

<sup>1</sup> Pracownia Agrometeorologii i Podstaw Melioracji  
e-mail: elzbieta.radzka@uph.edu.pl, jolanta.jankowska@uph.edu.pl  
<sup>2</sup> Studium Języków Obcych, e-mail: mariados@poczta.onet.pl  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

ELŻBIETA RADZKA<sup>1</sup>, JOLANTA JANKOWSKA<sup>1</sup>, MARIA MARKOWSKA<sup>2</sup>

### **Intensywność i częstość występowania przymrozków przygruntowych i wysokich w RSD Zawady**

Intensity and frequency of occurrence of ground and air frosts at the Zawady  
Experimental Station

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie intensywności i częstości występowania przymrozków przygruntowych i wysokich w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady w latach 2002–2013. Przeanalizowano intensywność i częstość występowania przymrozków przygruntowych (5 cm nad gruntem) i wysokich (200 cm nad gruntem) i wiosną, i jesienią. Wyznaczono daty występowania przymrozków ostatnich wiosennych i pierwszych jesiennych. Określono również liczbę dni z przymrozkiem w poszczególnych klasach intensywności zależnie od pory roku (wiosna, jesień). Roczna liczba dni z przymrozkiem przygruntowym w RSD Zawady w latach badań przewyższała liczbę dni z przymrozkiem wysokim lub była jej równa. Wyjątek stanowią lata 2005 i 2009, w których sytuacja była odwrotna. Częstość występowania przymrozków łagodnych była znacznie większa niż silnych. Przymrozki silne częściej występowały wiosną niż jesienią. W obu analizowanych porach roku przymrozki łagodne częściej notowano na wysokości 200 cm nad gruntem, a średnie i silne 5 cm nad gruntem. Daty występowania przymrozków przygruntowych łagodnych, ostatnich wiosennych i pierwszych jesiennych były zbliżone do dat występowania przymrozków wysokich o tej samej intensywności. Natomiast przymrozki przygruntowe średnie i silne kończyły się później wiosną i zaczynały wcześniej jesienią niż przymrozki wysokie.

**Słowa kluczowe:** przymrozki przygruntowe, przymrozki wysokie, intensywność, częstość, Wysocka Siedlecka

#### WSTĘP I CEL PRACY

Spośród wielu zjawisk szkodliwych dla rolnictwa, leśnictwa, a zwłaszcza ogrodnictwa i sadownictwa, przymrozki uznawane są za jedno z tych, które mogą poczynić naj-

większe szkody. W literaturze przedmiotu bardzo często nie definiuje się precyzyjnie przymrozków. W *Słowniku meteorologicznym* [2004] spotykamy następujące definicje przymrozków: 1) spadek temperatury powietrza poniżej punktu zamarzania wody w okresie wegetacji roślin, 2) spadek temperatury powietrza poniżej 0°C w okresie powszechnego występowania dodatniej temperatury średniej dobowej, 3) spadek temperatury minimalnej powietrza poniżej 0°C podczas dobowej dodatniej temperatury maksymalnej. W Polsce ryzyko przymrozków oraz uszkodzenia roślin uprawnych występuje każdego roku w całym kraju [Kossowska-Cezak 2008]. Występowanie przymrozków uzależnione jest od ukształtowania terenu, a także jego pokrycia, sieci hydrograficznej, rodzaju podłoża, powierzchni terenów leśnych oraz górzystych, występowania wyższych partii wzniesień [Koźmiński i Michalska 2008]. Mimo cieplejszych zim wydłuża się okres, w którym mogą wystąpić przymrozki. Pierwszy przymrozek jesienny może się zdarzyć bardzo wcześnie, a najpóźniejszy przymrozek wiosenny – bardzo późno [Starkel i Kundzewicz 2008]. Kalbarczyk [2010] i Grabowski [2010] twierdzą, że w północno-wschodniej części kraju z roku na rok istotnemu skróceniu ulega okres bezprzymrozkowy. Agroklimatologia bada przymrozki przede wszystkim w okresie wegetacyjnym, zaliczając je do niesprzyjających czynników klimatycznych, pogarszających efekty produkcji roślinnej [Kalbarczyk 2010]. Rozmiary szkód wyrządzonych przez przymrozki zależą od ich intensywności i częstotliwości oraz od pory występowania. W szczególności niebezpieczne stają się te zjawiska, które pojawiają się późną wiosną lub wczesną jesienią. Destrukcyjne działanie przymrozków na rośliny może mieć zarówno charakter bezpośredni, jak i następczy [Dragańska i in. 2004]. Celem pracy było określenie intensywności i częstości występowania przymrozków przygruntowych i wysokich w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady.

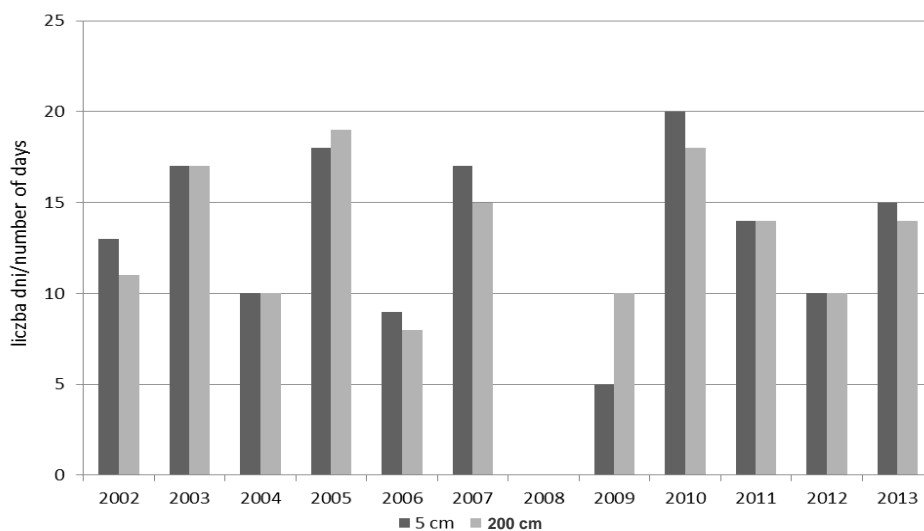
#### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W pracy wykorzystano wyniki pomiarów średniej dobowej temperatury powietrza, minimalnej temperatury powietrza na wysokości 200 cm (wartości cogodzinne), minimalnej temperatury powietrza na wysokości 5 cm (wartości cogodzinne) z lat 2002–2013. Wyniki pochodzą z automatycznej stacji meteorologicznej (LB-741), znajdującej się w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach. Wysokość opadów atmosferycznych mierzona jest za pomocą deszczomierza RG50 (z ogrzewaczem). Do mierzenia temperatury powietrza służy termometr 6-kanałowy LB-711. Stacja położona jest w regionie podlasko-poleskim (położenie geograficzne: Hs – 150 m,  $\varphi$  – 52,06N,  $\lambda$  – 22,56E), na Wysoczyźnie Siedleckiej. Obliczenia przeprowadzono dla sezonu wegetacji roślin obejmującego okres od kwietnia do października. Przymrozki wyznaczano w dniach cechujących się wyższą średnią dobową temperaturą, a minimalną niższą niż 0°C na wysokości 200 cm i przy gruncie (5 cm nad gruntem). Metoda ta, zdaniem autorów pracy, w najbardziej miarodajny sposób pozwala wyznaczyć początek i koniec okresu szkodliwego oddziaływania niskiej temperatury na rośliny uprawne. Zanotowane przymrozki ze względu na intensywność podzielono na trzy rodzaje: łagodne – od –0,1 do –1,9°C, średnie – od –2,0 do –3,9°C i silne – poniżej –3,9°C [*Słownik meteorologiczny* 2004]. Przeanalizowano intensywność i częstość występowania przymrozków wysokich (200 cm nad gruntem) i przygruntowych (5 cm nad gruntem) wiosną i jesienią. Wyznaczono

daty występowania przymrozków ostatnich wiosennych i pierwszych jesiennych. Określono również liczbę dni z przymrozkiem w poszczególnych klasach intensywności zależnie od pory roku (wiosna, jesień). Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 6.0. W celu wyznaczenia grup jednorodnych średniej liczby dni z przymrozkiem w poszczególnych latach na dwu wysokościach zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA), wykorzystując test post-hoc Tukeya na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Przy pomocy 5-okresowej średniej ruchomej określono cykliczność występowania przymrozków przygruntowych i wysokich w obu porach roku.

#### ANALIZA WYNIKÓW I DYSKUSJA

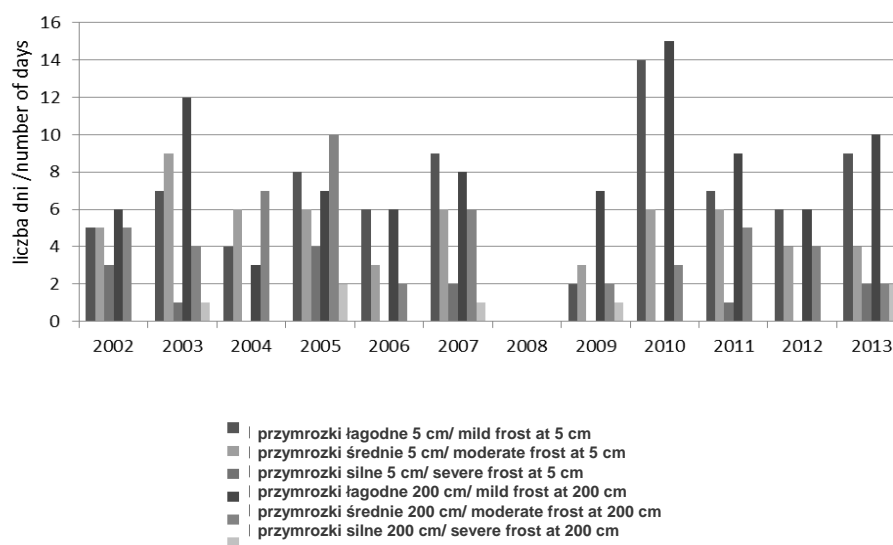
Średnio w latach 2002–2013 w RSD Zawady było 13,5 dnia rocznie z przymrozkiem przy gruncie i 13,3 dnia z przymrozkiem 200 cm nad gruntem. Największą liczbę dni z przymrozkiem zanotowano na wysokości 5 cm nad gruntem w 2010 r. (20 dni) i na wysokości 200 cm nad gruntem w 2005 r. (18 dni) (rys. 1).



Rys. 1. Liczba dni z przymrozkiem przygruntowym (5 cm nad gruntem) i wysokim (200 cm nad gruntem) w RSD Zawady w latach 2002–2013

Fig. 1. Number of days with ground frost (5 cm above the ground level) and air frost (200 cm above the ground level) at the Zawady Experimental Station in 2002–2013

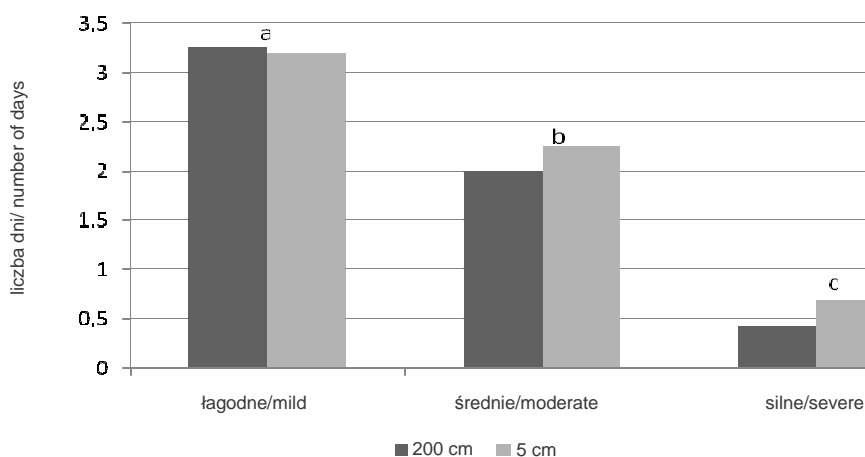
Roczna liczba dni z przymrozkiem przygruntowym w latach badań przewyższała liczbę dni z przymrozkiem wysokim lub była jej równa. Wyjątek stanowią lata 2005 i 2009. Rok 2008 był rokiem bez przymrozków zarówno wiosennych, jak i jesiennych na obu wysokościach. Na podstawie analizy wariancji nie stwierdzono istotnych interakcji między liczbą dni z przymrozkiem w poszczególnych latach i wysokościach oraz interakcji między latami a oboma wysokościami. Na rysunku 2 przedstawiono liczbę dni z przymrozkiem według klas intensywności.



Rys. 2. Liczba dni z przymrozkiem według klas intensywności w RSD Zawady w latach 2002–2013

Fig. 2. Number of days with recorded frost in each intensity class at the Zawady Experimental Station in 2002–2013

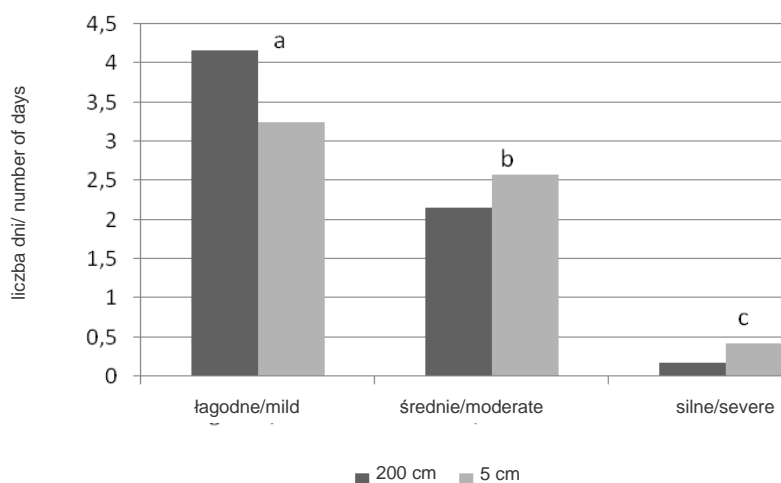
Najrzadziej spośród wszystkich klas intensywności w badanych latach występowały przymrozki silne, a najczęściej łagodne. Największą liczbą dni z przymrozkiem wysokim łagodnym charakteryzował się rok 2010 i 2003 (odpowiednio 15 i 12 dni), a z przygruntowym łagodnym również rok 2010 (14 dni) i 2007 (9 dni). W 2008 r. w żadnej klasie intensywności nie zanotowano dni z przymrozkiem. Z badań przeprowadzonych przez Dudka i in. [2012] wynika, że przymrozki przygruntowe łagodne w rejonie Bydgoszczy stanowiły około 50% wszystkich spadków temperatury powietrza poniżej 0°C przy gruncie. Udział przymrozków umiarkowanych w ich ogólnej liczbie wynosił ponad 30%, a silnych około 20%. Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono średnią roczną liczbę dni z przymrozkiem wiosennym i jesiennym według klas intensywności. Stwierdzono, że w obu porach roku najczęściej, zarówno przy gruncie, jak i na wysokości 200 cm nad gruntem, występują przymrozki łagodne, a najrzadziej silne. Analiza wariancji wykazała, że liczba dni z przymrozkiem w poszczególnych klasach intensywności w obu porach roku różniła się istotnie między sobą. Zarówno wiosną, jak i jesienią przy gruncie notowano nieznacznie mniejszą liczbę dni z przymrozkiem łagodnym niż na wysokości 200 cm nad gruntem. Natomiast przymrozków przygruntowych o intensywności średniej i silnej w obu porach roku było więcej niż wysokich. Analiza średniej rocznej liczby dni z przymrozkiem według pór roku wykazała, że przymrozki silne częściej występowały wiosną, przy jednocześnie większej częstości przymrozków przygruntowych niż wysokich. Średnio w roku na wiosnę silnych przymrozków przygruntowych było 0,7 dnia, a wysokich 0,4 dnia. Jesienią notowano średnio 0,4 dnia/rok przymrozków silnych przygruntowych, a wysokich średnio 0,2 dnia/rok.



a, b, c – te same litery oznaczają grupy jednorodne w ujęciu statystycznym ( $\alpha = 0,05$ )/ the same letters denote statistically homogenous groups ( $\alpha = 0.05$ )

Rys. 3. Średnia roczna liczba dni z przymrozkiem wiosennym według klas intensywności w RSD Zawady w latach 2002–2013

Fig. 3. Average annual number of days with spring frost in each intensity class at the Zawady Experimental Station in 2002–2013



a, b, c – te same litery oznaczają grupy jednorodne w ujęciu statystycznym ( $\alpha = 0,05$ )/ the same letters denote statistically homogenous groups ( $\alpha = 0.05$ )

Rys. 4. Średnia roczna liczba dni z przymrozkiem jesiennym według klas intensywności w RSD Zawady w latach 2002–2013

Fig. 4. Average annual number of days with autumn frost in each intensity class at the Zawady Experimental Station in 2002–2013

W tabeli 1 i 2 przedstawiono średnie i skrajne daty ostatniego przymrozku wiosną i pierwszego jesienią na wysokości 5 cm i 200 cm.

Tabela 1. Średnie i skrajne daty ostatniego przymrozku wiosną i pierwszego jesienią na wysokości 200 cm nad gruntem w RSD Zawady w latach 2002–2013

Table 1. Mean and extreme dates of last spring frost and the first autumn frost at a height of 200 cm above the ground level at the Zawady Experimental Station in the years 2002–2013

Klasa przymrozku Class of frost (°C)	Ostatni przymrozek wiosenny Last spring frost			Pierwszy przymrozek jesienny First autumn frost		
	średnio mean	najwcześniejszy earliest	najpóźniejszy latest	Średnio mean	najwcześniejszy earliest	najpóźniejszy latest
Łagodny/ Mild	18 IV	1 IV (2013)	5 V (2011)	11 X	13 XI (2002)	31 X (2009)
Średni/ Moderate	12 IV	1 IV (2003)	23 IV (2005, 2007)	18 X	8 X (2010)	31 X (2005, 2006)
Silny/ Severe	12 IV	5 IV (2007)	22 IV (2005)	29 X	28 X (2005)	31 X (2009)

Tabela 2. Średnie i skrajne daty ostatniego przymrozku wiosną i pierwszego jesienią na wysokości 5 cm nad gruntem w RSD Zawady w latach 2002–2013

Table 2. Mean and extreme dates of last spring frost and the first autumn frost at a height of 5 cm above the ground level at the Zawady Experimental Station in the years 2002–2013

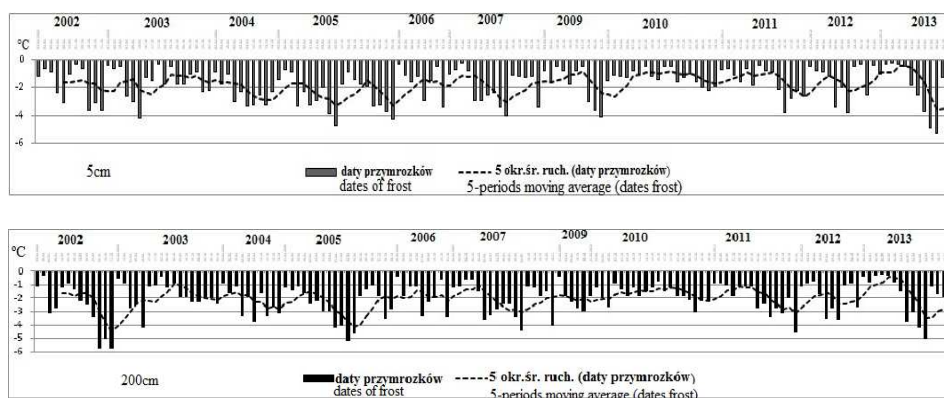
Klasa przymrozku Class of frost (°C)	Ostatni przymrozek wiosenny Last spring frost			Pierwszy przymrozek jesienny First autumn frost		
	średnio mean	najwcześniejszy earliest	najpóźniejszy latest	średnio mean	najwcześniejszy earliest	najpóźniejszy latest
Łagodny/ Mild	17 IV	3 IV (2009)	6 V (2011)	11 X	14 XI (2002)	21 X (2011)
Średni/ Moderate	19 IV	3 IV (2004)	2 V (2007)	13 X	9 XI (2003)	31 X (2006)
Silny/ Severe	19 IV	9 IV (2013)	4 V (2007)	15 X	10 X (2002)	21 X (2007)

Stwierdzono, że ostatnie wysokie przymrozki wiosenne o łagodnej intensywności występowały średnio około 18 kwietnia, a średnie i silne około 12 kwietnia. Najgroźniejsze dla roślin są przymrozki majowe, często nazywane „zimnymi ogrodnikami” (12 maja św. Pankracego, 13 maja św. Serwacego, 14 maja św. Bonifacego, 15 maja św. Zofii). Przyczyną ich powstawania jest napływ zimnego powietrza z obszarów polarnych (adwekcja arktycznego powietrza). W latach badań przymrozki majowe pojawiały się dość rzadko. Najpóźniejszą datą wystąpienia przymrozku wiosennego w analizowanym okresie był 6 maja 2011 r. Według Koźmińskiego i in. [1990] przymrozki wiosenne w środkowo-wschodniej Polsce zanikają około 15–20 maja.

Pierwszy wysoki przymrozek jesienny łagodny występował około 11 października, średni około 18 października, a silny najpóźniej – około 29 października. Daty wystąpienia przygruntowych przymrozków ostatnich wiosennych i pierwszych jesiennych o łagodnej intensywności były bardzo zbliżone do przymrozków wysokich (odpowiednio 17 kwietnia i 11 października). Natomiast przymrozki przygruntowe średnie i silne kończyły

się później wiosną (19 kwietnia) i zaczynały wcześniej jesienią (średni 13 października, a silny 15 października) niż przymrozki wysokie. Rojek i Żyromski [2000] twierdzą, że w czasie zjawisk występujących jesienią i wiosną dotyczących spadków temperatury powietrza nocą poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  a w ciągu dnia wzrostu powyżej  $0^{\circ}\text{C}$  mogą prowadzić do negatywnych skutków w uprawach roślinnych. Takie zjawisko jest nazywane skokami temperatury powietrza i powoduje złe zahartowanie upraw na zimę w okresie jesiennym. Natomiast wiosną takie zjawisko we wczesnej fazie rozwojowej przyspiesza proces ruszenia wegetacji w ciągu dnia, a nocą uszkadza rośliny (spadek temperatury), a to oddziałuje niekorzystnie na kwiatostany, młode łodygi, liście, zmniejsza zdolność kiełkowania, uszkadza wierzchołki wzrostu. Koźmiński i Michalska [2001] większe znaczenie przypisują przymrozkom wiosennym, ponieważ w tym okresie odbywają się siewy i wschody mało odpornych siewek, tworzenie pąków i zakwitanie drzew i krzewów owocowych, co naraża je na przemarzanie. Jesienią szkodliwość występowania przymrozków jest zwykle nieporównanie mniejsza. Aby łagodzić straty spowodowane przymrozkami, należy przede wszystkim unikać uprawy roślin nieodpornych w rejonach o dużym prawdopodobieństwie ich wystąpienia.

Intensywność przymrozków w RSD Zawady w latach 2002–2013 zarówno przygruntowych, jak i wysokich wykazuje pewną cykliczność w kolejnych latach (rys. 5).



Rys. 5. Cykliczność występowania przymrozków przygruntowych i wysokich w RSD Zawady w latach 2002–2013

Fig. 5. Patterns of occurrence of ground and air frosts at the Zawady Experimental Station in 2002–2013

Lata z przymrozkiem intensywnym przekraczającym  $-4,0^{\circ}\text{C}$  przeplatały się z latami z przymrozkiem łagodnym do  $-1,0^{\circ}\text{C}$ . Wieteska [2011] twierdzi, że zjawisko przymrozków w Polsce występuje praktycznie co roku. Przymrozki przygruntowe powodują liczne straty w rolnictwie. Występują na terenie całego kraju, lecz ze zróżnicowaną częstością i intensywnością.

## WNIOSKI

1. W RSD Zawady w latach 2002–2013 odnotowano 13,5 dnia rocznie z przymrozkiem przygruntowym i 13,3 dnia z wysokim.

2. Częstość występowania przymrozków łagodnych była znacznie większa niż silnych. Przymrozki silne częściej występowały wiosną niż jesienią. W obu analizowanych porach roku przymrozki łagodne częściej notowano na wysokości 200 cm nad gruntem, a średnie i silne 5 cm nad gruntem.

3. Daty występowania przymrozków przygruntowych łagodnych, ostatnich wiosennych i pierwszych jesiennych były zbliżone do dat występowania przymrozków wysokich o tej samej intensywności. Natomiast przymrozki przygruntowe średnie i silne kończyły się później wiosną i zaczynały wcześniej jesienią niż przymrozki wysokie.

## PIŚMIENNICTWO

- Dragańska E., Rynkiewicz I., Panfil M., 2004. Częstość i intensywność występowania przymrozków w Polsce Północno-Wschodniej w latach 1971–2000. *Acta Agrophys.* 104, 3(1), 35–42.
- Dudek S., Żarski J., Kuśmierk-Tomaszewska R., 2012. Tendencje zmian występowania przymrozków przygruntowych w rejonie Bydgoszczy. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 12, 2(38), 93–106.
- Grabowski J., 2010. The occurrence of ground frost in the Mazurskie Lakeland between the years 1966 and 2005. *Acta Agrophys.* 185, Rozprawy i Monografie 6, 99–110.
- Kalbarczyk R., 2010. Spatial and temporal variability of the occurrence of ground frost in Poland and its effect on growth, development and yield of pickling cucumber (*Cucumis sativus* L.), 1966–2005. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 9, 3, 3–26.
- Kossowska-Cezak U., Bajkiewicz-Grabowska E., 2008. *Podstawy hydrometeorologii*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Koźmiński Cz., Górski T., Michalska B. (red.), 1990. *Atlas klimatyczny elementów i zjawisk szkodliwych dla rolnictwa w Polsce*. Ser. R 232/B, IUNG, Puławy.
- Koźmiński Cz., Michalska B. (red.), 2001. *Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce*. Szczecin.
- Koźmiński C., Michalska B., 2008. *Agrometeorologia i klimatologia*. Wyd. AR w Szczecinie, Szczecin.
- Rojek M., Żyromski A., 2000. *Agrometeorologia i klimatologia*. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław.
- Słownik meteorologiczny, 2004. Red. T. Niedźwiedz. IMGW, Polskie Towarzystwo Geofizyczne, Warszawa.
- Starkel L., Kundzewicz W., 2008. Konsekwencje zmian klimatu dla zagospodarowania przestrzennego kraju. *Nauka* 1, 85–101.
- Wieteska S., 2011. The risk of frosts in the Polish zone climate. *Acta Univ. Lodz., Folia Oeconomica* 259, 43–157.

**Summary.** The objective of the work was to determine the intensity and frequency of occurrence of ground and air frosts at the Zawady Experimental Station from 2002 to 2013. The frequency and intensity of air (measured at a height of 200 cm above the ground level) and ground (5 cm



above the ground level) frosts occurring in spring and autumn were analysed. The dates when the last frosts were recorded in spring and the first frosts occurred in autumn were determined. Moreover, the number of days per each intensity class was determined depending on the season (spring, autumn). The annual number of days with ground frost at the Zawady Experimental Station in the study years was higher than or the same as the number of days when air frosts occurred, the reverse situation being noticed in 2005 and 2009. Mild frosts occurred much more frequently than severe frosts, the latter being also more frequent in the spring than autumn. In addition, mild frosts were recorded more often at a height of 200 cm above the ground level and moderate and severe frosts prevailed at a height of 5 cm above the ground level. The times of occurrence of the last mild ground frosts in spring and the first frosts of this kind in autumn were similar to the times when air frosts of the same intensity were observed. By contrast, moderate and severe ground frosts were recorded longer in spring and started earlier in autumn than air frosts.

**Key words:** ground frosts, air frosts, intensity, frequency, Siedlce Upland