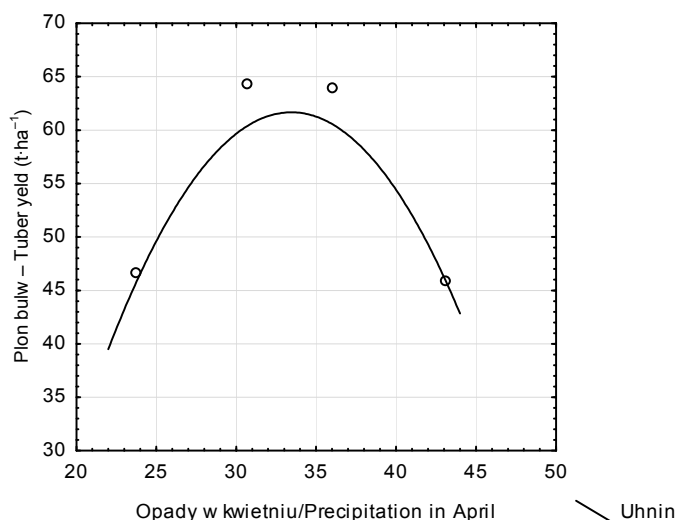
Analiza regresji wielomianowej wykazała, że zależność plonowania odmian ziemniaka średnio wczesnego od opadów kwietnia zanotowano tylko w Uhninie i miała ona charakter paraboliczny (rys. 1). Maksymalny średni plon wynoszący 60 t·ha<sup>-1</sup> uzyskano przy opadach wynoszących około 33 mm.

Suma opadów w maju istotnie parabolicznie wpływała na plonowanie średnio wczesnych odmian ziemniaka w Karżniczce, Słupii i Sulejowie. W miejscowościach tych maksymalne średnie plony uzyskiwano przy opadach od 55 do 70 mm. W Węgrzcu zależność pomiędzy sumą opadów maja a plonem bulw była liniowa, a wyznaczone równanie regresji wskazuje, że wzrost opadów o 1 mm powodował spadek plonów o 0,0485 t·ha<sup>-1</sup> (rys. 2).

**Tabela 3.** Miesięczna suma opadów atmosferycznych (mm) w analizowanych stacjach w latach 2010-2013

**Table 3.** Monthly atmospheric precipitation sums (mm) at the analysed stations in 2010-2013

Miesiąc Month	Rok – Year				Średnia wieloletnia Long-term mean (1967-2013)
	2010	2011	2012	2013	
Karżniczka					
IV	10	24	42	28	36
V	112	41	19	78	48
VI	16	75	124	52	71
VII	142	100	172	77	95
VIII	173	113	84	108	80
Naroczyce					
IV	6	67	109	97	27
V	43	74	52	118	104
VI	12	82	37	182	84
VII	41	49	107	140	95
VIII	24	122	165	59	39
Słupia					
IV	44	29	56	24	44
V	205	50	17	104	66
VI	78	27	100	133	77
VII	169	170	81	86	92
VIII	155	71	55	44	73
Sulejów					
IV	26	22	44	22	37
V	147	50	23	113	57
VI	58	53	69	172	80
VII	87	176	60	35	80
VIII	131	85	54	39	60
Uhnin					
IV	17	40	30	67	36
V	93	46	38	132	58
VI	64	117	101	98	69
VII	63	170	53	54	75
VIII	141	43	70	7,0	69
Węgrzce					
IV	29	74	43	19	43
V	228	49	34	104	74
VI	167	48	128	229	90
VII	141	176	47	36	85
VIII	148	60	33	16	76

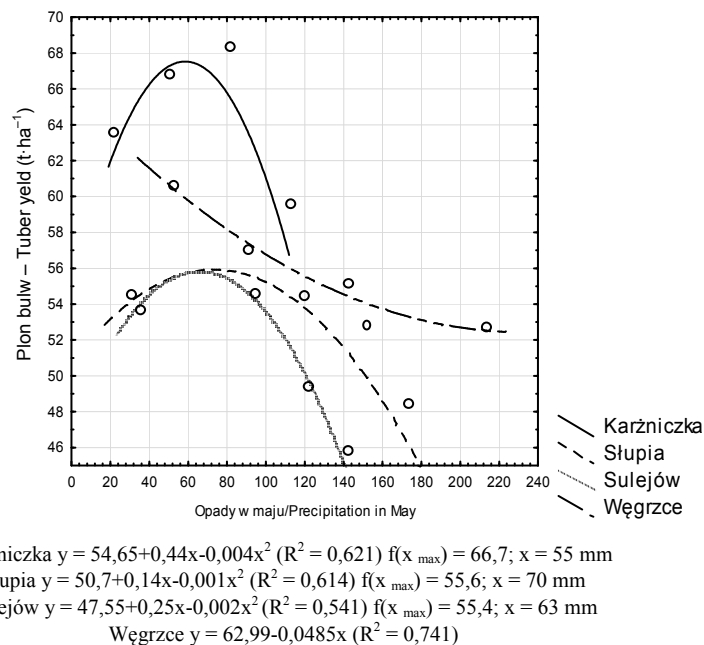


$$\text{Uhnin: } y = -127,52 + 11,31x - 0,17x^2 \quad (R^2 = 0,541) \quad f(x_{\max}) = 60; \quad x = 33 \text{ mm}$$

**Rys. 1.** Zależność plonowania średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego od miesięcznych sum opadów w kwietniu (pogrubione wartości składników równania są istotne przy  $p \leq 0,05$ )

**Fig. 1.** The dependence of the average yield of edible early potato varieties on monthly precipitation in April (bold values of important components of the equation are significant at  $p \leq 0.05$ )

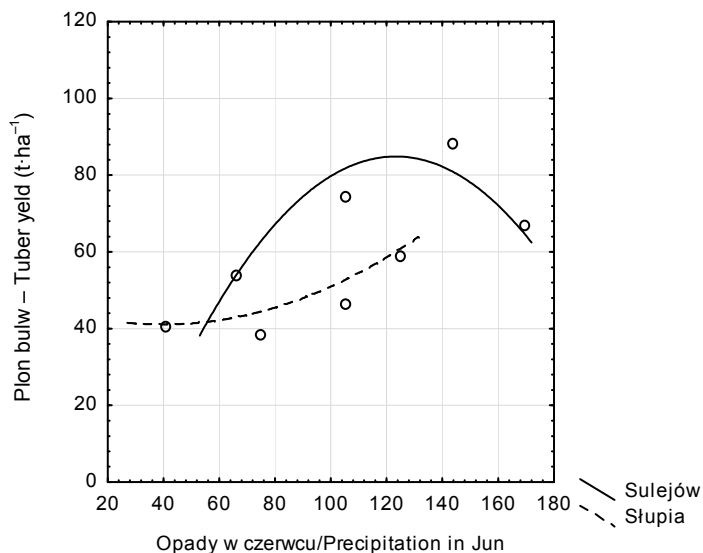
Czerwcowe opady istotnie wpływały na plon ziemniaka uprawianego w Sulejowie i Słupii (rys. 3). W Sulejowie maksymalny średni plon  $85,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  osiągnięto wówczas, gdy suma opadów zbliżona była do 124 mm. W Słupii reakcja średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego również miała charakter paraboliczny, lecz przebieg tej funkcji wskazuje na trochę inną reakcję plonu na zmieniające się warunki opadowe. Opady w zakresie od 40 do 70 mm warunkowały plonowanie na stałym poziomie w granicach  $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Dalszy wzrost opadów do poziomu 130 mm powodował wzrost plonu do wartości  $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W jednej i drugiej miejscowości maksymalny plon otrzymano więc w przypadku opadów zbliżonych do 120 mm. Chmura i in. (2013) na podstawie modeli opisujących plonowanie ziemniaka średnio wczesnego w pierwszej połowie wegetacji twierdzi, że uzyskanie maksymalnego plonu uwarunkowane jest niższymi opadami w okresie od maja do czerwca. Dotychczasowe badania nad wpływem warunków meteorologicznych na plonowanie ziemniaka oparte były o dane długookresowe. W długim okresie czasu zgodnie z badaniami Ziernickiej-Wojtaszek (2006) oraz Czarneckiej i Nidzgorskiej-Lenczewicz (2012) sumy wysokości opadów atmosferycznych w Polsce nie wykazują istotnych trendów zmian. Wszystkie scenariusze zmian klimatu wskazują jednak, że opady będą się charakteryzowały większą zmiennością (Żarski i in. 2014).



**Rys. 2.** Zależność plonowania średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego od miesięcznych sum opadów w maju (pogrubione wartości składników równania są istotne przy  $p \leq 0,05$ )

**Fig. 2.** The dependence of the average yield of edible early potato varieties on monthly precipitation in May (bold values of important components of the equation are significant at  $p \leq 0.05$ )

Opady w lipcu istotnie determinowały plon bulw w Karżniczce, Słupii i Uhninie (rys. 4). W Karżniczce w czteroleciu opady te wahały się od 80 do 170 mm i powodowały istotny spadek plonu bulw. Wraz ze wzrostem opadów o 1 mm plon bulw obniżał się o  $0,07 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W Słupii opady 114 mm powodowały istotny wzrost plonu bulw do maksymalnego poziomu  $68,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Dalszy wzrost opadów obniżał jednak plonowanie do poziomu  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W Uhninie, podobnie jak w Słupii, wraz ze wzrostem opadów do 120 mm wzrastał istotnie plon bulw. Opady wyższe niż 120 mm obniżały średnie plony do poziomu  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Najwyższe plony otrzymano więc bez względu na miejsce uprawy przy opadach wahających się od 114 do 119 mm.



$$\text{Stupia } y = 45,37 - 0,22x - 0,003x^2 \quad (R^2 = 0,486) \quad f(x_{\min}) = 39,8; \quad x = 53 \text{ mm}$$

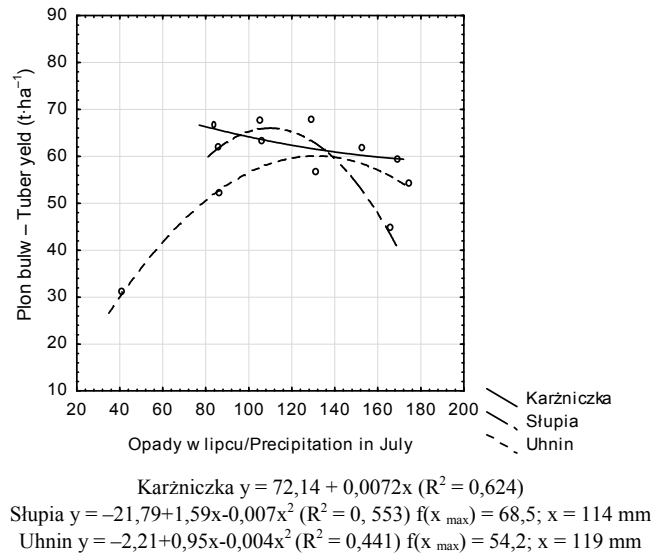
$$\text{Sulejów } y = -58,74 + 2,33x - 0,009x^2 \quad (R^2 = 0,586) \quad f(x_{\max}) = 85,6; \quad x = 124 \text{ mm}$$

**Rys. 3.** Zależność plonowania średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego od miesięcznych sum opadów w czerwcu (pogrubione wartości składników równania są istotne przy  $p \leq 0,05$ )

**Fig. 3.** The dependence of the average yield of edible early potato varieties on monthly precipitation in June (bold values of important components of the equation are significant at  $p \leq 0.05$ )

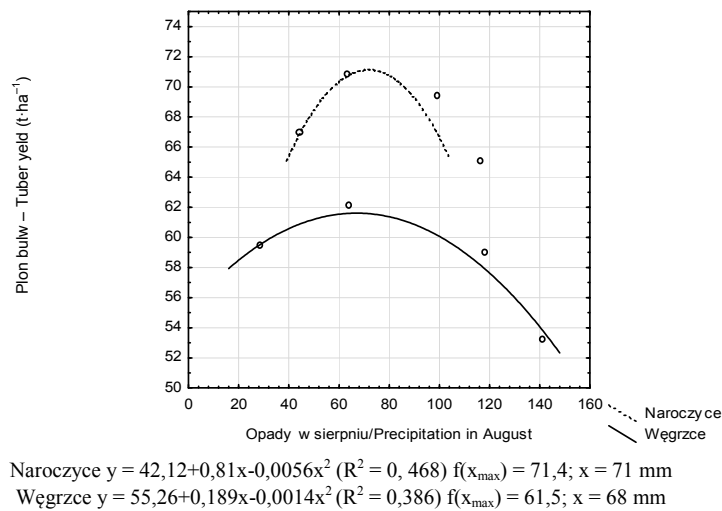
Opady w sierpniu warunkowały plonowanie średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego w Naroczycach i Węgrzicach (rys. 5). W Węgrzicach położonych na południu kraju w analizowanym okresie opady wahały się od 18 do 150 mm i wpływały parabolicznie na plon bulw. Systematyczny wzrost opadów do 71 mm wpływał korzystnie na plonowanie tej rośliny, powodując wzrost plonu do  $61,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W Naroczycach wpływ opadów również miał charakter paraboliczny i podobnie jak w Węgrzicach maksymalny plon uzyskano w przypadku, gdy suma opadów wynosiła 71 mm. Maksymalny plon w Naroczycach był jednak o około  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyższy. Chmura i in. (2013) stwierdzili, że opady w drugiej połowie wegetacji (w okresie lipiec-sierpień) w granicach 220 mm są optymalne i warunkują uzyskanie najwyższych plonów.





**Rys. 4.** Zależność plonowania średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego od miesięcznych sum opadów w lipcu (pogrubione wartości składników równania są istotne przy  $p \leq 0,05$ )

**Fig. 4.** The dependence of the average yield of early potato varieties of edible monthly precipitation in July (bold values are important components of the equation at  $p \leq 0,05$ )



**Rys. 5.** Zależność plonowania średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego od miesięcznych sum opadów w sierpniu (pogrubione wartości składników równania są istotne przy  $p \leq 0,05$ )

**Fig. 5.** The dependence of the average yield of edible early potato varieties on monthly precipitation in August (bold values of important components of the equation are significant at  $p \leq 0,05$ )

Przedstawiona analiza pozwoliła zwrócić uwagę na rolę opadów atmosferycznych w kształtowaniu plonów odmian ziemniaka jadalnego w przypadku, gdy opady te są znacznie wyższe niż optymalne. Analiza ta dowodzi, że przy odpowiedniej i pełnej agrotechnice można uzyskać wysokie plony nawet wówczas, gdy miesięczne sumy opadów są wyższe od opadów uznanych za optymalne.

#### WNIOSKI

1. Najwyższy średni plon bulw średnio wczesnych odmian ziemniaka jadalnego otrzymano w Naroczycach, a najniższy w Uhninie. Plony te charakteryzowały się zmiennością nie przekraczającą 20%.

2. W większości stacji plonowanie średnio wczesnych odmian ziemniaka zależało w sposób paraboliczny od sumy opadów zaobserwowanej w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji.

3. Opady kwietnia determinowały plonowanie odmian uprawianych w Uhninie. Opady maja miały istotny paraboliczny wpływ na plonowanie ziemniaka w Karżniczce, Słupii i Sulejowie oraz liniowy ujemny wpływ na plonowanie bulw ziemniaka uprawianego w Węgrzicach. Niezależnie od miejscowości opady maja warunkujące najwyższy plon kształtowały się na poziomie od 55 do 70 mm. Opady czerwca w granicach 124 mm warunkowały uzyskanie najwyższego plonu bulw w Słupii i Sulejowie.

4. W drugim okresie wegetacji opady lipca powyżej 80 mm ujemnie wpływały na plonowanie średnio wczesnych odmian ziemniaka w Karżniczce. W Słupii i Uhninie maksymalny plon otrzymano przy opadach od 114 do 119 mm. Opady sierpnia na poziomie 70 mm warunkowały najwyższy plon w Naroczycach i Węgrzicach.

5. Przedstawiona analiza wpływu opadów z okresu czterech ostatnich lat na plonowanie ziemniaka dowodzi, że w warunkach odpowiedniej agrotechniki można uzyskać maksymalne plony nawet w przypadku, gdy suma opadów w miesiącach wegetacji jest znacznie wyższa od uznanej za optymalną.

#### 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 Roln., 519, 31-45.
- Biniak-Pieróg M., Żyromski A., Baryła A., 2012. Ocena efektywności opadów atmosferycznych w kształtowaniu zasobów wody w glebie brunatnej nieporośniętej. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 12, 4(40), 45-58.
- Chmura K., Chylińska E., Dmowski Z., Nowak L., 2009. Rola czynnika wodnego w kształtowaniu plonu wybranych roślin polowych. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 9, 33-44.

- Chmura K., Dzieżyc H., Piotrowski M., 2013. Reakcja ziemniaków średnio wczesnych oraz średnio późnych i późnych na czynnik wodny w warunkach gleb kompleksów pszennych i żytnich. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2, 103-113.
- Czarnecka M., Nidzgorska-Lencewicz M., 2012. Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 12, 2(38), 45-60.
- Kalbarczyk E., Kalbarczyk R., 2004. Wpływ warunków termicznych i opadowych na agrofizjologię ziemniaka średnio wczesnego w Polsce. *Acta Agrophysica*, 3(1), 65-74.
- Kalbarczyk R., Kalbarczyk E., 2009. Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 3, 129-140.
- Kalbarczyk E., Kalbarczyk R., 2010. Przebieg faz fenologicznych ziemniaka i jego uwarunkowania wieloletnią zmiennością temperatury powietrza w Polsce. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, vol. LXV (4) sectio E, 1-11.
- Klamkowski K., Treder W., Tryngiel-Gać A., Wójcik K., 2011. Wpływ ilości i intensywności opadów na zmiany wilgotności gleby w sadzie jabłoniowym. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 5, 115-126.
- Kundzewicz W., 2012. Zmiany klimatu ich przyczyny i skutki – możliwości przeciwdziałania i adaptacji. *Studia BAS*, 1(29), 9-30.
- Łabędzki L., Adamski P., 2010. Związek między opadami uprzednimi a uwilgotnieniem gleby w uprawie buraków cukrowych na Kujawach. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 10, 3(31), 165-174.
- Nowak L., 1989. Potrzeby wodne roślin okopowych w Potrzeby wodne roślin uprawnych pod red. J. Dzieżycy, Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa, 85-118.
- Nowak L., 2006a. Potrzeby wodne roślin okopowych. W: Nawadnianie roślin. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. PWRiL Poznań, 368-372.
- Nowak L., 2006b. Nawadnianie roślin okopowych. W: Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Wydaw. PWRiL Poznań, 367-381.
- Trawczyński C., 2009. Wpływ nawadniania kropłowego i fertygacji na plon i wybrane elementy jakości bulw ziemniaka. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 3, 55-67.
- 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.
- Ziernicka-Wojtaszek A., 2006. Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971-2000. W: Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego. Red. J. Trepieńska, Olecki. IGiP UJ w Krakowie, 139-148.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R., Bojar W., Knopik L., Żarski W., 2014. Agroklimatyczna ocena opadów atmosferycznych okresu wegetacyjnego w rejonie Bydgoszczy. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 3, 643-656.

PRECIPITATION IMPACT ON YIELDS OF MEDIUM-EARLY CULTIVARS  
OF EDIBLE POTATO IN VARIOUS REGIONS OF POLAND

*Elżbieta Radzka<sup>1</sup>, Katarzyna Rymuza<sup>2</sup>, Tomasz Lenartowicz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Department of Agrometeorology and Agricultural Engineering  
University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce  
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: elzbieta.radzka@uph.edu.pl

<sup>2</sup>Department of Quantitative Methods and Spatial Management  
University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce  
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

<sup>3</sup>VCU Assessment Department, The Research Centre for Cultivar Testing, 63-022 Słupia Wielka

**Abstract.** Data used in this work concerning the yielding of 9 medium-early cultivars of potato and sums of precipitation (in the years 2010-2013) were obtained from six COBORU (Research Centre for Cultivar Testing) stations: Karżniczka, Naroczyce, Słupia, Sulejów, Uhnin and Węgrzce. The analysis of precipitation impact on potato yielding in particular months was based on polynomial regression calculated using the GRM module in STATISTICA 10.0. The highest average potato yield was obtained in Naroczyce, while the lowest in Uhnin. In most of the stations the yielding of medium-early cultivars of potato depended in a parabolic way on precipitation sums in particular months of the growing season. April precipitation determined the yielding of cultivars grown in Uhnin, while May precipitation – in Karżniczka, Słupia and Sulejów. In May there was also noted a negative linear impact on tuber yields of potato grown in Węgrzce. Regardless of the location, May precipitations, determining the highest yields, were at the level from 60 to 80 mm. June precipitation within the range of 120 mm determined the obtainment of the highest yields of tuber in Słupia and Sulejów. In the second period of the growing season, July precipitation above 80 mm had a negative impact on the yielding of medium-early cultivars of potato in Karżniczka. In Słupia and Sulejów the maximum yields were obtained when the precipitation ranged from 110 to 120 mm. August precipitation at the level of 70 mm determined the highest yields in Naroczyce and Węgrzce.

**Keywords:** precipitation sum, potato yielding, polynomial regression