

<sup>1</sup> Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Zakład Agrometeorologii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin,  
e-mail: alicja.wegrzyn@up.lublin.pl

<sup>2</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy,  
ul. Glinki 60, 85-174 Bydgoszcz, e-mail: w.kasperska-wołowicz@itp.edu.pl

ALICJA WĘGRZYN<sup>1</sup>, WIESŁAWA KASPERSKA-WOŁOWICZ<sup>2</sup>

### **Zmienność długości okresu zimowego spoczynku roślin i termicznej zimy na Kujawach i Wyżynie Lubelskiej w latach 1980–2014**

Variability of the length of the winter rest season of crops and thermal winter  
in Kujawy (*Kuyavia*) and the Lublin Upland in 1980–2014

**Streszczenie.** W pracy porównano zmienność długości oraz dat początku i końca okresu zimowego spoczynku roślin (sezonu pozawegetacyjnego) i termicznej zimy w dwóch regionach rolniczych w Polsce – na Kujawach i Wyżynie Lubelskiej. Analizę wykonano na podstawie wieloletniej (1980–2014) serii średniej dobowej temperatury powietrza ze stacji agrometeorologicznych w Bydgoszczy (Kujawy) i Lublinie (Wyżyna Lubelska). Termiczna zima w Bydgoszczy stanowiła 48% czasu trwania sezonu pozawegetacyjnego, a w Lublinie 55%. Obydwa analizowane sezony na Kujawach trwały średnio dwa tygodnie krócej niż na Wyżynie Lubelskiej, na której zaczynały się około tygodnia wcześniej a kończyły około tygodnia później. Zmienność czasowa analizowanych charakterystyk była większa od przestrzennej. Termiczna zima cechowała się większą od sezonu pozawegetacyjnego zmiennością długości oraz dat początku i końca. W obydwu regionach nie stwierdzono istotnych statystycznie tendencji do zmian czasu trwania oraz dat początku i końca tych sezonów.

**Słowa kluczowe:** sezon pozawegetacyjny, termiczna zima, metoda Huculaka-Makowca

#### WSTĘP

Okres zimowego spoczynku roślin to powszechnie rozumiany okres od zakończenia termicznej jesieni do początku termicznej wiosny, z ustaloną średnią dobową temperaturą powietrza poniżej 5°C. Obejmuje on trzy termiczne pory roku: przedzimą, zimę i przedwiosną, które razem stanowią ważny dla uprawy roślin ozimych sezon pozawegetacyjny.

Okres, w którym średnia dobowa temperatura powietrza waha się od 0°C do 5°C jest czasem najdogodniejszym do przeprowadzenia przedzimowych zabiegów agrotechnicznych zwiększających produktywność upraw rolniczych. W tym czasie kontynuowane są rozpoczęte jeszcze w okresie wegetacyjnym fazy rozwoju roślin ozimych, w szczególności wczesny etap krzewienia. Odbywają się również ważne dla tych upraw procesy jarowizacji (indukcyjnego działania obniżonej temperatury na kwitnienie roślin) i hartowania, czyli stopniowego zwiększania mrozoodporności roślin a tym samym zdolności do przetrwania zimy. Przebieg obydwu procesów w odpowiednim zakresie temperatury (np. 2–6°C to optimum jarowizacji) oraz przedziale czasu (od kilkunastu do kilkudziesięciu dni) ma istotny wpływ na wielkość przyszłego plonu [Kopcewicz i Lewak 2012, Fowler 2008].

Długość okresu pozawegetacyjnego i warunki pogodowe w czasie jego trwania wynikają z przejściowego klimatu Polski, jego zmienności i kontrastowości. Na przykład w sezonie zimowym 2011/2012 na wielu obszarach rolniczych kraju odnotowano ogromne straty w zasiewach upraw ozimych spowodowane wymarzeniem. W województwie kujawsko-pomorskim, które najbardziej ucierpiało, około 86% powierzchni pszenicy ozimej wymagało ponownego obsiewu na wiosnę [Wiosenna ocena... 2012], podczas gdy w regionie lubelskim pokrywa śnieżna była wystarczająco gruba, aby ochronić większość upraw ozimych przed wymarzeniem. Obydwa województwa należą do ważnych regionów rolniczych w Polsce, w których udział gruntów rolnych wynosi ponad 60% [Rocznik statystyczny... 2013].

Na wzrost zakresu wahań charakterystyk termicznych poszczególnych okresów zwrócili uwagę m.in. Fortuniak i in. [2001], Węgrzyn [2008], Żarski i in. [2012] oraz Żmudzka [2012]. Duża zmienność warunków termicznych sprzyja pojawianiu się zjawisk ekstremalnych, np. skrajnie wczesnego początku lub późnego końca analizowanego okresu. Dlatego poznanie czasowej zmienności długości sezonu pozawegetacyjnego i termicznej zimy na Kujawach i Wyżynie Lubelskiej może okazać się przydatne do oceny ryzyka upraw roślin ozimych w tych regionach Polski.

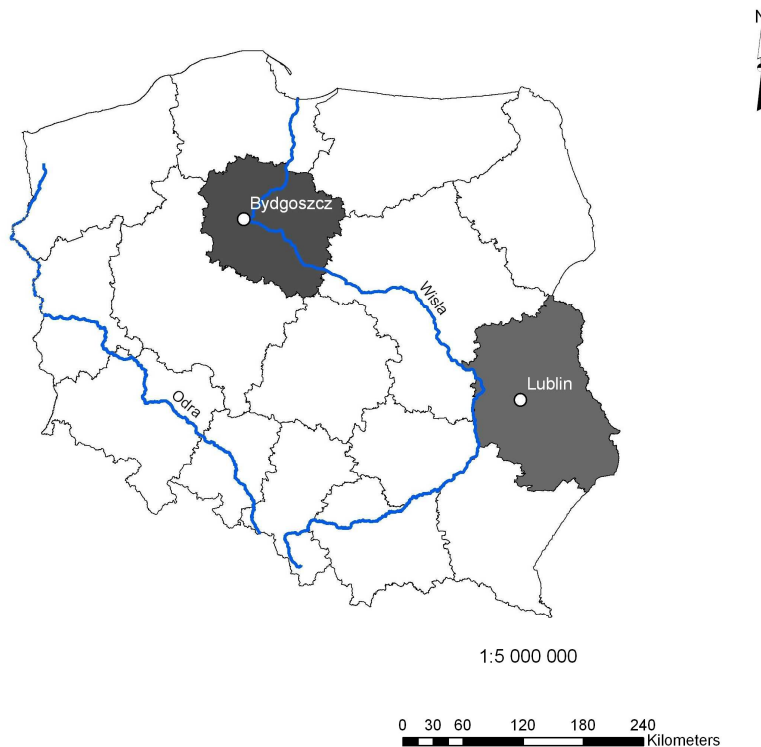
Celem pracy jest zbadanie zmienności dat początku i końca oraz długości sezonu zimowego spoczynku roślin i termicznej zimy na Kujawach i Wyżynie Lubelskiej oraz porównanie tych charakterystyk w obydwu regionach.

#### MATERIAŁ I METODY

Dane (dwie serie średniej dobowej temperatury powietrza od 1 października do 30 kwietnia) z okresu 1980–2014 pochodziły ze stacji agrometeorologicznych położonych na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego i lubelskiego. Stacja w Bydgoszczy znajduje się na poletku doświadczalnym Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego ( $\varphi = 53^{\circ}08'N$ ,  $\lambda = 18^{\circ}01'E$ ,  $H = 46$  m n.p.m.) w północnej części Kujaw. Stacja w Lublinie mieści się we wschodniej jego części – Felinie, w Obserwatorium Agrometeorologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego ( $\varphi = 51^{\circ}14'N$ ,  $\lambda = 22^{\circ}38'E$ ,  $H = 215$  m n.p.m.) na Wyżynie Lubelskiej (rys. 1).

Przyjęto, że sezon zimowego spoczynku roślin (zamiennie nazywany pozawegetacyjnym) to okres pomiędzy dwoma sezonami wegetacyjnymi, który rozpoczyna się jesienią, gdy średnia dobowa temperatura powietrza ustala się poniżej progu 5°C, a kończy

się na wiosnę, gdy średnia dobowa temperatura powietrza przekracza próg  $5^{\circ}\text{C}$ . W tym okresie mieści się krótszy sezon tzw. termicznej zimy, podczas której średnia dobowa temperatura ustala się poniżej progu  $0^{\circ}\text{C}$ .



Rys. 1. Lokalizacja stacji agrometeorologicznych (rys. Karolina Smarzyńska, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy)  
Fig. 1. Location of agrometeorological stations (fig. Karolina Smarzyńska, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy)

Do określenia terminów rozpoczęcia i zakończenia oraz długości (czasu trwania) analizowanych sezonów zastosowano metodę Huculaka i Makowca [Huculak i Makowiec 1977, Makowiec 1983], opartą na średnich dobowych wartościach temperatury powietrza. Zaletą tej metody jest możliwość dokładnego określenia analizowanych wskaźników w każdym roku oddzielnie. Jednak w pojedynczych przypadkach, przy bardzo ciepłych sezonach zimowych, podczas których wielokrotne przekraczanie progu  $0^{\circ}\text{C}$  nastęczało wątpliwości, czy zima w ogóle występuje, jako uzupełniającą wykorzystano metodę Gumińskiego [1948], opartą na wartościach średniej miesięcznej temperatury powietrza. Została ona nieznacznie zmodyfikowana przez Kossowską-Cezak [2005].

Otrzymane szeregi czasowe terminów rozpoczęcia i końca oraz czasu trwania sezonów pozawegetacyjnego i zimy poddano analizie statystycznej. Określono podstawowe charakterystyki opisowe: wartości średnie, ekstremalne oraz odchylenie standardowe.

Dokonano również analizy trendów czasowych. Istotność trendów oceniono testem *t*-Studenta. Analizy wykonano z wykorzystaniem pakietu Statistica 7.1 oraz MS Excel 2007.

#### WYNIKI

Zróznicowanie długości okresów zimowego spoczynku roślin i termicznej zimy między analizowanymi regionami wynosiło średnio około dwóch tygodni (tab. 1). Dłuższe sezony, o przeciętnym czasie trwania odpowiednio 146 i 80 dni, charakteryzowały Wyżynę Lubelską, krótsze zaś (średnio 134 i 64 dni) były typowe dla Kujaw. Czas zimowego spoczynku roślin w skrajnych przypadkach różnił się między regionami nawet o 7 tygodni. Przypadki takie odnotowano na przykład w sezonach 1986/1987 i 1990/1991. Jednakowe długości okresu wystąpiły w sezonach: 1993/1994, 2003/2004 i 2007/2008. Biorąc pod uwagę długość termicznej zimy, w 50% przypadków różnice między regionami nie przekroczyły 10 dni. Największa różnica była w sezonie 1987/1988, kiedy na Kujawach zima trwała zaledwie 10 dni, a na Wyźnie Lubelskiej – 111 dni.

Zarówno w Bydgoszczy, jak i w Lublinie najkrótszy był sezon pozawegetacyjny 2006/2007, który trwał krócej niż trzy miesiące (11 i 12 tygodni). W obydwu regionach rozpoczął się on wyjątkowo późno – odpowiednio 17 i 11 grudnia i zakończył się już na początku marca. Najdłuższe okresy pozawegetacyjne zarejestrowano na początku lat 90. XX w. i trwały one ponad pięć miesięcy w Bydgoszczy i ponad sześć miesięcy w Lublinie. Zakres wahań długości sezonu na każdej ze stacji wyniósł około trzech miesięcy. Stopień rozproszenia długości sezonów wokół średniej wieloletniej dokumentują wartości odchylenia standardowego (tab. 1).

Tabela 1. Wartości średnie i skrajne oraz odchylenie standardowe *SD* długości sezonu pozawegetacyjnego i zimy (dni) w Bydgoszczy i Lublinie w latach 1980–2014

Table 1. Mean and extreme values and standard deviation *SD* of the non-growing season and thermal winter lengths (days) in Bydgoszcz and Lublin in 1980–2014

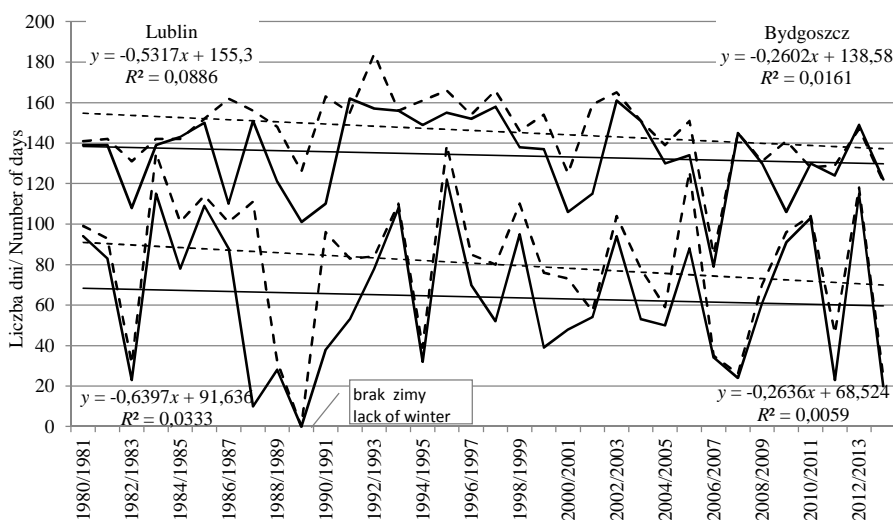
Długość Length	Okres pozawegetacyjny ( $t \leq 5^{\circ}\text{C}$ ) Non-growing season ( $t \leq 5^{\circ}\text{C}$ )		Termiczna zima ( $t \leq 0^{\circ}\text{C}$ ) Thermal Winter ( $t \leq 0^{\circ}\text{C}$ )	
	Bydgoszcz	Lublin	Bydgoszcz	Lublin
Średnia Mean	134	146	64	80
<i>SD</i>	20,4	17,8	34,3	34,9
Najdłuższa The longest	162 (1991/1992)	184 (1992/1993)	122 (1995/1996)	139 (1995/1996)
Najkrótsza The shortest	79 (2006/2007)	85 (2006/2007)	0 (1989/1990)	0 (1989/1990)
Zakres wahań Range	83	99	122	139

Oznaczenia: (rok/rok) – sezon, w którym okres pozawegetacyjny lub zima trwały najkrócej lub najdłużej  
 Explanations: (year/year) – the season, with the shortest or the longest non-growing period or thermal winter

Spośród wszystkich dni okresu zimowego spoczynku roślin (pozawegetacyjnego) średnio 48% na Kujawach i 55% na Wyżynie Lubelskiej stanowiła termiczna zima. Najdłuższa zima w obydwu regionach wystąpiła w sezonie 1995/1996 i trwała odpowiednio 122 i 139 dni (17 i 20 tygodni). Wyjątkowo „ciepły” okres zimowego spoczynku roślin cechował przełom lat 1989/1990, kiedy to typowej zimy nie było w ogóle. O dużej zmienności czasu trwania termicznej zimy świadczą zarówno zakresy wahań, jak i wartości odchylenia standardowego (na obu analizowanych obszarach po około 5 tygodni) (tab. 1).

Linie trendu długości sezonów wykreślone dla obydwu stacji sugerują tendencje do skracania się zarówno okresu pozawegetacyjnego, jak i zimy (rys. 2). Jednak współczynniki korelacji obliczone dla równań trendu nieprzekraczające progu wartości krytycznej dowiodły, że zarówno na Kujawach, jak i na Wyżynie Lubelskiej nie obserwowano istotnej statystycznie tendencji do skracania się analizowanych okresów.

Analiza zmienności dat początku okresów pozawegetacyjnego i termicznej zimy wykazała, że pierwszy rozpoczął się średnio w pierwszej dekadzie listopada. Obniżenie temperatury poniżej progu 5°C postępowało od wschodu, tak więc wcześniej okres pozawegetacyjny rozpoczynał się w Lublinie (przeciętnie 4 listopada), a po upływie tygodnia w Bydgoszczy (11 listopada) (tab. 2). Analogiczna kolejność dotyczyła także termicznej zimy. Na Wyżynie Lubelskiej zaczynała się ona średnio 8 grudnia, a po tygodniu na Kujawach (średnio 15 grudnia). Zatem w obu regionach rośliny miały przeciętnie po około 5 tygodni na procesy jarowizacji i hartowania ozimin, poprzedzające stan typowego spoczynku.



Rys. 2. Długość okresu pozawegetacyjnego (górna część rysunku) i zimowego (dolna część) oraz linie trendu w latach 1980–2014; linie ciągłe – Bydgoszcz, linie przerywane – Lublin  
Fig. 2. Length of the non-growing season (top part of the graph) and thermal winter (bottom part) and the trend lines in 1980–2014; solid lines – Bydgoszcz, dotted lines – Lublin

Zarówno na Kujawach, jak i na Wyżynie Lubelskiej najwcześniej początek okresu pozawegetacyjnego zarejestrowano w drugiej dekadzie października, a najpóźniej w drugiej dekadzie grudnia. Zatem zakres zmienności czasowej tego wskaźnika osiągnął dwa miesiące (tab. 2). Prawie trzy miesiące dzieliły skrajne daty początku zimy. Pora ta najwcześniej rozpoczęła się na przełomie 1 i 2 dekady listopada, natomiast najpóźniej – dopiero na początku lutego. Większą zmienność czasową dat początku termicznej zimy w stosunku do dat początku okresu pozawegetacyjnego w regionach pokazują również wartości odchylenia standardowego, osiągające odpowiednio około trzech i dwóch tygodni (tab.2).

Tabela 2. Wartości średnie i skrajne oraz odchylenie standardowe *SD* dat początku sezonu pozawegetacyjnego i zimy (dni) w Bydgoszczy i Lublinie w latach 1980–2014  
Table 2. Mean and extreme values and standard deviation *SD* of the non-growing season and thermal winter start (days) in Bydgoszcz and Lublin in 1980–2014

Data początku Start date	Okres pozawegetacyjny ( $t \leq 5^{\circ}\text{C}$ ) Non-growing season ( $t \leq 5^{\circ}\text{C}$ )		Termiczna zima ( $t \leq 0^{\circ}\text{C}$ ) Thermal winter ( $t \leq 0^{\circ}\text{C}$ )	
	Bydgoszcz	Lublin	Bydgoszcz	Lublin
	Średnia Mean	11 XI	4 XI	15 XII
<i>SD</i>	15,2	13,0	22,0	22,7
Najwcześniejsza The earliest	16 X 2003	14 X 1992	11 XI 1993	9 XI 1993 9 XI 1998
Najpóźniejsza The latest	17 XII 2006	11 XII 2006	4 II 1983	3 II 1983
Zakres wahań (dni) Range (days)	62	58	85	86

Analiza zmienności dat zakończenia okresu pozawegetacyjnego i termicznej zimy potwierdziła fakt [Olszewski i Żmudzka 1997, Woś 2010], że przedwiośnie i wiosna nad obszar Polski wkraczają od zachodu. Na Kujawach zima kończyła się średnio 18 lutego, a okres zimowego spoczynku roślin 23 marca. Na Wyżynie Lubelskiej obydwa sezony kończyły się mniej więcej tydzień później, zima – średnio 27 lutego, a okres pozawegetacyjny – po 29 marca. Średnia długość okresu objętego przedziałem temperatury od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $5^{\circ}\text{C}$ , czyli od zakończenia zimy do końca sezonu pozawegetacyjnego wyniosła około 5 tygodni (34 dni w Bydgoszczy i 31 dni w Lublinie).

Wyłączając sezon zimowy 1989/1990, w którym okres termicznej zimy w ogóle nie wystąpił, najwcześniejsze epizody zakończenia zimy stwierdzono już w grudniu. W Bydgoszczy 17 grudnia skończyła się zima w sezonach 1987/1988 i 1988/1989, natomiast w Lublinie 21 grudnia w sezonie 1988/1989. Najpóźniej kończyły się zimy z końcem marca, co zdarzyło się w sezonach 1995/1996 i 2012/2013. Czternastotygodniowa rozpiętość terminów zakończenia zimy w badanym wieloleciu oraz obliczone wartości od-

chylenia standardowego (tab. 3) świadczą o ich większej zmienności w porównaniu z datami początku.

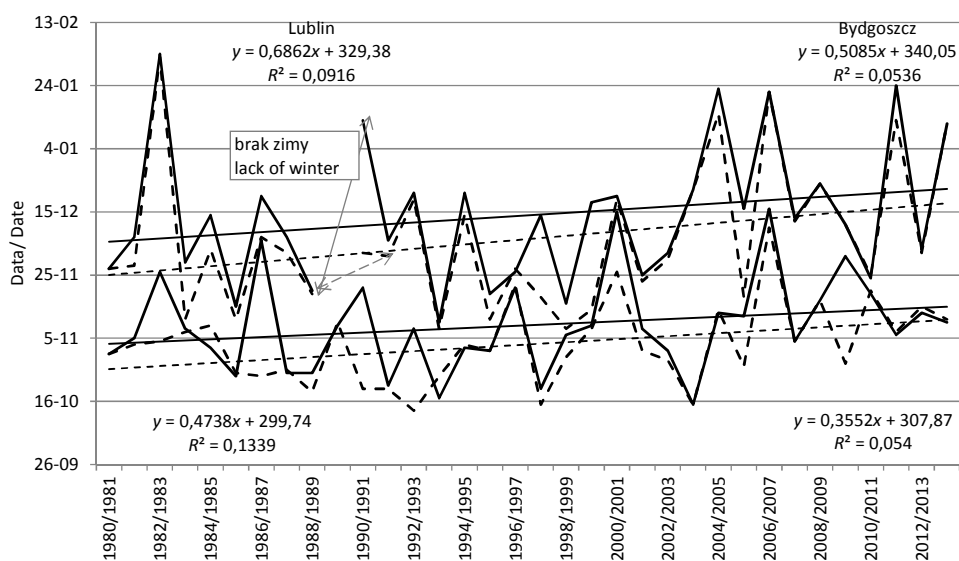
Koniec zimowego spoczynku roślin, wyznaczający jednocześnie początek termicznej wiosny i rozpoczęcie wegetacji, w Bydgoszczy najwcześniej zanotowano 18 lutego, natomiast najpóźniej 21 kwietnia. W Lublinie były to odpowiednio 5 marca i 24 kwietnia. Zatem zakres zmienności czasowej w analizowanym wieloleciu (podobnie jak daty początku) wyniósł około dwóch miesięcy. Przy czym w Bydgoszczy był równy 62 dni, a w Lublinie 50 dni, co wskazuje, że zakres wahań daty końca zmniejszał się w miarę przesuwania się na wschód. O mniejszej zmienności terminu zakończenia na Wyżynie Lubelskiej świadczą również wartości odchylenia standardowego (tab. 3).

Tabela 3. Wartości średnie i skrajne oraz odchylenie standardowe *SD* dat końca sezonu pozawegetacyjnego i zimy (dni) w Bydgoszczy i Lublinie w latach 1980–2014  
Table 3. Mean and extreme values and standard deviation *SD* of the non-growing season and thermal winter end (days) in Bydgoszcz and Lublin in 1980–2014

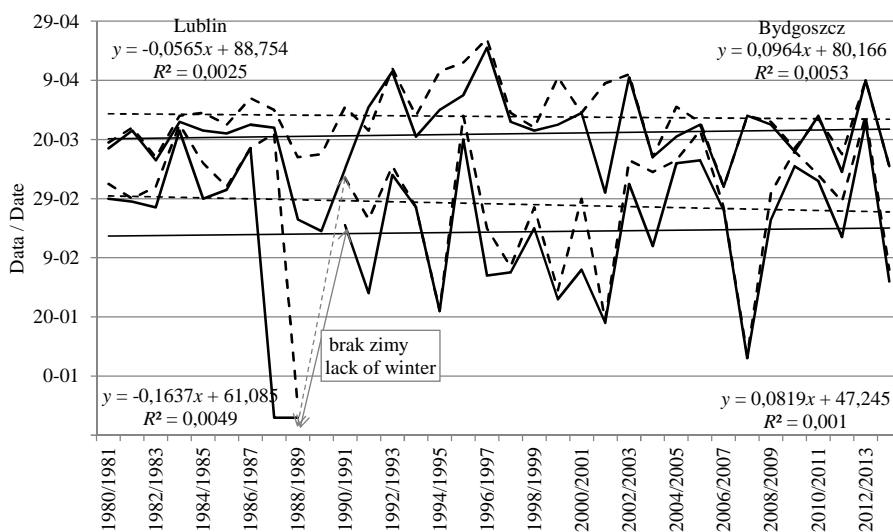
Data końca End date	Okres pozawegetacyjny ( $t \leq 5^{\circ}\text{C}$ ) Non-growing season ( $t \leq 5^{\circ}\text{C}$ )		Termiczna zima ( $t \leq 0^{\circ}\text{C}$ ) Thermal Winter ( $t \leq 0^{\circ}\text{C}$ )	
	Bydgoszcz	Lublin	Bydgoszcz	Lublin
Średnia Mean	23 III	29 III	18 II	27 II
<i>SD</i>	13,2	11,3	25,5	23,4
Najwcześniejsza The earliest	18 II 1990	5 III 2007	17 XII 1987 17 XII 1988	21 XII 1988
Najpóźniejsza The latest	21 IV 1997	24 IV 1997	27 III 2013	29 III 1996 29 III 2013
Zakres wahań (dni) Range (days)	62	50	100	98

Tendencje czasowe w zmienności dat początku i końca okresu pozawegetacyjnego i zimy przedstawiono na rys. 3 i 4. Wykreślone linie trendów sugerują kierunki tych zmian. W przypadku Bydgoszczy analiza statystyczna równań opisujących linie trendów wykazała brak istotnej tendencji do późniejszego rozpoczęcia okresu pozawegetacyjnego i zimy oraz do wcześniejszego zakończenia badanych sezonów.

W Lublinie istotny statystycznie ( $\alpha = 0,05$ ) był trend liniowy daty początku sezonu pozawegetacyjnego. Stwierdzono tendencję do późniejszego początku okresu pozawegetacyjnego o 4,7 dnia na 10 lat (rys. 3). Przy datach końca, podobnie jak na Kujawach, trend nie był istotny statystycznie. Nie wykazano również istotności statystycznej trendów w zmienności terminu początku i końca zimy.



Rys. 3. Data początku okresu pozawegetacyjnego (dolna część rysunku) i termicznej zimy (górną część) oraz linie trendu w latach 1980–2014; linie ciągłe – Bydgoszcz, linie przerywane – Lublin  
 Fig. 3. Start date of the non-growing season (bottom part of the graph) and thermal winter (top part) and the trend lines in 1980–2014; solid lines – Bydgoszcz, dotted lines – Lublin



Rys. 4. Data zakończenia okresu pozawegetacyjnego (górną część rysunku) i termicznej zimy (dolną część) oraz linie trendu w latach 1980–2014; linie ciągłe – Bydgoszcz, linie przerywane – Lublin

Fig. 4. End date of the non-growing season (top part of the graph) and thermal winter (bottom part) and the trend lines in 1980–2014; solid lines – Bydgoszcz, dotted lines – Lublin



## DYSKUSJA

Określone w niniejszej pracy daty początku i końca oraz czas trwania okresu zimowego spoczynku roślin i termicznej zimy znalazły potwierdzenie w wynikach badań innych autorów. Badania w rejonie Bydgoszczy prowadzili Żarski i in. [2012], a dotyczące sąsiednich regionów, np. Piły – Nieróbca i in. [2013], Poznania – Szyga-Pluta [2011] oraz Łodzi – Degirmendźić i Kożuchowski [2004]. Średnie daty początku okresu pozawegetacyjnego określone przez tych autorów mieściły się, podobnie jak w przypadku Bydgoszczy, w pierwszej dekadzie listopada, a data zakończenia – w trzeciej dekadzie marca. Skrajne daty początku wystąpiły również w październiku 2003 r. i grudniu 2006 r. Nieróbca i in. [2013] wskazali również na skrócenie w Polsce długości tego sezonu w pierwszej dekadzie XXI w. w porównaniu z poprzedzającym go trzydziestolecieciem.

Zarówno w przypadku okresu pozawegetacyjnego, jak i termicznej zimy różnice w datach ich początku i końca w tych sąsiednich regionach wyniosły czasem kilka dni. Na różnice te wpłynęły, oprócz specyfiki klimatu lokalnego, zastosowane różne metody określenia dat ograniczających badane sezony oraz liczba i zakres lat objętych analizą.

Wartości charakterystyk dla Lublina, otrzymane w niniejszym opracowaniu, korespondują z wynikami Skowery i Kopeć [2008]. Zbliżone wartości zamieścili w swojej pracy Bartoszek i Cichoń [2008], analizując pory roku w Czesławicach k. Nałęczowa (zachodnia część Wyżyny Lubelskiej). Według autorów suma dni przedzimia, zimy i przedwiośnia (łączna długość okresu pozawegetacyjnego) i zimy wynosiły odpowiednio 149 i 80 dni, natomiast daty początku sezonów to odpowiednio: 2 listopada i 7 grudnia oraz końca: 30 marca i 26 lutego. Podobne wyniki dla okolic Zamościa [Samborski i Bednarczyk 2009] oraz Włodawy i Białej Podlaskiej [Radzka 2013] dokumentują wielkości tych charakterystyk dla regionu Lubelszczyzny. U Nowosada i Filipiuka [1998] analizujących wielolecie 1951–1995 w Lublinie przy porównywalnej z naszymi wynikami długości całego okresu pozawegetacyjnego zwraca uwagę dłuższa średnio o 10 dni termiczna zima. Wynik ten nawiązuje do obserwowanego od drugiej połowy XX w. ocieplenia klimatu, w wyniku którego według Kożuchowskiego i Żmudzkiej [2001] oraz Kossowskiej-Cezak [2005] zima staje się coraz krótsza, nieco później się zaczyna i wcześniej kończy, przez co kosztem zimy wydłuża się przedzime i przedwiośnie. Zdarzają się też sezony (częściej na zachodzie Polski) bez termicznej zimy, które Szyga-Pluta [2011] nazywa bezzimowymi, kiedy przedzime przechodzi bezpośrednio w przedwiośnie.

Na problemy metodologiczne związane z różnymi sposobami wyznaczania początku i końca termicznych pór roku zwrócili uwagę Degirmendźić i Kożuchowski [2004]. Szyga-Pluta [2011] zauważyła również, że zastosowanie różnych metod obliczania terminów rozpoczęcia termicznych pór roku przekłada się czasem na kilkudniowe różnice dat rozpoczęcia pory roku. Długość uwzględnianej serii danych ma także wpływ na trend. Zdaniem autorki w różnych okresach rozpatrywanych w opracowaniach następuje osłabienie lub nasilenie tendencji do przyspieszenia lub opóźnienia terminu rozpoczęcia termicznych pór roku. Fortuniak i in. [2001] we wnioskowaniu na temat kierunku i tempa tendencji zmian temperatury w Polsce w drugiej połowie XX w. stwierdzili, że główną formą jej zmienności są wahania quasi-cykliczne, a udział cyklicznych składowych w obserwowanej zmienności jest kilkakrotnie większy od udziału trendu liniowego. Teza, że

tendencje nie są stałe, a ich istotność statystyczna pojawia się lub zanika w zależności od uwzględnianej serii lat, znalazła odzwierciedlenie również w wynikach naszych badań. Nie stwierdzono (poza jednym przypadkiem) istotności statystycznej zmian długości analizowanych okresów oraz dat ich początku i końca. Według Fortuniaka i in. [2001] oraz Żmudzkiej [2004, 2012] konsekwencją zwiększenia zasobów termicznych w Polsce w drugiej połowie XX w. było większe zróżnicowanie przestrzenne, a kontrasty termiczne stały się trochę większe – ocieplenie zaznaczyło się wyraźniej w regionach ciepłych (w zachodniej części Polski) niż w chłodnej (wschodniej) części kraju. Żmudzka [2004] podkreśliła, że pewna powtarzalność pojawiania się warunków niekorzystnych dla produkcji rolniczej związana jest z występowaniem względnie stabilnego 8-letniego cyklu zmian temperatury, który szczególnie wyraźnie zaznacza się w okresie zimy.

#### WNIOSKI

1. Długość okresu zimowego spoczynku roślin i okresu termicznej zimy różniła się między analizowanymi regionami średnio o dwa tygodnie – krótsza charakteryzowała Kujawy, a dłuższa Wyżynę Lubelską. Obydwa sezony na Kujawach średnio rozpoczynały się o tydzień później i kończyły się tydzień wcześniej.

2. Odbiegające od przeciętnych wartości analizowanych wskaźników obserwowano w konkretnych sezonach. W takich przypadkach pojawiało się ryzyko ich negatywnego oddziaływania na stan ozimin w jednym lub obydwu regionach.

3. Analizy trendów czasowych długości obydwu sezonów i dat je ograniczających (poza jednym przypadkiem daty początku sezonu pozawegetacyjnego w Lublinie) wykazały brak istotnych statystycznie tendencji w ich zmienności. Wzrosły jednak zakresy zmienności analizowanych charakterystyk.

4. Dokonane analizy mogą być pomocne przy ocenie warunków zimowego spoczynku roślin i wykorzystane przez specjalistów z zakresu produkcji roślinnej, którzy w ramach działań adaptacyjnych stawiają sobie za cel zmniejszenie negatywnych skutków zmian klimatycznych w tym dziale produkcji rolniczej

#### PIŚMIENNICTWO

- Bartoszek K., Cichoń M., 2008. Termiczne pory roku w rejonie Czesławic k. Nałęczowa (1963–2005). *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 63(1), 1–9.
- Degirmendżić J., Kożuchowski K., 2004. Zmiany termicznych pór roku w Łodzi w latach 1947–2003. W: 100 lat obserwacji meteorologicznych w Łodzi, red. K. Kłysik, *Acta Geogr. Lodz.* 89, 59–71.
- Fortuniak K., Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001. Trendy i okresowość zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku. *Prz. Geofiz.* 46, 4, 283–301.
- Fowler D.B., 2008. Cold acclimation threshold induction temperatures in cereals. *Crop Science* 48, 1147–1153.
- Gumiński R., 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Prz. Met. Hydr.* 1, 1, 7–20.
- Huculak W., Makowiec M., 1977. Wyznaczanie meteorologicznego okresu wegetacyjnego na podstawie jednorocznych materiałów obserwacyjnych. *Zesz. Nauk. SGGW* 25, 65–72.

- Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001. Ocieplenie w Polsce: skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. *Prz. Geofiz.* 46, 1–2, 81–90.
- Kossowska-Cezak U., 2005. Zmiany termicznych pór roku w Warszawie w okresie 1933–2004. *Prz. Geofiz.* 50, 3–4, 265–276.
- Kopcewicz J., Lewak S. (red.), 2012. *Fizjologia roślin*. PWN, Warszawa.
- Makowiec M., 1983. Wyznaczanie termicznych pór roku. *Prz. Geofiz.* 28, 2, 209–220.
- Nieróbca A., Kozyra J., Mizak K., Wróblewska E., 2013. Zmiana długości okresu wegetacyjnego w Polsce. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 13, 2(42), 81–94.
- Nowosad M., Filipiuk G., 1998. Zmiany czasu trwania termicznych pór roku w Lublinie w latach 1951–1995. *Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys.* 3, 231–240.
- Olszewski K., Żmudzka E., 1997. Variability of the vegetative period in Poland. *Miscell. Geogr.* 9, 59–70.
- Radzka E., 2013. Okresy termiczne w środkowowschodniej Polsce (1971–2005). *Acta Agrophys.* 20(4), 679–691.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2013. GUS, Warszawa.
- Skowera B., Kopeć B., 2008. Okresy termiczne w Polsce południowo-wschodniej (1971–2000). *Acta Agrophys.* 12(2), 517–526.
- Szyga-Pluta K., 2011. Zmienność termicznych pór roku w Poznaniu. *Bad. Fizjograf.* 62, A, 181–195.
- Samborski A., Bednarczyk J., 2009. Termiczne pory roku w okolicach Zamościa w latach 2001–2008. *Acta Agrophys* 14(1), 187–194.
- Węgrzyn A., 2008. Typowe i anomalne długości okresu wegetacyjnego na Lubelszczyźnie. *Acta Agrophys* 12(2), 561–537.
- Wiosenna ocena stanu upraw rolnych i ogrodniczych w 2012 r. GUS, Warszawa, <http://stat.gov.pl/> [dostęp 8.12.2015].
- Woś A., 2010. *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Żarski J., Kuśmierk-Tomaszewska R., Dudek S., 2012. Tendencje zmian termicznych okresów rolniczych w rejonie Bydgoszczy. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiej.* 3, 1, 7–17.
- Żmudzka E., 2004. Tło klimatyczne produkcji rolniczej w Polsce. *Acta Agrophys.* 3(2), 399–408.
- Żmudzka E., 2012. Wieloletnie zmiany zasobów termicznych w okresie wegetacyjnym i aktywnego wzrostu roślin w Polsce. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 12, 2(38), 377–389.

**Summary.** The aim of the paper is to study the length, start and end of the non-growing season (crop winter rest season) and thermal winter as well as their variability in two agricultural regions of Poland. The analysis was conducted on the basis of the long-term (1980–2014) mean daily air temperature series from the agro-meteorological stations situated in Bydgoszcz (Kujawy) and Lublin (the Lublin Upland).

The thermal winter length was 48% in Bydgoszcz and 55% in Lublin of the non-growing season duration. In Kujawy both analysed seasons lasted on average two weeks shorter than in the Lublin Upland, they began about one week later and ended about one week before. The temporal variability of the analysed characteristics was greater than the spatial one. Thermal winter was characterised by greater variability of the length, start date and end date as compared to the non-growing season. In both regions, there were no statistically significant trends in the length, beginning and end of the seasons.

**Key words:** thermal non-growing season, thermal winter, Huculak and Makowiec method