

NIEDOBORY I NADMIARY OPADÓW W OKRESIE WEGETACJI ZIEMNIAKA PÓZNEGO W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM (1981–2010)

Barbara Skowera, Joanna Kopcińska,
Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek, Jakub Wojkowski
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Celem pracy była ocena wielkości, częstości oraz trendów niedoborów i nadmiarów opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim w latach 1981–2010. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim średnia suma opadów w miesiącach od maja do września, była zbliżona do wielkości potrzeb opadowych tej rośliny. W analizowanym okresie najczęściej występowały warunki optymalne pod względem zabezpieczenia potrzeb opadowych we wszystkich miesiącach, z wyjątkiem sierpnia i września. W sierpniu dominowały warunki umiarkowanie suche i suche (44% przypadków), a we wrześniu umiarkowanie mokre i mokre (43% przypadków). Statystycznie istotny trend wzrostowy na poziomie $\alpha = 0,05$ wystąpił tylko w przypadku nadmiernych opadów w lipcu w Głubczycach i słabszy na poziomie $\alpha = 0,1$ w Łosiowie. W przypadku niedoborów słaby trend wzrostowy wystąpił tylko w czerwcu w Łosiowie. Mediany niedoborów opadu w kolejnych miesiącach wegetacji ziemniaka późnego przyjmowały wartości w zakresie od 13 mm w do 43 mm, natomiast mediany nadmiarów opadu od 22 mm do 49 mm. Stwierdzono, że największe spadki plonu ziemniaka występowały w warunkach dużych niedoborów opadu.

Słowa kluczowe: niedobory i nadmiary opadów, częstość, ziemniak, plon, województwo opolskie

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Barbara Skowera, dr hab. inż. Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek, dr inż. Jakub Wojkowski, Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24-28, 30-059 Kraków, dr Joanna Kopcińska, Katedra Zastosowań Matematyki, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie ul. Balicka 253c, 30-198 Kraków; e-mail: rmskower@cyf-kr.edu.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2016

WSTĘP

Przebieg opadów atmosferycznych, będących źródłem wody dostępnej dla roślin podczas okresu wegetacji wpływa na stan roślin, determinuje jakość i wysokość uzyskanego plonu. Szczególnie ważną rolę pełni zabezpieczenie potrzeb opadowych roślin uprawnych w okresach krytycznych [Dzieżyc i in. 1987a, b, Kołodziej i in. 2003, Kalbarczyk 2004 a,b, Nowak 2006, Kalbarczyk i Kalbarczyk 2009, Radzka i in. 2010, Kuchar i Iwański 2011, Kozuchowki 2013, Żarski i in. 2013]. Dla roślin okopowych największe zapotrzebowanie na wodę występuje w lipcu. W przypadku ziemniaka późnego, którego okres wegetacji w południowo-zachodniej Polsce rozpoczyna się od połowy kwietnia i trwa do końca września, największe potrzeby opadowe obserwuje się w lipcu i sierpniu. Od przebiegu opadów w tych miesiącach zależą parametry chemiczne i jakościowe bulw ziemniaka [Kołodziejczyk 2013].

Województwo opolskie charakteryzuje się dobrymi warunkami przyrodniczo-klimatycznymi. Warunki agroklimatyczne półroczia ciepłego Bac [1991] ocenił jako ciepłe, wilgotne i pochmurne. O ile na tym obszarze obserwuje się mniejsze niedobory opadów dla roślin uprawnych niż na nizinach środkowej Polski, o tyle nadmierne opady są tam wyższe [Skowera i in. 2015].

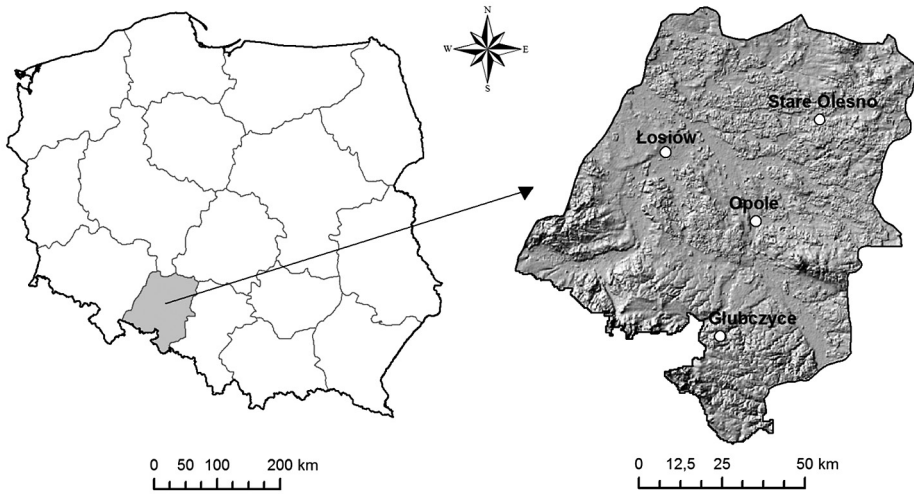
Celem pracy była ocena wielkości, częstości oraz trendów niedoborów i nadmiarów opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim w latach 1981–2010.

MATERIAŁ I METODA

W pracy wykorzystano średnie miesięczne wartości temperatury powietrza oraz sumy opadów od maja do września z lat 1981–2010 dla czterech stacji meteorologicznych położonych na obszarze województwa opolskiego. Były to stacje: Stare Olesno, Opole i Głubczyce, należące do sieci Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, oraz stacja Łosiów, należąca do Opolskiego Oddziału Doradztwa Rolniczego (ryc. 1). Wykorzystano również średnie plony ziemniaka z lat 1981–2010 z województwa opolskiego [Rocznik statystyczny... 1982–2011].

Miesięczne potrzeby opadowe od maja do września obliczono na podstawie dekadowych potrzeb opadowych dla gleb średnio zwięzłych podanych przez Dzieżyc'a i współautorów [1987a]. Potrzeby te skorygowano ze względu na temperaturę powietrza zgodnie z metodą zaproponowaną przez Klatta i Kaca [za: Żakowicz i Hewelke 2002]: wraz ze zmianą temperatury o 1°C w odniesieniu do temperatury średniej z wielolecia 1981–2010 zmniejszono lub podwyższano odpowiednio potrzeby opadowe o 5 mm. Każdy miesiąc okresu wegetacji ziemniaka późnego w okresie 1981–2010 przeanalizowano pod kątem występowania niedoboru oraz nadmiaru opadów, obliczono różnice pomiędzy opadami miesięcznymi (P_i) a skorygowanymi potrzebami opadowymi (P_w). Ujemne różnice oznaczają niedobór, a dodatnie nadmiar opadów. Obliczono również odchylenia standardowe (σ) otrzymanych różnic ($P_i - P_w$). Na podstawie tej wielkości wydzielono trzy klasy niedoborów i nadmiarów opadu ziemniaka późnego w odniesieniu do wartości ($P_i - P_w$) = 0, następnie obliczono częstość występowania poszczególnych klas. Wydzielone klasy obejmowały warunki:

- optymalne pod względem zabezpieczenia opadowego dla wartości w przedziale od $-0,5\sigma$ do $0,5\sigma$,
- umiarkowanie wilgotne przy nadmiarach opadowych w przedziale od $0,5\sigma$ do 1σ lub umiarkowanie suche dla wartości niedoborów w przedziale od -1σ do $-0,5\sigma$,
- mokre przy nadmiarach opadowych powyżej 1σ lub suche przy niedoborach opadowych poniżej -1σ .



Ryc. 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych na obszarze województwa opolskiego
 Fig. 1. Location of meteorological stations in the Opole voivodeship

W następnym etapie, na podstawie wartości współczynników korelacji porządku rang Spearmana, sprawdzono, czy w okresie badań wystąpiły tendencje zmian niedoborów i nadmiarów opadu. Metody nieparametryczne, do których zalicza się współczynnik korelacji rangowej Spearmana, stosowane są w pracach z zakresu klimatologii i hydrologii do wykrywania tendencji czasowych badanych czynników [Twardosz 1998]. Najczęściej metody te stosuje się w przypadku krótkich okresów badań lub braku rozkładu normalnego analizowanego ciągu danych. Obliczone niedobory i nadmiary opadu w latach 1981–2010 dla ziemniaka odmian późnych nie wykazały zgodności z rozkładem normalnym, co potwierdziły wartości testu Shapiro-Wilka (SW-W), które wynosiły od 0,531 do 0,8484 przy $p < 0,001$. Współczynniki korelacji rangowej Spearmana obliczono pomiędzy wartościami niedoborów oraz nadmiarów opadów z kolejnymi latami okresu 1981–2010. W ostatnim etapie obliczono mediany niedoborów i nadmiarów opadów w badanym wieloleciu.

WYNIKI I DISKUSJA

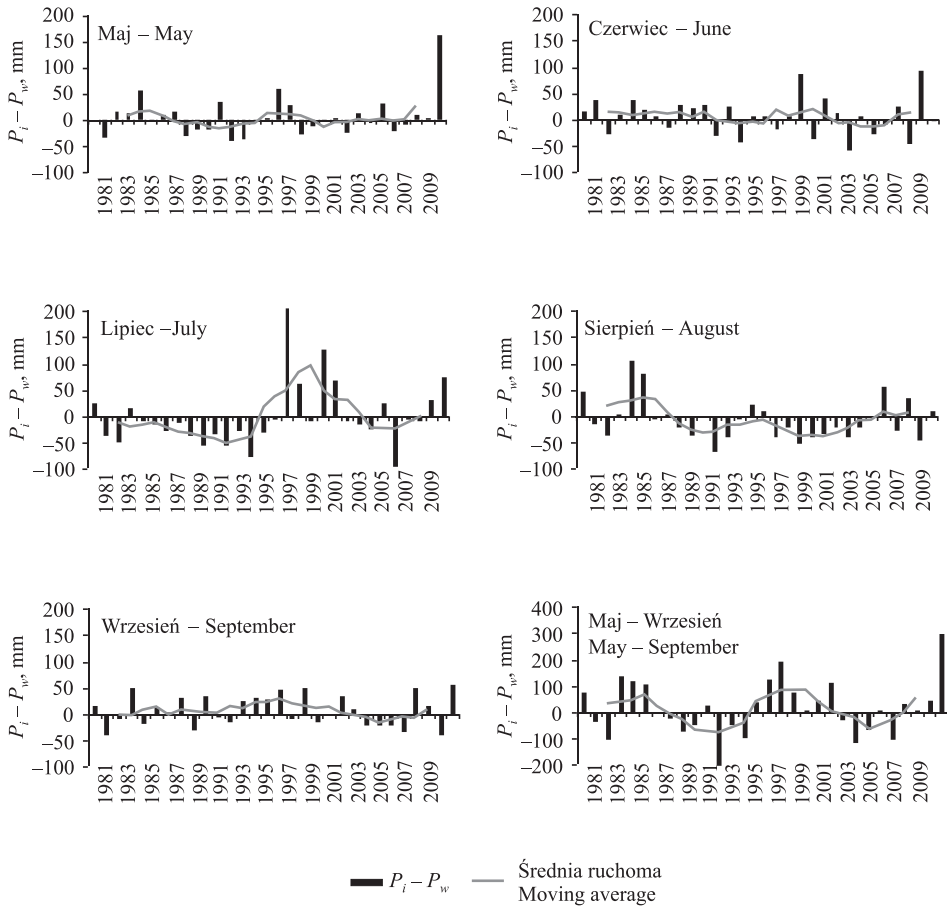
Na obszarze województwa opolskiego w latach 1981–2010 średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji odmian późnych ziemniaka kształtowały się od 54 mm we wrześniu do 92 mm w lipcu. Sumy te są zbliżone do wielkości potrzeb

opadowych dla zlewni górnej Odry podanych przez Dzieżycyca i in. [1987a]. W badanym okresie 1981–2010 zmienność miesięcznych sum opadów kształtowała się od 40% w czerwcu do 64% w lipcu (tab. 1). Są to wartości wyższe w stosunku do zmienności średnich opadów dla obszaru Polski z lat 1971–2000 podanych przez Ziernicką-Wojtaszek [2006]. Średnia temperatura miesięczna w latach 1981–2010 w okresie wegetacji odmian późnych ziemniaka, czyli od maja do września, wynosiła od 13,7°C do 18,8°C (tab. 1). Odchylenia standardowe średniej temperatury miesięcznej wynosiły od 1,2°C do 1,6°C. W lipcu, tj. w okresie intensywnego przyrostu masy bulw późnych odmian ziemniaka, obserwowano największą zmienność miesięcznych sum opadów (64%) i największe odchylenia temperatury (1,6°C). Przy dużej zmienności opadów i tendencjach wzrostowych temperatury w miesiącach letnich rośliny uprawne często narażone są w okresach krytycznych na zaburzenia zabezpieczenia potrzeb opadowych [Michalska 2011, Skowera i in. 2016]. Potwierdzają to wielkości niedoborów i nadmiarów opadu w kolejnych miesiącach okresu wegetacji ziemniaka cechujące się dużą rozpiętością przyjmowanych wartości (ryc. 2).

Tabela 1. Wybrane charakterystyki opadów atmosferycznych, temperatury powietrza oraz potrzeby opadowe odmian późnych ziemniaka (mm) dla gleby średniej w zlewni górnej Odry w województwie opolskim

Table 1. The selected characteristics of precipitation, temperature and precipitation requirements of late potato (mm) for medium cohesive soil in the Opolskie voivodeship

	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Maj–Sierpień May–September
Suma opadów (1981–2010), mm Total precipitation (1981–2010), mm	67	77	92	71	54	361
Współczynnik zmienności opadów V , % Variability coefficient V , %	53	40	64	51	46	23
Potrzeby opadowe (Pw) wg Dzieżycyca i in. [1987a], mm Precipitation requirements by Dzieżyc et al. [1987a], mm	61	70	91	77	46	345
Temperatura średnia, °C Mean temperature, °C	13,8	16,6	18,8	18,3	13,7	16,2
Odchylenie standardowe, °C Standard deviation, °C	1,3	1,3	1,6	1,2	1,4	0,8



Ryc. 2. Przebieg niedoborów i nadmiarów opadów w okresie wegetacji odmian późnych ziemniaka w województwie opolskim (1981–2010)

Fig. 2. The distribution of precipitation deficiencies and excesses in the vegetative season of late potato in the Opole voivodeship (1981–2010)

W maju i wrześniu zakres niedoborów i nadmiarów w porównaniu z pozostałymi miesiącami był najmniejszy. W czerwcu, w drugiej połowie badanego okresu, tj. od połowy lat 90. XX w., obserwowano wzrost zakresu niedoborów i nadmiarów opadów przekraczających wartość odchylenia standardowego (± 35 mm), czyli warunków suchych lub mokrych (ryc. 2, tab. 2). W lipcu w pierwszej połowie okresu badań (1981–1995) wystąpiło 13 lat z niedoborem opadów o różnej wielkości, a od 1997 roku w czerwcu i lipcu obserwowano wzrost zakresu niedoborów i nadmiarów o wartościach znacznie przekraczających wartość odchylenia standardowego (± 35 i ± 62 mm). W sierpniu natomiast, od lat 90. XX w. najczęściej występowały niedobory opadów. Biorąc pod uwagę okres od maja do września, rozpiętość niedoborów i nadmiarów opadów była większa niż w przypadku ich miesięcznych wartości. W okresie tym największe niedo-

bory opadów przekraczające wartość 1σ , wynoszące ok. 200 mm obserwowano w roku 1992, natomiast największe nadmiary opadów o wartościach ok. 200 mm i ok. 300 mm wystąpiły w latach 1997 i 2010 (ryc. 2, tab. 2).

Tabela 2. Odchylenia standardowe σ (mm) różnic pomiędzy sumami opadów a potrzebami opadowymi ($P_i - P_w$) odmian późnych ziemniaka w województwie opolskim (1981–2010)
Table 2. Standard deviations σ (mm) of differences between monthly precipitation totals and precipitation requirements ($P_i - P_w$) of late potatoes in Opole voivodeship (1981–2010)

	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Maj–Wrzesień May–September
Wartości odchylenia standardowego, mm Standard deviation's values, mm	38	35	62	39	29	103

Na podstawie obliczonej częstości niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych w wyróżnionych klasach stwierdzono, że najczęściej występowały warunki w zakresie optymalnego zabezpieczenia potrzeb opadowych, czyli w przedziale od $-0,5\sigma$ do $0,5\sigma$ (tab. 3). Najwięcej przypadków w tej klasie obserwowano w maju i lipcu (53%) – są to wartości oznaczone literą „a” będące sumą odpowiednich wartości wierszy D i E w tabeli 3. Optymalne zabezpieczenie potrzeb opadowych w tych miesiącach kształtowało się odpowiednio w zakresie ± 19 mm i ± 31 mm. Najmniej przypadków warunków optymalnych nieprzekraczających ± 15 mm wystąpiło we wrześniu (26%). Wyniki te potwierdzają opinię Kalbarczyka i Kalbarczyk [2009], którzy stwierdzili, że w południowej części Polski największe jest prawdopodobieństwo wystąpienia opadów optymalnych dla odmian późnych ziemniaka. Umiarkowane niedobory opadów, czyli warunki umiarkowanie suche, najczęściej występowały w sierpniu – 30% przypadków w zakresie od 19 do 39 mm, oraz w lipcu – 20% przypadków w zakresie od 31 do 62 mm. Warunki suche najczęściej występowały w czerwcu i sierpniu – 14% przypadków z niedoborami opadu przekraczającymi odpowiednio 35 i 39 mm. Najrzadziej warunki te występowały w maju – 4% z niedoborami przekraczającymi 38 mm. Warunki umiarkowanie mokre najczęściej występowały w czerwcu – 20% przypadków nadmiarów opadu w zakresie od 18 do 35 mm. Warunki mokre najczęściej występowały we wrześniu – 30% przypadków nadmiaru opadów przekraczających 29 mm. Analizując niedobory i nadmiary opadów w okresie od maja do września zauważono, że częściej występowały nadmiary opadów (30%) niż niedobory (23%), a warunki mokre stanowiły 23% przypadków w badanym 30-leciu (ryc. 2, tab. 3).

Szwejkowski i in. [2005] w opracowaniu dotyczącym niedoborów i nadmiarów opadu w okresie wegetacji ziemniaka późnego w Polsce północno-wschodniej również stwierdzili, że w lipcu i sierpniu znacznie częściej ziemniak późny narażony jest na niedobór niż na nadmiar opadów. We wrześniu na badanym przez tych autorów obszarze częściej niż w innych miesiącach występowały nadmierne opady. Podobne wyniki uzyskano

również w niniejszej pracy. Według Grudzińskiej [2012] opady we wrześniu nie wpływają na wielkość plonu, ale utrudniają m.in. zbiór ziemniaka oraz przyczyniają się do pogorszenia ich wartość przechowalniczej i technologicznej bulw.

Tabela 3. Częstość występowania niedoborów i nadmiarów opadu (%) dla odmian późnych ziemniaka przekraczających określoną wartość odchylenia standardowego (σ) w województwie opolskim (1981–2010)

Table 3. Frequency of precipitation deficiencies and excesses (%) for late cultivars of potatoes exceeding a specified value of standard deviation (σ) in Opole voivodeship (1981–2010)

	Maj May			Czerwiec June			Lipiec July		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
D	23	23	4	13	10	14	43	20	7
E	30	10	10	27	20	16	10	3	17
	Sierpień August			Wrzesień September			Maj–Sierpień May–September		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
D	23	30	14	19	18	13	20	13	10
E	13	7	13	7	13	30	27	7	23

Objaśnienia: D – niedobory opadu, E – nadmiary opadu, a – optymalne pod względem zabezpieczenia opadowego dla wartości w przedziale: od $-0,5\sigma$ do $0,5\sigma$, b – umiarkowanie wilgotne w przedziale od $0,5\sigma$ do 1σ lub umiarkowanie suche dla wartości niedoborów w przedziale od -1σ do $-0,5\sigma$, c – mokre przy nadmiarach opadowych powyżej 1σ , bądź suche przy niedoborach opadowych poniżej -1σ .

Explanations: D – precipitation deficiencies, E – precipitation excesses, a – optimal protection of precipitation requirements in the range from $-0,5\sigma$ to $0,5\sigma$, b – moderately moist in the range from $0,5\sigma$ to 1σ and moderately dry in the range from -1σ to $-0,5\sigma$, c – wet lower than -1σ or dry when deficiencies or excesses exceeded the value of 1σ .

W świetle udokumentowanego wzrostu temperatury powietrza [Michalska 2011, Skowera i in. 2016], spodziewano się wystąpienia trendów rosnących niedoborów i malejących nadmiarów opadu. Tymczasem obliczone współczynniki korelacji pomiędzy niedoborami oraz nadmiarami opadu a kolejnymi latami okresu 1981–2010 tylko na stacji Głubczyce w czerwcu wskazały na istotny rosnący trend ($\alpha = 0,05$) nadmiarów opadu. W stacji Łosiów w czerwcu zauważono słabe tendencje rosnące niedoborów i nadmiarów opadu ($\alpha = 0,1$) w lipcu (tab. 4). Radzka i Jankowska [2015] również tylko w nielicznych miejscowościach środkowo-wschodniej Polski uzyskały istotne statystycznie przypadki trendów niedoborów opadów dla ziemniaka późnego. Nieliczne przypadki tendencji zmian niedoborów i nadmiarów opadów są odzwierciedleniem rosnącej zmienności opadów [Ziernicka-Wojtaszek 2006, Bokwa i Skowera 2008, Skowera i in. 2016].

Tabela 4. Trendy niedoborów i nadmiarów opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim (1981–2010)

Table 4. Trends of deficiencies and excesses of precipitation deficiencies and excesses during vegetation period of late cultivars of potatoes in Opole voivodeship (1981–2010)

Stacja meteorologiczna Meteorological station		Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Maj–Wrzesień May–September
Łosiów	D	0,04	–0,33*	0,30	–0,10	–0,18	0,04
	E	–0,06	–0,15	0,34*	–0,14	–0,17	0,10
Stare Olesno	D	0,08	–0,24	0,18	–0,25	–0,12	–0,08
	E	0,06	–0,05	0,21	–0,18	–0,08	–0,13
Opole	D	0,07	–0,27	0,20	–0,18	–0,16	0,11
	E	–0,16	–0,15	0,16	–0,27	–0,14	–0,06
Głubczyce	D	0,07	–0,16	0,24	0,06	0,04	0,09
	E	0,03	–0,11	0,39**	0,07	0,23	0,18

Objaśnienia: D – niedobory opadu, E – nadmiary opadów, ** trend istotny dla $\alpha = 0,05$, * dla $\alpha = 0,1$
 Explanations: D – precipitation deficiencies, E – precipitation excesses, ** significant trend for $\alpha = 0,05$, * for $\alpha = 0,1$

W ostatnim etapie pracy obliczono mediany niedoborów i nadmiarów opadów dla miejscowości uwzględnionych w opracowaniu (tab. 5). Największe miesięczne niedobory opadów występowały w lipcu i sierpniu (od 27 mm do 43 mm), a najmniejsze w maju i wrześniu (od 13 mm do 23 mm). Miesięczne nadmiary opadów również były zróżnicowane co do wielkości i przyjmowały wartości w zakresie od 20 mm do 49 mm (tab. 5). Mediany niedoborów w okresie maj–wrzesień przyjmowały wartości od 52 mm w Starym Oleśnie do 89 mm w Głubczycach, a nadmierne opady były bardziej zróżnicowane – ich wartości mieściły się w przedziale od 49 mm Głubczycach do 111 mm w Opolu. W celu porównania otrzymanych przeciętnych wartości niedoborów do podobnych opracowań, dodatkowo obliczono wartości średnie niedoborów z okresu maj–wrzesień dla wszystkich miejscowości.

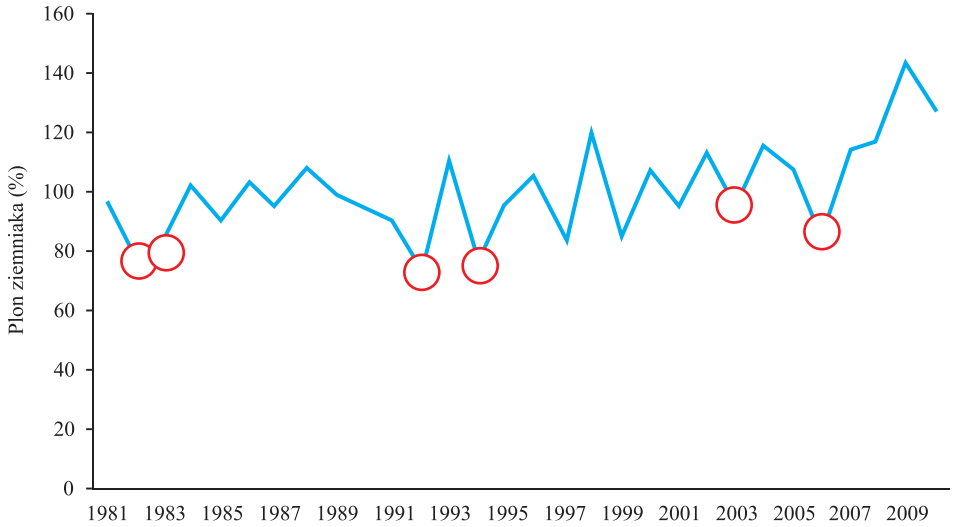
Obliczone w niniejszej pracy wielkości niedoborów opadu dla odmian późnych ziemniaka w latach 1981–2010 nieco różnią się od uzyskanych przez Dzieżyca i in. [1987b] dla gleb średnich zlewni górnej Odry z okresu 1951–1980. Według Dzieżyca i in. [1987b], na badanym obszarze w latach suchych niedobory opadów dla okresu maj–wrzesień wynosiły 82 mm, natomiast otrzymane w niniejszej pracy średnie niedobory w latach 1981–2010 wahały się od 74 do 100 mm (w tab. 5 są to wartości w nawiasach oznaczone *). Miesięczne niedobory i nadmiary opadu oraz niedobory i nadmiary okresu maj–wrzesień w badanym wieloleciu nie wykazały cech rozkładu normalnego, dlatego mediany wydają się lepiej odzwierciedlać zabezpieczenie potrzeb opadów ziemniaka na tym obszarze niż średnie niedobory i nadmiary opadów. Obliczone w niniejszej pracy

mediany niedoborów w tym samym okresie (maj–wrzesień) przyjmowały wartości w przedziale od 52 do 89 mm. Wielu autorów podkreśla, że zaburzenie zaopatrzenia ziemniaka w wodę jest przyczyną niskich plonów, a większy wpływ na wielkość plonu ma susza niż nadmierne opady, szczególnie w miesiącach lipiec–sierpień [Tomaszewska i Ślusarczyk 1989, Kołodziejczyk 2013, Żarski i in. 2013]. Warunki niekorzystne, za które można uznać warunki suche i wilgotne, szczególnie w okresach największego zapotrzebowania na opady przyczyniają się do znacznych spadków plonu [Kalbarczyk 2004a, Żmudzka 2004, Kundzewicz i Matczak 2010]. Dobór odmiany ziemniaka, tolerancyjnej na okresowe niedobory opadów może częściowo zrekompensować straty w plonach spowodowane tym zjawiskiem [Puła i Skowera 2004, Sawicka i in. 2006, Biniak i in. 2007, Bombik i in. 2007, Kołodziejczyk 2014, 2013]. Według podanych w Roczniku Statystycznym plonów ziemniaka dla województwa opolskiego z lat 1981–2010 zauważono, że w latach, w których występowały największe niedobory opadu w lipcu i sierpniu plony były niższe o ok. 20% od średniej wartości z tego okresu. Były to lata: 1982, 1992, 1994, 1999, 2003 i 2006. Tylko w jednym przypadku w lipcu 1997 roku wystąpiły nadmierne opady przekraczające ok. 200 mm niż potrzeby opadowe (warunki mokre), stwierdzono porównywalnie niższe plony do lat z występowaniem niedoborów (warunków suchych) (ryc. 2 i 3).

Tabela 5. Mediany niedoborów (D) i nadmiarów (E) opadu (mm) w okresie wegetacji odmian późnych ziemniaka w województwie opolskim (1981–2010)

Table 5. Medians of precipitation deficiencies (D) and excesses (E) (mm) during vegetation period of late cultivars of potatoes in Opolskie voivodeship (1981–2010)

Stacja meteorologiczna Meteorological station	Maj May		Czerwiec June		Lipiec July	
	D	E	D	E	D	E
Stare Olesno	-13	29	-27	20	-32	30
Łosiów	-23	28	-30	30	-36	49
Opole	-18	24	-25	30	-41	29
Głubczyce	-19	30	-28	30	-31	49
Stacja meteorologiczna Meteorological station	Sierpień August		Wrzesień September		Maj–Wrzesień May–September	
	D	E	D	E	D	E
Stare Olesno	-43	22	-18	23	-52 (-75)*	63
Łosiów	-36	33	-18	23	-81 (-100)*	69
Opole	-27	31	-20	25	-65 (-74)*	111
Głubczyce	-40	22	-19	36	-89 (-99)*	49



○ najniższe plony ziemniaka odmian późnych i średniopóźnych w latach występowania niedoborów opadu w lipcu i sierpniu

Ryc. 3. Plonowanie ziemniaka w województwie opolskim (1981–2010)

Fig. 3. The potato crop in the Opole voivodeship in the period (1981–2010)

WNIOSKI

1. W województwie opolskim w latach 1981–2010 średnia suma opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w miesiącach od maja do września była zbliżona do wielkości potrzeb opadowych tej rośliny.
2. W badanym okresie najczęściej występowały warunki optymalne pod względem zabezpieczenia potrzeb opadowych we wszystkich miesiącach z wyjątkiem sierpnia i września. W sierpniu dominowały warunki umiarkowanie suche i suche (44% przypadków), a we wrześniu warunki umiarkowanie mokre i mokre (43% przypadków).
3. Mediany niedoborów opadów w kolejnych miesiącach wegetacji ziemniaka późnego przyjmowały wartości w zakresie od 13 mm do 43 mm, natomiast mediany nadmiarów opadów wynosiły od 20 mm do 49 mm, ale były mniej zróżnicowane co do wartości niż mediany niedoborów.
4. Istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ trend wzrostowy wystąpił tylko w lipcu w przypadku nadmiernych opadów w Głubczycach i słabszy na poziomie $\alpha = 0,1$ w Łosiuwie. W przypadku niedoborów opadów słaby trend wzrostowy wystąpił tylko w czerwcu w Łosiuwie.

*

Wyniki badań zrealizowane w ramach tematu DS 3337/KEKiOP/2016 zostały sfinansowane z dotacji na naukę przyznanej przez MNiSW.

PIŚMIENNICTWO

- Bac, S. (1991). Ocena warunków agroklimatycznych dla potrzeb rolnictwa. Acta Univ. Wratisl. Pr. Geogr., seria A, Geogr. Fiz., t. VI, Wrocław.
- 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.
- Bokwa, A., Skowera, B. (2008). Wpływ rzeźby i użytkowania terenu na strukturę opadów atmosferycznych w okolicach Krakowa. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 5, 51–61.
- Bombik, A., Rymusza, K., Markowska, M., Stankiewicz, C. (2007). Variability analysis of selected quantitative characteristics in edible potato varieties. Acta Sci. Pol., Agricultura, 6(3), 5–15.
- Bombik, A., Stankiewicz, C., Starczewski, J. (2003a). Interakcja genotypowo-środowiskowa w ocenie wybranych cech jakości ziemniaka. Biul. IHAR, 226/227(2), 539–546.
- Dmowski, L., Nowak, L., Chmura, K. (2004). Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. Biul. IHAR, 232, 141–148.
- Dzięzyk, J., Nowak, L., Panek, K. (1987a). Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 11–33.
- Dzięzyk, J., Nowak, L., Panek, K. (1987b). Średnie regionalne niedobory opadów i potrzeby deszczowania roślin uprawnych na glebach lekkich i średnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 35–45.
- Grudzińska, M. (2012). Wpływ warunków atmosferycznych i przechowalniczych na cechy technologiczne ziemniaka w produkcji frytek i chipsów. Biuletyn IHiAR, 265, 137–148.
- Kalbarczyk, R. (2004a). Uwilgotnienie gleby a plonowanie ziemniaka w Polsce. Acta Agrophysica, 3(3), 509–520.
- Kalbarczyk, R. (2004b). Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. Acta Agrophysica, 4(2), 339–350.
- 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.
- Kołodziej, J., Liniewicz, K., Bednarek, H. (2003). Opady atmosferyczne w okolicy Lublina a potrzeby opadowe roślin uprawnych, Annales UMCS, sec. E, 58, 101–110.
- Kołodziejczyk, M. (2013). Fenotypowa zmienność plonowania, składu chemicznego oraz wybranych cech jakości bulw średnio późnych, Acta Agrophysica, 20(3), 411–422.
- Kołodziejczyk, M. (2014). Wpływ warunków opadowo-termicznych na skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. Annales UMCS, LXIX(3), sec. E, 2–10.
- Kożuchowski, K. (2013). Ocena higroklimatycznych warunków wegetacji w Polsce. Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 14, 103–111.
- Kuchar, L., Iwański, S. (2011). Symulacja opadów dla oceny potrzeb nawodnień roślin w perspektywie oczekiwanych zmian klimatycznych. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 5, 7–18.
- Kundzewicz, Z.W., Matczak, P. (2010). Zagrożenia naturalnymi zdarzeniami ekstremalnymi. Nauka, 4, 77–86.
- Michalska, B. (2011). Tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce. Prace i Studia Geograficzne, 47, 67–75.
- Nowak, L. (2006). Potrzeby wodne roślin okopowych. [W:] Nawadnianie roślin. Red. S. Kaczmarczyk, L. Nowak. PWRiL, Poznań, 368–372.
- Pała, J., Skowera, B. (2004). Zmienność cech jakościowych bulw ziemniaka odmiany Mila uprawianego na glebie lekkiej w zależności od warunków pogodowych. Acta Agrophysica, 3(2), 359–366.

- Radzka, E., Jankowska, J., Koc, G., Rak, J. (2010). Wpływ posuch na plonowanie ziemniaka w środkowo-wschodniej Polsce. *Fragm. Agron.* 27(4), 111–118.
- Radzka, E., Jankowska, J. (2015). Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w środkowo-wschodniej Polsce (1971–2005). *Acta Agrophysica*, 22(1), 79–89.
- Rocznik statystyczny RP. 1982–2011. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.
- Sawicka, B., Kuś, J., Barbaś, P. (2006). Ciemnienie mięszu bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu uprawy. *Pam. Puł.*, 142, 445–457.
- Skowera, B., Kopcińska, J., Kołodziejczyk, M., Kopeć, B. (2015). Precipitation deficiencies and excesses during the growing season of winter rape and winter wheat in Poland (1971–2010). *Acta Agrophysica*, 22(2), 193–207.
- Skowera, B., Wojkowski, J., Ziernicka-Wojtaszek, A. (2016). Warunki termiczno-opadowe na obszarze województwa opolskiego w latach 1981–2010. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, III(2), 919–934.
- Szwejkowski, Z., Dragańska, E., Banaszekiewicz, 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. Wiej.*, 5(14), 315–326.
- Tomaszewska, J., Ślusarczyk, E. (1989). Połowe zużycie i współczynnik jednostkowego zużycia wody wybranych roślin przy pełnym i ograniczonym zaopatrzeniu w wodę. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 343, 157–162.
- Twardosz, R. (1998). Wieloletnia zmienność liczby dni z opadem w Krakowie. *Acta Univ. Lodzensis Folia Geog. Physica.*, 3, 427–432.
- Ziernicka-Wojtaszek, A. (2006). Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971–2000. [W:] *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego*. Red. J. Trepiańska, Z. Olecki, IGiP UJ, 189–146
- Żakowicz, S., Hewelke, P. (2002). *Podstawy inżynierii środowiska*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Żarski, J., Dudek, S., Kuśmierk-Tomaszewska, T., Rolbiecki, R., Rolbiecki, S. (2013). Prognozowanie efektów nawadniania roślin na podstawie wybranych wskaźników suszy meteorologicznej i rolniczej. *Rocznik Ochrona Środowiska*. T. 15, 2185–2203.
- Żmudzka, E. (2004). Tło klimatyczne produkcji rolniczej w Polsce w drugiej połowie XX wieku. *Acta Agrophysica*, 3(2), 399–408.

PRECIPITATION DEFICIENCIES AND EXCESSES DURING THE GROWING SEASON OF LATE POTATO IN THE OPOLSKIE VOIVODESHIP (1981–2010)

Summary. The aim of the investigation was to evaluate the amount and the frequencies of precipitation deficiencies and excesses during the growing season of late potato in the Opole voivodeship in 1981–2010. It was also checked if the upward or downward trend of the level of precipitation excesses and deficiencies occurred during the observed period. On the basis of the research it was stated that the average sum of precipitation, during the vegetative season of late potato from May to September in 1981–2010 in the Opole voivodeship, was approximately sufficient to fulfill the precipitation requirements of this plant. During the analyzed period, the observed weather conditions were good enough to secure the water requirements of the late potato, in almost every months except for August, which was dominated by the moderately dry and dry conditions (44 % of all cases). The moderately wet and wet weather conditions were mostly spotted in September (45 % of cases). The statistically significant upward trend $\alpha = 0.05$ of the precipitation excesses occurred in Glubczyce region and the weak upward trend $\alpha = 0.1$ was observed in Losiow. The weak upward deficiency trend of precipitation only in June in Losiow was noted. The medians of the monthly precipitation deficiencies ranged from 13 mm up to 43 mm,

while the medians of the monthly excesses precipitation, during the whole period of the vegetative season of late potato, valued from 22 mm to 49 mm, however, they were less diversified than the medians of precipitation deficiencies. In the case of serious deficiencies in precipitation there was a significant fall of potato crop.

Key words: precipitation, deficiencies and excesses, frequency, potatoes, Opole voivodeship

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 1.09.2016

Do cytowań – For citation: Skowera, B., Kopcińska, J., Ziernicka-Wojtaszek, A., Wojkowski, J. (2016). Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim (1981–2010). *Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 15(3), 137–149.