

OCENA SZKÓD W ROŚLINACH SADOWNICZYCH I OGRODNICZYCH POWODOWANYCH PRZEZ PRZYMROZKI W MAJU 2011 ROKU*

Andrzej Doroszewski, Elżbieta Wróblewska, Tomasz Józwicki, Katarzyna Mizak

Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
e-mail: ador@iung.pulawy.pl

Streszczenie. Ocena zagrożenia przymrozkowego dokonano na podstawie danych pochodzących z 27 stacji meteorologicznych Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego (IUNG-PIB) oraz danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB). Wielkość plonów roślin sadowniczych i ogrodniczych określono na podstawie danych publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS). Przymrozki w maju 2011 roku wystąpiły na obszarze wszystkich województw Polski. Szczególnie silne przymrozki odnotowano na terytorium województw: kujawsko-pomorskiego, wielkopolskiego oraz warmińsko-mazurskiego. Straty w plonach spowodowane przez przymrozki wystąpiły m.in. dla upraw sadowniczych i ogrodniczych. Największe straty plonów wystąpiły w województwie wielkopolskim dla: agrestu, czereśni, śliwek i gruszek (obniżki plonów względem plonów średnich wieloletnich wynosiły ponad 70%), a dla jabłek, brzoskwini, moreli i orzechów włoskich (obniżki te wynosiły ponad 80%). Nieco mniejsze straty plonów z powodu przymrozków, ale również wysokie, odnotowano w woj.: opolskim, śląskim, zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, lubuskim, łódzkim oraz podlaskim.

Słowa kluczowe: przymrozki, plony roślin sadowniczych i ogrodniczych

WSTĘP

Jednym z ważniejszych czynników ograniczających uprawę roślin sadowniczych, ogrodniczych oraz polowych rolniczych jest ich wrażliwość na przymrozki wiosenne. Przymrozki przyczyniają się do obniżenia zarówno ilości, jak i jakości plonu, w skrajnych przypadkach mogą zniszczyć całą uprawę.

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.1 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

Rośliny największą wytrzymałość na mróz osiągają w czasie zimy. Wraz z jej zakończeniem, kiedy temperatura powietrza wzrasta, następuje proces rozhartowania. Na początku wegetacji wytrzymałość roślin na mróz zaczyna gwałtownie spadać. Szczególnie niebezpieczne są późno występujące przymrozki, które mogą spowodować uszkodzenia pąków kwiatowych, kwiatów oraz zawiązków owocowych. O wielkości wystąpienia strat decyduje stopień rozwoju tych części roślin, które są najbardziej narażone na wpływ niskiej temperatury. Straty są tym większe, im bardziej rośliny są rozwinięte, a szczególnie wrażliwe na przymrozki są kwiatostany. Wczesne rozpoczęcie wegetacji w rejonach narażonych na późne przymrozki wiosenne, znacznie zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia dużych strat w plonach.

Przymrozek występuje, gdy średnia dobową temperatura powietrza jest dodatnia, a minimalna temperatura obniża się poniżej 0°C (najczęściej taka sytuacja występuje w nocy lub nad ranem). Ze względu na genezę przymrozków wydzielane są dwie grupy: adwekcyjne wywołane przez napływ zimnego powietrza oraz radiacyjne spowodowane silnym wypromieniowaniem ciepła z podłoża. Każda z tych grup może wystąpić niezależnie, jednakże bardzo często występują przymrozki określane jako adwekcyjno-radiacyjne.

Uszkodzenie roślin przez przymrozki jest powodowane powstaniem lodu w tkankach, co w konsekwencji prowadzi do obumarcia całej rośliny lub jej części. Lód występujący poza komórkami, w nienadmiernie odwodnionych przestrzeniach międzykomórkowych, nie jest już tak groźny i rośliny mogą przetrwać ten stres (Rodrigo 2000). Przymrozki powodują ogólne osłabienie organizmu roślinnego, polegające na obniżeniu jego odporności na choroby i na działanie niekorzystnych warunków środowiska. Do uszkodzonych przez przymrozek tkanek dostają się łatwo np. pasożyty.

Obszarem Polski o najmniejszym zagrożeniu przymrozkami jest pas nadmorski, północno-wschodnia część kraju oraz szeroki pas nad dolnym Sanem, środkową Wisłą, południowa część Mazowsza oraz Podlasie. Na tych obszarach długość okresu pomiędzy wystąpieniem temperatury normalnej 5°C a dniem, w którym prawdopodobieństwo przymrozku spada do 5% (tzn. przeciętnie raz na 20 lat), jest mniejsza niż 30 dni. Natomiast zachodnia część kraju odznacza się długim okresem między obu terminami, co jest bardzo niekorzystne dla roślin, zwłaszcza dla tych, które są w fazie kwitnienia. Na tym terenie okres ten wzrasta aż do 45 dni, jest to wynikiem wczesnego rozpoczęcia wegetacji roślin (Demidowicz i in. 1999). Charakterystykę przymrozków w skali całego kraju przedstawiają prace Koźmińskiego i Michalskiej (Koźmiński i Michalska 2010) oraz Kalbarczyka (Kalbarczyk 2010). Natomiast w skali regionalnej problem wystąpienia przymrozków prezentują: Kołodziej i Węgrzyn (Kołodziej i Węgrzyn 2000a, 2000b) oraz Bartoszek i in. (Bartoszek i in. 2010) dla regionu lubelskiego, Dragańska i in.

(Dragańska i in. 2004) oraz Grabowski (Grabowski 2010) dla Polski północno-wschodniej, Dudek i in. (Dudek i in. 2012) dla rejonu Bydgoszczy.

Na wielkość strat plonów duży wpływ ma genetyczna odporność roślin na przymrozki, która jest cechą gatunkową a nawet odmianową. Szczególnie niebezpieczne jest wystąpienie późnego wiosennego przymrozku dla gatunków mało odpornych na mróz oraz dla tych roślin, u których kwitnienie występuje wcześnie. Szczególnie duże uszkodzenia roślin powstają wówczas, kiedy przymrozki występują po okresie 8-10 dni z temperaturą powietrza wynoszącą 10-12°C.

Wśród drzew mało odporne na przymrozki są: orzechy włoskie, morele, brzoskwinie, czereśnie, śliwki. Większą odpornością charakteryzują się grusze, jabłonie oraz wiśnie. Wśród krzewów owocowych przymrozki powodują największe straty plonów u porzeczki czarnej i czerwonej, a wśród warzyw u ogórka, pomidora, dyni, fasoli oraz grochu. Bardzo wrażliwe na przymrozki są również truskawki. Spośród upraw polowych szczególnie wrażliwe na uszkodzenia przymrozkowe są: gryka, soja, sorgo, ziemniak, kukurydza, rzepak oraz tytoń, w mniejszym stopniu: pszenica, owies, jęczmień, soczewica, słonecznik, gorczyca (Harpal i Tupper 2004).

Według Koźmińskiego i Michalskiej (Koźmiński i Michalska 2010) przymrozki można sklasyfikować jako łagodne: z temperaturą od 0,0 do -2°C, umiarkowane: od -2,1 do -4,0°C oraz silne: poniżej -4,0°C.

Średnią datą wystąpienia przymrozków w Polsce z temperaturą <0,0°C na wysokości 200 cm nad poziom gruntu (n.p.g.) jest 20 kwietnia, natomiast ostatnie występują 25 maja (Koźmiński i Michalska 2010). Duże zagrożenia dla roślin o średnich wymaganiach cieplnych powstają, gdy temperatura powietrza jest niższa niż -2°C. Średnią datę ostatnich takich przymrozków stanowi 10-15 kwietnia (Koźmiński i Michalska 2010). Szczególnie duże straty w produkcji roślinnej zachodzą wówczas, gdy mają miejsce przymrozki poniżej -4°C. Przymrozki o takim obniżeniu temperatury występują w drugiej połowie kwietnia, sporadycznie pojawiają się jeszcze w maju (Koźmiński i Michalska 2010).

Średnia liczba dni z przymrozkiem (<0,0°C) od 15 kwietnia do końca czerwca (temperatura powietrza mierzona na wysokości 2 m n.p.g.) wynosi w Polsce od 3,5 do 4,5 dni (Koźmiński i Michalska 2010). W maju takich dni jest 1-1,2, jednakże są one szczególnie niebezpieczne dla drzew i krzewów owocowych oraz rzepaku ozimego, albowiem zazwyczaj u tych roślin w pierwszych dniach maja występuje faza kwitnienia. Średnia liczba dni z przymrozkami <-2,0°C wynosi w drugiej połowie kwietnia 1,1-1,3, w maju 0,1-0,2 dnia. Natomiast z przymrozkiem <-4,0°C w drugiej połowie kwietnia to 0,3-0,4 dnia, a w maju ok. 0,05 dnia (Koźmiński i Michalska 2010).

Szczególnie duże straty w plonach roślin powstają w wyniku wystąpienia przymrozków przygruntowych (wysokość 5 cm n.p.g.). Przymrozki (<0,0°C) na tej wysokości w drugiej połowie kwietnia w Polsce występują z częstością 95-100%,

w maju od 70 do 95%, a w czerwcu od 7 do 36% (Koźmiński i Michalska 2010). Przymrozki z temperaturą $<-2,0^{\circ}\text{C}$ w drugiej połowie kwietnia występują z częstością 88-98%, w maju 45-79%, a w czerwcu od 2 do 14%. Przymrozki o temperaturze powietrza $<-4,0^{\circ}\text{C}$ notowane są z częstością 60-81% w drugiej połowie kwietnia, w maju 20-30%, w czerwcu występują sporadycznie (Koźmiński i Michalska 2010).

Celem prowadzonych badań była ocena strat w plonach roślin sadowniczych i ogrodniczych, jakie zostały wyrządzone przez przymrozki, które wystąpiły na wiosnę 2011 roku.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę zagrożenia przymrozkowego dokonano na podstawie danych meteorologicznych pochodzących ze stacji IUNG-PIB w Puławach oraz publikowanych przez IMGW-PIB (Biuletyn 2011). W 2011 roku IUNG-PIB posiadał 27 automatycznych stacji meteorologicznych rozmieszczonych w różnych rejonach Polski (rys. 1). Do oceny skutków zagrożenia przymrozkami wykorzystano dane dotyczące minimalnej temperatury powietrza w okresie od 2 do 7 maja 2011 roku, mierzonej na wysokości 2 m oraz 5 cm n.p.g. Mapy rozkładu minimalnej temperatury powietrza zostały wykonane w programie ArcView.



Rys. 1. Stacje meteorologiczne Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

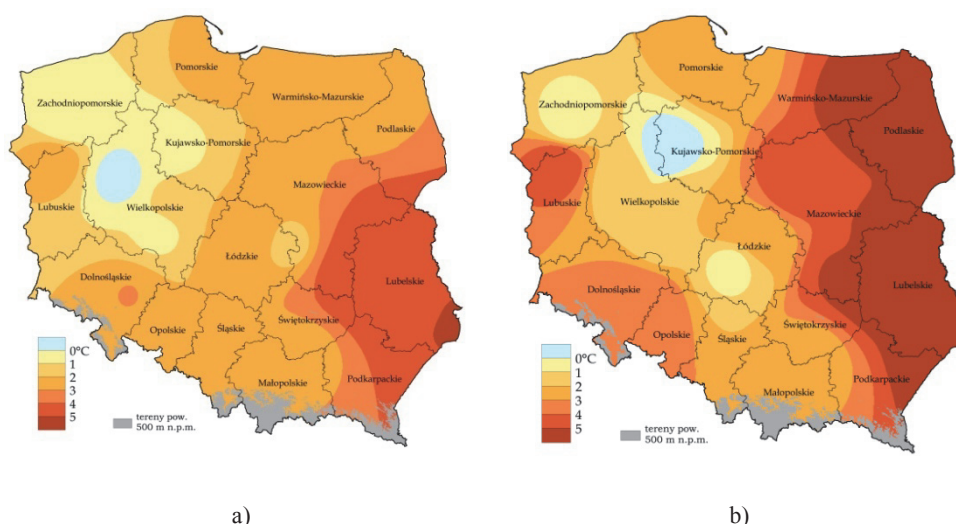
Fig. 1. Meteorological stations of the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute in Puławy

Wielkość plonów określono na podstawie danych publikowanych przez GUS. Obliczenia obniżenia plonów wojewódzkich i krajowych w 2011 roku dokonano względem średniego plonu z lat 2002-2010 (GUS 2003-2012).

WYNIKI I DYSKUSJA

Na 27 stacji meteorologicznych posiadanych przez IUNG-PIB, przymrozki w 2011 roku wystąpiły w 25 stacjach w okresie od 2 do 7 maja (rys. 2-7). W dwóch miejscowościach: Tomasze i Chełchy-Klimki (woj. mazowieckie) przymrozki nie wystąpiły. W maju 2011 roku przymrozek pojawił się na obszarze wszystkich województw Polski.

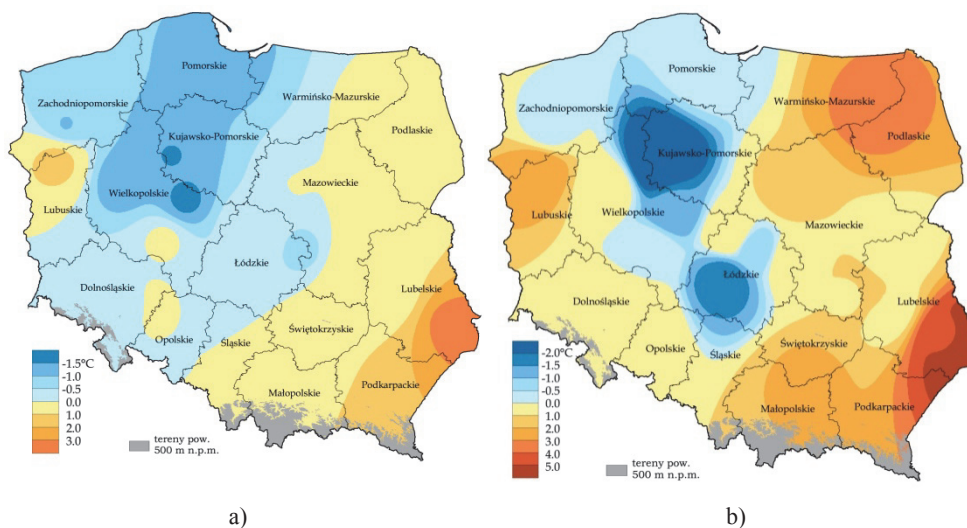
Pierwszym dniem z przymrozkiem był 2 maja. Miał on miejsce w Baborówku oraz w Królikowie (rys. 2). Według klasyfikacji Koźmińskiego i Michalskiej, występujący w tym dniu przymrozek, zaliczany jest do grupy określanej jako łagodny (Koźmiński i Michalska 2010).



Rys. 2. Minimalna temperatura powietrza w dniu 2011.05.02: a) 2 m nad powierzchnią gruntu, b) 5 cm nad powierzchnią gruntu

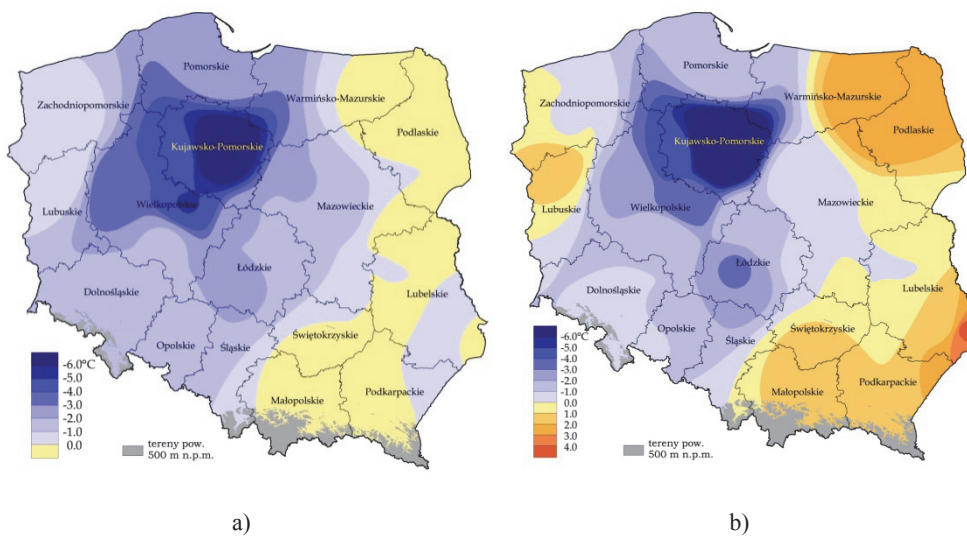
Fig. 2. The minimum air temperature on 2011.05.02: a) 2 m above the ground, b) 5 cm above the ground

3 maja przymrozek wystąpił już w 11 miejscowościach. Najniższą temperaturę powietrza na wysokości 2 m n.p.g. odnotowano na Pojezierzu Wielkopolskim oraz Wschodniopomorskim ($-1,6^{\circ}\text{C}$ w Giewartowie, $-1,5^{\circ}\text{C}$ w Królikowie), a na wysokości 5 cm n.p.g. $-3,0^{\circ}\text{C}$ (w Królikowie – rys. 3).



Rys. 3. Minimalna temperatura powietrza w dniu 2011.05.03: a) 2 m nad powierzchnią gruntu, b) 5 cm nad powierzchnią gruntu

Fig. 3. The minimum air temperature on 2011.05.03: a) 2 m above the ground b) 5 cm above the ground

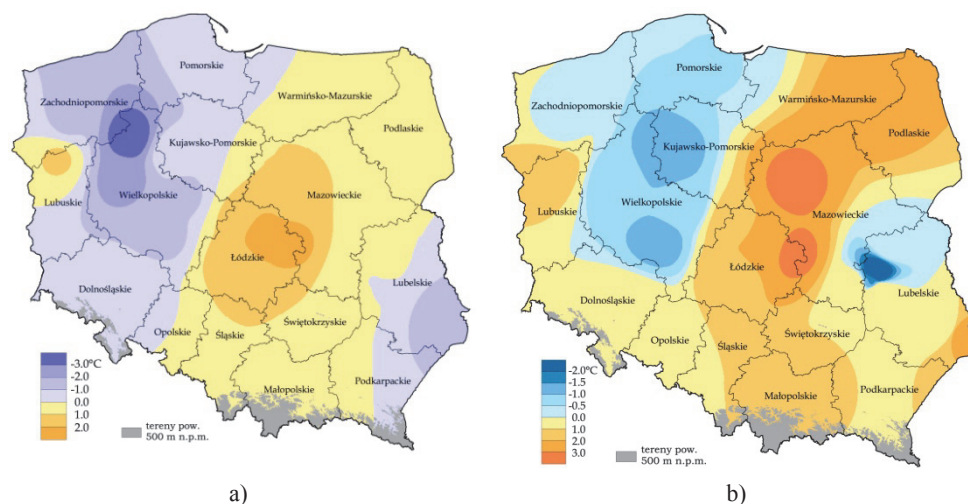


Rys. 4. Minimalna temperatura powietrza w dniu 2011.05.04: a) 2 m nad powierzchnią gruntu, b) 5 cm nad powierzchnią gruntu

Fig. 4. The minimum air temperature on 2011.05.04: a) 2 m above the ground b) 5 cm above the ground

Przymrozek z najniższą temperaturą powietrza oraz o największym zasięgu wystąpił 4 maja, odnotowano go w siedemnastu stacjach meteorologicznych IUNG-PIB. Temperatura powietrza na wysokości 2 m n.p.g. wynosiła od $-0,2^{\circ}\text{C}$ do $-5,0^{\circ}\text{C}$ (poniżej $-2,0^{\circ}\text{C}$ wystąpiła w siedmiu stacjach). Najniższą temperaturę odnotowano w miejscowościach: Baborówko ($-3,8^{\circ}\text{C}$), Królikowo ($-4,3^{\circ}\text{C}$) oraz Giewartów ($-5,0^{\circ}\text{C}$). W tym dniu rekordowo niską temperaturę odnotowano w Toruniu, $-7,2^{\circ}\text{C}$. Była to najniższa temperatura minimalna maja w Polsce w 61-letnim okresie 1951–2011 (Biuletyn 2011). Natomiast temperatura powietrza na wysokości 5 cm n.p.g. wynosiła od $-1,3^{\circ}\text{C}$ do $-11,1^{\circ}\text{C}$. Poniżej $-2,0^{\circ}\text{C}$ wystąpiła w pięciu stacjach: Baborówko ($-2,1^{\circ}\text{C}$), Osiny ($-2,5^{\circ}\text{C}$), Dobra ($-3,0^{\circ}\text{C}$), Giewartów ($-3,7^{\circ}\text{C}$) i Królikowo ($-4,3^{\circ}\text{C}$). Najniższą temperaturę powietrza przy gruncie odnotowano w Toruniu ($-11,1^{\circ}\text{C}$) (Biuletyn 2011). W tym dniu przymrozek wystąpił w Wielkopolsce i na Kujawach, a także na znacznej powierzchni pozostałego obszaru Polski, zwłaszcza w jej zachodniej części, określanej według Koźmińskiego i Michalskiej jako silny bądź umiarkowany (Koźmiński i Michalska 2010) (rys. 4).

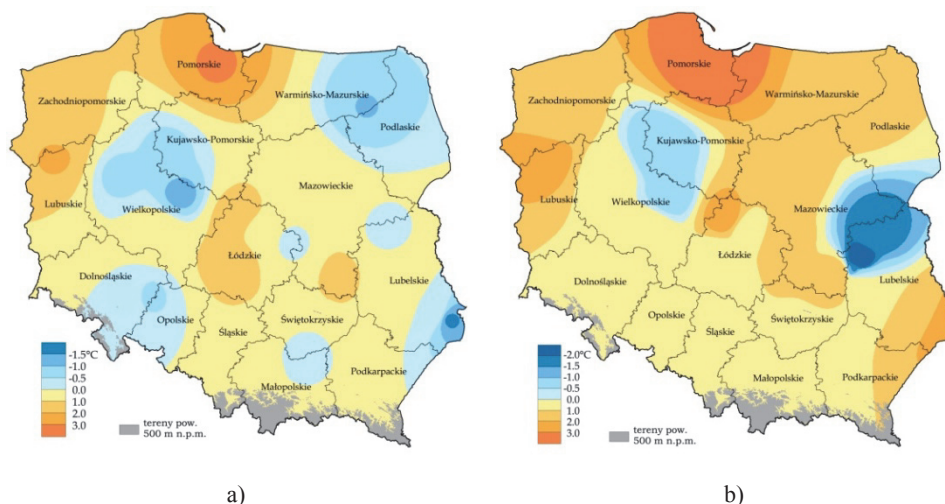
5 maja przymrozek wystąpił głównie w zachodniej części kraju. Najniższą temperaturę powietrza odnotowano w Wielkopolsce, na Kujawach oraz w północnej części Lubelszczyzny. W tym dniu najniższą temperaturę powietrza na wysokości 2 m n.p.g. odnotowano w Pile ($-3,9^{\circ}\text{C}$) (Biuletyn 2011) (rys. 5). Występujący w tym dniu przymrozek, według Koźmińskiego i Michalskiej (Koźmiński i Michalska 2010) określanej jest jako umiarkowany.



Rys. 5. Minimalna temperatura powietrza w dniu 2011.05.05: a) 2 m nad powierzchnią gruntu, b) 5 cm nad powierzchnią gruntu

Fig. 5. The minimum air temperature on 2011.05.05: a) 2 m above the ground b) 5 cm above the ground

6 maja był kolejnym dniem z przymrozkiem określanym jako umiarkowany (Koźmiński i Michalska 2010). Przymrozek na 2 m n.p.g. odnotowano na dziesięciu stacjach meteorologicznych IUNG-PIB, na wysokości 5 cm n.p.g., wystąpił na Kujawach oraz w północnej części Lubelszczyzny oraz na południowym Podlasiu (rys. 6).



Rys. 6. Minimalna temperatura powietrza w dniu 2011.05.06: a) 2 m nad powierzchnią gruntu, b) 5 cm nad powierzchnią gruntu

Fig. 6. The minimum air temperature on 2011.05.06: a) 2 m above the ground b) 5 cm above the ground

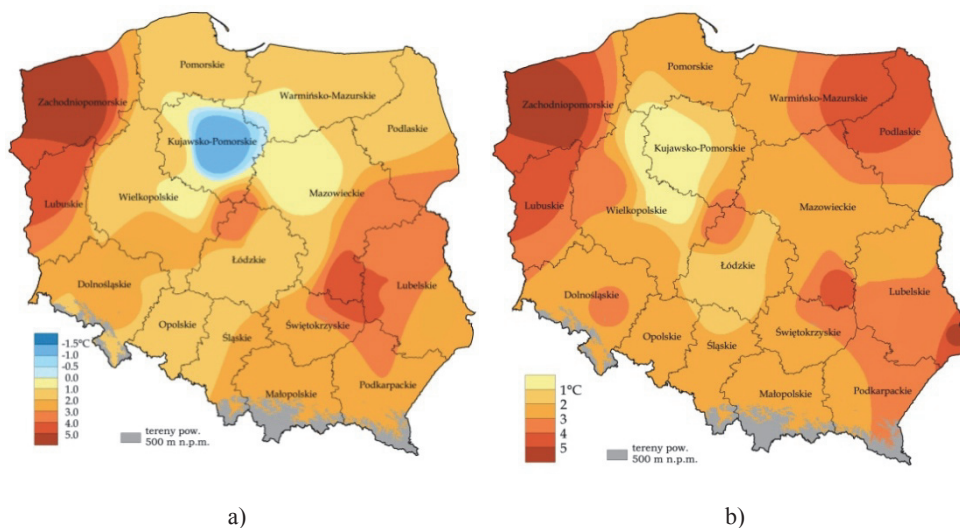
7 maja był ostatnim dniem z przymrozkiem, pojawił się on tylko na wysokości 2 m n.p.g. Łagodny przymrozek odnotowano na obszarze Kujaw (rys. 7).

Przymrozki w maju 2011 roku wystąpiły w Polsce przez 6 dni. Najkrócej przymrozek w rozpatrywanych miejscowościach miał miejsce w Puławach (jeden dzień). Dwa dni z przymrozkami wystąpiło w 11 miejscowościach. Natomiast najdłużej (przez 3 dni) występował w Królikowie.

Najbardziej zagrożonym regionem przez wiosenne przymrozki w 2011 roku była Wielkopolska i Kujawy, minimalna temperatura powietrza na tym obszarze była najniższa, a okres występowania przymrozku był najdłuższy (5 dni).

Tak niskie wartości temperatury w dniach od 1 do 6 maja 2011 roku były wynikiem napływu z północy Europy chłodnych arktycznych mas powietrza. Natomiast 7 maja z północnego wschodu i wschodu nastąpiła adwekcja chłodnej masy powietrza polarno-morskiego (Biuletyn 2011).

Niska temperatura powietrza, która wystąpiła w pierwszych dniach maja 2011 roku, spowodowała znaczne uszkodzenia kwiatów drzew i krzewów owocowych oraz roślin ciepłolubnych (Biuletyn 2011).



Rys. 7. Minimalna temperatura powietrza w dniu 2011.05.07: a) 2 m nad powierzchnią gruntu, b) 5 cm nad powierzchnią gruntu
Fig. 7. The minimum air temperature on 2011.05.07: a) 2 m above the ground b) 5 cm above the ground

Straty poniesione w wyniku stosunkowo długiego okresu z przymrozkami, a zwłaszcza z wystąpieniem ich w silnej postaci, odnotowano w województwach: wielkopolskim, opolskim, śląskim, zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, lubuskim, łódzkim, podlaskim oraz świętokrzyskim.

Straty spowodowane m.in. przez przymrozki w 2011 roku przyczyniły się do znacznej obniżki plonów wielu upraw. W tabeli 1 zamieszczono uprawy, w których przymrozek poczynił największe straty w plonach (w %).

Największe straty z powodu wystąpienia przymrozków wystąpiły wśród rozpatrywanych upraw w województwie wielkopolskim, oprócz owoców wiśni, których obniżenie plonów względem średniej z wielolecia 2002-2010 wynosiło 48,5%, dla pozostałych upraw straty wynosiły ponad 50% (dla truskawek) i 65% dla porzeczek. Natomiast szczególnie duże obniżenie plonów z powodu przymrozków w tym województwie wystąpiły dla agrestu, czereśni, śliwek i gruszek (ponad 70%), a dla jabłek, brzoskwini, moreli oraz orzechów włoskich, straty te były jeszcze większe i wynosiły ponad 80% (tab. 1).

Bardzo duże straty plonów wielu upraw z powodu przymrozków wystąpiły w województwie opolskim (od 45,9% dla czereśni, do ponad 50% dla agrestu i śliwek oraz ponad 70% dla porzeczek, jabłek, brzoskwini, moreli oraz orzechów włoskich). Największe straty w tym województwie odnotowano wśród wiśni – 87,7%.

Tabela 1. Obniżka (w %) plonów sadowniczych i ogrodniczych (względem wielolecia 2002-2010) z powodu wystąpienia przymrozków w 2011 roku w województwach (dane według GUS)

Table 1. The reduction (in %) in horticultural and orchards yields (relative to the multi-year period 2002-2010) due to the occurrence of frost in 2011 in the Provinces (according to GUS)

Województwa Provinces	Agrest Goose-berry	Porzeczki Currants	Truskawki Strawberries	Czereśnie Sweet cherries	Wiśnie Cherries	Śliwki Plums	Gruszki Pears	Jablka Apples	Pozostałe owoce drzew* Fruits from other fruit trees*
Dolnośląskie	63,5	38,0	-39,5	23,6	-3,1	7,5	10,4	7,7	110,3
Kujawsko-Pomorskie	-66,8	-49,4	-37,5	-43,0	-51,2	-60,6	-69,2	-49,9	91,9
Lubelskie	67,6	51,3	52,8	75,8	49,1	54,2	58,7	45,6	-2,0
Lubuskie	-45,3	-37,9	-25,4	-27,1	-26,7	-26,4	-4,6	-35,5	-40,0
Łódzkie	-28,4	-47,2	-27,7	-29,4	-32,0	-34,0	21,6	7,8	-41,2
Małopolskie	-44,3	-19,3	-8,5	5,6	8,3	46,2	-0,6	-7,6	31,5
Mazowieckie	66,1	-53,2	22,5	12,8	18,7	14,9	7,7	24,4	-11,1
Opolskie	-58,8	-74,1	27,1	-45,9	-87,7	-64,5	-33,7	-73,9	-72,3
Podkarpackie	-12,3	-8,7	-41,7	-0,2	-31,2	-28,6	-41,2	0,9	-8,5
Podlaskie	-30,5	-68,8	-30,2	-29,9	-43,1	-24,8	-4,8	-7,6	42,8
Pomorskie	-30,8	-41,1	-57,4	-67,4	-58,7	-63,3	-46,9	-37,5	-82,2
Śląskie	-55,9	-17,4	-55,6	-66,4	-61,1	-64,3	-75,4	-40,2	-64,4
Świętokrzyskie	-25,9	-37,0	-15,1	91,3	33,0	11,7	-16,3	6,3	70,5
Warmińsko-Mazurskie	-4,5	1,4	-37,2	50,6	-40,1	-38,5	17,2	1,8	134,7
Wielkopolskie	-71,5	-65,0	-53,3	-73,2	-48,5	-79,4	-74,6	-80,2	-82,4
Zachodnio-pomorskie	-55,1	-27,6	-62,0	-50,9	-73,4	-74,4	-66,5	-0,9	-74,3
POLSKA	-15,2	-7,7	-5,1	-5,2	1,9	-8,4	-7,1	12,9	2,2

*pozostałe owoce z drzew: brzoskwinie, morele, orzechy włoskie – fruits from other fruit trees: peaches, apricots, walnuts

Również znaczne obniżenie plonów z powodu przymrozków odnotowano w województwie śląskim (od 17,4% dla porzeczek, do ponad 50% dla agrestu i truskawek, do ponad 60% dla czereśni, wiśni, śliwek, brzoskwini, moreli oraz

orzechów. Największe straty w województwie śląskim zarejestrowano dla gruszek (75,4%). Znaczące straty zauważono również w woj. zachodniopomorskim, od 27,6% dla porzeczek, do ponad 50% dla agrestu i czereśni oraz ponad 60% dla truskawek i gruszek. Największe obniżenie plonów odnotowano w województwie zachodniopomorskim dla śliwek, brzoskwini, moreli i orzechów (ponad 74%) (tab. 1).

Duże straty z powodu przymrozków wystąpiły także w województwie kujawsko-pomorskim, najniższe odnotowano dla truskawek 37,5%, większe dla porzeczek, czereśni, wiśni, jabłek (ponad 40%), a największe dla agrestu, śliwek oraz gruszek (ponad 60%).

W pozostałych województwach: lubuskim, łódzkim, podlaskim, świętokrzyskim, straty z powodu wiosennych przymrozków w 2011 roku również były wysokie i wynosiły dla wielu upraw od 27 do ok. 69%.

Uzyskane plony roślin sadowniczych oraz ogrodniczych w 2011 roku świadczą że przymrozki mogą spowodować wymarzenie prawie całych plantacji na terenie nawet kilkunastu województw, dotyczy to np. wiśni (opolskie, zachodniopomorskie), gruszek (śląskie, wielkopolskie), brzoskwini, moreli oraz orzechów włoskich (pomorskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie, opolskie).

Na tak duże straty plonów roślin sadowniczych i ogrodniczych niewątpliwie wpływ miał stosunkowo długi czas trwania przymrozku (do 5 dni) oraz jego intensywność (do $-11,1^{\circ}\text{C}$ przy gruncie). Te dwa czynniki zadecydowały, że wielkość porażenia roślin przez przymrozki była wyjątkowo duża, co spowodowało, że straty plonów z tego powodu były wyjątkowo wysokie.

WNIOSKI

1. Szczególnie silne przymrozki w maju 2011 roku odnotowano na terytorium województw: kujawsko-pomorskiego, wielkopolskiego oraz warmińsko-mazurskiego.

2. Rekordowo niską temperaturę powietrza dla maja w ciągu okresu 1951-2011 odnotowano w Toruniu, na wysokości 2 m n.p.g temperatura ta wynosiła $-7,2^{\circ}\text{C}$.

3. Największe straty w plonach spowodowane przez silne przymrozki wystąpiły dla upraw: agrestu, porzeczek, czereśni, wiśni, śliwek, gruszek, jabłek, brzoskwiń, moreli, orzechów włoskich oraz truskawek.

4. Największe straty w plonach roślin sadowniczych i ogrodniczych spowodowane przez majowe przymrozki 2011 roku wystąpiły w województwie wielkopolskim, opolskim, śląskim, zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, lubuskim, łódzkim oraz podlaskim.

PIŚMIENNICTWO

- Bartoszek K., Skiba K., Dobek M., Siłuch M., Wereski S., 2010. Frost occurrence in April and May in the eastern Poland area in the period 1988-2007. *Acta Agrophysica Rozprawy i Monografie*, 6, 24-33.
- Biuletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej IMGW, 2011. 5 (103).
- Demidowicz G., Doroszewski A., Górski T., 1999. Wstępna ocena zagrożenia przymrozkowego roślin sadowniczych. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 202, *Agricultura*, 79, 57-60.
- Dragańska E., Rynkiewicz I., Panfil M., 2005. Częstotliwość i intensywność występowania przymrozków w Polsce północno-wschodniej w latach 1971-2000. *Acta Agrophysica*, 3(1), 35-41.
- Dudek S., Żarski J., Kuśmierk-Tomaszewska R., 2012. Woda Środ. Obsz. Wiej., (IV-VI), 12(38), 93-106.
- Grabowski J., 2010. The occurrence of ground frost in the Mazurskie Lakeland between the years 1966 and 2005. *Acta Agrophysica Rozprawy i Monografie*, 6, 99-110.
- GUS, 2003-2012. *Produkcja upraw rolnych i ogrodnictwa*. Warszawa.
- Harpal S.M., Tupper G.J., 2004. *Agrometeorology. Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture*. Food Products Press®. An Imprint of The Haworth Press, Inc. New York, London, Oxford, ISBN 1-56022-972-1, 55-64.
- 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.
- Kołodziej J., Węgrzyn A., 2000a., Czasowy i przestrzenny rozkład przymrozków na Lubelszczyźnie (1971-90). I. Przymrozki na wysokości 200 cm nad powierzchnią gruntu. *Annales UMCS sec. E*, 55, 205—226.
- Kołodziej J., Węgrzyn A. 2000b., Czasowy i przestrzenny rozkład przymrozków na Lubelszczyźnie (1971-90). II. Przymrozki na wysokości 5 cm nad powierzchnią gruntu. *Annales UMCS sec. E*, 55, 227-246.
- Koźmiński C., Michalska B., 2010. Niekorzystne zjawiska atmosferyczne w Polsce. Straty w rolnictwie W: *Klimatyczne Zagrożenia Rolnictwa w Polsce*, pod red. Koźmińskiego C., Michalskiej B., Leśnego J. Uniwersytet Szczeciński, 9-54.
- Rodrigo J., 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees – morphological damage and flower hardiness. *Sci. Hort.*, 85, 155-173.

EVALUATION OF DAMAGE TO FRUIT AND HORTICULTURAL PLANTS CAUSED BY FROSTS IN MAY 2011

Andrzej Doroszewski, Elżbieta Wróblewska, Tomasz Józwicki, Katarzyna Mizak

Department of Agrometeorology and Applied Informatics
Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
e-mail: ador@iung.pulawy.pl

Abstract. Frost risk assessment was based on data from 27 meteorological stations of the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute (IUNG-PIB) and data of the Institute of Meteorology and Water Management – National Research Institute IMGW-PIB. The level of yields of horticulture and orchard crops was based on data published by the Central Statisti-

cal Office (GUS). Frost in May 2011 occurred in the area of all of the Provinces of Poland. Particularly strong frosts were recorded in the territory of the Provinces: Kujawsko-Pomorskie, Wielkopolskie and Warmińsko-Mazurskie. Losses in yield caused by the frosts occurred, including the orchard and horticultural crops. The largest yield losses occurred in the Wielkopolska Province for gooseberries, cherries, plums and pears (yield reduction relative to average long-term yields were above 70%), and for apples, peach, apricot and walnut (these reductions were more than 80%). Slightly lower losses of yield due to frost, but also high, were reported in the Provinces: Opolskie, Śląskie, Kujawsko-Pomorskie, Lubuskie, Łódzkie and Podlaskie.

Key words: frost, horticultural and orchards crops yields