



**NIEDOBORY OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH  
W UPRAWIE KAPUSTY GŁOWIASTEJ BIAŁEJ  
I MARCHWI W REJONIE BYDGOSZCZY  
W LATACH 1981-2010**

***Beata Durau, Jacek Żarski***

*Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J.Śniadeckich w Bydgoszczy*

***ATMOSPHERIC PRECIPITATION DEFICIENCIES IN  
THE WHITE CABBAGE AND CARROT CULTIVATION IN  
THE REGION OF BYDGOSZCZ IN THE YEARS 1981-2010***

***Streszczenie***

Celem badań była ocena poziomu niedoborów opadów atmosferycznych we wczesnej i późnej uprawie kapusty głowiastej białej i marchwi, w latach 1981-2010 w rejonie Bydgoszczy. W pracy wykorzystano wyniki standardowych pomiarów meteorologicznych, prowadzonych w stacji badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP Bydgoszcz w Mochełku. Opady optymalne dla gleb średnich obliczono według wskaźników Klatta, a wielkość niedoborów opadów w kolejnych miesiącach uprawy i w okresach krytycznych pod względem zaopatrzenia w wodę obliczono z różnicy między opadami rzeczywistymi, a optymalnymi. Określono też linie trendu niedoborów opadów w badanym okresie.

Badania nie wykazały istotnych zmian w przebiegu średnich temperatur powietrza i sum opadów atmosferycznych okresu wegetacji (IV-IX). Wykazano niedobory opadów w całym okresie wegetacji i w okresach krytycznych badanych roślin, które potwierdzają konieczność stosowania nawodnień w uprawie kapusty i marchwi. Niedobory opadów w latach 1981-2010 nie wykazywały tendencji wzrostowej. Większe ryzyko klimatyczne uprawy, ze względu na niedobory opadów wykazano w uprawie badanych gatunków na zbiór późny.

**Słowa kluczowe:** sumy opadów, niedobory opadów, kapusta głowiasta biała, marchew, uprawa na zbiór wczesny i późny

### Summary

*The aim of the study was the estimating of the level of the deficiency of precipitation in the early and late cultivation of white cabbage and carrot in the years 1981-2010 in the region of Bydgoszcz. For this purpose, results of standard meteorological measurements from the Research Station of the Faculty of Agriculture and Biotechnology 'Mochelek', University of Technology and Life Sciences were used. Optimal precipitations for medium soils were calculated according to Klatt. Precipitations deficiency in subsequent month of cultivation and in critical periods in terms of water supply were calculated by diminish between the real and optimal precipitations. The trends of deficiency of precipitations in the examined period were estimated too.*

*There was not demonstrated essential changes in the average air temperatures and the sum of precipitation in period IV-IX. The precipitation deficiency in vegetation period and in critical periods was indicated. It verify the necessity of the irrigation in the cultivation of the white cabbage and carrot. The precipitations deficiency in the examined period not indicated the growth trend. Larger climatic risk of cultivation due to precipitations deficiency in the late cultivation of examined species was demonstrated.*

**Key words:** *sum of precipitation, deficiency of precipitation, white cabbage, carrot, early and late cultivation*

### WSTĘP

Woda jest substancją niezbędną do życia wszystkich organizmów. Dla roślin stanowi środowisko procesów biochemicznych, jest rozpuszczalnikiem substancji organicznych i nieorganicznych, dzięki czemu może uczestniczyć w ich transporcie oraz zapobiega przegrzewaniu i przemarzaniu. Wymagania wodne roślin zależą od genotypu, długości okresu wegetacji, fazy wzrostu i rozwoju oraz warunków środowiskowych, decydujących o intensywności transpiracji [Karczmarczyk, Nowak 2006]. Wrażliwość na niedobór czynnika wodnego poszczególnych gatunków nie jest taka sama w czasie całego okresu uprawy. W czasie silnego wzrostu występuje większa wrażliwość i nawet krótko trwająca susza może negatywnie wpływać na wielkość i jakość plonu, dlatego okresy te określane są jako krytyczne [Kaniszewski 2005a].

Warzywa zależnie od gatunku, wieku, fazy wzrostu i organu zawierają w tkankach od 80 do 95% wody, dlatego jej niedobory w okresie wegetacji, a szczególnie w okresie intensywnego wzrostu i rozwoju, mogą wpływać na obniżenie plonu i pogorszenie jego jakości [Kaniszewski 2005a]. Na wyprodukowanie jednego kilograma suchej masy warzywa zużywają od 200 do 900 dm<sup>3</sup> wody, z czego zaledwie 0,5% jest wiązane w plonie, a pozostała ilość tracona jest na drodze transpiracji [Kołota i wsp. 2007]. W związku z tym, warzywa są zaliczane do roślin o dużej wrażliwości na niedobory wody. Wynika to nie tylko z wysokiego stopnia uwodnienia tkanek, ale też najczęściej ze słabo rozwinięte-

go systemu korzeniowego, którego 80-90% zajmuje 20-30 centymetrową wierzchnią warstwę gleby. Inne przyczyny wysokich wymagań wodnych warzyw to tworzenie dużej masy części nadziemnych, o dużej powierzchni transpiracyjnej. Słabo rozwinięty i płytki system korzeniowy, w warunkach niedoboru wody w glebie, nie jest w stanie sprostać zaopatrzeniu mocno rozwiniętych nadziemnych części roślin w wodę [Kaniszewski 2005a]. Niedobór wody jest szczególnie szkodliwy w okresach krytycznych. W tym czasie nawet krótko trwająca susza może negatywnie wpłynąć nie tylko na wielkość plonów, ale również przyczynić się do pogorszenia ich jakości, powodując zmniejszenie jędrności, kruchości i soczystości, przy jednoczesnym zwiększeniu włóknistości. Warzywa, które tworzą plon w postaci części wegetatywnych, najbardziej są wrażliwe w okresie ich intensywnego przyrostu. Wilgotność gleby jest też bardzo ważna w momencie rozpoczynania uprawy. Niedobór wody w tym okresie powoduje opóźnianie i brak równomierności wschodów oraz gorsze przyjmowanie się rozsady [Kaniszewski 2005b].

W roku 2010 powierzchnia uprawy warzyw gruntowych w Polsce wynosiła 158700 ha. Do warzyw o szczególnym znaczeniu należy zaliczyć kapustę głowiastą białą i marchew, których powierzchnia uprawy zajmowała odpowiednio 20500 ha (12,9%) i 19600 ha (12,3%). W województwie kujawsko-pomorskim uprawa warzyw w gruncie zajmowała największą w skali kraju powierzchnię (21500 ha). Powierzchnia uprawy kapusty wynosiła 4700 ha (21,9%), a marchwi 12700 ha (59,1%) [GUS 2011].

Kapusta głowiasta biała ma wprawdzie sięgający na głębokość 150 cm system korzeniowy, jednak ze względu na tworzenie dużej masy części nadziemnych, o znacznej powierzchni transpiracyjnej, kwalifikowana jest do warzyw o dużych wymaganiach wodnych. Zapotrzebowanie na wodę w okresie wegetacji, w zależności od odmiany wynosi 400-600 mm. Odmiany wczesne i średnio wczesne, mające krótszy okres wegetacji i tworzące mniejszą masę plonu, mają mniejsze potrzeby wodne, w porównaniu z odmianami późnymi; dodatkowo mają możliwość korzystania z zimowych zapasów wody w glebie. Wymagania wodne kapusty nie są równe w całym okresie wegetacji. Do fazy wiązania główek są one umiarkowane. Okres krytyczny pod względem zaopatrzenia w wodę zaczyna się od momentu zawiązywania główek i trwa przez cały okres przyrostu ich masy. Dla odmian wczesnych przypada to na miesiące maj i czerwiec, a dla późnych – na sierpień i wrzesień [Kaniszewski 2005a, Orłowski 2000].

Marchew należy do roślin o umiarkowanych wymaganiach i stosunkowo dużej tolerancji na niedobory wody, ze względu na dobrze rozwinięty, głęboko sięgający system korzeniowy. W czasie wegetacji jej zapotrzebowanie na wodę wynosi 350-400 mm. Niedobory wody powodują tworzenie się korzeni dłuższych i cieńszych. Największe zapotrzebowanie na wodę występuje w okresie intensywnego przyrostu korzeni na grubość, dla odmian najwcześniejszych od

maja do czerwca, a dla późnych w sierpniu i wrześniu [Kaniszewski 2005a, Orłowski 2000].

Rośliny mają do dyspozycji dwa źródła naturalnego zaopatrzenia w wodę. Pierwsze z nich – wodne zasoby glebowe – są źródłem bezpośrednim, drugim pośrednim są opady atmosferyczne. Ponad połowa powierzchni gruntów użytkowanych rolniczo w Polsce to gleby o małej retencji, z głęboko położonym poziomem wody gruntowej. W takich warunkach opady atmosferyczne stanowią główne źródło zaopatrzenia roślin w wodę [Karczmarczyk i Nowak 2006]. Dla właściwego zaopatrzenia roślin w wodę istotne są nie tylko roczne sumy opadów atmosferycznych, ale również ich rozkład i ilość w sezonie wegetacyjnym, szczególnie w okresach krytycznych [Rzekanowski 2009]. Niedostateczna ilość opadów w sezonie wegetacyjnym w warunkach klimatycznych Polski jest przyczyną często występujących niedoborów wody w glebie, a co za tym idzie – znacznych wahań wysokości zbiorów i jakości plonów w poszczególnych latach [Kaniszewski 2005a, Kaniszewski 2005b]. Najkorzystniejsza dla roślin w danych warunkach glebowych i klimatycznych ilość opadów atmosferycznych określana jest jako opady optymalne [Grabarczyk 1983]. Niedobory opadów to różnica między wskaźnikami potrzeb wodnych roślin, a rzeczywistymi opadami w całym okresie wegetacji, albo w wybranych fazach wzrostu i rozwoju. W warunkach klimatu przejściowego ważne jest obliczanie niedoborów w odniesieniu do wielolecia, co pozwala na dokonanie rzetelnej oceny trendów ich zmienności czasowej [Rzekanowski i wsp. 2011, Żarski, Dudek 2009].

Celem pracy było określenie liczbowe niedoborów opadów atmosferycznych oraz stwierdzenie ich ewentualnych trendów zmian w okresie od 1981 do 2010 roku w uprawie kapusty głowiastej białej i marchwi w rejonie Bydgoszczy.

## **MATERIAŁ I METODY**

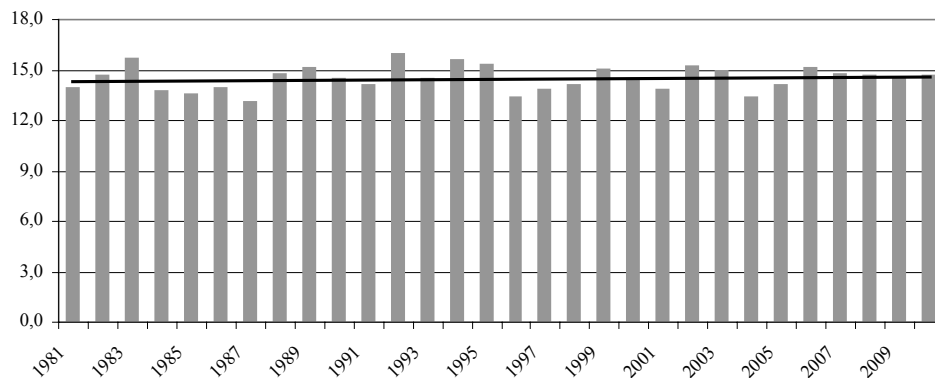
Badania zostały przeprowadzone na podstawie standardowych pomiarów meteorologicznych z trzydziestolecia 1981-2010, dokonanych w stacji badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP w Bydgoszczy. Punkt pomiarowy zlokalizowany jest w Mochelku, miejscowości położonej około 20 km od Bydgoszczy, na południowo-wschodniej krawędzi Wysoczyzny Krajeńskiej ( $\varphi=53^{\circ}13'$ ,  $\lambda=17^{\circ}51'$ ,  $h=98,5$  m npm). W badaniach uwzględniono średnie miesięczne temperatury powietrza i miesięczne sumy opadów atmosferycznych, dla każdego roku od kwietnia do września włącznie. Dla badanych roślin warzywnych obliczono opady optymalne według wskaźników Klatta dla gleb średnich w kolejnych miesiącach okresu wegetacji, na każdy  $1^{\circ}\text{C}$  powyżej lub poniżej średniej tempertury miesięcznej podanej przez Klatta odpowiednio dodając lub odejmując 5 mm opadu [Grabarczyk 1983]. Następnie z różnicy między opadami rzeczywistymi, a optymalnymi obliczone zostały niedobory opadów dla poszczególnych miesięcy uprawy oraz sumy niedoborów dla okresu wegetacji

i okresu krytycznego. Wyznaczono średni, maksymalny i minimalny niedobór (czyli maksymalny nadmiar) wody w okresie wegetacji i okresie krytycznym, jak również odchylenie standardowe niedoborów w całym badanym okresie i dwóch kolejnych piętnastoleciach (1981-1995 i 1996-2010) oraz częstość występowania lat z niedoborami wody poniżej 60 mm. W celu zbadania zmienności niedoborów opadów wraz z upływem czasu określono linie trendu dla okresu wegetacyjnego i okresu krytycznego. W przypadku kapusty wczesnej za okres wegetacji uznano miesiące od kwietnia do lipca włącznie, przyjmując maj i czerwiec jako okres krytyczny pod względem zaopatrzenia w wodę. Dla kapusty późnej były to okresy od czerwca do września i od sierpnia do września, dla marchwi wczesnej – od kwietnia do lipca i od maja do czerwca, a dla marchwi późnej – od kwietnia do września i od sierpnia do września.

### OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

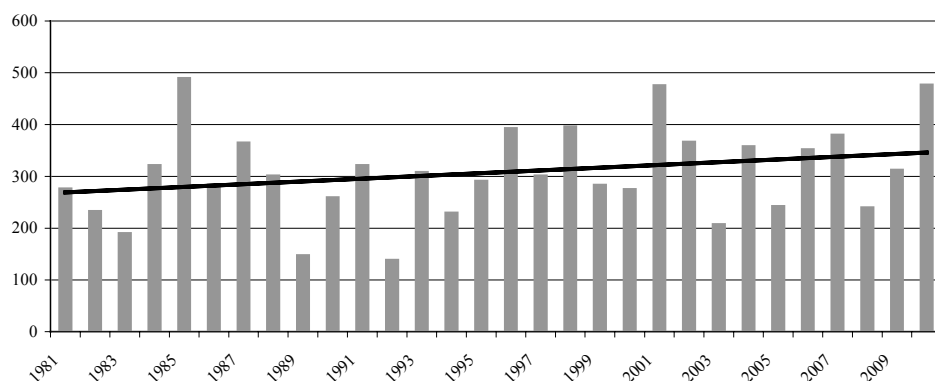
Temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym w badanym trzydziestolecu utrzymywała się na wyrównanym poziomie i wynosiła średnio 14,5°C. Minimalną temperaturę (13,1°C) stwierdzono w roku 1987, a maksymalną (16,0°C) w roku 1992 (rys.1). Suma opadów w okresie wegetacyjnym średnio wynosiła 307,6 mm, przy czym minimalną sumę (139,1 mm) zanotowano w roku 1992, a maksymalną (490,0 mm) – w 1985 r. W przypadku opadów również nie stwierdzono istotnego trendu ich zmian wraz z upływem czasu, mimo zauważalnej tendencji wzrostowej (rys.2).

W uprawie kapusty wczesnej największe średnie niedobory przypadają na czerwiec, a najmniejsze na lipiec. Średni niedobór opadów atmosferycznych w okresie uprawy kapusty wczesnej wyniósł -96 mm, a w okresie krytycznym -60 mm. Największe niedobory w całym okresie uprawy (-217 mm) zanotowano w 1992 roku, w którym jednocześnie wystąpiły najmniejsze opady, największe nadmiary opadów (+20 mm) przypadają na 2001 rok. Nierównomierny rozkład opadów w kolejnych miesiącach sprawił, że maksymalne niedobory w okresie krytycznym wystąpiły w roku 2008 (-142 mm), a najwyższe nadmiary (+30 mm) – w 1991. Niewielkie różnice w odchyleniach standardowych niedoborów opadów, szczególnie w okresie krytycznym, mogą świadczyć o małej zmienności badanego czynnika. W badanym trzydziestolecu 63,3% lat charakteryzowało się niedoborami opadów powyżej 60 mm w całym okresie wegetacyjnym, a 43,3% - w okresie krytycznym dla kapusty wczesnej (tab. 1).



**Rysunek 1.** Średnie temperatury miesięczne [°C] w okresie wegetacji w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Figure 1.** Average air monthly temperatures [°C] in the vegetation period in the region of Bydgoszcz in 1981-2010



**Rysunek 2.** Sumy opadów atmosferycznych [mm] w okresie wegetacji w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Figure 2.** Sum of precipitation [mm] in the vegetation period in the region of Bydgoszcz in 1981-2010

W uprawie kapusty późnej największe i najmniejsze średnie niedobory opadów, tak samo jak w przypadku kapusty wczesnej, przypadły odpowiednio na miesiące czerwiec i lipiec. Średni niedobór w okresie wegetacji wynosił -112 mm, a w okresie krytycznym -62 mm. Największy niedobór opadów w okresie wegetacji (-299 mm) przypadał na rok 1992, a największy ich nadmiar (+81) na rok 1985. W okresie krytycznym największe niedobory opadów (-163 mm) odnotowano w 1982 roku, a największe nadmiary (+83) w 1985 roku.

**Tabela 1.** Niedobory opadów [mm] w uprawie kapusty wczesnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010**Table 1.** Precipitation deficiencies in the early cabbage cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010

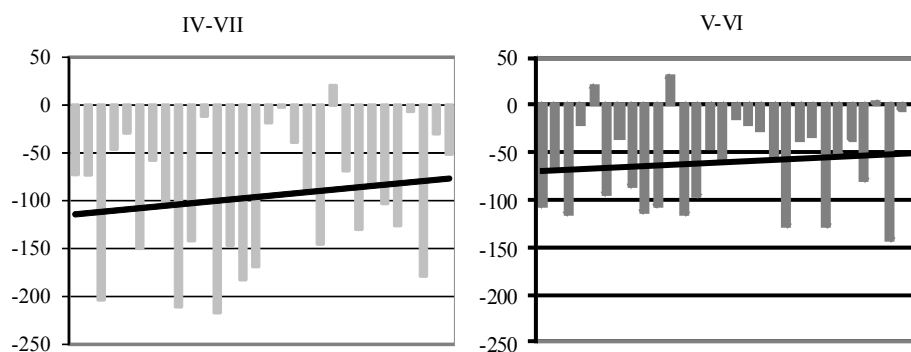
	IV	V	VI	VII	IV-VII	V-VI
Średni niedobór Average deficiency	-22	-22	-38	-13	-96	-60
Maksymalny niedobór Maximum deficiency	-59	-74	-83	-97	-217	-142
Maksymalny nadmiar Maximum excess	+32	+36	+36	+60	+20	+30
Odchylenie standardowe Standard deviation	18	33	32	43	68	47
Odchylenie standardowe dla okresu piętnastolecia Standard deviation for the period of fifteen years				1981-1995	69	48
				1996-2010	59	46
Częstość lat (%) z niedoborem opadów powyżej 60 mm Frequency of years (%) with precipitations deficiency above 60 mm					63,3	43,3

Odchylenia standardowe niedoborów opadów w całym badanym okresie, jak też w kolejnych piętnastoleciach były wyrównane, jednak miały wyższą wartość, niż w przypadku odchylen obliczonych dla uprawy kapusty wczesnej. Częstość lat z niedoborem opadów powyżej 60 mm w okresie wegetacyjnym była podobna jak dla kapusty wczesnej (66,7%), jednak zaobserwowano większą częstość lat z takim niedoborem (53,3%) w okresie krytycznym (tab. 2).

**Tabela 2.** Niedobory opadów [mm] w uprawie kapusty późnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010**Table 2.** Precipitation deficiencies in the late cabbage cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010

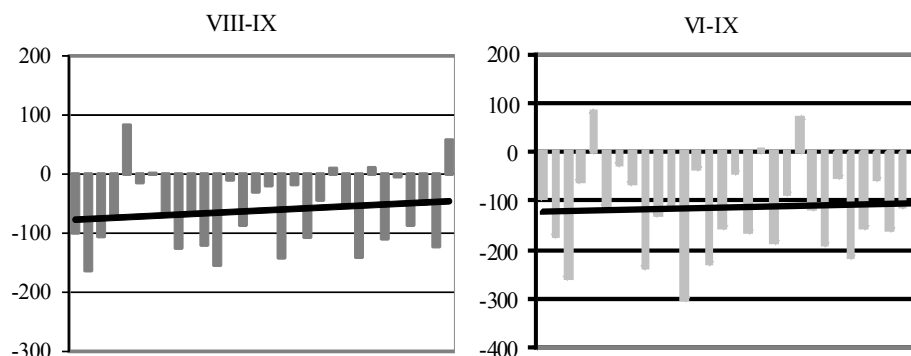
	VI	VII	VIII	IX	VI-IX	VIII-IX
Średni niedobór Average deficiency	-37	-13	-32	-30	-112	-62
Maksymalny niedobór Maximum deficiency	-83	-97	-98	-83	-299	-163
Maksymalny nadmiar Maximum excess	+36	+60	+120	+57	+81	+83
Odchylenie standardowe Standard deviation	32	43	48	34	92	63
Odchylenie standardowe dla okresu piętnastolecia Standard deviation for the period of fifteen years				1981-1995	101	66
				1996-2010	83	61
Częstość lat (%) z niedoborem opadów powyżej 60 mm Frequency of years (%) with precipitations deficiency above 60 mm					66,7	53,3

Niedobory opadów w uprawie kapusty późnej w okresie badanego trzydziestolecia były większe, niż w przypadku kapusty wczesnej, co z jednej strony wynikało z innych, tylko częściowo pokrywających się miesięcy uprawy oraz większych sumarycznych potrzeb wodnych odmian późnych. Linia trendu zmienności niedoborów opadów w uprawie kapusty wczesnej (rys. 3) wykazuje tendencję wznoszącą, co może świadczyć o stopniowym, niewielkim zmniejszaniu się niedoborów. Zmniejszanie się niedoborów było jednak mniejsze w przypadku okresu krytycznego pod względem niedoboru wody. Tendencję wznoszącą można też zaobserwować dla linii trendu w uprawie kapusty późnej, jednak w tym przypadku tendencja do zmniejszania się niedoborów była większa dla okresu krytycznego (rys. 4).



**Rysunek 3.** Niedobory opadów [mm] w uprawie kapusty wczesnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Figure 3.** Precipitation deficiencies in the early cabbage cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010



**Rysunek 4.** Niedobory opadów [mm] w uprawie kapusty późnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Figure 4.** Precipitation deficiencies in the late cabbage cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010



Należy zaznaczyć, iż we wszystkich przypadkach nie stwierdzono istotnego trendu zmienności niedoborów opadów w uprawie kapusty wraz z upływem lat od 1981 do 2010. Współczynniki determinacji charakteryzujące zależności były nieistotne i kształtowały się na poziomie od 0,0028 do 0,028.

W uprawie marchwi wczesnej w rejonie Bydgoszczy największe średnie niedobory opadów (-28 mm) odnotowywano w czerwcu, a w lipcu odnotowano nadmiar opadów (+7 mm). Łączny średni niedobór w okresie wegetacji wynosił -51 mm, a w okresie krytycznym -40 mm. Tak samo jak w uprawie kapusty wczesnej maksymalne niedobory w okresie wegetacji (-172 mm) stwierdzono w 1992 roku, a w okresie krytycznym (-122 mm) w roku 2001. Maksymalne nadmiary opadów w okresie wegetacji i w okresie krytycznym wystąpiły w roku 2001 (+65 mm) i w 1991 (+50 mm). Marchew jest rośliną o mniejszych wymaganiach wodnych w porównaniu z kapustą głowiastą białą, dlatego też zarówno średnie, jak i maksymalne odnotowane niedobory w uprawie marchwi wczesnej były niższe. Stwierdzono także mniejszą, w porównaniu z kapustą, częstość występowania lat z niedoborem opadów poniżej 60 mm. Dla całego okresu wegetacji wynosiła ona 40%, a w okresie krytycznym - 33,3%. Zbliżone wartości odchyłeń standardowych dla niedoborów opadów w całym badanym okresie i w dwóch kolejnych piętnastoleciami świadczyć może o niewielkiej zmienności czasowej badanego czynnika (tab. 3).

**Tabela 3.** Niedobory opadów w uprawie marchwi wczesnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Table 3.** Precipitation deficiencies in the early carrot cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010

	IV	V	VI	VII	IV-VII	V-VI
Średni niedobór Average deficiency	-17	-12	-28	+7	-51	-40
Maksymalny niedobór Maximum deficiency	-54	-64	-73	-77	-172	-122
Maksymalny nadmiar Maximum excess	+37	+46	+46	+80	+65	+50
Odchylenie standardowe Standard deviation	18	33	32	43	68	47
Odchylenie standardowe dla okresu piętnastolecia Standard deviation for the period of fifteen years				1981-1995	69	48
				1996-2010	59	46
Częstość lat (%) z niedoborem opadów powyżej 60 mm Frequency of years (%) with precipitations deficiency above 60 mm					40,0	33,3

Niedobory opadów w uprawie marchwi późnej były większe, niż w uprawie marchwi wczesnej, co może być konsekwencją wyższych wymagań wodnych odmian późnych, mających dłuższą wegetację i tworzących większą masę plonu. Największe średnie niedobory (-37 mm) przypadały w badanym okresie

na czerwiec, a najmniejsze (-10 mm) – na wrzesień. Analogicznie jak w uprawie późnej kapusty głowiastej, maksymalne niedobory opadów rzędu -341 mm w okresie wegetacji wystąpiły w 1992 roku, a najwyższe nadmiary wynoszące +84 mm odnotowano w 1985 roku. W okresie krytycznym pod względem zapotrzebowania w wodę największe niedobory opadów (-133 mm) wystąpiły w roku 1982, a maksymalne nadmiary (+113) w roku 1985. Częstość występowania lat z niedoborem opadów poniżej 60 mm w okresie krytycznym nie była duża i wyniosła 36,7%. Stwierdzono jednak znaczną częstość występowania lat z niedoborem w całym okresie wegetacji – wyniosła ona 76,7%. Odchylenia standardowe niedoborów opadów były wyższe, niż w uprawie marchwi wczesnej. Dla okresu krytycznego wartości odchyłeń standardowych w badanym okresie i w dwóch kolejnych jego połowach były wyrównane. W przypadku całego okresu wegetacyjnego zmienność tych wartości była znacznie większa, szczególnie w zestawieniu dwóch kolejnych piętnastoleci. W drugiej części badanego okresu (lata 1996-2010) można zaobserwować mniejsze skrajności pod względem wysokości niedoborów opadów (tab. 4).

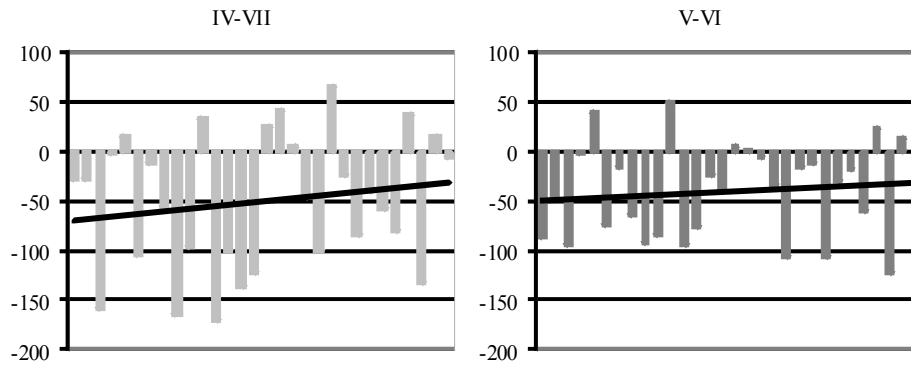
**Tabela 4.** Niedobory opadów [mm] w uprawie marchwi późnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Table 4.** Precipitation deficiencies in the late carrot cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	VIII-IX
Średni niedobór Average deficiency	-22	-22	-37	-13	-22	-10	-126	-32
Maksymalny niedobór Maximum deficiency	-59	-74	-83	-97	-88	-63	-341	-133
Maksymalny nadmiar Maximum excess	+32	+36	+36	+60	+130	+77	+84	+113
Odchylenie standardowe Standard deviation	18	33	32	43	48	34	102	63
Odchylenie standardowe dla okresu piętnastolecia Standard deviation for the period of fifteen years						1981-1995	110	66
						1996-2010	88	61
Częstość lat (%) z niedoborem opadów powyżej 60 mm Frequency of years (%) with precipitations deficiency above 60 mm							76,7	36,7

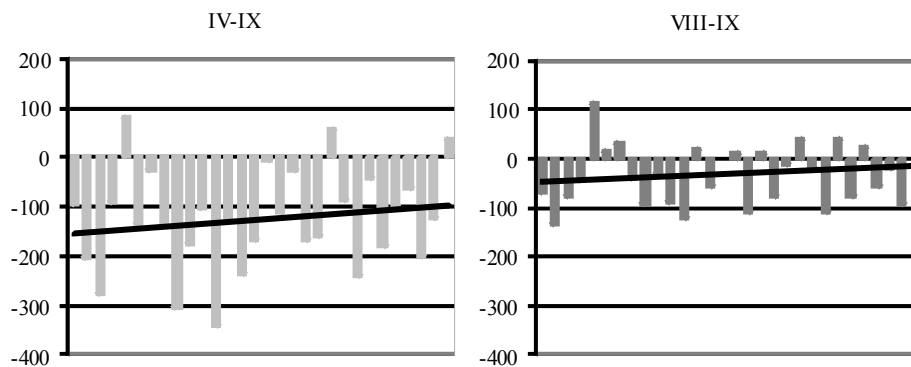
Niedobory opadów w uprawie marchwi wczesnej w rejonie Bydgoszczy w okresie od 1981 do 2010 roku wykazują tendencje malejącą, zarówno w całym okresie uprawy, jak i w okresie wzmożonych potrzeb wodnych. W odniesieniu do marchwi wczesnej obserwowane zmniejszanie jest bardziej wyraźne dla całego okresu jej wegetacji, a mniejsze w okresie krytycznym (rys. 5). Zmniejszanie się niedoborów również można stwierdzić w uprawie marchwi późnej, z tym że w tym przypadku tendencja do zmniejszania w okresie wegetacji i w okresie krytycznym okazała bardzo zbliżona (rys. 6). Jednak współczynniki determinacji

charakteryzujące trend zmienności czasowej wynosiły od 0,0133 do 0,0318 i były nieistotne.



**Rysunek 5.** Niedobory opadów [mm] w uprawie marchwi wczesnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Figure 5.** Precipitation deficiencies in the early carrot cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010



**Rysunek 6.** Niedobory opadów [mm] w uprawie marchwi późnej w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2010

**Figure 6.** Precipitation deficiencies in the late carrot cultivation in the region of Bydgoszcz in 1981-2010

Posuchy atmosferyczne i glebowe zaliczane są do najważniejszych niekorzystnych zjawisk wpływających na klimatyczne ryzyko uprawy roślin w Polsce [Dudek i wsp. 2009, Radzka i wsp. 2009, Żarski i Dudek 2009]. Aktywny sposób zapobiegania ujemnym skutkom posuch stanowi nawadnianie ro-

ślin. Warzywa postrzegane są jako rośliny szczególnie wrażliwe na niedobór wody, a nawadnianie stanowi jeden z najistotniejszych czynników decydujących o wielkości i jakości plonów, szczególnie w uprawie na glebach lekkich. W związku z tym rozwój nawodnień w Polsce powinien dotyczyć w pierwszej kolejności polowego towarowego warzywnictwa. Najnowsze dane i szacunki wskazują, iż w Polsce nawadnia się około 45 tys. ha warzyw gruntowych [Lipiński 2012]. Możliwe jest tu stosowanie mikronawodnień, czyli precyzyjnych technik nawodnieniowych, umożliwiających fertygację i zaawansowaną automatyzację w oparciu o ciągły monitoring warunków atmosferycznych, decydujących o potrzebach wodnych roślin [Jeznach 2009, Kaniszewski i wsp. 2009, Kuśmierk-Tomaszewska i wsp. 2012, Rzekanowski i wsp. 2011]. W uprawie kapusty głowiastej białej nawadnianie pozwala uzyskać plon ogólny i handlowy większy odpowiednio o około 40 i 20% [Rumasz-Rudnicka i wsp. 2008]. Nawadnianie marchwi może zwiększyć plon ogólny i handlowy odpowiednio o 80 i 100%, korzenie stają się przy tym dłuższe i grubsze [Kaniszewski i wsp. 2009]. Deficyt wód opadowych dotyczy obszaru całej Polski, a rejon Bydgoszczy jest położony w strefie o największych niedoborach opadów [Żarski 2011]. Niedobory te zostały potwierdzone również wynikami badań własnych. Jednocześnie wykazano też, że w badanym trzydziestoleciu w tym rejonie nie nastąpiły znaczące zmiany średnich temperatur powietrza, a sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji wykazywały tendencję wzrostową. Kaca i wsp. [2011] podkreślają, że w Polsce udokumentowana jest wyraźna tendencja do wzrostu temperatury i zmniejszenia ilości opadów, co świadczy o wręcz widocznych zmianach klimatu. Takiemu stwierdzeniu przeczą jednak przedstawione w pracy wyniki dotyczące okolic Bydgoszczy. Brak istotnych trendów zmian klimatycznych w rejonie Bydgoszczy wykazany został również w badaniach Żarskiego [2011].

## WNIOSKI

1. W uprawie kapusty głowiastej białej i marchwi w rejonie Bydgoszczy w większości lat badanego okresu wystąpiły niedobory opadów atmosferycznych, mogące istotnie wpływać na zmniejszenie plonu i pogorszenie jego jakości.
2. Większe ryzyko klimatyczne stwierdzono dla uprawy późnych odmian kapusty i marchwi, w porównaniu z odmianami wczesnymi.
3. W związku z brakiem istotnych różnic zmian temperatury powietrza i tendencją do wzrostu ilości opadów atmosferycznych w rejonie Bydgoszczy w okresie wegetacyjnym, niedobory opadów w uprawie kapusty i marchwi miały w ciągu trzydziestolecia 1981-2010 niewielką tendencję malejącą.

**BIBLIOGRAFIA**

- Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R., Żarski J. *Klasyfikacja okresów posusznych na podstawie bilansu wody łatwo dostępnej w glebie*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 109-117.
- Główny Urząd Statystyczny. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2011*. Roczniki Branżowe, Warszawa, 2011, s. 161-162.
- Grabarczyk S. 1983. *Nawadnianie*. Podstawy agrotechniki. PWRiL Warszawa, 1983, s. 94-96.
- Jeznach J. *Aktualne trendy w rozwoju mikronawodnień*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 6, 2009, s. 83-94.
- Kaca E., Łabędzki L., Lubbe J. *Gospodarowanie wodą w rolnictwie w obliczu ekstremalnych zjawisk pogodowych*. Postępy Nauk Rolniczych, 1, 2011, s. 37-49.
- Kaniszewski S. *Nawadnianie warzyw polowych*. Plantpress Kraków, 2005a, s. 7-9, 55, 72-73.
- Kaniszewski S. *Technologia nawadniania warzyw*. Mat. Konf. Nawadnianie warzyw w uprawach polowych. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice, 2005b, s. 5-17.
- Kaniszewski S., Dyśko J., Babik J. *Wpływ nawadniania i fertygacji kropłowej azotem na plonowanie warzyw korzeniowych*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 43-54.
- Karczmarczyk S., Nowak L. *Nawadnianie roślin*. PWRiL Poznań, 2006, s. 67-68, 81, 101-102.
- Kołota E., Orłowski M., Biesiada A. *Warzywnictwo*. Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 2007.
- Kuśmierk-Tomaszewska R., Żarski J., Dudek S.: *Meteorological automated weather station data application for plant water requirements estimation*. Computers and Electronics in Agriculture, vol. 88, 2012, s. 44-51.
- Lipiński J.: *Efekty produkcyjne i ekonomiczne nawadniania truskawek uprawianych na glebach lekkich*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 4, 2012, s.180-183.
- Orłowski M. (red.). *Polowa uprawa warzyw*. Brasika Szczecin, 2000, s. 8, 254.
- Radzka E., Gąsiorowska B., Koc G., Rak J. *Wstępna analiza niedoborów opadowych w RSD Zawady*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 6, 2009, s. 179-186.
- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z., Woronecki T.K. *Efekty nawadniania niektórych warzyw*. Acta Agrophysica 11(2), 2008, s. 509-517.
- Rzekanowski C. *Kształtowanie się potrzeb nawodnieniowych roślin sadowniczych w Polsce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 19-27.
- Rzekanowski C., Żarski J., Rolbiecki S. *Potrzeby, efekty i perspektywy nawadniania roślin na obszarach szczególnie deficytowych w wodę*. Postępy Nauk Rolniczych 1, 2011, s. 51-63.
- Żarski J. *Tendencje zmian klimatycznych wskaźników potrzeb nawadniania roślin w rejonie Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 5, 2011, s. 29-37.
- Żarski J., Dudek S. *Zmienność czasowa potrzeb nawadniania wybranych roślin w regionie Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 141-149.

Dr inż. Beata Durau  
Katedra Roślin Ozdobnych i Warzywnych

Prof. dr hab. inż. Jacek Żarski  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6  
tel. 52 3749539  
e-mail: glowacka@utp.edu.pl

