

Katedra Meteorologii i Klimatologii Akademii Rolniczej w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI, 71-459 Szczecin
e-mail: robertkalbarczyk@wp.pl

ROBERT KALBARCZYK

**Potencjalne zmniejszenie plonu ogórka w uprawie polowej
na terenie Polski powodowane niedoborami
opadów atmosferycznych**

A potential decrease of the yields of cucumber in the field cultivation in Poland
caused by precipitation deficiency

Streszczenie. Celem pracy było określenie potencjalnego zmniejszenia plonu ogórka w uprawie polowej odmian konserwowych, spowodowanego niedoborami opadów atmosferycznych i częstością ich występowania oraz czasowa i przestrzenna charakterystyka niedoboru opadów na terenie Polski. Najsilniejszy związek między ogólnym i handlowym plonem ogórka odmian konserwowych w warunkach optymalnej agrotechniki a niedoborami opadów udowodniono w okresie od początku do końca zbioru. Niedobory opadów w okresie największego zapotrzebowania ogórka na wodę mogą powodować zmniejszenie plonu przeważnie od 3 do 12%, największe w środkowozachodniej Polsce. W okresie od początku do końca zbioru ogórka niedobory opadów występowały najczęściej w środkowozachodniej Polsce (nawet co drugi rok), najrzadziej zaś – na południowym wschodzie (raz na dziesięć lat). Średnia suma opadów atmosferycznych w Polsce w okresie krytycznym w latach 1965–2004 wynosiła 100 mm i wahała się od 90 mm na środkowym zachodzie oraz na Nizinie Mazowieckiej i Nizinie Szczecińskiej do 130 mm na południowym wschodzie.

Słowa kluczowe: ogórek, zmniejszenie plonu, niedobory opadów

WSTĘP

Zmienność plonu roślin uprawnych w Polsce może być determinowana przebiegiem pogody nawet w około 30% [Bombik 1998, Koźmiński i Michalska 2001, Grabowska 2004, Kalbarczyk 2005], a w latach skrajnie niekorzystnych – nawet w 50% [Kalbarczyk 2004]. Ingerencja człowieka w kształtowanie warunków pogodowych jest nadal bardzo ograniczona, dlatego jedynym sprawdzonym sposobem zmniejszenia ich niekorzystnego wpływu na wielkość plonu jest rozmieszczenie uprawy roślin w tych regionach kraju, w których ryzyko występowania niekorzystnej pogody jest najmniejsze. Rozpoznanie warun-

ków meteorologicznych, w tym ryzyka występowania niedoboru opadów atmosferycznych, powinno być określone w pierwszej kolejności dla głównych gatunków warzyw i w miarę możliwości uaktualniane ze względu na coraz nowsze odmiany wprowadzane do produkcji, jak również na stwierdzone i prognozowane zmiany warunków klimatycznych [Holden i in. 2003]. Podstawowym warunkiem ograniczenia niekorzystnego oddziaływania niedoboru opadów na plon ogórka jest rozpoznanie czasowe i przestrzenne tego elementu pogody, a następnie określenie zagrożenia, jakie może wynikać z ich wystąpienia.

Nie ma kompleksowych opracowań na temat ilości opadów jako ważnego kryterium rejonizacji uprawy ogórka w Polsce. Jeżeli już są, to najczęściej wycinkowe, dotyczą regionów lub nawet tylko pola doświadczalnego i są podawane na ogół przy badaniach o charakterze agrotechnicznym [Dzieżyc i Dzieżycowa 1986, Kryńska i Martyniak-Przybyszewska 1986, Dzieżyc i in. 1987, Żarski 1989]. Wpływem niedoboru opadów i nawadniania, z uwzględnieniem zwięzłości gleb, na plon ogórka zajmowali się m.in. Dzieżyc i Dzieżycowa [1986], wykorzystując wyniki doświadczeń COBORU z dwóch okresów: 1952–1976 i 1962–1976. W swoim opracowaniu przedstawili wielkość optymalnych opadów oraz podali normy nawadniania dla ogórka w uprawie polowej. Próbę określenia hydrotermicznych warunków uprawy ogórka na terenie kraju podjęli Koźmiński i Raab-Krzysztoporska [1974]. Jej wynikiem było wydzielenie na terenie kraju stref o różnych warunkach termiczno-opadowych. Górka [1989] określił straty w plonach ogórka powodowane częstością i intensywnością występowania posuch atmosferycznych.

Celem pracy było określenie potencjalnego zmniejszenia plonu ogórka w uprawie polowej powodowanego niedoborami opadów atmosferycznych i częstości ich występowania oraz ich czasowa i przestrzenna charakterystyka na terenie Polski.

MATERIAŁ I METODA

W pracy wykorzystano wyniki doświadczeń z odmianami konserwowymi ogórka, prowadzonymi od 1965 roku w całym kraju przez stacje doświadczalne oceny odmian COBORU. Wyniki z lat 1965–2004, dotyczące: wielkości plonów owoców ogólnego i handlowego (udział owoców konserwowych o długości 6–10 cm), terminów agrotechnicznych (siew, początek i koniec zbioru) i fenologicznych (koniec wschodów, początek kwitnienia, początek zawiązywania owoców), poziomu nawożenia, odczynu gleby oraz rodzaju kompleksu glebowego, pochodziły z 28 stacji doświadczalnych, położonych na terenie Polski. Materiały wyjściowe zostały zebrane dla wzorca, który tworzą najbardziej rozpowszechnione w uprawie odmiany konserwowe ogórka badane w danym roku. Do analizy pogoda – plon wykorzystano wyłącznie wyniki doświadczenia polowego prowadzonego na typowych glebach do uprawy ogórka: kompleksy pszenne – bardzo dobry (1) i dobry (2) oraz żytni – bardzo dobry (4). Do uprawy ogórka stosowano przeważnie pełne nawożenie obornikiem w dawce od 30 do 40 t·ha⁻¹, który był przeorany jesienią, natomiast wiosenne nawożenie mineralne przeciętnie wynosiło 400 kg na 1 hektar uprawy, w tym N i P₂O₅ wysiewano odpowiednio po 115 i 90 kg, a K₂O – po 195 kg [Metodyka badania... 1998, Syntezy wyników... 1965–2002].

Dobowe i dekadowe sumy opadów atmosferycznych z lat 1965–2004 pochodziły ze wszystkich stacji meteorologicznych, funkcjonujących przy stacjach doświadczalnych COBORU, natomiast w przypadkach, gdy w miejscowości, w której prowadzone były

doświadczenia z ogórkiem nie było stacji meteorologicznej, do analizy wykorzystane były wyniki ze stacji meteorologicznej IMGW najbliższej położonej i zarazem najlepiej odzwierciedlającej warunki meteorologiczne przeprowadzanych doświadczeń polowych. Sumy opadów ze stacji COBORU zostały zebrane z „Przeglądu warunków agrometeorologicznych” (1965–2002), natomiast ze stacji IMGW – z „Biuletynu Agrometeorologicznego (1965–2002), biuletynów Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej (2003–2004) i z roczników „Opady Atmosferyczne” (1965–1981) oraz udostępnione przez IMGW w Warszawie (1982–2004).

Wpływ niedoboru opadów na plon ogórka w okresie wegetacji określono na podstawie równania regresji wielokrotnej, uwzględniającego sumy opadów atmosferycznych w okresie początek zbioru – koniec zbioru i trend liniowy, czyli kolejne lata analizowanego wielolecia 1965–2004. Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu warunków glebowych i nawożenia na wielkość plonu ogórka, dlatego w równaniu regresji informację te nie zostały ujęte. Wyniki te potwierdzają, że w stacjach COBORU jest zachowana poprawna agrotechnika uprawy ogórka i dlatego o plonie końcowym tej rośliny decydują głównie warunki meteorologiczne, w tym również opady.

Z zależności regresyjnej wyznaczono progową wartość opadów, która może być przyczyną co najmniej 5% zmniejszenia plonu ogórka, oddzielnie ogólnego i handlowego, poniżej średniego wieloletniego poziomu. Dla każdej z 57 stacji meteorologicznych IMGW w Polsce obliczono średnią wartość sumy opadów atmosferycznych, ale tylko dla tych lat, w których przekraczały wyznaczoną wcześniej wartość progową oraz częstość ich występowania.

Uwzględniając sumy opadów atmosferycznych poniżej wyznaczonej wartości progowej w okresie początek zbioru – koniec zbioru, jak i częstość ich występowania, obliczono dla każdej stacji meteorologicznej potencjalny plon ogórka według równania opracowanego przez Górkę [1989]:

$$y_p = \frac{P}{n} \cdot (\beta_0 - \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2) + (1 - \frac{P}{n}) \cdot y_k$$

gdzie:

y_p – potencjalny plon uwarunkowany niedoborem opadów i liniowym trendem czasowym,

P – liczba lat z niedoborem opadów w latach 1965–2004,

n – liczba lat w analizowanym wieloleciu 1965–2004,

y_k – średni plon w latach o korzystnych warunkach opadowych,

$\beta_0 - \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$ – równanie regresji wielokrotnej, uwzględniające niedobory opadów i trend liniowy w kolejnych latach 1965–2004.

Średnie wieloletnie straty plonu ogórka, wyrażone w % plonu rzeczywistego, obliczono według wzoru:

$$Sp = \frac{y_r - y_p}{y_r} \cdot 100\%$$

gdzie:

y_r – plon rzeczywisty,

y_p – plon potencjalny, obliczony według równania Górki [1989].

Wszystkie analizy statystyczne wykonano programem Statistica 7.1.

WYNIKI

Analiza regresji wielokrotnej umożliwiła uchwycenie statystycznie istotnej zależności plonu ogórka odmian konserwowych od niedoboru opadów atmosferycznych w Polsce. Wyniki tej zależności przedstawiono w tabeli 1 w takiej formie, która umożliwia rekonstrukcję równania regresji w pełnej postaci. W tym celu – oprócz współczynników regresji wielokrotnej – dla opadów i trendu liniowego podano również wartość liczbową wyrazu wolnego, stanowiącego integralną część równania regresji, natomiast w tabeli 2 przedstawiono statystyczną charakterystykę plonu ogólnego i handlowego ogórka w latach 1965–2004. Średni ogólny plon ogórka był prawie 2-krotnie większy od handlowego i wynosił nieco ponad 33 t·ha⁻¹ (tab. 2). Zarówno plon ogólny, jak i handlowy wykazywały istotny wzrost z roku na rok. Dane zamieszczone w tabeli 1 pokazują, że najsilniejsze zależności między plonowaniem ogórka w Polsce a niedoborami opadów w latach 1965–2004 osiągnięto w okresie od początku do końca zbioru, czyli jak podaje Kalbarczyk [2006] przeciętnie w okresie od 3. dekady lipca do 1. dekady września. Wielkość

Tabela 1. Zależność plonu ogórka w uprawie polowej w Polsce od sumy opadów atmosferycznych w okresie od początku do końca zbioru w latach 1965–2004

Table 1. The dependence of cucumber yields in the field cultivation in Poland on the total precipitation during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting in the years 1965–2004

Plon owoców Fruit yields	Liniowe równanie regresji Regression equation			N	R ²
	Wyraz wolny Intercept	Rok Year	P _{pz-kz}		
Ogólny/Total	-805,692***	0,419***	0,0651***	318	23,6
Handlowy/Marketable	-920,266***	0,4705***	0,0491***	318	32,2

N – liczba obserwacji/number of observations,

R² – współczynnik determinacji/determination coefficient (%),

*** – istotne przy $\alpha = 0,01$ /significant at $\alpha = 0.01$,

Rok – czas, czyli kolejne lata wielolecia 1965–2004/time function for successive multi-year 1965–2004,

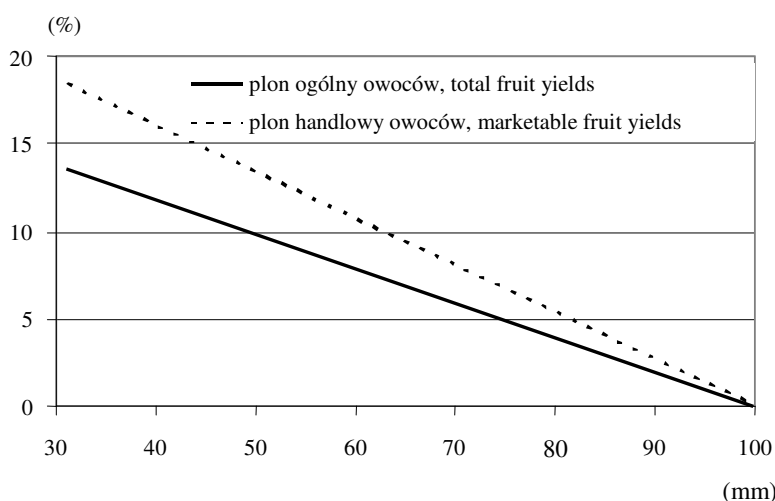
P_{pz-kz} – suma opadów atmosferycznych w okresie od początku do końca zbioru/total precipitation during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting

Tabela 2. Statystyczna charakterystyka plonu ogórka (t·ha⁻¹) w latach 1965–2004
Table 2. Statistical characteristics of cucumber yields (t·ha⁻¹) in the years 1965–2004

Plon owoców Fruit yields	Charakterystyki/Characteristics				
	Średni Average	Minimalny Minimum	Maksymalny maximum	Odchylenie standardowe Standard deviation	Trend liniowy Linear trend
Ogólny/Total	33,2	4,4	80,5	14,5	+***
Handlowy/Marketable	18,3	2,3	65,3	11,1	+***

plonu ogólnego ogórka została opisana warunkami opadowymi w tym okresie i trendem liniowym w około 24%, natomiast plonu handlowego – w ponad 32%. Wszystkie współczynniki regresji oraz wyraz wolny obu równań regresji były istotne na poziomie $\alpha = 0,01$, natomiast błąd standardowy estymacji obu równań był mniejszy od odchylenia standardowego plonu ogólnego i handlowego. Dodatkowym sprawdzianem dla skonstruowanych równań regresji wielokrotnej (tab. 1) było procentowe porównanie zmniejszenia plonu ogórka w uprawie polowej w Polsce, obliczonego zarówno na podstawie równań (tab. 1), jak i rzeczywistych danych. Z tego porównania wynika, że różnica ta była niewielka i wynosiła 1% dla plonu ogólnego i 1,2% dla plonu handlowego.

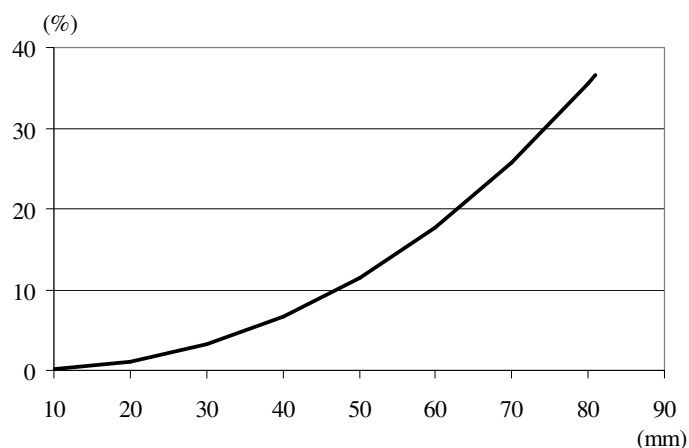
Według Koźmińskiego i Raab-Krzysztoporskiej [1974] oraz Górki [1989] ogórek w uprawie polowej jest wrażliwy na niedobór opadów w okresie od zawiązywania owoców do końca ich zbioru, co z pewnością jest związane z bardzo słabym systemem korzeniowym i często podkreślanym w literaturze dużym stosunkiem masy naziemnej do masy korzeni.



Rys. 1. Potencjalne zmniejszenie (%) plonu ogórka w Polsce powodowane niedoborami opadów w okresie od początku do końca zbioru w latach 1965–2004

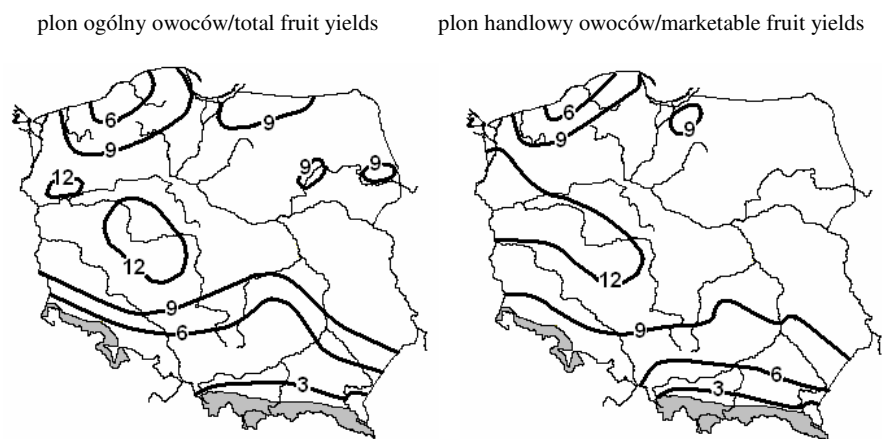
Fig. 1. A potential decrease (%) in the cucumber yields in Poland resulting from precipitation deficiency during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting in the years 1965–2004

W celu określenia zagrożenia uprawy polowej ogórka w skali kraju, powodowanego przez niekorzystne warunki opadowe w okresie od początku do końca zbioru, wyznaczono na podstawie równań regresji (tab. 1) progowe wartości dla niedoboru opadów. Przy sumie opadów 74 mm i poniżej w okresie od początku do końca zbioru następuje co najmniej 5% spadek plonu ogólnego ogórka poniżej średniej wieloletniej z lat 1965–2004, natomiast przy 81 mm – co najmniej 5% zmniejszenie plonu handlowego owoców. W celu przedstawienia przebiegu potencjalnego zmniejszenia krajowego plonu ogórka powodowanego niekorzystnymi warunkami opadowymi skonstruowano diagram niedoboru opadów (rys. 1). Podstawą konstrukcji diagramu, była procentowa różnica między plonami



Rys. 2. Częstość (%) występowania sumy opadów w Polsce w okresie od początku do końca zbioru ogórka w latach 1965–2004

Fig. 2. Frequency (%) of occurrence of total precipitation in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting in the years 1965–2004

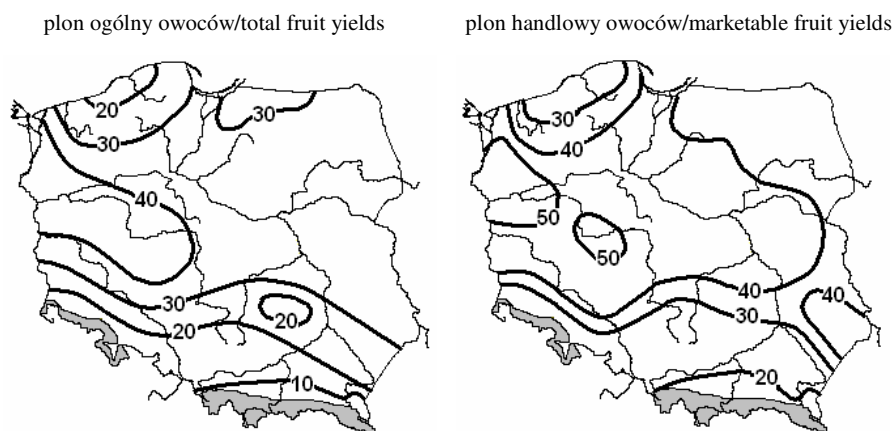


Rys. 3. Rozkład przestrzenny potencjalnego zmniejszenia plonu ogórka (%) powodowanego niedoborami opadów na terenie Polski w okresie od początku do końca zbioru, lata 1965–2004

Fig. 3. Spatial distribution of a cucumber yield decrease (%) caused by precipitation deficiency in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting, years 1965–2004

rzeczywistymi a obliczonymi z równania regresji (tab. 1), nie uwzględniało częstości występowania niedoboru, ale tylko takie wartości rozpatrywanego czynnika, przy których następuje zmniejszenie ogólnego i handlowego plonu ogórka powodowane przez niedo-

bory opadów. Przy sumie opadów 100 mm plon ogórka utrzyma się na poziomie plonu wieloletniego, a przy 50 mm plon ogólny zmniejszy się o 10% w stosunku do przeciętnego z lat 1965–2004, natomiast handlowy – nawet o około 13% (rys. 1). Wg Dzieżyca i in. [1987] potrzeby opadowe ogórka uprawianego na glebach ciężkich wynoszą przeciętnie 98 mm w okresie od 3. dekady lipca do 1. dekady września.



Rys. 4. Rozkład przestrzenny częstości (%) występowania lat z niedoborami opadów na terenie Polski w okresie od początku do końca zbioru ogórka, lata 1965–2004

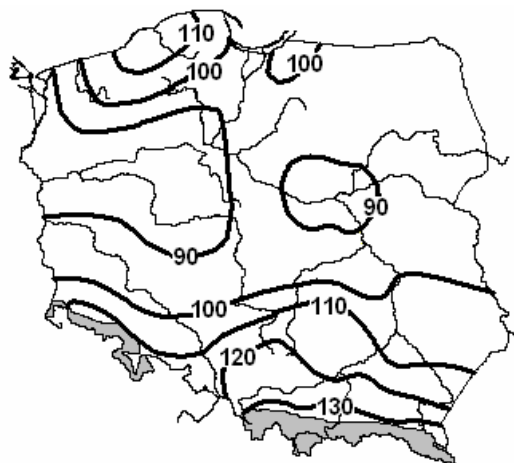
Fig. 4. Spatial distribution of the frequency (%) of occurrence of years with precipitation deficiency in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting, years 1965–2004

Częstość wystąpienia opadów atmosferycznych w okresie największego zapotrzebowania na wodę ogórka w uprawie polowej wahała się od 0,3% dla 10 mm do 29–36% odpowiednio dla 74 i 81 mm (rys. 2). Rysunek 1 pozwolił ocenić zmniejszenie plonu ogórka powodowane przez niedobory opadów w skali całego kraju. Opady atmosferyczne równe i niższe od wyznaczonej wartości progowej mogą powodować różnej wielkości straty w plonach w zależności od regionu kraju [Górka 1989]. Rozkład przestrzenny potencjalnego zmniejszenia ogólnego plonu ogórka powodowanego przez niedobór opadów (<74 mm) w okresie od początku do końca zbioru był najbardziej zróżnicowany w południowej i północnej Polsce, a straty plonu mogą się wahać od poniżej 3% do powyżej 12% (rys. 3). Największe, ponad 12% zmniejszenie plonu może wystąpić w Wielkopolsce i w okolicy Gorzowa Wlkp., najmniejsze zaś, poniżej 3% – na południowym wschodzie Polski. Na przeważającym obszarze kraju straty plonu ogólnego ogórka mogą wahać się od 9 do 12%. Rozkład przestrzenny oraz zakres zmniejszenia plonu handlowego owoców powodowany niedoborem opadów był podobny do rozkładu zmniejszenia plonu ogólnego, przy czym obszar kraju, na którym zmniejszenie może wynieść ponad 12% zdecydowanie się powiększył i obejmował nie tylko Wielkopolskę, ale również Ziemię Lubuską i Nizinę Szczecińską. Podobne wyniki dotyczące przestrzennego rozkładu zmniejszenia plonu ogórka ogólnego i handlowego powodowanego przez nieko-

rzystne warunki opadowe, opisane jako posuchy atmosferyczne trwające co najmniej 15 dni, uzyskał Górka [1989]. Według niego największe straty w plonie mogą występować w środkowozachodniej Polsce, najmniejsze zaś – w południowo-wschodniej. Według Górki [1989] największe zmniejszenie plonu może wynieść ponad 6% dla plonu ogólnego i ponad 9% dla plonu handlowego.

Na terenie kraju średnia częstość występowania niedoboru opadów w okresie od początku do końca zbioru ogórka miała wpływ na plon ogólny od poniżej 10 do ponad 40% i na plon handlowy od 20 do 50%, rosnąc w kierunkach zachodnim i północnym (rys. 4). Niedobory opadów najczęściej występowały w zachodniej części kraju, w Wielkopolsce i na Nizinie Szczecińskiej, gdzie można się spodziewać niedoboru opadów nawet co drugi rok. Opady poniżej 81 mm w okresie krytycznym ogórka często (>40%) występowały również na Nizinie Mazowieckiej, Wyżynie Lubelskiej oraz na Kujawach. Najrzadziej niedobory notowano na południowym wschodzie: dla opadów ≤ 74 mm raz na 10 lat, a dla opadów ≤ 81 mm – co pięć lat.

Z rysunków 3 i 4 widać, że największego ryzyka uprawy ogórka w polu, wynikającego zarówno z potencjalnego zmniejszenia plonu, jak i z częstości występowania niedoboru opadów, w okresie od początku do końca zbioru można się spodziewać w środkowozachodniej części Polski. Na tym obszarze straty w plonie ogórka wynoszące ponad 12% mogą występować przeciętnie nawet co 2–3 lata.

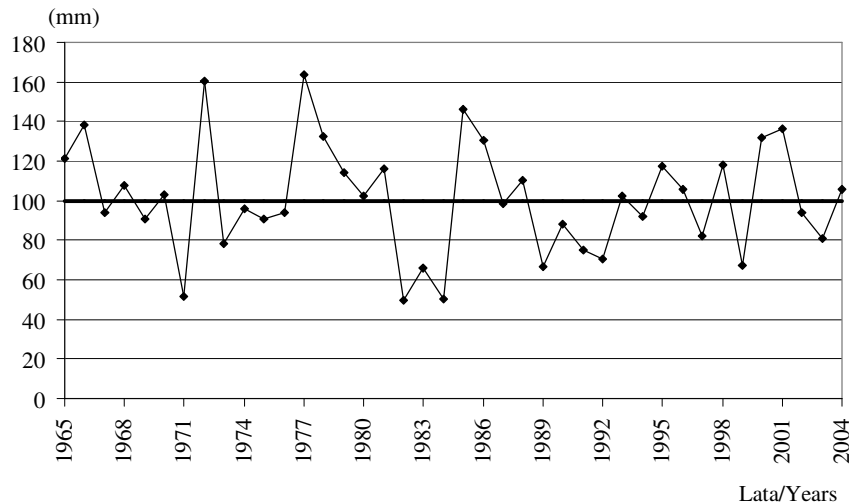


Rys. 5. Rozkład przestrzenny średnich sumy opadów atmosferycznych na terenie Polski w okresie od początku do końca zbioru ogórka, lata 1965–2004

Fig. 5. Spatial distribution of the mean values of total precipitation in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting, years 1965–2004

Charakterystykę warunków opadowych, istotnie kształtujących zmienność plonów ogórka w Polsce ilustrują rysunki 5–9. Ze względu na dodatni wpływ dużych sum opadów w okresie początek zbioru – koniec zbioru na plon ogórka, przeciętnie najmniej korzystne warunki opadowe panują w Polsce środkowozachodniej i na Nizinie Mazowieckiej, gdzie średnie sumy opadów kształtowały się poniżej 90 mm (rys. 5). W pozo-

stałych rejonach kraju opady wahały się od 90 do 130 mm, przy czym największe sumy opadów występowały w części południowo-wschodniej. W latach 1965–2004 średnia suma opadów atmosferycznych w Polsce w okresie, w którym stwierdzono ich istotny wpływ na plon ogórka wahała się od 49,4 w roku 1982 do 163,7 mm w roku 1977 (rys. 6). Przeciętne opady, poniżej 90 mm, występowały w Polsce w 12 latach w okresie 1965–2004: 1971, 1973, 1982–1984, 1989–1992, 1997, 1999 i 2003, a wyższe od 130 mm – w 8 latach: 1966, 1972, 1977–1978, 1985–1986, 2000–2001.

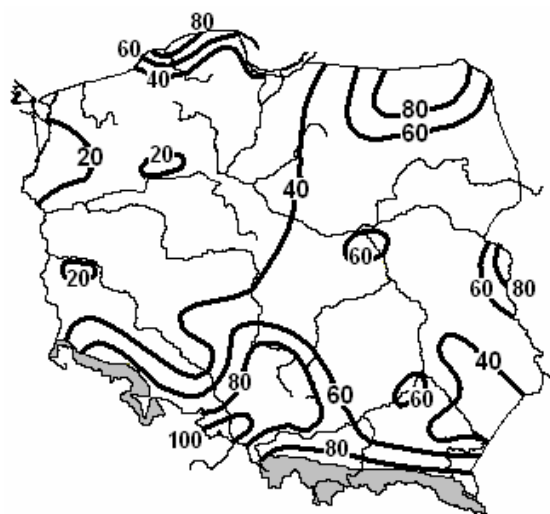


Rys. 6. Suma opadów atmosferycznych (mm) w Polsce w okresie od początku do końca zbioru ogórka w latach 1965–2004

Fig. 6. Total precipitation (mm) in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting in the years 1965–2004

Rozkład przestrzenny opadów atmosferycznych w okresie największego zapotrzebowania ogórka na wodę w roku ekstremalnie suchym (1982) był odmienny od przeciętnego (rys. 7). Najmniejsze sumy opadów, poniżej 20 mm, występowały na Nizinie Szczecińskiej oraz w okolicy Piły i Zielonej Góry. Sumami opadów przekraczającymi 80 mm charakteryzowała się przede wszystkim południowa Polska, północno-wschodnia część Pojezierza Mazurskiego oraz okolice Terespoła. Najkorzystniejsze warunki uprawy ogórka w roku 1982 w okresie od początku do końca zbioru notowano w okolicy Raciborza, gdzie opady przekraczały 100 mm, czyli tyle, ile wynosiła średnia wieloletnia suma opadów dla Polski w latach 1965–2004 (rys. 6).

Odchylenie standardowe obliczone dla sumy opadów atmosferycznych w okresie największego zapotrzebowania ogórka w uprawie polowej na wodę kształtowało się od poniżej 40 mm do ponad 60 mm i zwiększało się w kierunku południowym (rys. 8). Największą zmiennością opadów charakteryzowała się okolica Raciborza (ponad 60 mm), natomiast najmniejszą – środkowozachodnia część Polski, Nizina Szczecińska



Rys. 7. Rozkład przestrzenny sumy opadów atmosferycznych na terenie Polski w okresie od początku do końca zbioru ogórka w ekstremalnie suchym roku 1982

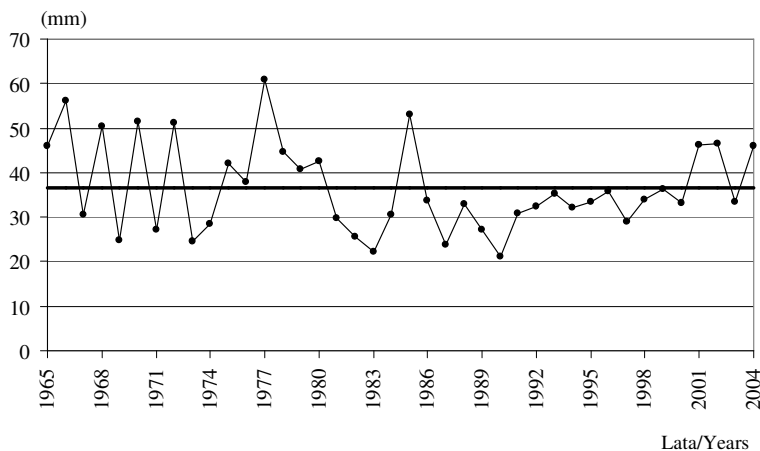
Fig. 7. Spatial distribution of total precipitation in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting in the extremely dry year 1982



Rys. 8. Rozkład przestrzenny odchylenia standardowego sumy opadów atmosferycznych na terenie Polski w okresie od początku do końca zbioru ogórka, lata 1965–2004

Fig. 8. Spatial distribution of standard deviation of total precipitation in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting, years 1965–2004

oraz rejon Olsztyna i Kętrzyna (poniżej 40 mm). W latach 1965–2004 przeciętne w Polsce odchylenie standardowe sum opadów w okresie od początku do końca zbioru ogórka wynosiło 36,6 mm i wahało się od 21 mm w roku 1990 do 60,8 mm w roku 1977 (rys. 9). Średnie wieloletnie odchylenie standardowe opadów w Polsce poniżej 40 mm występowało aż w 26 latach rozpatrywanego wielolecia 1965–2004, a wyższe od 60 mm – tylko w 1 roku.



Rys. 9. Odchylenie standardowe sumy opadów atmosferycznych (mm) w Polsce w okresie od początku do końca zbioru ogórka w latach 1965–2004

Fig. 9. Standard deviation of total precipitation (mm) in Poland during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting in the years 1965–2004

Istotne zmniejszenie sum opadów w latach 1965–2004 w okresie od początku do końca zbioru stwierdzono tylko w 4 stacjach meteorologicznych spośród 57 badanych: w Częstochowie, Katowicach, Tarnowie i Olsztynie, co oznacza, że w tych okolicach niedobór opadów dla uprawy polowej ogórka z roku na rok będzie coraz większy. Średnie zmniejszenie sum opadów w okresie największego zapotrzebowania na wodę ogórka wyniosło około 1,2 mm na 10 lat dla wszystkich 4 stacji.

WNIOSKI

1. Potencjalne, co najmniej 5% zmniejszenie w Polsce plonu ogórka w uprawie polowej, powodowane niedoborami opadów atmosferycznych w okresie od początku do końca zbioru, może wystąpić przy 74 mm w przypadku plonu ogólnego i przy 81 mm – plonu handlowego.
2. Niedobory opadów w okresie największego zapotrzebowania ogórka na wodę mogą powodować zmniejszenie plonu przeważnie od 3 do 12%, największe w środkowo-zachodniej Polsce.
3. W okresie od początku do końca zbioru ogórka niedobory opadów występowały najczęściej w środkowo-zachodniej Polsce (nawet co drugi rok), najrzadziej zaś – na południowym wschodzie (raz na dziesięć lat).

4. Średnia suma opadów atmosferycznych (średnia z 57 stacji meteorologicznych) w Polsce w okresie największego zapotrzebowania ogórka na wodę w latach 1965–2004 wynosiła 100 mm i wahała się od 90 mm na środkowym zachodzie oraz na Nizinie Mazowieckiej i Nizinie Szczecińskiej do 130 mm na południowym wschodzie.

PIŚMIENNICTWO

- Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce, pod red. Cz. Koźmińskiego i B. Michalskiej, 2001, AR Szczec. i Univ. Szczeciński.
- Biuletyn Agrometeorologiczny. 1965–2002, IMGW, Warszawa.
- Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, 2003–2004, IMGW, Warszawa.
- Bombik A. 1998. Studia nad prognozowaniem plonów ziemniaka, *Fragm. Agron.*, 59(3), 4–57.
- Dzieżyc J., Dzieżycowa D. 1986. Wpływ niedoboru i nadmiaru opadów oraz nawadniania na plonowanie roślin warzywnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 268, 161–174.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 314, 11–33.
- Grabowska K. 2004. Matematyczne modelowanie plonowania grochu siewnego na podstawie czynników meteorologicznych. *Rozprawy i Monografie 99, UWM.*
- Górka W. 1989. Bonitacja warunków agroklimatycznych Polski dla wybranych warzyw. *Sprawozdanie etapowe CPBR nr 10.18. Wyd. AR Szczecin.*
- Holden N.M., Brereton A.J., Sweeney J., Fealy R. 2003. The predicted change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. *Agric. For. Meteorol.*, 116, 181–196.
- Kalbarczyk R. 2004. Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. *Acta Agrophys.*, 4(2), 339–350.
- Kalbarczyk R. 2005. Strefy klimatycznego ryzyka uprawy ziemniaka późnego w Polsce. *Folia Univ. Agric. Stein., Agricultura*, 244 (99), 83–90.
- Kalbarczyk R. 2006. Time and spatial distribution of agrotechnical dates and phenological stages of cucumber in western Poland. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 5(2), 51–68.
- Koźmiński C., Raab-Krzysztoporska M. 1974. Próba określenia warunków hydrotermicznych uprawy ogórków na terenie Polski. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 48, 121–133.
- Kryńska W., Martyniak-Przybyszewska B. 1986. Efektywność nawodnień deszczownianych roślin warzywnych uprawianych w Polsce północno-wschodniej w świetle wieloletnich badań. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 268, 565–581.
- Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. 1998. *Rośliny warzywne. Dyniowate. Wyd. 1. COBORU, Słupia Wielka.*
- Opady Atmosferyczne, 1965–1981. IMGW, Warszawa.
- Przeglądy warunków agrometeorologicznych. 1965–2002. COBORU, Słupia Wielka.
- Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Warzywa dyniowate. 1965–2002. COBORU, Słupia Wielka.
- Żarski J. 1989. Zwyżki plonów ogórków gruntowych i selerów pod wpływem deszczowania a opady atmosferyczne w okresie krytycznym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 343, 67–73.

Summary. The aim of the study was to determine a potential decrease in the yield of cucumber in the field cultivation of pickle cucumber varieties caused by precipitation deficiency and precipitation frequency and to describe time and spatial characteristics of precipitation deficiency in Poland. The strongest relationships between the total and marketable yields of pickle cucumber varieties in the optimum agrotechnical conditions and the precipitation deficiency were recorded during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting. Deficiency in precipitation during the period of the largest requirement of cucumber for water can cause a decrease in

cucumber yields usually by 3 to 12%, the largest in central-west Poland. Deficiency in precipitation during the period from the beginning to the end of cucumber harvesting occurred most frequently in central-west Poland (even every two years), whereas the least frequently it occurred in the southeast (once every ten years). Mean total precipitation in the critical period in Poland in the years 1965–2004 amounted to 100 mm and varied from 90 mm in the central-west of the country and in Mazovian and Szczecin Lowlands to 130 mm in the southeast.

Key words: cucumber, a decrease in the yield, deficiency in precipitation