

**Katarzyna Żyłowska, Jerzy Kozyra**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## ZMIANY WARUNKÓW AGROKLIMATYCZNYCH W POLSCE\*

**Słowa kluczowe:** agroklimat, zmiany klimatu, wskaźniki agroklimatyczne

### Wstęp

Działalność rolnicza nierozzerwalnie związana jest z warunkami naturalnymi, szczególnie takimi jak: gleba, ukształtowanie terenu i klimat. Można nawet stwierdzić, że warunki klimatyczne determinują rodzaj prowadzonej działalności rolniczej. W nauce o klimacie funkcjonuje pojęcie agroklimatu rozumianego jako przydatność warunków klimatycznych do uprawy roślin na danym obszarze. Do podstawowych elementów opisujących warunki agroklimatyczne zaliczamy: usłonecznienie, temperaturę, opad atmosferyczny, długość okresu wegetacyjnego, długość okresu gospodarczego. Należy nadmienić, że obok sprzyjających warunków do uprawy roślin w przyrodzie występują także zjawiska powodujące straty w uprawach (susze, powódzie, deszcze nawalne). O potrzebie określenia związków między pogodą a plonowaniem roślin oraz częstością i rozmieszczeniem występowania niekorzystnych dla rolnictwa zjawisk meteorologicznych (przymrozki, grad, susze) pisał Radomski (22). Duże osiągnięcia w badaniach nad agroklimatem Polski i wpływem pogody na roślinę posiada Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach (IUNG). Już w latach 60. XX wieku opublikowana została praca „W sprawie określenia wpływu pogody na roślinę” (9). W kolejnych latach zespół prof. Górskiego prowadził dalsze prace nad wpływem temperatury, usłonecznienia (promieniowania) czy niedoboru opadów na roślinę i jej plon (1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 27). Dzięki prowadzonym badaniom

---

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 8.0 pt. „Identyfikacja i opracowanie nowych krajowych wskaźników jednostkowych oraz zrównoważonych metod produkcji dla celów ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatu w rolnictwie” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2022 r.

opracowany został Model Agroklimatu Polski (14), który pozwala na uzyskanie średnich wartości elementów klimatu dla dowolnego punktu w Polsce o znanych współrzędnych geograficznych.

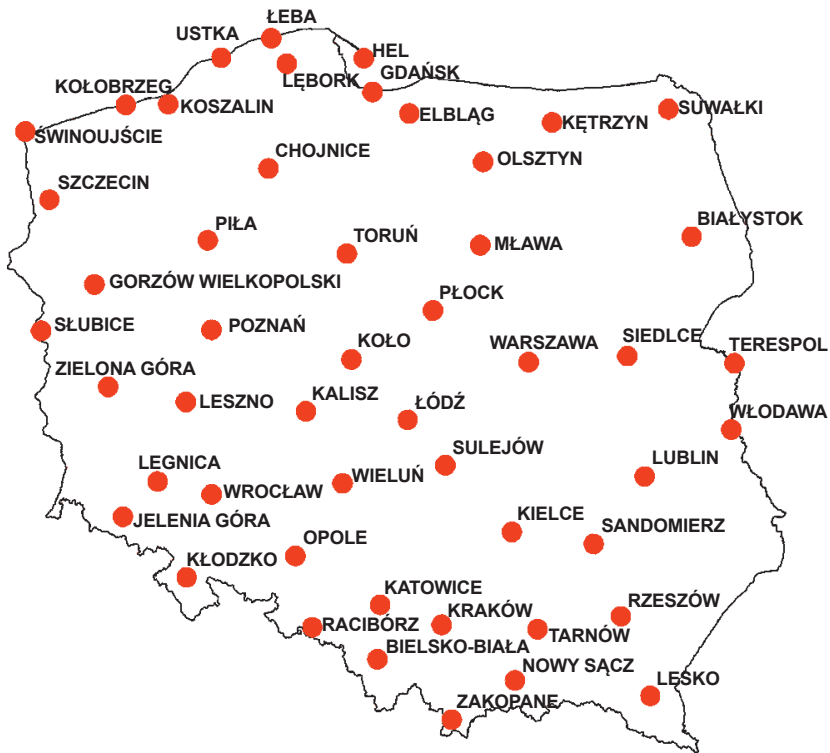
W ostatnich latach coraz częściej mówi się o zachodzących zmianach klimatycznych spowodowanych działalnością człowieka, w tym także działalnością rolniczą (18). Zmiany użytkowania terenu, wylesienia, emisje gazów cieplarnianych pochodzących bezpośrednio, jak i pośrednio z rolnictwa przyczyniły się między innymi do ocieplania się klimatu. Coraz częściej mamy do czynienia z niekorzystnymi dla rolnictwa zjawiskami pogodowymi, jak susze, deszcze nawalne, burze, fale upałów czy brak porywy śnieżnej zimą, które są skutkiem obserwowanych zmian klimatycznych (19). Zmieniło się także postrzeganie roli agrometeorologii w badaniach. Dotychczas głównym zadaniem tej dziedziny nauki było poznanie wpływu warunków pogodowych na roślinę i plony. Obecnie coraz większy nacisk kładzie się na zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego poprzez utrzymanie produkcji żywności na co najmniej dotychczasowym poziomie w wyniku dostosowania rolnictwa do zachodzących zmian klimatu (16, 20).

Celem pracy jest opis zmian wybranych elementów agroklimatu Polski, takich jak: średnia temperatura powietrza, wielkość opadu atmosferycznego, długość okresu wegetacyjnego, w latach 1971–2020.

### Wskaźniki agroklimatyczne

Warunki agroklimatyczne możemy opisać za pomocą wskaźników, które pozwalają na przedstawienie różnic warunków uprawy roślin w różnych rejonach naszego kraju. Do najpopularniejszych a zarazem najważniejszych i prostych wskaźników agroklimatycznych możemy zaliczyć: średnią temperaturę powietrza, datę przejścia temperatury przez próg 5°C (rozpoczęcie okresu wegetacyjnego), długość okresu wegetacyjnego oraz wielkość opadu atmosferycznego.

Do opisu warunków termicznych wykorzystano dane meteorologiczne z lat 1971–2020 pochodzące z 48 stacji synoptycznych (rys. 1) Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB). Dane archiwalne dostępne są na stronie internetowej IMGW pod adresem: [danepubliczne.imgw.pl/data/dane\\_pomiarowo\\_obszerwacyjne/](http://danepubliczne.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obszerwacyjne/). W celu uchwycenia zmian zachodzących w warunkach agroklimatycznych okres 1971–2020 został podzielony na dwa wielolecia: 1971–2000 oraz 2001–2020.

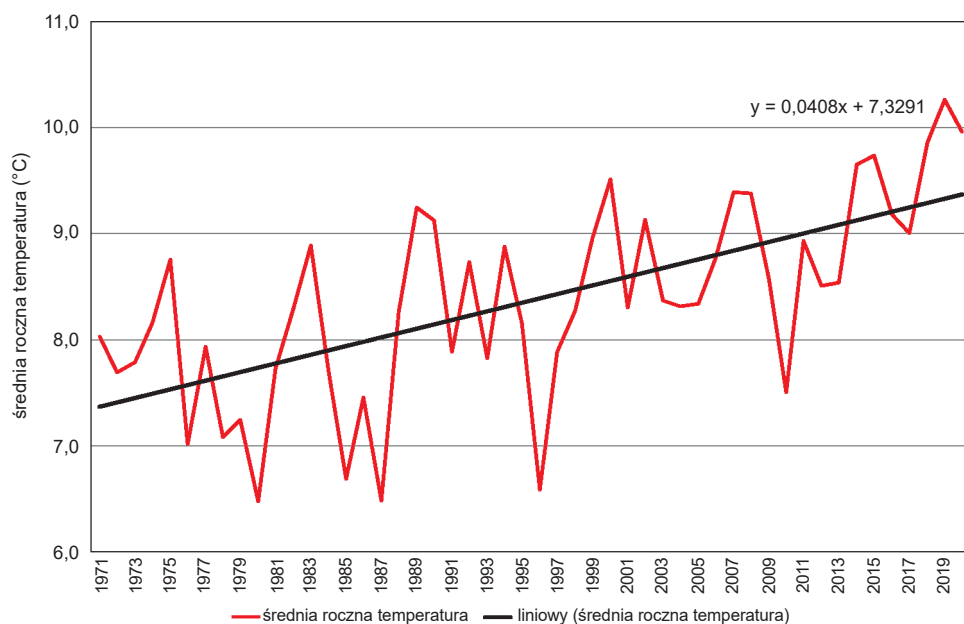


Rys. 1. Stacje synoptyczne IMGW-PIB

Źródło: opracowanie własne

## Warunki termiczne

Do opisu warunków termicznych najczęściej wykorzystywana jest wartość średnia temperatury powietrza (roczna, miesięczna, dobowa czy sezonowa). Średnia roczna temperatura powietrza dla Polski w wieloleciu 1971–2000 wynosiła  $8,0^{\circ}\text{C}$ . W wieloleciu 2001–2020 wartość ta była większa o  $1^{\circ}\text{C}$  i wynosiła  $9,0^{\circ}\text{C}$ . Porównując wielkość średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce w całym analizowanym okresie, widać wyraźny trend wzrostowy dla średniej rocznej temperatury, który wynosi  $0,4^{\circ}\text{C}$  na 10 lat (rys. 2). Najcieplejszym rokiem w badanym wieloleciu był 2019, w którym średnia roczna temperatura powietrza wyniosła  $10,3^{\circ}\text{C}$ . Jest to jedyny rok w analizowanym okresie, w którym wartość średniej rocznej temperatury powietrza przekroczyła  $10,0^{\circ}\text{C}$ . Drugim w kolejności rokiem z najwyższą roczną wartością temperatury powietrza był 2020, w którym zanotowano temperaturę  $10,0^{\circ}\text{C}$ . Trzeci w kolejności jest rok 2018 z temperaturą wynoszącą  $9,9^{\circ}\text{C}$ . Z kolei najchłodniejsze były lata 1980 i 1987 ze średnią roczną temperaturą powietrza wynoszącą  $6,5^{\circ}\text{C}$ .



Rys. 2. Średnia roczna temperatura powietrza w Polsce w latach 1971–2020

Źródło: opracowanie własne

Wszystkie lata z największą średnią roczną temperaturą powietrza zawierały się w wieloleciu 2001–2020, w którym najniższa wartość wystąpiła w 2010 roku i wynosiła 7,5°C.

Średnia miesięczna temperatura powietrza w wieloleciu 2001–2020 we wszystkich miesiącach była wyższa niż w miesiącach wielolecia 1971–2000. Największy wzrost miesięcznej temperatury nastąpił w lipcu i listopadzie (1,6°C) oraz kwietniu i sierpniu (1,5°C). Najmniejszy wzrost nastąpił w styczniu (0,4°C). Natomiast czerwiec 2019 roku był najcieplejszym miesiącem w historii pomiarów temperatury na ziemiach polskich. Na obszarze środkowo-zachodniej Polski anomalie bezwzględne przekroczyły w tym roku 6°C (25). Średnia temperatura czerwca w 2019 roku w Polsce wyniosła 21,3°C, gdy średnia dla tego miesiąca w latach 2011–2020 to 17,5°C. Najwyższą średnią temperaturę w czerwcu 2019 roku odnotowano w Poznaniu (23,3°C), Warszawie (22,9°C), Słubicach i Zielonej Górze (22,8°C) oraz we Wrocławiu (22,7°C). Niemal na wszystkich stacjach w czerwcu 2019 roku średnia temperatura przekroczyła 20°C, z wyjątkiem: Zakopanego (18,1°C), Ustki (19,3°C), Leska (19,9°C), Łeby (19,4°C), Kołobrzegu (18,9°C), Kłodzka (19,6°C), Helu (19,2°C) oraz Elbląga (19,5°C).

Tabela 1

Średnia miesięczna i roczna temperatura powietrza w Polsce oraz na wybranych stacjach w wieloletniu 1971–2000 oraz 2001–2020

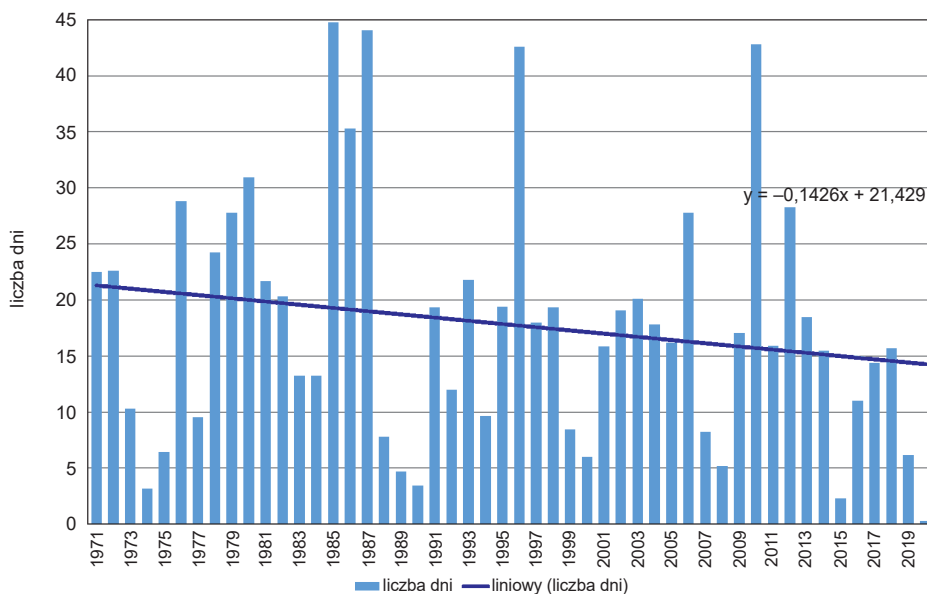
Stacja	Wieloletnie 1971–2000 (°C)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Szczecin	-0,1	0,6	3,8	7,9	13,2	16,0	18,0	17,7	13,6	9,0	4,2	1,4	8,8
Kołoźrzeg	0,1	0,6	3,1	6,4	11,1	14,7	17,0	17,1	12,5	9,3	4,5	1,6	8,2
Olsztyn	-2,5	-1,8	1,6	6,7	12,4	15,4	17,1	16,8	12,3	7,7	2,4	-0,8	7,3
Białystok	-3,5	-2,7	1,0	6,8	12,8	15,7	17,1	16,5	11,9	7,0	1,8	-1,6	6,9
Poznań	-1,0	-0,2	3,4	7,9	13,5	16,3	18,1	17,8	13,3	8,6	3,4	0,5	8,5
Łódź	-2,0	-1,0	2,8	7,7	13,4	16,1	17,7	17,6	13,0	8,2	2,8	-0,4	8,0
Warszawa	-2,2	-1,2	2,6	7,9	13,7	16,5	18,1	17,7	13,0	8,1	2,8	-0,4	8,1
Wrocław	-0,8	0,2	3,9	8,2	13,5	16,3	18,1	17,8	13,6	8,9	3,6	0,7	8,7
Kłodzko	-1,9	-1,0	2,8	6,9	12,1	14,8	16,5	16,4	12,5	8,1	2,7	-0,4	7,4
Lublin	-3,1	-2,1	1,8	7,4	13,1	15,8	17,3	17,0	12,5	7,6	2,1	-1,3	7,4
Rzeszów	-2,6	-1,3	2,7	8,0	13,4	16,4	17,9	17,4	13,2	8,3	2,8	-0,7	7,9
<b>Polska</b>	<b>-1,7</b>	<b>-0,8</b>	<b>2,7</b>	<b>7,3</b>	<b>12,8</b>	<b>15,7</b>	<b>17,4</b>	<b>17,2</b>	<b>13,0</b>	<b>8,3</b>	<b>3,1</b>	<b>0,0</b>	<b>7,9</b>
	Wieloletnie 2001–2020 (°C)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Szczecin	0,6	1,4	4,2	9,4	13,8	17,2	19,2	18,8	14,6	9,8	5,5	2,3	9,7
Kołoźrzeg	0,5	1,1	3,4	7,6	12,1	15,8	18,3	18,1	14,4	9,7	5,7	2,4	9,1
Olsztyn	-2,3	-1,2	2,3	8,0	13,2	16,4	18,7	18,1	13,6	8,2	4,0	0,0	8,3
Białystok	-3,1	-2,1	1,9	8,0	13,3	16,5	18,8	17,8	12,9	7,5	3,4	-0,8	7,8
Poznań	-0,5	0,6	3,9	9,7	14,4	17,9	20,0	19,5	14,7	9,4	5,0	1,3	9,7
Łódź	-1,6	-0,3	3,2	9,1	14,0	17,4	19,5	19,0	14,0	8,8	4,6	0,5	9,0
Warszawa	-1,7	-0,5	3,5	9,5	14,6	18,1	20,2	19,5	14,4	9,0	4,6	0,4	9,3
Wrocław	0,0	1,2	4,5	10,0	14,5	18,2	20,1	19,6	14,8	9,8	5,5	1,6	10,0
Kłodzko	-1,7	-0,4	3,1	8,3	12,6	16,1	18,0	17,8	13,1	8,6	4,6	0,1	8,4
Lublin	-2,7	-1,5	2,7	8,8	13,8	17,1	19,3	18,8	13,8	8,4	3,9	-0,5	8,5
Rzeszów	-1,9	-0,7	3,5	9,5	14,3	17,9	19,8	19,3	14,2	9,1	4,7	0,0	9,2
<b>Polska</b>	<b>-1,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>3,3</b>	<b>8,8</b>	<b>13,5</b>	<b>17,0</b>	<b>19,1</b>	<b>18,7</b>	<b>14,0</b>	<b>9,0</b>	<b>4,7</b>	<b>0,7</b>	<b>8,9</b>
	Różnica pomiędzy wieloletniem 2001–2020 i 1971–2000 (°C)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Szczecin	0,7	0,9	0,4	1,5	0,6	1,1	1,2	1,1	1,0	0,7	1,3	0,9	1,0
Kołoźrzeg	0,4	0,5	0,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,0	0,9	0,4	1,2	0,8	0,8
Olsztyn	0,2	0,6	0,7	1,4	0,7	1,0	1,6	1,4	1,3	0,5	1,6	0,8	1,0
Białystok	0,3	0,6	0,9	1,1	0,5	0,8	1,6	1,3	1,1	0,5	1,6	0,8	0,9
Poznań	0,5	0,8	0,5	1,7	0,9	1,6	1,9	1,7	1,3	0,8	1,6	0,8	1,2
Łódź	0,4	0,7	0,4	1,4	0,6	1,4	1,8	1,4	1,0	0,6	1,8	0,9	1,0
Warszawa	0,5	0,7	0,9	1,6	0,9	1,6	2,1	1,8	1,4	0,9	1,8	0,8	1,2
Wrocław	0,8	1,0	0,6	1,9	1,0	1,8	2,0	1,8	1,2	0,9	1,8	0,8	1,3
Kłodzko	0,2	0,6	0,3	1,5	0,6	1,3	1,5	1,4	0,6	0,6	1,9	0,5	0,9
Lublin	0,5	0,6	0,8	1,4	0,7	1,3	2,0	1,8	1,2	0,7	1,9	0,7	1,1
Rzeszów	0,7	0,7	0,8	1,5	0,9	1,6	1,9	2,0	1,1	0,9	1,9	0,7	1,2
<b>Polska</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,6</b>	<b>1,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>

1,0 – najwyższa wartość; 1,0 – najniższa wartość

Źródło: opracowanie własne

Średnia temperatura jesieni (wrzesień, październik, listopad) w latach 2001–2020 względem okresu 1971–2000 wzrosła o  $1,1^{\circ}\text{C}$ . Największa różnica pomiędzy wieloleciami w okresie jesieni wystąpiła w listopadzie ( $1,6^{\circ}\text{C}$ ), najmniejsza zaś dotyczyła października ( $0,6^{\circ}\text{C}$ ). Wzrost temperatury w tym okresie powoduje opóźnienie przejścia temperatury przez progi termiczne  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $3^{\circ}\text{C}$  (okres gospodarczy) i  $5^{\circ}\text{C}$  (okres wegetacyjny), powodując wydłużenie okresów rolniczych w Polsce.

W najmniejszym stopniu w porównaniu z pozostałymi porami roku zmieniła się średnia temperatura zimy (styczeń, luty, grudzień), wzrost wyniósł  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Wraz ze wzrostem średniej temperatury zimy zmianie uległa liczba dni ze średnią dobową temperaturą powietrza poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$  (rys. 3). W latach 1971–2020 najczęściej takich dni w Polsce zanotowano w latach: 1985, 1987, 1996 oraz 2010 i było to ponad 40 dni. Najmniej dni z taką temperaturą było w 2020 roku, gdzie tylko na 5 stacjach synoptycznych (Białystok, Bielsko-Biała, Katowice, Lesko, Nowy Sącz) odnotowano jeden lub dwa dni ze średnią dobową temperaturą poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$ . Również na stacji w Zakopanem odnotowano tylko 9 dni z temperaturą poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$ , gdzie średnio w roku było to 35 dni (w okresie 1971–2020).



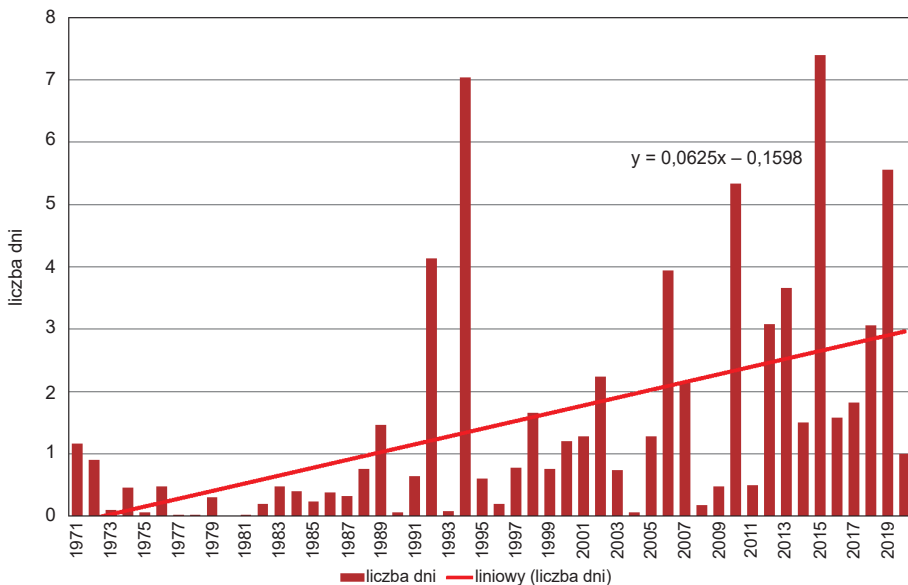
Rys. 3. Liczba dni ze średnią dobową temperaturą powietrza poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$  w latach 1971–2020

Źródło: opracowanie własne

Średnia temperatura wiosny (marzec, kwiecień, maj) w latach 2001–2020 była wyższa niż w wieloleciu 1971–2000 o  $0,9^{\circ}\text{C}$ . Największy wzrost temperatury nastąpił w kwietniu i średnio dla Polski wynosił  $1,5^{\circ}\text{C}$ . Okres wiosny jest niezwykle ważny dla rolnictwa. Wzrost temperatury w tym okresie powoduje przyspieszenie

przejścia temperatury przez progi termiczne wyznaczające okres gospodarczy ( $3^{\circ}\text{C}$ ) i wegetacyjny ( $5^{\circ}\text{C}$ ).

W miesiącach letnich (czerwiec, lipiec, sierpień) w latach 2001–2020 średnia temperatura powietrza była wyższa niż w wieloleciu 1971–2000 o  $1,4^{\circ}\text{C}$ . Największy wzrost temperatury wystąpił w lipcu ( $1,6^{\circ}\text{C}$ ). Wraz ze wzrostem temperatury w lecie zmianie uległa liczba dni ze średnią dobową temperaturą powietrza powyżej  $25^{\circ}\text{C}$  (rys. 4). W wieloleciu 1971–2000 średnio rocznie w Polsce było 0,8 dnia z tą temperaturą, zaś w latach 2001–2020 wartość ta osiągnęła 2,3 dnia (więcej o 1,5 dnia). Najwięcej dni z tak wysoką temperaturą dobową było w 2015 roku, natomiast w 1994 roku – 7 dni. Widoczny jest wyraźny trend wzrostowy, a zatem w kolejnych latach należy spodziewać się jeszcze większej liczby dni upalnych w Polsce.



Rys. 4. Liczba dni ze średnią dobową temperaturą powietrza powyżej  $25^{\circ}\text{C}$  w latach 1971–2020

Źródło: opracowanie własne

### Okres wegetacyjny

Według Słownika meteorologicznego (23) okres wegetacyjny to część roku, w której istnieją warunki klimatyczne sprzyjające rozwojowi roślin. Jako termin rozpoczęcia okresu wegetacyjnego uznaje się przejście średniej dobowej temperatury powietrza przez próg  $5^{\circ}\text{C}$ . W poniższych analizach przyjęto, że próg  $5^{\circ}\text{C}$  zostaje przekroczony, jeśli przez pięć kolejnych dni średnia dobowa temperatura powietrza będzie równa lub większa od zadanej wartości. W wieloleciu 1971–2000 okres wegetacyjny w Polsce rozpoczynał się średnio 27 marca (tab. 2). Najwcześniejszy okres ten rozpoczynał się w zachodniej Polsce (rys. 5). Na stacji w Szczecinie

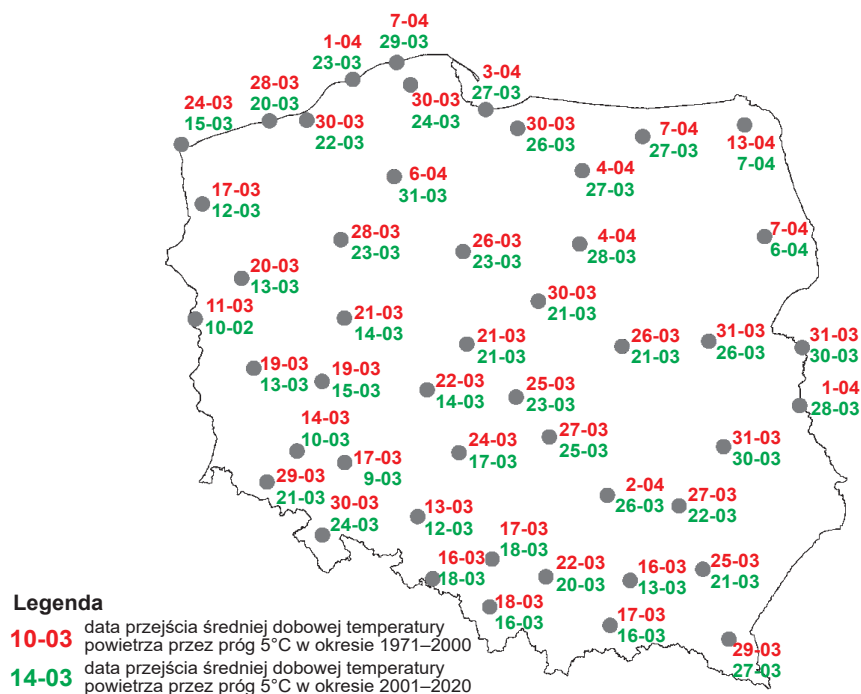
było to 17 marca, w Gorzowie Wielkopolskim – 20 marca, w Zielonej Górze i Lesznie – 19 marca, a w Słubicach nawet 11 marca. Na wschodzie Polski okres wegetacyjny rozpoczynał się w ostatnich dniach marca, a w Polsce północno-wschodniej na początku kwietnia. Na stacji w Olsztynie i Mławie – 4 kwietnia, Kętrzynie i Białymstoku – 7 kwietnia, a w Suwałkach – 13 kwietnia.

Tabela 2

Początek, koniec, długość okresu wegetacyjnego w Polsce w wieloleciu 1971–2000 oraz 2001–2020

	1971–2000 (1)	2001–2020 (2)	Różnica (2 – 1)
Początek okresu wegetacyjnego	27 marzec (87 dzień roku)	22 marzec (82 dzień roku)	–5,0 dni odch. stand. 3,3 dnia
Współczynnik zmienności	19,6%	20,3%	
Koniec okresu wegetacyjnego	6 listopad (311 dzień roku)	12 listopad (317 dzień roku)	5,3 dnia odch. stand. 2,9 dnia
Współczynnik zmienności	4,5%	5,1%	
Długość okresu wegetacyjnego	225 dni	236 dni	10,0 dni odch. stand. 4,9 dnia
Współczynnik zmienności	9,7%	9,4%	

Źródło: opracowanie własne



Rys. 5. Średnia data przejścia temperatury przez próg 5°C na wybranych stacjach w Polsce w latach 1971–2000 oraz 2001–2020

Źródło: opracowanie własne



W wieloleciu 2001–2020 nastąpiło przyspieszenie rozpoczęcia okresu wegetacyjnego w Polsce, średnio o 5 dni; średnia temperatura dobowa przechodziła przez próg  $5^{\circ}\text{C}$  już 22 marca. Podobnie jak w poprzednim wieloleciu najwcześniej próg ten był przekraczany na zachodzie kraju – 10–13 marca, a najpóźniej na wschodzie: 28 marca we Włodawie, 30 marca w Terespolu oraz na północnym-wschodzie: Białyсток – 6 kwietnia oraz Suwałki – 7 kwietnia.

Należy nadmienić, że 22 marca to średnia data przejścia temperatury przez próg  $5^{\circ}\text{C}$  dla Polski. Na poszczególnych stacjach próg ten jest osiągany wcześniej lub później, w zależności od położenia danego miejsca jak i roku (rys. 6). Z przedstawionych na rysunku 10 danych wynika, że na stacjach w zachodniej Polsce w pojedynczych latach okres wegetacyjny może rozpoczynać się nawet w lutym. Analizując ostatnie 20 lat, stwierdzamy, że taka sytuacja miała miejsce zarówno na początku, jak i na końcu analizowanego wielolecia. Różnica rozpoczęcia okresu wegetacyjnego w latach 2001–2020 na zachodzie Polski dochodzi do ponad 60 dni. W Poznaniu próg  $5^{\circ}\text{C}$  został przekroczony 6 lutego w 2002 i 2004 roku (57 dzień roku), natomiast w 2013 roku nastąpiło to dopiero 15 kwietnia (106 dzień roku). Różnica rozpoczęcia okresu wegetacyjnego dla Poznania to aż 69 dni. Na stacji w Suwałkach ta różnica była mniejsza i wynosiła 29 dni. Najwcześniej okres wegetacyjny rozpoczął się tam w 2004 roku – 22 marca (82 dzień roku), a najpóźniej w 2013 i było to 20 kwietnia (111 dzień roku).



Rys. 6. Numer dnia przejścia średniej dobowej temperatury powietrza przez próg  $5^{\circ}\text{C}$  w latach 2001–2020 dla wybranych stacji synoptycznych w Polsce

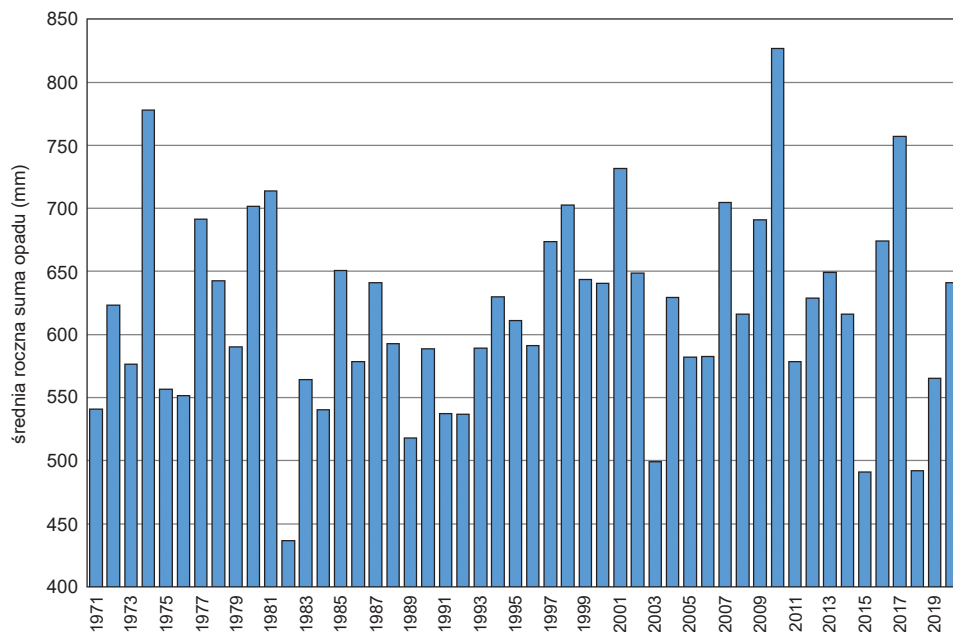
Źródło: opracowanie własne

Datę zakończenia okresu wegetacyjnego wyznacza ponowne przejście temperatury przez próg 5°C. Średnio w Polsce okres wegetacyjny kończył się 6 listopada w wieloleciu 1971–2000 oraz 12 listopada w wieloleciu 2001–2020. A zatem w drugim analizowanym okresie nastąpiło opóźnienie zakończenia okresu wegetacyjnego w Polsce średnio o 5–6 dni. Najwcześniej okres wegetacyjny kończył się we wschodniej Polsce. W latach 1971–2000 w Suwałkach było to 28 października, Białymstoku – 29 października, we Włodawie – 1 listopada, a w Terespolu – 2 listopada. W zachodniej Polsce okres wegetacyjny trwał do 8 listopada w Poznaniu, 11 listopada w Legnicy i 12 listopada w Słubicach. Zakończenie okresu wegetacyjnego w wieloleciu 2001–2020 w północno-zachodnich rejonach Polski następuje nawet w trzeciej dekadzie listopada, a w północno-wschodniej Polsce w ostatnich dniach października. Opóźnienie zakończenia okresu wegetacyjnego oraz przyspieszenie jego rozpoczęcia spowodowało wydłużenie tego okresu. Średnia długość okresu wegetacyjnego w Polsce wynosi 236 dni i w porównaniu z wieloleciem 1971–2000 jest dłuższa o 10 dni (tab. 2). Wydłużenie trwania okresu wegetacyjnego w północno-zachodniej Polsce wynosi w zależności od stacji od 14 do 23 dni, natomiast na wschodzie kraju – od 3 do 7 dni. Najdłuższy okres wegetacyjny w wieloleciu 2001–2020 był na zachodzie kraju i wynosił ponad 250 dni (Legnica – 252 dni, Słubice – 253 dni, Szczecin – 254 dni, Świnoujście – 252 dni, Wrocław – 255 dni). Przesuwając się na wschód kraju, okres wegetacyjny ulega skróceniu – w Suwałkach wynosi 207 dni, a w Białymstoku 209 dni. Różnica pomiędzy stacją z najdłuższym okresem wegetacyjnym (Wrocław 255 dni) a najkrótszym (207 dni) wynosi 48 dni. Analizując długość okresu wegetacyjnego w poszczególnych latach, różnice w jego długości są jeszcze większe. W 2002 oraz 2016 roku różnica pomiędzy Wrocławiem a Suwałkami wynosiła 82 dni, a w 2015 roku – 77 dni. Oczywiście zdarzają się też lata, w których ta różnica jest bardzo mała i wynosi jedynie 8 dni, jak to miało miejsce w 2013 roku.

### Warunki opadowe

Dla prowadzonej działalności rolniczej obok warunków termicznych niezmiernie ważne są warunki wilgotnościowe, najczęściej charakteryzowane za pomocą sumy opadu atmosferycznego. Wielkość rocznej sumy opadu jest mocno zróżnicowana w obrębie naszego kraju. Największe opady występują w południowej Polsce, na terenach górskich i podgórszych, najniższe notowane są w Polsce centralnej, w Wielkopolsce i na Kujawach. Dodatkowo wielkość opadu atmosferycznego jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych latach. W analizowanym okresie 1971–2020 najniższe opady odnotowano w 1982 roku i było to 437 mm (rys. 7). Średnia roczna suma opadu dla obszaru Polski wynosząca poniżej 500 mm odnotowana została jeszcze w 2003 roku (499 mm), 2015 (491 mm) i 2018 (492 mm). Najwyższą sumę opadu atmosferycznego, powyżej 750 mm, w analizowanym okresie odnotowano jedynie w trzech latach: 1974 (778 mm), 2010 (827 mm) oraz 2017 (757 mm). Średnia wiel-

kość opadu dla obszaru Polski w wieloleciu 1971–2000 wyniosła 608 mm, zaś dla okresu 2001–2020 – 630 mm. Na uwagę zasługuje więc fakt, że w ostatnich latach, w których mamy do czynienia z suszą, średnia wielkość opadu atmosferycznego była większa. Ma to związek z coraz częściej występującymi deszczami burzowymi i nawałnymi, co jest jednym ze skutków ocieplania się klimatu.

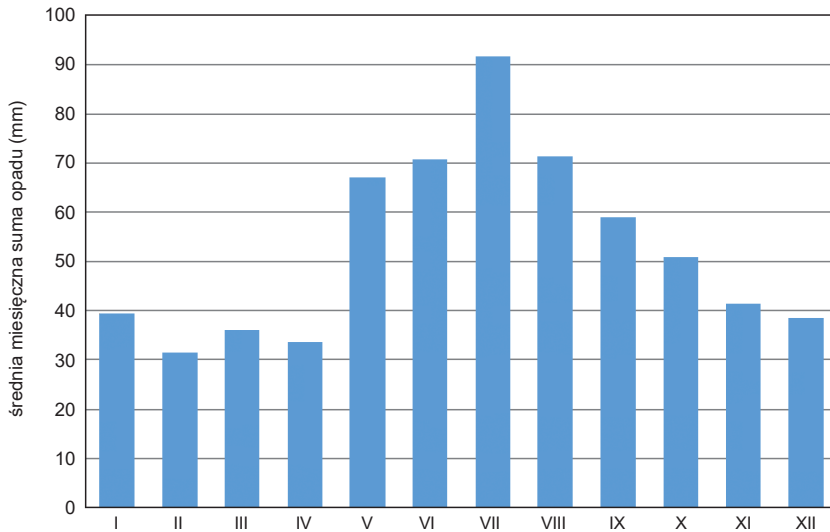


Rys. 7. Średnia roczna suma opadu atmosferycznego dla obszaru Polski w latach 1971–2020

Źródło: opracowanie własne

Oprócz zmienności w kolejnych latach występuje także zróżnicowanie w obrębie jednego roku pomiędzy miesiącami. Miesiącem o największej sumie opadów jest lipiec, zaś najniższe opady przypadają na okres miesięcy zimowych (rys. 8). W wieloleciu 2001–2020 średnia miesięczna suma opadu wyniosła w lipcu 92 mm, zaś w czerwcu i sierpniu – po 71 mm. Średnia suma opadu przypadającego na miesiące letnie to 234 mm. Zdecydowanie mniejsze opady są w miesiącach wiosennych (marzec, kwiecień, maj) i wynoszą 137 mm.

W analizowanym okresie 2001–2020 istnieją bardzo duże różnice miesięcznych sum opadu atmosferycznego pomiędzy poszczególnymi latami (tab. 3). Różnica pomiędzy najniższą i najwyższą sumą opadu atmosferycznego dla miesiąca na przestrzeni analizowanych 20 lat wynosi niemal 150 mm dla lipca i 135 mm dla sierpnia. Najniższa różnica około 42 mm występuje w miesiącu marcu.



Rys. 8. Średnia miesięczna suma opadu atmosferycznego dla obszaru Polski w wieloleciu 2001–2020

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3

Średnia miesięczna suma opadu atmosferycznego dla obszaru Polski w latach 2001–2020

Rok	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2001	30,2	26,7	47,3	65,6	46,3	84,4	143,9	67,3	112,7	27,2	42,5	37,5
2002	38,9	54,4	36,2	27,1	68,7	77,8	72,1	70,0	51,9	97,5	38,0	16,0
2003	35,7	10,3	17,8	32,3	61,5	38,9	95,4	37,5	39,5	59,2	27,7	43,2
2004	36,6	50,3	39,5	37,9	57,4	64,7	91,3	79,5	34,6	51,3	56,7	29,3
2005	46,5	35,5	30,7	26,6	75,0	48,7	89,6	71,0	38,0	14,2	31,5	74,5
2006	18,0	30,0	34,0	44,5	59,5	62,6	23,1	151,8	34,6	34,4	60,2	29,6
2007	84,0	37,4	42,1	16,0	67,5	89,1	109,4	65,6	83,9	33,9	50,4	25,2
2008	50,1	22,7	55,0	50,2	41,0	40,7	88,7	90,7	53,4	54,3	35,3	34,2
2009	24,2	37,3	59,7	6,3	75,7	120,9	101,4	57,2	35,8	81,9	47,9	42,7
2010	32,3	25,2	33,9	32,2	153,3	65,3	104,9	134,8	92,1	15,5	87,2	50,2
2011	30,6	27,7	19,7	31,5	51,2	65,2	172,8	68,4	34,4	33,2	3,5	40,5
2012	57,8	32,4	19,3	40,3	44,4	92,9	96,5	67,3	45,3	59,9	43,1	29,5
2013	54,9	31,9	36,6	31,5	93,8	110,8	56,0	48,7	89,0	25,7	45,3	25,1
2014	39,5	13,2	41,0	38,4	101,3	62,7	81,4	85,0	52,8	33,8	18,5	48,7
2015	46,1	10,7	40,7	28,4	54,7	43,1	64,9	17,6	59,2	32,9	62,0	30,6
2016	28,8	52,7	32,6	39,9	45,8	67,2	130,7	63,0	24,3	94,6	49,0	45,4
2017	18,9	34,3	39,8	62,2	43,9	77,1	104,9	74,8	108,3	96,5	52,1	44,2
2018	35,9	11,8	28,0	28,1	40,7	48,2	93,0	41,8	45,7	47,2	14,3	57,6
2019	44,8	24,3	38,1	22,7	84,0	41,2	57,5	61,2	74,6	39,8	41,4	35,6
2020	33,1	58,2	27,0	8,8	75,6	110,4	55,1	74,2	67,2	82,6	20,2	28,8

1,0 – najwyższa wartość; 1,0 – najniższa wartość

Źródło: opracowanie własne

Warto wspomnieć, że opady w miesiącach letnich często są opadami burzowymi, które ze względu na swoją intensywność nie przesiąkają w całości do gleby. Zjawiskiem niepokojącym występującym w ostatnich latach jest również brak opadów w miesiącach zimowych w postaci śniegu. Brak pokrywy śnieżnej z jednej strony nie zabezpiecza przed suszą w okresie wiosennym, a z drugiej strony nie chroni roślin ozimych przed występującymi niskimi temperaturami.

### Podsumowanie

Obserwowane obecnie zmiany warunków pogodowych są bez wątpienia skutkiem zachodzących zmian klimatycznych. Jedną z głównych przyczyn globalnego ocieplenia uznaje się emisję gazów cieplarnianych, w dużej mierze związaną z działalnością człowieka, w tym rolniczą. W najnowszym szóstym raporcie opublikowanym przez IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (15) po raz kolejny zwraca się uwagę na konieczność ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, chcąc zachować wzrost globalnej temperatury poniżej 2°C.

Globalne zmiany klimatyczne pociągają za sobą zarówno zmiany regionalne, jak i lokalne. Jak to zostało przedstawione powyżej, zmiany związane ze wzrostem temperatury, wydłużeniem okresu wegetacyjnego czy częstością występowania zjawisk ekstremalnych są faktem. O zmianach agroklimatu Polski już w 2002 roku pisał Górski (7), wskazując na istotność prac dotyczących opisu zmieniających się warunków. Podkreślał, że z jednej strony porządkują one dotychczasową wiedzę, z drugiej zaś są pomocne w przygotowaniu społeczeństwa i gospodarki na zmieniające się warunki. Od tego czasu pojawiało się coraz więcej prac opisujących zmiany warunków agroklimatycznych w Polsce (8, 17, 21, 26, 28). Zaczęto też pisać o konieczności adaptacji rolnictwa do zmieniających się warunków klimatycznych w celu minimalizowania wpływu niekorzystnych zjawisk i zaadaptowania korzystnych zmian (20). W 2013 roku w Ministerstwie Środowiska opracowany został dokument „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (24), który opisuje wpływ różnych zjawisk pogodowych na poszczególne działy gospodarki, w tym rolnictwo.

W wyniku obserwowanych zachodzących zmian klimatu zasadne wydaje się uaktualnienie tzw. norm klimatycznych dla danego obszaru, jak średnia miesięczna czy roczna temperatura powietrza (12). Zmiany klimatu są także bardzo istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego zarówno naszego kraju, jak i całego świata. Wzrost liczby zjawisk ekstremalnych niekorzystnych dla produkcji rolnej, jak: upały, susze, deszcze nawalne znacznie przewyższają korzystne zjawiska związane ze zmianami klimatycznymi, jak chociażby możliwość uprawy roślin ciepłolubnych na coraz większym obszarze kraju. Podjęcie odpowiednich działań może ograniczyć wpływ zagrożeń wynikających ze zmian klimatu na bezpieczeństwo żywnościowe (16).

Prognozowany na podstawie dostępnych scenariuszy klimatycznych wzrost temperatury w kolejnych latach sprawia, że należy monitorować przebieg pogody, co pozwoli na przygotowanie się do nadchodzących zmian.

### Literatura

1. Demidowicz G., Doroszewski A., Górski T.: Metodyka szacunku strat w produkcji roślinnej powodowanych deficytem opadów. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, 1997, **CCXCI**: 233-243.
2. Demidowicz G., Doroszewski A., Górski T.: Wstępna ocena zagrożenia przymrozkowego roślin sadowniczych. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, 202 Agricultura, 1999, (79): 57-60.
3. Demidowicz G., Doroszewski A., Górski T.: Wpływ niedoboru opadów na straty w produkcji ziemniaka i buraka cukrowego. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych, 1996, **438**: 43-52.
4. Doroszewski A.: Kształtowanie pokroju i produktywności pszenicy ozimej przez promieniowanie odbite. Pamiętnik Puławski, 1999, **118**: 121-130.
5. Doroszewski A., Demidowicz G., Górski T.: Wpływ niedoboru opadów na straty w produkcji zbóż jarych w Polsce. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, 1997, **CCXCI**: 223-231.
6. Faber A.: Efektywność wykorzystania promieniowania świetlnego przez pszenicę ozimą uprawianą na różnych glebach. Fragmenta Agronomica, 2000, **4 (68)**: 46-52.
7. Górski T.: Współczesne zmiany agroklimatu Polski. Pamiętnik Puławski, 2002, **130(I)**: 241-250.
8. Górski T.: Changes in Poland's agroclimatic conditions over the last century. Papers on Global Change, 2007, **14**: 55-67.
9. Górski T.: W sprawie określenia wpływu pogody na roślinę. Postępy Nauk Rolniczych, 1964, **4(88)**: 35-56.
10. Górski T.: Próba oceny zasobów agroklimatycznych w Europie Środkowej. Pamiętnik Puławski, 2001, **124**: 141-151.
11. Górski T., Doroszewski A.: Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaków w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych, 1986, **284**: 369-375.
12. Górski T., Kozyra J.: Agroklimatyczna norma średniej temperatury powietrza w Polsce na lata 2011–2020. Polish Journal of Agronomy, 2011, **5**: 21-28.
13. Górski T., Krasowicz S., Kuś J.: Glebowo-klimatyczny potencjał Polski w produkcji zbóż. Pamiętnik Puławski, 1999, **114**: 127-142.
14. Górski T., Zaliwski A.S.: Model Agroklimatu Polski (Agroclimate Model of Poland). Pamiętnik Puławski, 2002, **130/I**: 251-260.
15. IPCC, 2022. Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers.
16. Karaczun Z.M., Kozyra J.: Wpływ zmian klimatu na bezpieczeństwo żywnościowe Polski. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2020, ss. 119.
17. Kozyra J., Doroszewski A., Nieróbcza A.: Zmiany klimatyczne i ich przewidywany wpływ na rolnictwo w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy 2009, **14**: 243-257.
18. Kundzewicz Z.W., Juda-Rezler K.: Zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Nauka, 2010, **4**: 69-76.
19. Kundzewicz Z.W., Hov O., Okruszko T. (red.): Zmiany klimatu i ich wpływ na wybrane sektory w Polsce. Poznań 2017, ss. 273.

- 
20. Kundzewicz Z.W., Kozyra J.: Ograniczenie wpływu zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do rolnictwa i obszarów wiejskich. *Polish Journal of Agronomy*, 2011, **7**: 68-81.
  21. Nieróbca A., Kozyra J., Mizak K., Wróblewska E.: Zmiany długości okresu wegetacyjnego w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2013, t. 13., **2(42)**: 81-94.
  22. Radomski C.: O niektórych zagadnieniach meteorologii rolniczej w Polsce. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1966, **4(100)**: 3-14.
  23. Słownik meteorologiczny. T. Niedźwiedź red., PTGeof/IMGW, Warszawa 2003, ss. 495.
  24. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA 2020), 2013. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
  25. Wardosz R., Wałach P.: Niezwykłe ciepła pogoda w czerwcu 2019 roku w Polsce i jej przyczyny cyrkulacyjne. *Przegląd Geofizyczny*, 2020, **LXV(3-4)**: 179-194.
  26. Węgrzyn A., Wojkowski J., Skowera B.: Rolnicze okresy termiczne na Lubelszczyźnie w latach 1981–2010. *Acta Agrophysica*, 2017, **24(3)**: 535-551.
  27. Zaliwski A.S., Nieróbca A., Kozyra J., Górski T.: Aplikacja WEINDEX do oceny wpływu pogody na plon roślin uprawnych. *Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy* 2014, **38(12)**: 115-127.
  28. Żmudzka E.: Współczesne zmiany klimatu Polski. *Acta Agrophysica*, 2009, **13(2)**: 555-568.
- 

Adres do korespondencji:

*dr Katarzyna Żyłowska; dr hab. Jerzy Kozyra*  
*Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel.: 81 4786 768; 81 4786 764*  
*e-mail: Katarzyna.Zylowska@iung.pulawy.pl; Jerzy.Kozyra@iung.pulawy.pl*

---

AUTOR	ORCID
Katarzyna Żyłowska	0000-0002-6019-034X
Jerzy Kozyra	0000-0002-7082-8765