

NIEDOBORY I NADMIARY OPADÓW W OKRESIE WEGETACJI  
ZIEMNIAKA PÓŹNEGO W ŚRODKOWO-WSCHODNIEJ POLSCE  
(1971-2005)

*Elżbieta Radzka, Jolanta Jankowska*

Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji,  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: elzbieta.radzka@uph.edu.pl

**Streszczenie.** W pracy wykorzystano dane z dziewięciu stacji IMGW z rejonu środkowo-wschodniej Polski (1971-2005) dotyczące miesięcznej sumy opadów atmosferycznych i średniej miesięcznej temperatury powietrza w okresie wegetacji ziemniaka późnego (V-VIII). Obliczono opady optymalne dla ziemniaka późnego według wskaźników Klatta (cyt za. Grabarczyk 1983) dla gleb średnio zwięzłych i lekkich w kolejnych miesiącach okresu wegetacji. Z różnic między wartościami miesięcznych sum opadów występujących w latach badań i wartościami uznanymi za optymalne wyznaczono niedobór i nadmiar opadów. Stwierdzono, że w okresie wegetacji ziemniaka późnego dwukrotnie częściej występowały niedobory niż nadmiary opadów. Średnia wieloletnia suma niedoboru opadów w okresie V-VIII na glebie lekkiej wynosiła ponad 140 mm, a na glebie średnio zwięzłej ponad 100 mm. Natomiast wartości nadmiaru opadów w tym okresie na obu rodzajach gleb kształtowały się na podobnym poziomie i wynosiły ponad 100 mm. Największe niedobory opadów notowano w lipcu i sierpniu. Z największą częstością występowały ekstremalne (wyższe od średnich wieloletnich) niedobory opadów na glebie lekkiej.

**Słowa kluczowe:** nadmiar opadów, niedobór opadów, ziemniak późny, środkowo-wschodnia Polska

WSTĘP

Potrzeby opadowe roślin uprawnych zależą między innymi od ich gatunku, fazy rozwojowej i rodzaju gleby. Największe zapotrzebowanie roślin na wodę przypada w tzw. okresie krytycznym, w którym są one niezwykle wrażliwe na niedobór opadów. Potrzeby opadowe wzrastają wraz z przyrostem masy, a tym samym transpiracji. Dla ziemniaka okres krytyczny przypada w fazie zawiązywania pąków kwiatowych, kwitnienia, formowania bulw, żółknięcia roślin (tworze-

nia plonu) (Lutomirska 2005 i 2006). Od fazy tuberyzacji potrzeby opadowe tej rośliny systematycznie się zwiększają. Brak wody w tym okresie może hamować wzrost roślin i zwiększać ryzyko porażenia parchem zwykłym. Dla odmian późnych okres wyraźnej wrażliwości na niedobór wody przypada od drugiej dekady czerwca do końca sierpnia (Biniak i in. 2007, Kalbarczyk 2005a). Według Kalbarczyk i Kalbarczyk (2009) efektywność opadów w danym okresie rozwoju zależy również od sumy opadów w okresie poprzedzającym oraz następnym. Potrzeby wodne ziemniaka uzależnione są także od warunków glebowych. Trybała (1996) podaje, że do uzyskania wysokich plonów ziemniaka uprawianego na glebie ciężkiej niezbędne są opady w ilości 300-350 mm. Ziemniak silnie reaguje na poprawę warunków wilgotnościowych (nawadnianie) (Mazurczyk i in. 2009, Nowak 2006, Rolbiecki i in. 2009, Rzekanowski i in. 2004, Źarski 2011 ).

#### MATERIAŁ I METODY

W niniejszym opracowaniu wykorzystano dane z lat 1971-2005 dotyczące miesięcznej sumy opadów atmosferycznych i średniej miesięcznej temperatury powietrza w okresie wegetacji ziemniaka późnego (V-VIII) pochodzące z dziewięciu stacji IMGW z rejonu środkowo-wschodniej Polski (tab. 1).

**Tabela 1.** Współrzędne geograficzne stacji synoptycznych i klimatycznych IMGW w środkowo-wschodniej Polsce

**Table 1.** Geographic coordinates of synoptic and climatic stations in central-eastern Poland

Stacja Station	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates		H <sub>s</sub> m n.p.m. m a.s.l.
	φ°	λ°	
Ostrołęka	53° 05'	21° 34'	95
Białowieża	52° 42'	23° 51'	164
Włodawa	51° 33'	23° 32'	163
Szepietowo	52° 51'	22° 33'	150
Legionowo	52° 24'	20° 58'	93
Biała Podlaska	52° 02'	23° 05'	133
Sobieszyn	51° 37'	22° 09'	135
Pułtusk	52° 44'	21° 06'	95
Siedlce	52° 11'	22° 16'	146

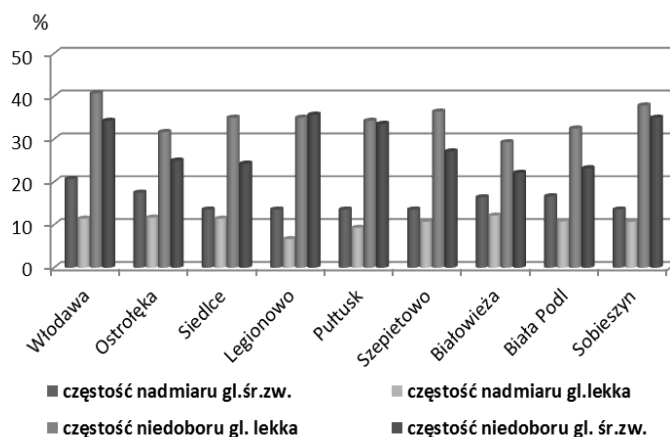
Objaśnienia: φ° – szerokość geograficzna, λ° – długość geograficzna, H<sub>s</sub> – wysokość n.p.m.

Explanations: φ° – geographic latitude, λ° – geographic longitude, H<sub>s</sub> – elevation above sea level.

Obliczono potrzeby opadowe ziemniaka późnego według wskaźników Klatta dla gleb średnio zwięzłych i lekkich w kolejnych miesiącach okresu wegetacji. W celu określenia opadów optymalnych dla gleb lekkich wartości opadów optymalnych dla gleb średnio zwięzłych pomnożono przez 1,25. Na każdy 1°C powyżej lub poniżej średniej temperatury miesięcznej podanej przez Klatta odpowiednio dodano lub odjęto 5 mm opadu (Grabarczyk 1983). Charakterystykę zaspokojenia potrzeb wodnych ziemniaka późnego uprawianego na dwóch rodzajach gleb dokonano na podstawie różnic między wartościami miesięcznych sum opadów występujących w latach badań i wartościami uznanymi za optymalne. Analiza danych polegała na przeanalizowaniu średnich, maksymalnych i minimalnych wartości niedoborów i nadmiarów opadów oraz częstości ich występowania. Za średnią obszarową niedoboru i nadmiaru opadów przyjęto średnią arytmetyczną miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacji (V-VIII) z dziewięciu stacji. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 10.0. W celu wyznaczenia grup jednorodnych średnich miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA), wykorzystując test post-hoc Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Przedstawiono również częstość występowania sum niedoboru i nadmiaru opadów w okresie V-VIII przekraczających wartość średniej wieloletniej. Kierunek oraz istotność tendencji zmian niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacji (V-VIII) określono na podstawie równań trendu liniowego. Istotność współczynnika kierunkowego trendu oceniono testem t-Studenta na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

#### ANALIZA WYNIKÓW I DYSKUSJA

W środkowo-wschodniej Polsce w okresie wegetacji ziemniaka późnego w latach 1971-2005 zarówno na glebie lekkiej jak i średnio zwięzłej niedobory opadów występowały ponad dwukrotnie częściej niż nadmiary (rys.1). Częstość występowania niedoboru opadów na glebie lekkiej we wszystkich miejscowościach przekraczała 30% (wyj. Białowieża – 29%) i była średnio o 6% wyższa od częstości jego występowania na glebie średnio zwięzłej. Natomiast częstość występowania nadmiaru opadów była średnio o 6% wyższa na glebie średnio zwięzłej niż lekkiej. Również Szwejkowski i in. (2005) badając niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego, twierdzą, że na glebach lekkich w Polsce północno-wschodniej częściej występują niedobory niż nadmiary opadów. Także Rolbiecki i in. (2009) podają, że potrzeby opadowe ziemniaka w dużej mierze zależą od zwięzłości gleby. Najwyższy spadek plonów przy opadach niższych niż optymalne występuje na glebach lekkich.

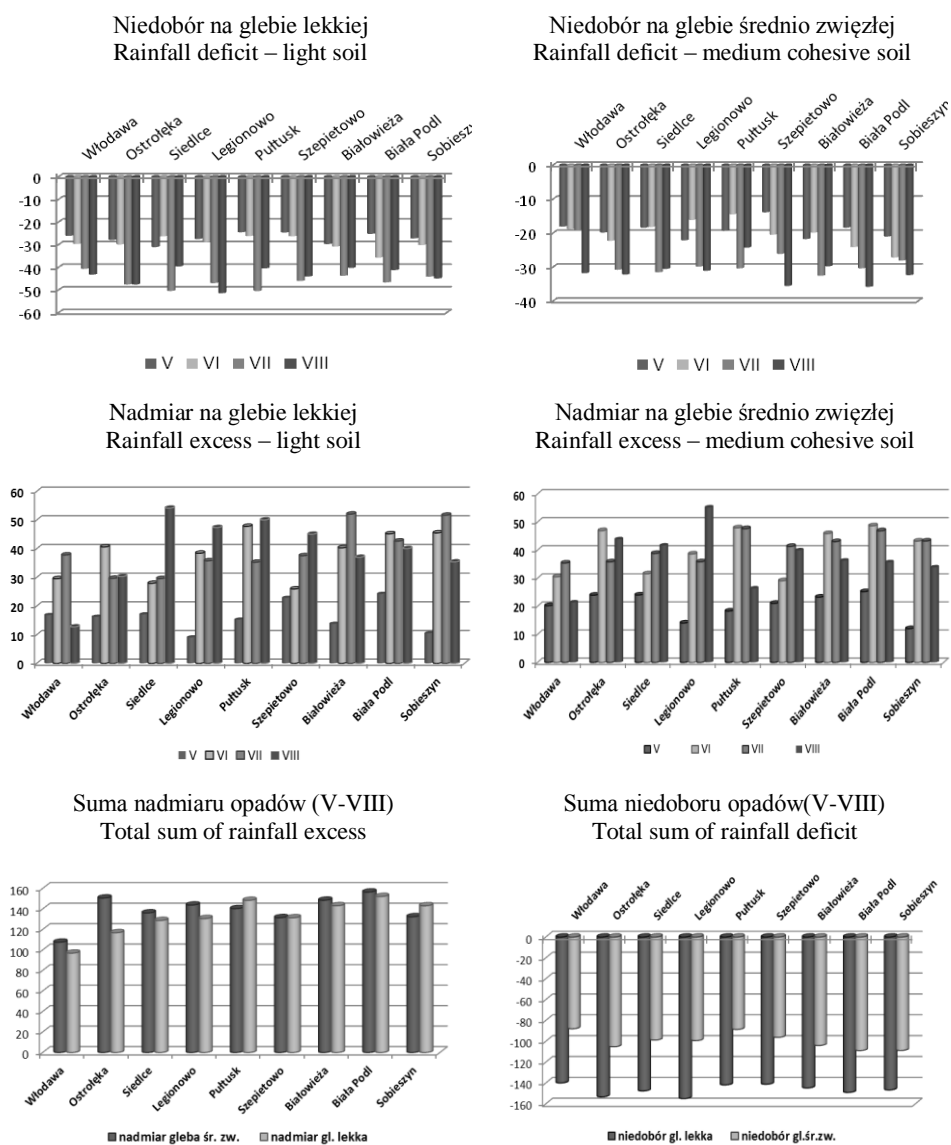


**Rys. 1.** Częstość występowania niedoboru i nadmiaru opadów (%) w okresie wegetacji (V-VIII) ziemniaka późnego w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005

**Fig. 1.** Frequency of rainfall deficit and rainfall excess (%) in the vegetation period (May-August) of late potato in central-eastern Poland in the years 1971-2005

Na rysunku 2 przedstawiono średnie miesięczne sumy niedoboru i nadmiaru opadów oraz ich sumy w okresie wegetacyjnym (V-VIII) w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005. Średnia wieloletnia suma niedoboru opadów na glebie lekkiej we wszystkich miejscowościach była wyższa od 140 mm, a w Ostrołęce i Legionowie przewyższała wartość 150 mm. Na glebie średnio zwięzłej wieloletnie sumy niedoboru opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego wynosiły około 100 mm. Najwyższe wartości notowano w Białej Podlaskiej i Sobieszynie (po 109 mm). Natomiast średnia wieloletnia suma nadmiaru opadów na glebie średnio zwięzłej wahała się od 108 mm we Włodawie do 156 mm w Białej Podlaskiej, a na glebie lekkiej od 97 mm w Ostrołęce do 152 mm w Białej Podlaskiej. Najniższe wartości średnich miesięcznych niedoborów opadów w okresie wegetacji (V-VIII) w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005 notowano na glebie lekkiej w lipcu i sierpniu (odpowiednio 46 mm i 44 mm). Natomiast na glebie średnio zwięzłej niedobory w tych miesiącach były mniejsze i wynosiły: w sierpniu – 31 mm i w lipcu – 29 mm. Najniższe wartości nadmiaru opadów notowano w maju zarówno na glebie lekkiej jak i na średnio zwięzłej (odpowiednio: 16 mm i 20 mm). W pozostałych miesiącach wegetacji ziemniaka późnego nadmiar opadów przyjmował wyższe wartości (ponad 20 mm). Szwejkowski i in. (2005) twierdzą, że w lipcu i sierpniu, w Polsce północno-wschodniej, ekstremalne niedobory opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego zdarzały się przeciętnie częściej (odpowiednio w 9 i 11 przypadkach w trzydziestoleciu) niż w czerwcu (tylko 6 razy na 30 lat). Średnie niedobory opadów w maju na glebach lekkich były nieco mniejsze w porównaniu z niedoborami w pozostałych miesiącach wegetacji. W opracowaniu Kalbarczyka (2005b) w lipcu opady były za

niskie na terenie kraju średnio o 10-30 mm w stosunku do wyznaczonych potrzeb ziemniaka, z wyjątkiem południowej części Polski i Pojezierza Pomorskiego.



**Rys. 2.** Średnia miesięczna suma oraz średnia wieloletnia suma niedoboru i nadmiaru opadów (mm) w okresie wegetacyjnym (V-VIII) w śródkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005

**Fig. 2.** Mean monthly sum and mean multi-annual sum of rainfall deficit and rainfall excess (mm) in the vegetation period (May-August) in central-eastern Poland in the years 1971-2005

W tabeli 2 przedstawiono minimalne i maksymalne wartości średnich miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów. Największe niedobory opadów (min. wartości) najczęściej notowano w lipcu. Na glebie lekkiej w Sobieszynie w analizowanych latach największy niedobór w tym miesiącu wynosił 111,4 mm, a w Białowieży i Szepietowie po 110,8 mm. Natomiast największe nadmiary (max. wartości) najczęściej występowały w czerwcu na glebie średnio zwięzłej. Najwyższy w tym miesiącu nadmiar opadów zanotowano w Legionowie (164,0 mm).

**Tabela 2.** Minimalne i maksymalne wartości średnich miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów (mm) w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005

**Table 2.** Minimum and maximum values of mean monthly sum of rainfall deficit and rainfall excess (mm) in central-eastern Poland in the years 1971-2005

Stacja meteorologiczna Meteorological station		V		VI		VII		VIII	
		Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil
Niedobór – Rainfall deficit									
Włodawa	Min.	34,1	47,1	54,9	69,9	82,7	102,7	81,3	99,3
	Max.	0,2	0,5	0,2	4,6	0,2	2,0	0,2	5,8
Ostrołęka	Min.	39,5	52,5	63,0	78,0	77,4	97,4	67,9	85,9
	Max.	0,1	3,8	0,6	2,3	1,1	3,9	3,0	14,2
Siedlce	Min.	51,5	64,5	49,3	64,3	73,6	93,6	67,2	85,2
	Max.	2,7	1,8	0,7	4,9	6,0	1,0	0,0	0,6
Legionowo	Min.	51,5	60,3	49,3	80,0	73,6	96,0	67,2	85,8
	Max.	2,7	2,4	0,7	2,7	6,0	5,4	0,0	13,5
Pułtusk	Min.	47,3	61,9	65,0	63,2	76,0	103,0	67,8	80,7
	Max.	1,1	1,3	0,2	0,8	6,7	6,0	5,1	5,6
Szepietowo	Min.	48,9	66,3	48,2	69,6	83	110,8	62,7	87,4
	Max.	1,1	0,0	2,4	0,1	0,1	3,3	2,4	1,1
Białowieża	Min.	53,3	66,2	54,6	85,0	90,8	110,8	69,4	75,8
	Max.	0,4	5,2	0,3	7,1	0,7	12,1	1,5	0,1
Biała Podl.	Min.	53,2	51,5	70,0	78,7	90,8	92,9	57,8	93
	Max.	0,5	0,9	0,3	4,8	2,9	4,1	2,3	1,5
Sobieszyn	Min.	38,5	60,8	63,7	64,3	72,9	111,4	75,0	86,8
	Max.	3,7	3,5	5,4	0,2	1,9	2,6	1,5	5,9

		Nadmiar – Rainfall excess							
Włodawa	Min.	0,6	1,7	1,1	3,4	1,0	1,3	0,1	3,6
	Max.	56,5	33,5	127,7	112,7	96,1	76,1	47,7	29,7
Ostrołęka	Min.	1,2	0,3	5,8	3,3	1,9	8,1	3,8	8,7
	Max.	63,3	50,3	93,5	78,5	75,3	55,3	115,8	97,8
Siedlce	Min.	0,3	1,8	1,1	4,4	0,5	1,9	0,0	17,3
	Max.	64,3	51,3	134,1	119,1	95,6	75,6	129,7	111,7
Legionowo	Min.	1,8	0,7	1,5	0,9	6,0	7,9	4,5	2,6
	Max.	35,3	22,3	164,0	149,0	113,5	93,5	167,7	149,7
Pułtusk	Min.	3,6	1,7	8,2	2,2	12,7	1,4	0,1	20,2
	Max.	51,7	38,7	127,4	112,4	117,4	97,4	85,2	67,2
Szepietowo	Min.	1,8	0,0	4,6	0,3	0,8	1,3	4,9	2,0
	Max.	59,0	46,0	118,1	103,1	117,9	97,9	117,1	99,1
Białowieża	Min.	2,7	2,0	1,4	8,5	4,3	4,5	1,9	2,5
	Max.	53,3	40,3	126,4	111,4	130,7	110,7	153,0	135
Biała Podl.	Min.	2,7	13,5	1,6	5,9	4,0	7,9	4,2	14,2
	Max.	51,5	38,5	119,4	104,4	117,6	97,6	106,8	88,8
Sobieszyn	Min.	0,3	1,8	0,6	4,1	0,5	6,0	5,8	9,6
	Max.	39,4	26,4	111,6	96,6	110,9	90,9	80,3	62,3

Analiza wariancji dla niedoboru opadów wykazała różnice między miesiącami okresu wegetacji, między dwoma rodzajami gleb oraz interakcję między miesiącami i glebami (tab. 3). Średnie miesięczne niedobory opadów maja i czerwca różniły się istotnie od niedoborów w lipcu i sierpniu. Natomiast niedobory opadów na glebie lekkiej różniły się istotnie od niedoborów na glebie średnio żwiżłej. Analiza wariancji dla nadmiaru opadów wykazała jedynie istotne różnice między miesiącami okresu wegetacji. Średnie miesięczne nadmiary opadów czerwca, lipca i sierpnia nie różniły się istotnie między sobą, lecz różniły się istotnie od niedoborów w maju. W analizowanych latach w środkowo-wschodniej Polsce z największą częstością pojawiały się ekstremalne (wyższe od średnich wieloletnich) niedobory opadów na glebie lekkiej (rys. 3). Z największą częstością występowały one w południowej części badanego obszaru. Ekstremalne, wyższe od średniej wieloletniej, niedobory opadów na glebie średnio żwiżłej najczęściej notowano w zachodniej części badanego obszaru, a najrzadziej w północno-wschodniej. Ekstremalne nadmiary opadów na glebie lekkiej występowały z trzykrotnie mniejszą częstością niż ich niedobory.

Analiza współczynników kierunkowych trendu wykazała, że w większości stacji zarówno niedobór jak i nadmiar opadów nie wykazywał dużych tendencji zmian (tab. 4). W czterech stacjach (Ostrołęka, Szepietowo, Białowieża, Biała Podlaska) istotnie z roku na rok zmniejszał się nadmiar opadów na glebie średnio żwiż-

złej, a w Szepietowie i w Białowieży również na glebie lekkiej. W Białej Podlaskiej i Ostrołęce współczynniki kierunkowe trendu zmian niedoboru opadów zarówno na glebie lekkiej jak i na średnio zwięzłej były dodatnie i istotne statystycznie.

**Tabela 3.** Średnie wieloletnie sumy niedoboru i nadmiaru opadów (mm) w okresie wegetacyjnym (V-VIII) ziemniaka późnego w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005

**Table 3.** Mean multi-annual sums of rainfall deficit and excess (mm) in the vegetation period (May-August) of late potato in central-eastern Poland in the years 1971-2005

Miesiąc Month	Niedobór – Rainfall deficit			Nadmiar – Rainfall excess		
	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil	Średnia Mean	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil	Średnia Mean
V	19b*	27b*	23a	20	16	18a
VI	20b*	29b*	25a	40	38	39b
VII	29a*	46a*	38b	41	39	40b
VIII	31a*	44a*	38b	37	39	38b
Średnia – Mean	25*	37*		35	33	

Średnie oznaczone takimi samymi literami (a,b) w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy  $\alpha = 0,05$  – Mean values indicated with the same letters (a,b) in columns do not differ significantly at  $\alpha = 0,05$ ,  
Średnie oznaczone \* w wierszach różnią się od siebie istotnie przy  $\alpha = 0,05$  – Mean values indicated with \* in rows differ significantly at  $\alpha = 0,05$

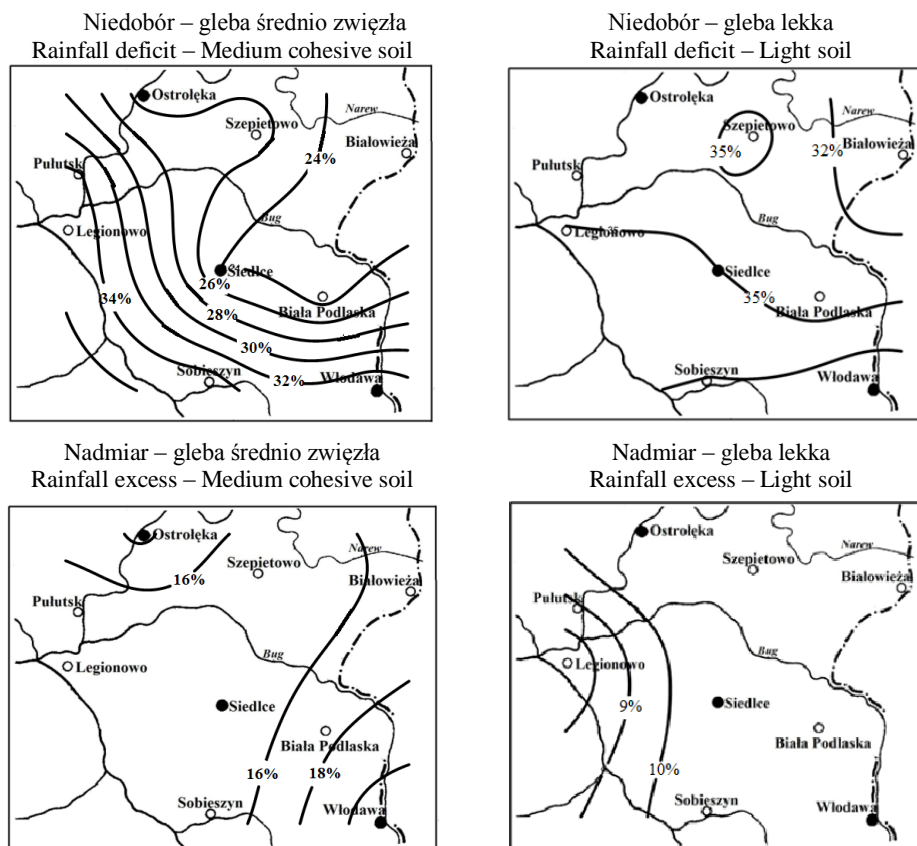
**Tabela 4.** Współczynniki kierunkowe trendu (a) średnich sum niedoboru i nadmiaru opadów okresu wegetacyjnego (V-VIII) w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005

**Table 4.** Slopes of trend (a) for mean sums of rainfall deficit and rainfall excess in the vegetation period (May-August) in central-eastern Poland in the years 1971-2005

Stacja meteorologiczna Meteorological station	Niedobór – Rainfall deficit		Nadmiar – Rainfall excess	
	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil	Gleba średnio zwięzła Medium cohesive soil	Gleba lekka Light soil
Włodawa	-0,22	-0,20	-0,27	-0,45
Ostrołęka	0,70*	0,93*	-0,91*	-0,58
Siedlce	-0,03	-0,07	-0,12	-0,12
Legionowo	-0,27	-0,60*	0,22	-0,01
Pułtusk	-0,02	-0,09	0,18	0,29
Szepietowo	-0,10	-0,04	-0,88*	-1,20*
Białowieża	0,31	0,17	-1,08*	-0,99*
Biała Podl.	0,64*	0,94*	-1,15*	-0,81
Sobieszyn	0,02	-0,13	-0,28	-0,29

\*istotne przy  $\alpha = 0,05$  – \*significant at  $\alpha = 0,05$ .





**Rys. 3.** Rozkład przestrzenny częstości występowania średnich sum niedoboru i nadmiaru opadów (%) w okresie wegetacji (V-VIII) wyższego od wartości średniej wieloletniej w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005

**Fig. 3.** Spatial distribution of frequency of mean sums of rainfall deficit and rainfall excess (%) in the vegetation period (May-August) greater than the multi-annual mean in central-eastern Poland in the years 1971-2005

#### WNIOSKI

1. W środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971-2005 uprawy ziemniaka późnego dwa razy częściej zagrożone były występowaniem niedoboru opadów niż ich nadmiaru.

2. Średnia wieloletnia suma niedoboru w okresie wegetacyjnym (V-VIII) wynosiła na glebie lekkiej ponad 140 mm, a na średnio zwięzłej około 100 mm. Wartości średnich wieloletnich sum nadmiaru opadów na obu rodzajach gleb były zbliżone do siebie i wyższe od 100 mm.

3. Najniższe wartości średnich miesięcznych niedoborów opadów na obu rodzajach gleb występowały w lipcu i sierpniu, przy czym niedobory na glebie lekkiej były o około 10 mm większe niż na glebie średnio zwięzłej. Średnie miesięczne niedobory opadów w maju i czerwcu różniły się istotnie od niedoborów w lipcu i sierpniu. Najmniejsze nadmiary opadów na obu rodzajach gleb notowano w maju. Średnie miesięczne nadmiary opadów w czerwcu, lipcu i sierpniu różniły się istotnie od nadmiarów występujących w maju.

4. W środkowo-wschodniej Polsce notowano najczęściej wyższe od średnich wieloletnich niedobory opadów na glebie lekkiej. Najczęściej występowały one w południowej części badanego obszaru. Natomiast nadmiary opadów, przewyższające średnie wieloletnie, na glebie lekkiej występowały z trzykrotnie mniejszą częstością niż niedobory.

5. Analiza współczynników kierunkowych trendu nie wykazała jednokierunkowych tendencji zmian zarówno niedoborów jak i nadmiarów opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego.

#### 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.
- Grabarczyk S., 1983. Nawadnianie. Podstawy agrotechniki. PWRiL Warszawa, 1983, 94-96.
- 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. Infr. i Ekol. Terenów Wiejskich, Nr 3/2009, 129-140.
- Lutomirska B., 2005. Zmienność rozwoju roślin i wybranych cech użytkowych bulw ziemniaka (*Solanumtuberosum* L.) zależnie od warunków meteorologicznych okresu wegetacji – Rozprawa doktorska, IHAR Radzików.
- Lutomirska B., 2006. Przyspieszenie zbioru ziemniaków bardzo wczesnych. Ziemniak Polski. Wyd. IHAR-PIB ZNiOZ Bonin, 1, 9-11.
- Mazurczyk W., Wierzbicka A., Wroniak J., 2009. Wpływ optymalizacji nawadniania i nawożenia azotem na wybrane parametry wzrostu roślin oraz plon wczesnej odmiany ziemniaka. Infr. i Ekol. Terenów Wiejskich, Nr 3/2009, 91-100.
- Nowak L., 2006. Potrzeby wodne roślin okopowych. W: Nawadnianie roślin. Red. S. Kaczmarczyk. L. Nowak. PWRiL Poznań, 368-372.
- Rolbiecki S., Rzekanowski Cz., Rolbiecki R., 2009. Ocena potrzeb i efektów nawadniania ziemniaka średnio wczesnego w okolicy Bydgoszczy w latach 2005-2007. Acta Agrophysica, 13(2), 463-472.
- Rzekanowski Cz., Rolbiecki St., Rolbiecki R., 2004. Productive results of sprinkler irrigation of potatoes on the light soils in central Poland. Agricultural Engineering, XLI, 2, 56-60.

- Szwejkowski Z., Dragańska E., Banaszkiwicz B., 2005. Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego i buraka cukrowego w Polsce północno-wschodniej, w wieloletniu 1971-2000. *Woda Środ. Obsz. Wiejskie*, t. 5, z. Specj., (14), 315-326.
- Trybała M., 1996. Potrzeby wodne roślin uprawnych. W: *Gospodarka wodna w rolnictwie*. Red. M. Trybała. PWRiL Warszawa, 120-142.
- Żarski J., 2011. Tendencje zmian klimatycznych wskaźników potrzeb nawadniania roślin w rejonie Bydgoszczy. *Infrast. i Ekol. Ter. Wiej.*, 5, 29-37.

## RAINFALL DEFICIT AND EXCESS RAINFALL DURING VEGETATION OF LATE POTATO IN CENTRAL-EASTERN POLAND (1971-2005)

*Elżbieta Radzka, Jolanta Jankowska*

Department of Agrometeorology and Land Reclamation,  
University of Natural Sciences and Humanities  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce  
e-mail: elzbieta.radzka@uph.edu.pl

**Abstract.** In the study data from nine meteorological stations from the region of Central and Eastern of Poland (1971-2005) were used. They were monthly sums of precipitation and average monthly air temperatures during the growing season of late potato (V-VIII). Optimum rainfall for late potato acc. to the Klatt index (after Grabarczyk 1983) was calculated for the medium concise soil and light soil in the subsequent months of the growing season. From the differences between the values of monthly sums of precipitation occurring in the research years and the values recognised as optimal the rainfall deficit and excess were determined. It was found that during the growing season of late potato the deficits were twice more frequent than the excess of rainfall. The average long-term sum of precipitation deficiency during May-August on light soil was more than 140 mm, and on the medium concise soil more than 100 mm. The values of excess rainfall during this period on both soil types were at a similar level and amounted to more than 100 mm. The greatest deficiency of rainfall was recorded in July and August. Extreme rainfall deficits (higher than the average multi-annual) occurred with the greatest frequency on light soil.

**Key words:** rainfall deficit, rainfall excess, late potato, central-eastern Poland