

WPŁYW PODGRZEWANIA POWIETRZA NA OGRANICZENIE USZKODZEŃ PRZYMROZKOWYCH KWIATÓW JABŁONI

Effect of heating the air on reduction in frost damage to apple blossom

Jacek Rabcewicz, Waldemar Treder
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice
e-mail: Jacek.Rabcewicz@insad.pl

ABSTRACT

The aim of the experiments was to evaluate the efficacy of a mobile air heater used for the prevention of spring frost damage in apple orchards. The tractor-pulled heater equipped with burners was driven along apple-orchard rows during the whole period of frost occurrence. The distance between the successive passages of the tractor was 60 m. The following parameters were determined at different distances from the passage rows: the extent of frost damage to flowers, the number of fruitlets, and the yield achieved. No significant differences were found between the percentage of damaged flowers and the number of fruitlets in the treated and untreated areas. Also, the differences in fruit yield showed no obvious trend, although slightly higher yields were achieved along the treated rows. A more significant factor affecting fruit yield seems to have been the configuration of the orchard area and the "air corridor" facilitating the flow of cold air.

Key words: apple blossom, spring frost, damage to blossom, heating the air

WSTĘP

Wielkość strat powodowanych w sadach przez wiosenne przymrozki zależy między innymi od minimalnej wartości temperatury, szybkości jej obniżania, wilgotności powietrza oraz prędkości wiatru. Czynniki te decydują o skuteczności metod stosowanych w zapobieganiu przemarznięciom. Najtrudniejsza jest ochrona przed przymrozkami adwekcyjnymi

wywołanymi napływem grubych warstw zimnego powietrza. W tym przypadku zastosowanie maszyn mieszających powietrze nie ma uzasadnienia, ze względu na brak znaczących różnic temperatur w niższych i wyższych warstwach (inwersja). Skuteczniejsze jest podnoszenie temperatury przez spalanie różnych materiałów. Wymaga ono jednak zastosowania znacznej ilości źródeł ciepła (Kołodziejczak i Mika 1984; Jankiewicz i in. 1984), jest więc kosztowne oraz skomplikowane organizacyjnie. Połączenie jednoczesnego podgrzewania oraz mieszania powietrza uzyskano przez wprowadzenie do praktyki sadowniczej ciągnikowego urządzenia wyposażonego w gazowe palniki oraz wentylator o dużej wydajności. Urządzenie jest przetaczane wzdłuż rzędów drzew w okresie występowania przymrozku, co powoduje cykliczne wzrosty temperatury w chronionych kwaterach. Skuteczność stosowania maszyny oceniano podczas wiosennych przymrozków o charakterze adwekcyjno-radiacyjnym, które wystąpiły w centralnej Polsce w roku 2005 oraz 2007.

MATERIAŁ I METODY

Celem badań była ocena wpływu podgrzewania powietrza ciągnikowym urządzeniem grzewczym (producent: firma Lazo, Belgia) na ograniczenie strat przymrozkowych w sadzie jabłoniowym. Zaczepiana do ciągnika maszyna wyposażona jest w zasilany propanem palnik, umieszczony na początku tunelu, którym wentylator o wydajności maksymalnej 225 tys. m³ zasysa zimne powietrze. Po podgrzaniu do temperatury 80-100°C powietrze rozprowadzane jest dwoma wylotami ustawionymi poprzecznie do kierunku jazdy maszyny. Wentylator jest napędzany od wału odbioru mocy ciągnika za pośrednictwem dwustopniowej przekładni umożliwiającej uzyskanie dwóch prędkości obrotowych. Temperatura w wylotach wentylatora kontrolowana jest termometrem umieszczonym na obudowie tunelu i regulowana zaworem doprowadzającym gaz. Minimalna moc ciągnika współpracującego z urządzeniem wynosi 45 kW. Zabiegi ochrony polegają na przejeżdżaniu w międzyrzędziach sadu w czasie występowania przymrozków. Należy je rozpocząć

z odpowiednim wyprzedzeniem, zanim temperatura powietrza osiągnie wartości ujemne.

Badania przeprowadzono w roku 2005 i 2007 w Zakładzie Sadowniczym INSAD w Prusach k. Skierniewic, w sadzie jabłoniowym o powierzchni 7,0 ha z odmianami Alwa (rok sadzenia 2001) i Ligol (1997). Sad posadzono na skłonie północnym, w rozstawie rzędów 3,3 m ('Ligol') oraz 4 m ('Alwa'). Powierzchnia chroniona urządzeniem grzewczym wynosiła ok. 4,5 ha. W roku 2005 poważne przymrozki wiosenne o charakterze adwekcyjno-radiacyjnym (do $-4,5^{\circ}\text{C}$) wystąpiły w okresie od 20 do 25 kwietnia, a w nocy z 13 na 14 maja obserwowano tylko lekki spadek temperatury do $-0,5^{\circ}\text{C}$. W roku 2007 pierwszy przymrozek wystąpił w nocy z 21 na 22 kwietnia (temp. minimalna $-3,5^{\circ}\text{C}$), a kolejne 1 i 2 maja (temperatury minimalne mierzone na wysokości 1,2 m wynosiły odpowiednio $-2,8^{\circ}\text{C}$ oraz $-5,1^{\circ}\text{C}$). Wiosną 2005 r. zabiegi ochrony wykonano w ciągu 5 nocy z przymrozkami: 20-21; 21-22; 22-23; 23-24 kwietnia oraz z 13 na 14 maja. W sezonie 2007 przeprowadzono trzy zabiegi: jeden w kwietniu (noc z 21-22) oraz dwa na początku maja (1 oraz 2 V). Odległość między przejazdami ciągnika wynosiła 60 m, a prędkość jazdy ok. 7 km/h. Cykl obrotu urządzenia, tzn. czas powrotu do miejsca startu wynosił od 7 do 10 minut. Podczas zabiegów, w odległościach 12, 22, 30 oraz 80 m od trasy przejazdu urządzenia rejestrowano temperaturę powietrza w koronach drzew.

Skuteczność ochrony oceniano na podstawie stopnia uszkodzeń mrozowych kwiatów, liczby zawiązanych owoców, wielkości i jakości uzyskanego plonu. Uszkodzenia mrozowe pąków kwiatowych oceniano w rzędach oddalonych o ok. 10, 20 oraz 30 m od trasy przejazdu urządzenia grzewczego oraz w kontrolnych w odległości 70-100 m. W każdym z rzędów wyznaczono trzy poletka po 5 drzew, z których zbierano po 100 kwiatów. Procent kwiatów trwale uszkodzonych porównano statystycznie wykorzystując analizę wariancji. W sezonie 2007 z uwagi na obserwowane liczne uszkodzenia mrozowe kwiatów ograniczono się do oceny po pierwszym przymrozkach (21-22 IV). Liczbę zawiązków określono po opadzie „czerwcowym”. Liczono wszystkie

owoce na 15 drzewach wybranych losowo z każdego z 5 rzędów leżących w różnych odległościach od trasy przejazdu urządzenia grzewczego. Plon i uszkodzenia przymrozkowe owoców określano na podstawie masy jabłek zebranych jesienią z 30 drzew, wybranych z trzech odcinków wyznaczonych w rzędach w sposób analogiczny jak w przypadku liczenia zawiązków. Średnią liczbę zawiązków, wielkość plonów oraz procentowy udział owoców uszkodzonych przez przymrozki z drzew na wydzielonych odcinkach rzędów porównano z danymi uzyskanymi z drzew z rzędów kontrolnych, oddalonych od miejsca przejazdu o 70-100 m. Za uszkodzone przez przymrozki uznano wszystkie jabłka z charakterystycznymi spękaniem i ordzawieniami, niezależnie od wielkości uszkodzonej powierzchni. Średnie wartości dla rzędów porównano statystycznie wykorzystując analizę wariancji.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wiosenne przymrozki obserwowane w sezonach 2005 oraz 2007 na terenie, w którym prowadzono doświadczenia miały charakter adwekcyjno-radiacyjny i były spowodowane napływem warstw zimnego powietrza z północy kontynentu. Nocami temperatura spadała do -5°C , a czas występowania temperatur ujemnych trwał 6-8 godzin. Charakterystyczne były dynamiczne zmiany i gwałtowne spadki temperatury powietrza – obniżenie temperatury o $1,5-2^{\circ}\text{C}$ w czasie kilku lub kilkunastu minut odnotowano w obydwóch sezonach badań. Pomimo napływowego charakteru przymrozków obserwowano zróżnicowanie temperatury powietrza na różnych wysokościach korony drzew. Ciepłe powietrze występowało na wysokości 2,2 m, a średnie ujemne temperatury na wysokości 1,2 m były niższe o ok. $0,6^{\circ}\text{C}$. Maksymalne chwilowe różnice dochodziły do $1,6^{\circ}\text{C}$.

Impulsy ciepła wytwarzane przez pracujące urządzenie grzewcze pozwalały na okresowe wzrosty temperatury powietrza w rzędach sadu oddalonych do 30 m od miejsca przejazdu. Wartość wzrostów zależała od aktualnej temperatury otoczenia, odległości od maszyny oraz kierunku

i prędkości przesuwania się zimnego powietrza atmosferycznego. Przy bezwietrznej pogodzie najwyraźniejsze skoki temperatury do $1\div 1,4^{\circ}\text{C}$ obserwowano w odległości 10-12 m od źródła ciepła. Wzrosty temperatury przekładały się na skrócenie czasu występowania przymrozków w stosunku do kwater niechronionych – tab. 1. Największe różnice dotyczyły najniższych wartości temperatury.

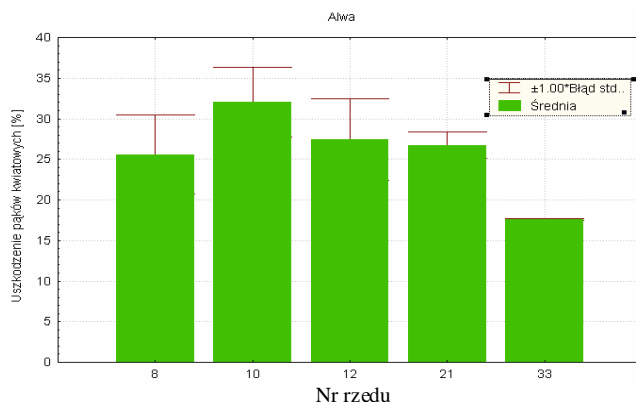
T a b e l a 1

Okresy występowania ujemnych temperatur na poletkach traktowanych i nie traktowanych urządzeniem podgrzewającym powietrze (Prusy, 2 V 2007) – Periods of negative temperatures occurring on the plots treated with an air heating machine and on untreated plots (Prusy, 2 May 2007)

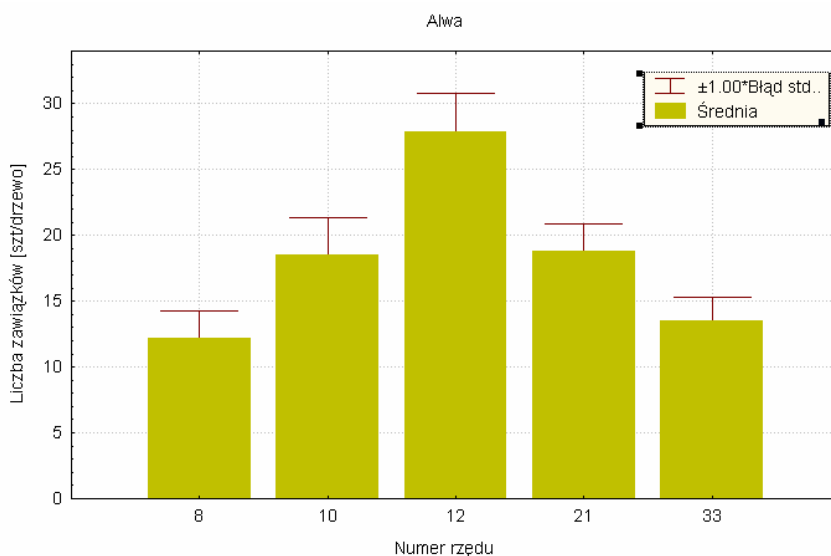
Wartość temperatury Temperature [$^{\circ}\text{C}$]	Czas występowania temperatury o wartości niższej niż w kolumnie 1 [min] Period of time during which temperature was lower than that in column 1 [minutes]		
	12 m od urządzenia 12 m from heater	22 m od urządzenia 22 m from heater	kontrola control
-3,0	120	161	161
-3,5	10	25	64
-4,0	-	-	14

Skrócenie czasu występowania temperatury ujemnej nie wpłynęło jednoznacznie na zmniejszenie strat spowodowanych przymrozkami. Ocena stopnia uszkodzenia pąków kwiatowych wykazała wysoką zmienność zarówno pomiędzy poszczególnymi drzewami, jak i rzędami. W sezonie 2007 po pierwszym przymrozkach (22 IV 2007), z minimalną temperaturą $-3,5^{\circ}\text{C}$, średni poziom przemarznięcia kwiatów odmiany Alwa wynosił od 18 do 32%, a odmiany Ligol od 16 do prawie 52%. Nie wykazano jednoznacznie pozytywnego wpływu podgrzewania powietrza na stopień uszkodzeń. Co prawda w przypadku odmiany Alwa, w sezonie 2005, najniższy procent przemarzniętych pąków stwierdzono w rzędach znajdujących się do 12 m od trasy przejazdu urządzenia grzewczego, za to w sezonie 2007 najmniej (ok. 18%) przemarzły pąki kwiatowe na jednym

z rzędów kontrolnych (rząd nr 33), oddalonym o 80 metrów – rys. 1. Na przemarznięcia kwiatów większy wpływ miała kondycja drzew oraz konfiguracja terenu i związane z nią „pasy” przemieszczania się zimnych mas powietrza.

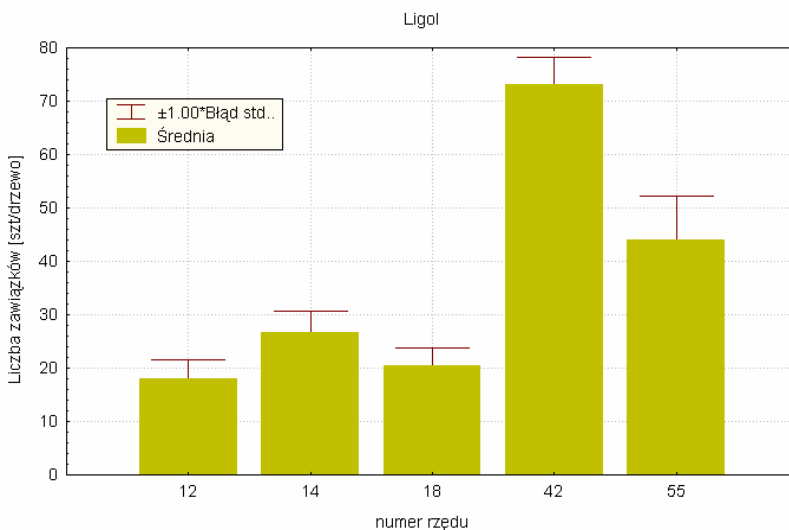


Rysunek 1. Stopień przemarznięcia pąków kwiatowych na drzewach jabłoni odmiany Alwa w różnych odległościach od urządzenia grzewczego (Prusy 2007) – Percentage of frozen flowers on ‘Alwa’ apple trees at different distances from heating unit (Prusy, 2007)

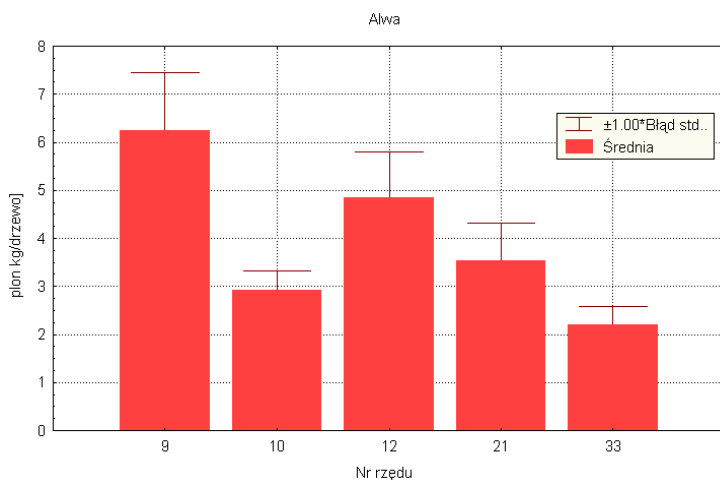


Rysunek 2. Liczba zawiązków owoców na drzewach odmiany Alwa (średnie dla rzędów). Urządzenie grzewcze było przetaczane pomiędzy rzędami 15 i 16 – Number of fruitlets on ‘Alwa’ apple trees (average values for rows). Heating unit was driven between rows 15 and 16

W sezonie 2005 stopień zawiązania owoców odmiany Alwa charakteryzował się dużą zmiennością przestrzenną i nie zależał od zastosowanego urządzenia grzewczego. Drzewa odmiany Ligol zawiązały w całym sadzie stosunkowo dużo owoców, najwięcej zawiązków notowano w strefie najbardziej oddalonej od obszaru działania urządzenia grzewczego. W roku 2007 ocena liczby zawiązków uwzględniała uszkodzenia powstałe w czasie wszystkich nocy z przymrozkami: 22 IV, 2 i 3 V. W przypadku odmiany Alwa najwięcej zawiązków (średnio 28 szt./drzewo) stwierdzono w rzędzie znajdującym się najbliżej urządzenia – rys. 2. Liczba zawiązków zmniejszała się wraz ze wzrostem odległości: 18 szt./drzewo w odległości ok. 20 m (rzędy nr 10 i 22) i tylko 13 szt./drzewo w kontroli (rząd 33). Wskazywałoby to na pozytywny wpływ przeprowadzonych zabiegów. Obserwacje te nie potwierdziły się jednak w kwaterze z odmianą Ligol, gdzie najwięcej owoców zawiązały drzewa w rzędach nieobjętych ochroną – rys. 3. Analiza statystyczna nie wykazała korelacji pomiędzy liczbą uszkodzonych pąków kwiatowych a liczbą zawiązków.



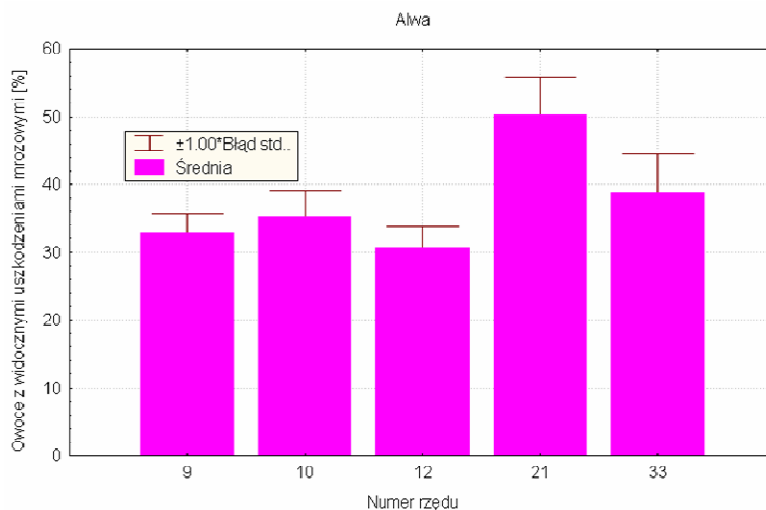
Rysunek 3. Liczba zawiązków owoców na drzewach odmiany Ligol (średnie dla rzędów). Urządzenie grzewcze przetaczane było w rzędami 18 i 19 – Number of fruitlets on ‘Ligol’ apple trees (average values for rows). Heating unit was driven between rows 18 and 19



Rysunek 4. Plonowanie jabłoni odmiany Alwa (średnie dla rzędów). Urządzenie grzewcze było przetaczane pomiędzy rzędami 15 i 16 – Fruit yields produced by 'Alwa' apple trees (average values for rows). Heating unit was driven between rows 15 and 16

Ocena wielkości plonu przeprowadzona jesienią 2007 roku wykazała bardzo słabe plonowanie drzew w całym sadzie. W kwaterze z odmianą Ligol nie stwierdzono wpływu podgrzewania powietrza na plonowanie. Pewne przesłanki do uznania skuteczności ochrony dały obserwacje plonowania odmiany Alwa – rys. 4. Najlepiej (ponad 6 kg/drzewo) owocowały drzewa rosnące w rzędach położonych w połowie odległości między sąsiednimi przejazdami urządzenia (rząd nr 9), czyli w strefie działania cieplejszego powietrza dostarczanego z obydwu stron rzędów. Stosunkowo wysoki plon (prawie 5 kg/drzewo) uzyskano z rzędu oddalonego o 12 m od przejeżdżającej maszyny (rząd nr 12). Najslabiej (2,2 kg/drzewo) plonowały drzewa w rzędzie kontroli (rząd nr 33).

Ocena jakości zebranych jesienią jabłek wykazała znaczny udział owoców z uszkodzeniami spowodowanymi przez przymrozki. Charakterystyczne spęknięcia i ordzawienia notowano na 30-50% owoców odmiany Alwa i aż na 70-80% owoców odmiany Ligol. Uszkodzenia owoców nie były związane z odległością drzew od miejsca przejazdu urządzenia grzewczego – rys. 5.



Rysunek 5. Procent owoców jabłoni odmiany Alwa z uszkodzeniami wywołanymi przez przymrozki (Prusy 2007, średnie dla rzędów). Urządzenie grzewcze było przetaczane pomiędzy rzędami 15 i 16 – Percentage of ‘Alwa’ apples damaged by spring frost (Prusy, 2007; average values for rows). Heating unit was driven between rows 15 and 16

Obserwowane różnice w uszkodzeniach kwiatów, liczba zawiązanych owoców oraz wielkość plonów wskazywały na znaczną przypadkowość, niezwiązaną z zastosowaną metodą ochrony. Prawdopodobnie na straty spowodowane przymrozkami adwekcyjnymi większy wpływ miały kondycja drzew oraz konfiguracja terenu i związane z nią „pasy” przemieszczania się zimnych mas powietrza.

LITERATURA

- Jankiewicz L.S, praca zbiorowa 1984. Fizjologia roślin sadowniczych, PWN, Warszawa.
- Kołodziejczak P., Mika A. 1984. Występowanie przymrozków w sadach ZD ISK Brzezna oraz próby przeciwdziałania im w latach 1975-1980. Pr. Inst. Sadow. Kwiac., Ser. A, 25: 7-24.