

ELŻBIETA RADZKA<sup>1</sup>, TOMASZ LENARTOWICZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

<sup>2</sup>Pracownia Wartości Gospodarczej Odmian Roślin Okopowych i Kukurydzy  
Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej

## NIEDOBÓR I NADMIAR OPADÓW W OKRESIE WEGETACJI WCZESNYCH ODMIAN ZIEMNIAKÓW W ŚRODKOWOSCHODNIEJ POLSCE (1971-2005)

RAINFALL DEFICIT AND EXCESS RAINFALL DURING VEGETATION  
OF EARLY POTATOES VARIETIES  
IN CENTRAL-EASTERN POLAND (1971-2005)

**Streszczenie.** W pracy wykorzystano dane z dziewięciu stacji IMGW z rejonu środkowoschodniej Polski (1971-2005) dotyczące miesięcznej sumy opadów atmosferycznych i średniej miesięcznej temperatury powietrza w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaka (kwiecień-lipiec). Obliczono opady optymalne dla ziemniaków wczesnych według wskaźników Klatta (Grabarczyk, 1983), dla gleb średniozwięzłych 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 częstość niedoboru opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaka, w każdej analizowanej miejscowości, zarówno na glebie średniozwięzłej jak i lekkiej, przewyższała częstość występowania ich nadmiaru. Największy średni miesięczny niedobór opadów we wszystkich analizowanych miejscowościach na obu rodzajach gleb zanotowano w czerwcu, a największy nadmiar – w lipcu. Na glebie lekkiej dla niedoboru opadów notowano mniejsze wartości odchylenia standardowego niż na glebie średniozwięzłej, a dla nadmiaru zanotowano zależność odwrotną. Ryzyko uprawy wczesnych odmian ziemniaka na glebie lekkiej było zagrożone częstym pojawianiem się ekstremalnych niedoborów opadów. Z największą częstością pojawiały się w południowo-wschodniej części badanego obszaru, a z najmniejszą – w pasie biegnącym od Pułtuska w kierunku Szepietowa. Wartości współczynnika kierunkowego trendu przyjmowały we wszystkich stacjach małe wartości i w większości nie były statystycznie istotne, jednak wszystkie wartości dotyczące niedoboru opadów były ujemne, co wskazuje na jego niewielkie zwiększanie się z roku na rok. Istotną tendencję zmian niedoboru opadów zanotowano jedynie we Włodawie i w Siedlcach, nadmiaru zaś – w Szepietowie i Białowieży.

**Słowa kluczowe:** nadmiar i niedobór opadów, ziemniak, odmiany wczesne, regiony geograficzne, środkowowschodnia Polska

## Wstęp

Rośliny okopowe mają wysokie wymagania wodne ze względu na długi okres wegetacji, dużą ilość wytwarzanej biomasy i słabszy niż u innych roślin system korzeniowy (Dzieżyc i in., 1987; Nowak, 2006a, 2006b; Rębarz i Borówczak, 2006; Trawczyński, 2009). Niedobór wody w pierwszym okresie wegetacji ziemniaka nie powoduje niekorzystnych następstw, gdyż rośliny tego gatunku są wówczas związane bardzo silnie z bulwami mącznymi. Wschodzące rośliny ziemniaka korzystają też w dużej mierze z zapasów wody retencjonowanej w okresie zimowo-wiosennym. Bardziej niekorzystny w tym okresie może być nadmiar wody, gdyż może powodować gnicie bulw. Moment wyraźnej wrażliwości wczesnych odmian ziemniaka na niedobór wody przypada na czerwiec i na początek lipca (Głuska, 2000, 2004), a odmian średniopóźnych i późnych – na lipiec i pierwszą dekadę sierpnia (Biniak i in., 2007; Kalbarczyk, 2005). Odmiany wczesne są szczególnie wrażliwe na niedobór wody ze względu na intensywny wzrost części nadziemnych i szybki przyrost bulw (Dzieżyc i in., 2012; Sawicka i Krochmal-Marczak, 2005). Według Lutomirskiej (2005) końcowa faza wegetacji, przypadająca w okresie zasychania łątów i zbioru bulw, cechuje się mniejszym zapotrzebowaniem na wodę. Opracowania dotyczące wymagań wilgotnościowych ziemniaka, a także analiza nadmiaru i niedoboru opadów w okresie wegetacji w poszczególnych regionach kraju, pomagają oszacować potrzeby nawadniania tej rośliny (Dmowski i in., 2004; Radzka i in., 2010; Rolbiecki i Rolbiecki, 2005). Stwierdzono, że ziemniak silnie reaguje na poprawę warunków wilgotnościowych (Mazurczyk i in., 2009; Nowak, 2006a, 2006b; Rolbiecki i in., 2009; Rzekanowski i in., 2004; Żarski, 2011). Największe niedobory wodne wynikające ze zbyt małej ilości opadów występują, według Żarskiego i Dudka (2003), Kalbarczyka i Kalbarczyk (2009) oraz Skowery (2014), zazwyczaj w nizinnej części kraju, określanej jako obszar szczególnie deficytowy w wodę dla rolnictwa.

Celem pracy była ocena niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaka uprawianych na dwóch typach gleb w środkowowschodniej Polsce.

## 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 wczesnych odmian ziemniaka (od kwietnia do lipca). Dane te pochodziły z dziewięciu stacji IMGW z rejonu środkowowschodniej Polski (tab. 1).

Obliczono opady optymalne dla wczesnych odmian ziemniaka według wskaźników Klatta dla gleb średniozwięzłych i lekkich w kolejnych miesiącach okresu wegetacji. W celu określenia opadów optymalnych dla gleb lekkich wartości opadów optymalnych dla gleb średniozwięzłych pomnożono przez 1,25. Na każdy 1°C powyżej lub poniżej średniej temperatury miesięcznej podanej przez Klatta dodano lub odjęto odpowiednio

Tabela 1. Współrzędne geograficzne stacji synoptycznych i klimatycznych IMGW w środkowowschodniej Polsce

Table 1. Geographic coordinates of synoptic and climatic stations of the Institute of Meteorology and Water Management in central-eastern Poland

Stacja meteorologiczna Meteorological station	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates		Wysokość n.p.m. Elevation a.s.l. $H_s$ (m)
	szerokość geograficzna geographic latitude $\varphi^\circ$	długość geograficzna geographic longitude $\lambda^\circ$	
Włodawa	51°33'	23°32'	163
Ostrołęka	53°05'	21°34'	95
Siedlce	52°11'	22°16'	146
Legionowo	52°24'	20°58'	93
Pułtusk	52°44'	21°06'	95
Szepietowo	52°51'	22°33'	150
Białowieża	52°42'	23°51'	164
Biała Podlaska	52°02'	23°05'	133
Sobieszyn	51°37'	22°09'	135

5 mm opadów (Grabarczyk, 1983). Charakterystyki zaspokojenia potrzeb wodnych wczesnych odmian ziemniaka dokonano na podstawie różnic między wartościami miesięcznych sum opadów występujących w latach badań i wartościami uznanymi za optymalne. Analiza danych polegała na przeanalizowaniu maksymalnych wartości nadmiarów, minimalnych wartości niedoborów, średnich wartości niedoborów i nadmiarów opadów oraz częstości ich występowania. Częstość występowania sum niedoboru i nadmiaru opadów w okresie od kwietnia do lipca przekraczających wartość średniej wieloletniej liczono jako stosunek liczby przypadków do liczby 35 analizowanych lat. Procentowe wartości częstości niedoboru i nadmiaru opadów przedstawiono na mapach w postaci izolinii. Za średnią obszarową niedoboru i nadmiaru opadów przyjęto średnią arytmetyczną miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacji (kwiecień-lipiec) z dziewięciu stacji (tab. 1). Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z użyciem programu Statistica 10.0 (StatSoft, 2011).

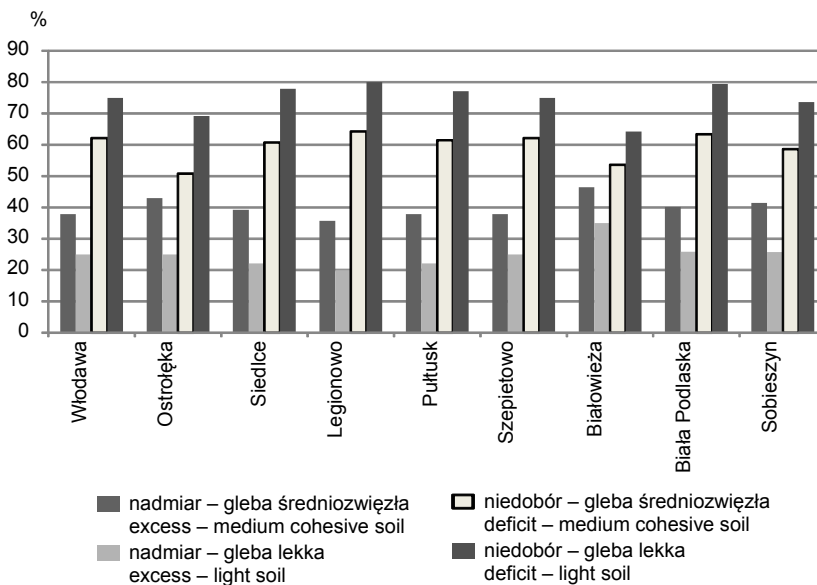
Postawiono hipotezę badawczą, że niedobory i nadmiary opadów w miesiącach okresu wegetacji wczesnych odmian ziemniaka są różnicowane przez miejscowości, typy gleb i lata.

W celu wyznaczenia grup jednorodnych średnich miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA), a istotność różnic testowano testem Tukeya na poziomie  $p = 0,05$ .

Kierunek oraz istotność tendencji zmian niedoboru i nadmiaru opadów w tym okresie określono na podstawie równań regresji liniowej. Istotność współczynnika kierunkowego trendu oceniono testem t Studenta na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

W latach 1971-2005 w środkowowschodniej Polsce, częstość niedoboru opadów w okresie wegetacji (od kwietnia do lipca) wczesnych odmian ziemniaka w każdej analizowanej miejscowości, zarówno na glebie średniozwięzłej, jak i lekkiej, przewyższała częstość występowania ich nadmiarów (średnio o 35%) (rys. 1). Szwejkowski i in. (2005), po przeanalizowaniu niedoborów i nadmiarów opadów w okresie wegetacji w Polsce północno-wschodniej, stwierdzili, że uprawa późnych odmian ziemniaka na glebach lekkich jest częściej zagrożona niedoborami opadów niż ich nadmiarami.



Rys. 1. Częstość występowania niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym (kwiecień-lipiec) ziemniaka wczesnego w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005

Fig. 1. Frequency of rainfall deficit and rainfall excess in the vegetation period (April-July) of early potato in central-eastern Poland in 1971-2005

Średnia częstość występowania niedoboru opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaka na glebie lekkiej była większa o 15% od niedoboru na glebie średniozwięzłej. Nadmiar opadów występował o 14% częściej na glebie średniozwięzłej niż na glebie lekkiej. Częstość występowania okresów wegetacji z niedoborem opadów na glebie lekkiej, w większości miejscowości, przekraczała 70%, a na glebach średniozwięzłych była równa 50% lub przekraczała tę wartość. Rolbiecki i in. (2009) zaznaczyli, że potrzeby wilgotnościowe ziemniaka zależą od zwięzłości gleby i przy opadach mniejszych od optymalnych największy spadek plonów występuje na glebach lekkich. Lenartowicz i Koziara (2006) stwierdzili, że suma opadów silnie determinuje wielkość

plonu w warunkach gleb słabszych i przy mniejszej ich ilości niż na glebach dobrych przy większej ich ilości.

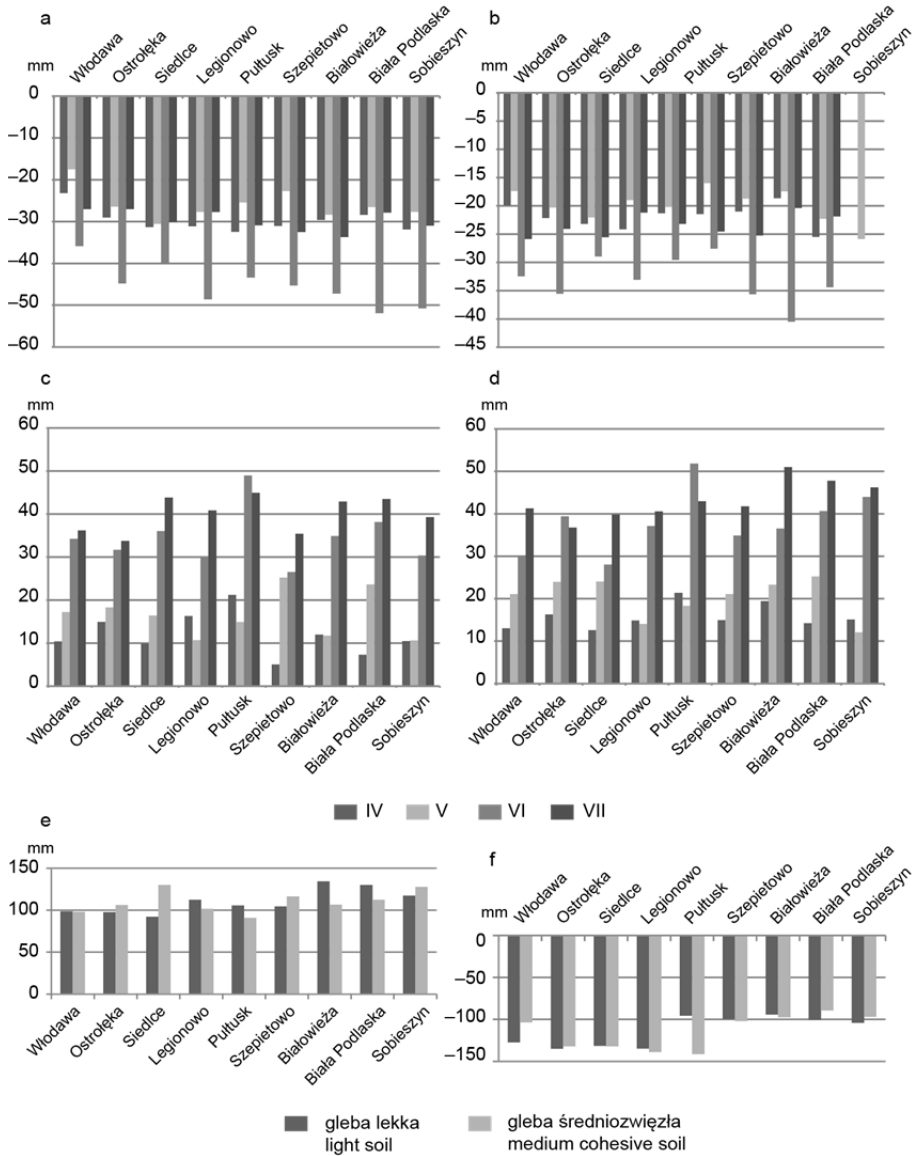
Średnia wieloletnia suma niedoboru opadów w okresie wegetacji odmian wczesnych ziemniaka w badanych miejscowościach wynosiła na glebie lekkiej od 104 mm we Włodawie do 141 mm w Sobieszynie, a na glebie średniozwięzłej – od 89 mm w Szepietowie do 104 mm w Sobieszynie (rys. 2). Średnia suma nadmiaru opadów w okresie wegetacji na glebie lekkiej mieściła się w przedziale od 91 mm w Białej Podlaskiej do 130 mm w Pułtusku, a na glebie średniozwięzłej – od 106 mm we Włodawie do 134 mm w Pułtusku. Według Dzieżyca i in. (1987) potrzeby opadowe ziemniaka wczesnego na terenie całego kraju są przeciętnie o 24 mm większe na glebie lekkiej niż na średniej, przy czym największe różnice występują w zlewni Bugu z Narwią – 39 mm, najmniejsze zaś – w zlewni bałtyckiej Pomorza, tylko 5 mm.

Największy średni miesięczny niedobór opadów z wielolecia w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaka we wszystkich analizowanych miejscowościach na obu rodzajach gleb zanotowano w czerwcu. Na glebie lekkiej niedobór ten przekraczał 30 mm, a w Białej Podlaskiej i Sobieszynie – nawet 50 mm. Na glebie średniozwięzłej niedobór opadów w czerwcu był nieco mniejszy i w Białej Podlaskiej przekroczył 40 mm, a w Ostrołęce i Białowieży – 35 mm. W pozostałych miesiącach kształtował się na zbliżonym poziomie: na glebie lekkiej było to około 30 mm na miesiąc, a na glebie średniozwięzłej – około 20 mm na miesiąc.

Największy średni miesięczny nadmiar opadów, we wszystkich miejscowościach i na obu rodzajach gleb zanotowano w lipcu. Na glebie lekkiej jego wartości wynosiły od 35 mm w Szepietowie do 45 mm w Pułtusku, a na glebie średniozwięzłej – od 37 mm w Sobieszynie do 51 mm w Białowieży. W kwietniu zanotowano najmniejszy nadmiar opadów, który kształtował się na poziomie od 12 mm na glebie lekkiej do 16 mm na glebie średniozwięzłej. Badura (1989) oraz Kalbarczyk i Kalbarczyk (2004) podają, że niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka wczesnego występuje na terenie prawie całego kraju, a niedobory w zakresie od 20 do 60 mm zajmują największy obszar. Z kolei Kołodziej i in. (2003) na podstawie 50-letniego okresu badań (1951-2000) stwierdzili, że w środkowej części Lubelszczyzny wielkość zaspokojenia potrzeb opadowych wczesnych odmian ziemniaka wynosi około 80%.

Największe niedobory występowały najczęściej w czerwcu i wynosiły od 64 mm w Sobieszynie (gleba średniozwięzła) do 110 mm w Białowieży (gleba lekka) (tab. 2). Największe nadmiary opadów występowały najczęściej w lipcu i wynosiły od 80 mm w Ostrołęce, na glebie lekkiej, do 151 mm w Białowieży, na glebie średniozwięzłej.

Wartość odchylenia standardowego mówi, o ile wszystkie jednostki zbiorowości statystycznej różnią się od średniej arytmetycznej z wartości badanej zmiennej. W przypadku niedoboru opadów na glebie lekkiej notowano mniejsze wartości tego parametru niż na glebie średniozwięzłej. Największe rozproszenie wartości wokół średniej wartości niedoboru notowano w czerwcu. Średnia wartość odchylenia standardowego niedoborów na obu rodzajach gleb w tym miesiącu wynosiła 23. Średnia wartość tego parametru dla nadmiaru opadów we wszystkich miesiącach była większa na glebie lekkiej niż na średniozwięzłej. Na obu rodzajach gleb największe wartości rozproszenia wokół średniej wartości nadmiaru notowano w lipcu.



Rys. 2. Średnia miesięczna suma oraz średnia wieloletnia suma niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym (kwiecień-lipiec) ziemniaka wczesnego w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005; a – niedobór – gleba lekka, b – niedobór – gleba średniozwięzła, c – nadmiar – gleba lekka, d – nadmiar – gleba średniozwięzła, e – suma nadmiaru (kwiecień-lipiec), f – suma niedoboru (kwiecień-lipiec)

Fig. 2. Mean monthly total and mean multiannual total for rainfall deficit and rainfall excess in the vegetation period (April-July) of early potato in central-eastern Poland in 1971-2005; a – deficit – light soil, b – deficit – medium cohesive soil, c – excess – light soil, d – excess – medium cohesive soil, e – total for excess (April-July), f – total for deficit (April-July)

Radzka, E., Lenartowicz, T. (2015). Niedobór i nadmiar opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaków w środkowowschodniej Polsce (1971-2005). *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 2, #25. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.2.25

Tabela 2. Minimalne (min.) i maksymalne (max.) wartości oraz odchylenie standardowe ( $\sigma$ ) średnich miesięcznych sum niedoboru i nadmiaru opadów w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005 (mm)

Table 2. Minimum (min.) and maximum (max.) values and standard deviation ( $\sigma$ ) of mean monthly totals for rainfall deficit and rainfall excess in central-eastern Poland in 1971-2005 (mm)

Stacja meteorologiczna Meteorological station		Miesiące – Months							
		IV		V		VI		VII	
		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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Niedobór opadów – Rainfall deficit									
Włodawa	min.	-36	-55	-34	-49	-76	-95	-63	-78
	$\sigma$	11	26	9	22	19	36	20	44
Ostrołęka	min.	-57	-70	-40	-55	-83	-103	-57	-72
	$\sigma$	14	18	13	17	20	27	17	22
Siedlce	min.	-46	-59	-52	-67	-69	-89	-54	-69
	$\sigma$	14	17	13	17	17	22	13	19
Legionowo	min.	-66	-79	-47	-62	-85	-105	-49	-64
	$\sigma$	16	19	16	18	20	23	16	20
Pułtusk	min.	-67	-80	-49	-64	-68	-88	-63	-78
	$\sigma$	16	17	14	18	19	24	17	20
Szepietowo	min.	-49	-62	-51	-66	-75	-95	-71	-86
	$\sigma$	13	15	14	16	21	22	21	23
Białowieża	min.	-66	-79	-50	-65	-90	-110	-71	-86
	$\sigma$	18	20	14	17	20	26	18	22
Biała Podlaska	min.	-44	-57	-39	-54	-84	-104	-53	-68
	$\sigma$	12	14	11	14	22	28	15	17
Sobieszyn	min.	-44	-56	-48	-63	-64	-89	-71	-86
	$\sigma$	11	17	12	17	18	22	18	20
Nadmiar opadów – Rainfall excess									
Włodawa	max.	31	22	47	32	108	88	116	101
	$\sigma$	9	7	14	9	32	37	34	32

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1		2	3	4	5	6	7	8	9
Ostrołęka	max.	43	30	63	48	74	55	95	80
	$\sigma$	13	11	17	18	23	20	29	27
Siedlce	max.	36	23	64	49	114	94	116	101
	$\sigma$	11	12	17	14	35	40	34	29
Legionowo	max.	31	38	35	30	144	124	134	119
	$\sigma$	16	16	10	12	41	43	34	33
Pułtusk	max.	59	46	52	37	107	87	137	122
	$\sigma$	21	19	15	14	43	40	38	34
Szepietowo	max.	25	12	59	44	98	78	138	123
	$\sigma$	5	2	19	16	32	30	37	36
Białowieża	max.	41	28	53	38	106	86	151	136
	$\sigma$	11	8	13	11	35	36	43	43
Biała Podlaska	max.	26	13	52	37	99	79	138	123
	$\sigma$	6	9	18	9	33	29	42	40
Sobieszyn	max.	32	22	39	24	92	72	131	116
	$\sigma$	10	6	11	10	27	25	42	41

Wykazano brak interakcji między niedoborem i nadmiarem opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji a rodzajem gleby, czyli pod względem statystycznym niedobór i nadmiar opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacji kształtował się podobnie na obu rodzajach gleb. Wystąpiły interakcje między miesiącami, jak również interakcje między glebą średniozwięzłą i lekką. Średni miesięczny niedobór opadów był największy w czerwcu i różnił się istotnie od niedoboru w pozostałych miesiącach (tab. 3). Średni miesięczny nadmiar opadów różnił się istotnie we wszystkich miesiącach i wzrastał od kwietnia do lipca w każdym miesiącu. Średnie niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji różniły się istotnie na obu rodzajach gleb.

W środkowowschodniej Polsce z największą częstością występowały ekstremalne (większe od średnich wieloletnich) niedobory opadów w okresie wegetacji tej grupy wczesności ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej, a najrzadziej – nadmiary opadów również na glebie lekkiej (rys. 3). Niedobory opadów o wartościach większych od średniej wieloletniej na glebie średniozwięzłej notowano najczęściej na obrzeżach badanego obszaru, a najrzadziej – w kierunku od centrum do Pułtuska. Na glebie lekkiej największe ryzyko uprawy wczesnych odmian ziemniaka jest powodowane częstym pojawianiem się ekstremalnych niedoborów i notowano je w południowo-wschodniej części badanego obszaru (rejon Białej Podlaskiej). Najmniejsze ryzyko tej uprawy występuje w pasie biegnącym od Pułtuska w kierunku Szepietowa. Ekstremalnym nadmiarem opadów w okresie wegetacji były najczęściej zagrożone uprawy wczesnych odmian ziemniaka



Tabela 3. Średnie wieloletnie sumy niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym (kwiecień-lipiec) ziemniaka wczesnego w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005 (mm)  
 Table 3. Mean multiannual totals for rainfall deficit and rainfall excess in the vegetation period (April-July) of early potato in central-eastern Poland in 1971-2005 (mm)

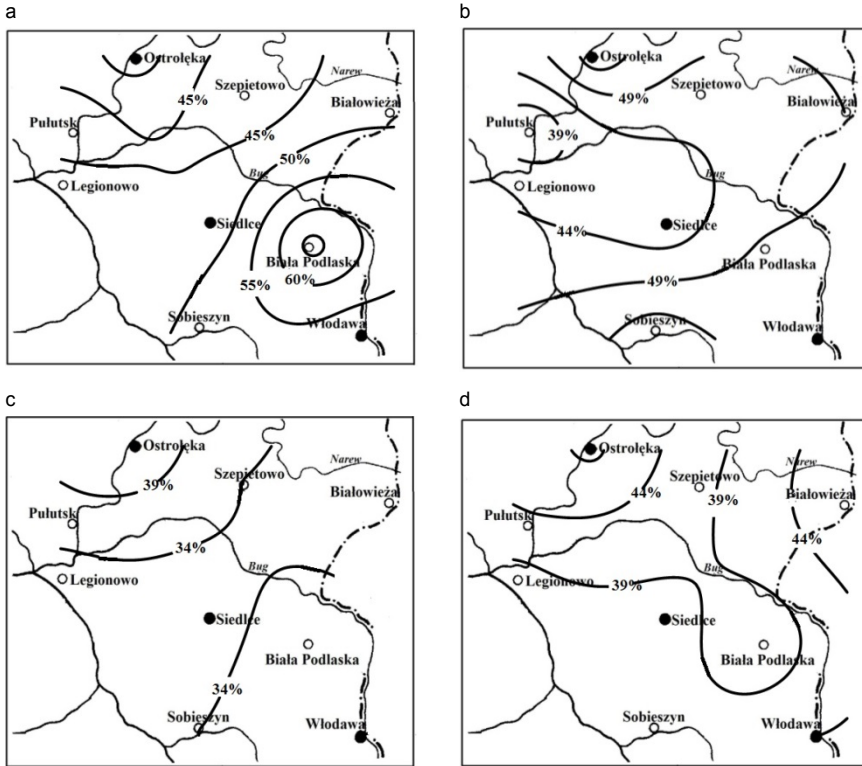
Miesiąc Month	Niedobór opadów – Rainfall deficit			Nadmiar opadów – Rainfall excess		
	gleba średniozwięzła medium cohesive soil	gleba lekka light soil	średnio mean	gleba średniozwięzła medium cohesive soil	gleba lekka light soil	średnio mean
IV	22	30	26	16	12	14
V	19	26	23	20	17	18
VI	33	45	39	38	35	36
VII	24	26	25	43	40	42
NIR <sub>0,05</sub> dla miesięcy: 5,50 LSD <sub>0,05</sub> for months: 5.50 NIR <sub>0,05</sub> dla gleby: 2,90 LSD <sub>0,05</sub> for soil: 2.90 NIR <sub>0,05</sub> dla gleby × miesiące: ni LSD <sub>0,05</sub> for soil × months: ns			NIR <sub>0,05</sub> dla miesięcy: 3,80 LSD <sub>0,05</sub> for months: 3.80 NIR <sub>0,05</sub> dla gleby: 2,40 LSD <sub>0,05</sub> for soil: 2.40 NIR <sub>0,05</sub> dla gleby × miesiące: ni LSD <sub>0,05</sub> for soil × months: ns			

ni – różnica nieistotna.  
 ns – not significant difference.

na glebie średniozwięzłej w północno-wschodniej i północno-zachodniej części badanego obszaru, a na glebie lekkiej – w północno-zachodniej części badanego obszaru.

Analiza współczynników kierunkowych trendu wykazała, że ani nadmiar, ani niedobór opadów, na obu rodzajach gleb, nie wykazywał znaczących tendencji zmian (tab. 4). Wartości tych parametrów przyjmowały we wszystkich stacjach małe wartości i w większości nie były statystycznie istotne, jednak wszystkie wartości dotyczące niedoboru były ujemne, co wskazuje na jego niewielkie zwiększanie się z roku na rok.

Istotną tendencję zmian niedoboru opadów zanotowano jedynie we Włodawie na glebie średniozwięzłej (-1,1 mm) oraz w Siedlcach na obu rodzajach gleb (na glebie średniozwięzłej -1,2 mm, a na lekkiej -1,47 mm). Nadmiar opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaka zmniejszał się istotnie na dwóch stacjach: w Szepietowie (o 1,4 mm na rok na glebie średnio zwięzłej i o 1,38 mm na rok na glebie lekkiej) oraz w Białowieży (o 2,46 mm na rok na glebie średniozwięzłej i o 1,88 mm na rok na glebie lekkiej).



Rys. 3. Rozkład przestrzenny częstości występowania średnich sum niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym (kwiecień-lipiec) ziemniaka wczesnego większych od wartości średniej wieloletniej w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005 (%), a – niedobór – gleba lekka, b – niedobór – gleba średniozwięzła, c – nadmiar – gleba lekka, d – nadmiar – gleba średniozwięzła

Fig. 3. Spatial distribution of frequency of mean totals for rainfall deficit and rainfall excess in the vegetation period (April-July) of early potato greater than the multiannual mean in central-eastern Poland in 1971-2005 (%); a – deficit – light soil, b – deficit – medium cohesive soil, c – excess – light soil, d – excess – medium cohesive soil

## Wnioski

1. W analizowanych latach w środkowowschodniej Polsce uprawa wczesnych odmian ziemniaka zarówno na glebie średniozwięzłej, jak i lekkiej dużo częściej była zagrożona niedoborem opadów niż ich nadmiarem.

2. Największy średni miesięczny niedobór opadów w okresie wegetacji ziemniaka zanotowano w czerwcu. Różnił się on istotnie od niedoboru w pozostałych miesiącach wegetacji. Największy średni miesięczny nadmiar opadów różnił się istotnie między poszczególnymi miesiącami wegetacji i wzrastał kolejno od kwietnia do lipca.

Tabela 4. Współczynniki kierunkowe trendu średnich sum niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym (kwiecień-lipiec) ziemniaka wczesnego w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005

Table 4. Slopes of trend of mean totals for rainfall deficit and rainfall excess in the vegetation period (April-July) of early potato in central-eastern Poland in 1971-2005

Stacja meteorologiczna Meteorological station	Niedobór opadów Rainfall deficit		Nadmiar opadów Rainfall excess	
	gleba średniozwięzła medium cohesive soil	gleba lekka light soil	gleba średniozwięzła medium cohesive soil	gleba lekka light soil
Włodawa	-1,10*	-1,79	-0,67	-0,47
Ostrołęka	-0,22	-0,37	-1,01	-0,65
Siedlce	-1,20*	-1,47*	-0,31	0,03
Legionowo	-1,20	-1,50	0,08	0,40
Pułtusk	-0,79	-0,75	0,56	0,57
Szepietowo	-0,98	-1,10	-1,4*	-1,38*
Białowieża	-0,90	-1,35	-2,46*	-1,88*
Biała Podlaska	-1,18	-1,44	-1,20	-1,04
Sobieszyn	-0,99	-1,33	-0,98	-0,67

\*Wartość istotna przy  $\alpha = 0,05$ .

\*Significant value at  $\alpha = 0,05$ .

3. Wartości średnich miesięcznych niedoborów opadów charakteryzowały się większym zróżnicowaniem na glebie lekkiej niż na średniozwięzłej, a wartości nadmiaru opadów – odwrotnie. Stwierdzono niewielką tendencję zmian, zarówno niedoboru, jak i nadmiaru opadów. Istotnie ujemna tendencja zmian niedoboru opadów występowała jedynie we Włodawie i w Siedlcach, a nadmiaru – w Szepietowie i Białowieży.

4. Największą częstością występowania wartości większych od średniej wieloletniej charakteryzował się niedobór opadów na glebie lekkiej w południowo-wschodniej części badanego obszaru. Największe ryzyko uprawy wczesnych odmian ziemniaka spowodowane niedoborem opadów na glebie średniozwięzłej występowało w północno-wschodniej i północno-zachodniej części badanego obszaru.

5. Pojawiające się z dużą częstością niedobory opadów, szczególnie na glebie lekkiej, mogą stanowić poważną barierę intensyfikacji produkcji wczesnych odmian ziemniaka. W celu utrzymania produkcji na wysokim poziomie niezbędne są odpowiednie nawodnienia.

## Literatura

- Badura, U. (1989). Przestrzenne rozmieszczenie niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacji buraków i ziemniaków w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 343, 163–169.
- 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.
- Dmowski, Z., Nowak, L., Chmura, K. (2004). Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 232, 141–148.
- Dzieżyc, H., Chmura, K., Dmowski, Z. (2012). Określenie wpływu warunków opadowych na plonowanie ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego w południowej Polsce. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 12, (38), 2, 133–141.
- Dzieżyc, J., Nowak, L., Panek, K. (1987). Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 314, 11–33.
- Głuska, A. (2000). Nawadnianie jako czynnik kształtujący jakość plonu ziemniaka. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 213, 179–184.
- Głuska, A. (2004). Wpływ zmiennego rozkładu opadów na cechy bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) oraz wyznaczenie okresu krytycznego wrażliwości na niedobór wody u odmian o różnej długości okresu wegetacji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 496, 217–227.
- Grabarczyk, S. (1983). Nawadnianie. Podstawy agrotechniki. Warszawa: PWRiL.
- Kalbarczyk, R. (2005). Strefy klimatycznego ryzyka uprawy ziemniaka późnego w Polsce. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agric.*, 244, 99, 83–90.
- Kalbarczyk, R., Kalbarczyk, E. (2004). Czasowo-przestrzenna struktura opadów atmosferycznych w okresie wegetacji różnych grup wczesności ziemniaka w Polsce. *Acta Agrophys.*, 4, 3, 687–697.
- Kalbarczyk, R., Kalbarczyk, E. (2009). Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiej.*, 3, 129–140.
- Kołodziej, J., Liniewicz, K., Bednarek, H. (2003). Opady atmosferyczne w okolicy Lublina a potrzeby opadowe roślin uprawnych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E*, 58, 101–110.
- Lenartowicz, T., Koziara, W. (2006). Przyrost plonu bardzo wczesnych odmian ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych. *Rocz. AR Pozn., Roln.*, 66, 195–203.
- Lutomirska, B. (2005). Zmienność rozwoju roślin i wybranych cech użytkowych bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) zależnie od warunków meteorologicznych okresu wegetacji. Maszynopis. Rozprawa doktorska. Radzików: IHAR.
- Mazurek, W., Wierzbicka, A., Wroniak, J. (2009). Wpływ optymalizacji nawadniania i nawożenia azotem na wybrane parametry wzrostu roślin oraz plon wczesnej odmiany ziemniaka. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiej.*, 3, 91–100.
- Nowak, L. (2006a). Nawadnianie roślin okopowych. W: S. Karczmarczyk, L. Nowak (red.), *Nawadnianie roślin* (s. 367–381). Poznań: PWRiL.
- Nowak, L. (2006b). Potrzeby wodne roślin okopowych. W: S. Karczmarczyk, L. Nowak (red.), *Nawadnianie roślin* (s. 85–118). Poznań: PWRiL.
- Radzka, E., Jankowska, J., Koc, G., Rak, J. (2010). Wpływ posuch na plonowanie ziemniaka w środkowowschodniej Polsce. *Fragm. Agron.*, 27, 4, 111–118.
- Rębarz, K., Borówczak, F. (2006). Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego na wielkość bulw, plon handlowy i występowanie strat w czasie przechowywania ziemniaków. *Rocz. AR Pozn., Roln.*, 66, 305–313.
- Rolbiecki, S., Rolbiecki, R. (2005). Reakcja wybranych średnio wczesnych odmian ziemniaka na zastosowanie mikronawodnień na glebie piaszczystej. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Roln.*, 86, 455–461.

Radzka, E., Lenartowicz, T. (2015). Niedobór i nadmiar opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaków w środkowowschodniej Polsce (1971-2005). *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 2, #25. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.2.25

- Rolbiecki, S., Rzekanowski, Cz., Rolbiecki, R. (2009). Ocena potrzeb i efektów nawadniania ziemniaka średnio wczesnego w okolicy Bydgoszczy w latach 2005-2007. *Acta Agrophys.*, 13, 2, 463–472.
- Rzekanowski, Cz., Rolbiecki, S., Rolbiecki, R. (2004). Productive results of sprinkler irrigation of potatoes on the light soils in central Poland. *Agric. Eng.*, 41, 2, 56–60.
- Sawicka, B., Krochmal-Marczak, B. (2005). Wpływ czynników agrometeorologicznych na długość faz rozwojowych bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaka. *Acta Agrophys.*, 6, 1, 225–236.
- Skowera, B. (2014). Zmiany warunków hydrotermicznych na obszarze Polski (1971-2010). *Fragm. Agron.*, 31, 2, 74–87.
- StatSoft (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. Pozyskano z: <http://www.statsoft.com>
- Szejkowski, Z., Dragańska, E., Banaszekiewicz, B. (2005). Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego i buraka cukrowego w Polsce północno-wschodniej, w wieloleciu 1971–2000. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 5, (14), zesz. spec., 315–326.
- Trawczyński, C. (2009). Wpływ nawadniania kropłowego i fertygacji na plon i wybrane elementy jakości bulw ziemniaka. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiej.*, 3, 55–67.
- Żarski, J. (2011). Tendencje zmian klimatycznych wskaźników potrzeb nawadniania roślin w rejonie Bydgoszczy. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiej.*, 5, 29–37.
- Żarski, J., Dudek, S. (2003). Rola deszczowania w kształtowaniu plonów wybranych upraw polowych. *Pam. Puław.*, 132, 443–449.

## RAINFALL DEFICIT AND EXCESS RAINFALL DURING VEGETATION OF EARLY POTATOES VARIETIES IN CENTRAL-EASTERN POLAND (1971-2005)

**Summary.** The study was based on data collected from nine stations of the Institute of Meteorology and Water Management in central-eastern Poland (1971-2005) concerning monthly precipitation total and mean monthly air temperature during the vegetation period of early potatoes (April-July). Optimal precipitation for early potato was calculated according to the Klatt indexes for medium cohesive and light soils in the successive months of the vegetation period. Rainfall deficit and excess rainfall were determined based on differences between monthly precipitation totals recorded in the years of the study and values considered to be optimal. It was found that the frequency of rainfall deficit during vegetation of early potato in each analysed location both for medium cohesive soil and for light soil exceeded the frequency of its excess. The greatest mean monthly rainfall deficit from the multiannual period in the vegetation season of early potato in all the analysed locations and for both soil types was recorded in June, while excess rainfall was observed in July. Lower values of standard deviation for rainfall deficit were calculated in the case of light soil than medium cohesive soil, while an opposite dependence was recorded for excess rainfall. The risk for early potato plantations on light soil was connected with frequent extreme deficits. They were observed most often in the south-eastern part of the study area, while they were rarest in the belt from Pułtusk towards Szepietowo. Values of the slope of the trend lines were low for all the weather stations and most of them were statistically non-significant. However, all values concerning rainfall deficit were negative, which indicates its slight increase from year to year. A significant trend for changes in rainfall deficit was observed only in Włoda-wa and Siedlce, while for excess rainfall it was found in Szepietowo and Białowieża.

**Key words:** deficit and excess of rainfall, potato, early varieties, geographical regions, central-eastern Poland

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

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

*Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:*

*23.01.2015*

*Do cytowania – For citation:*

*Radzka, E., Lenartowicz, T. (2015). Niedobór i nadmiar opadów w okresie wegetacji wczesnych odmian ziemniaków w środkowowschodniej Polsce (1971-2005). *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 2, #25. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.2.25*