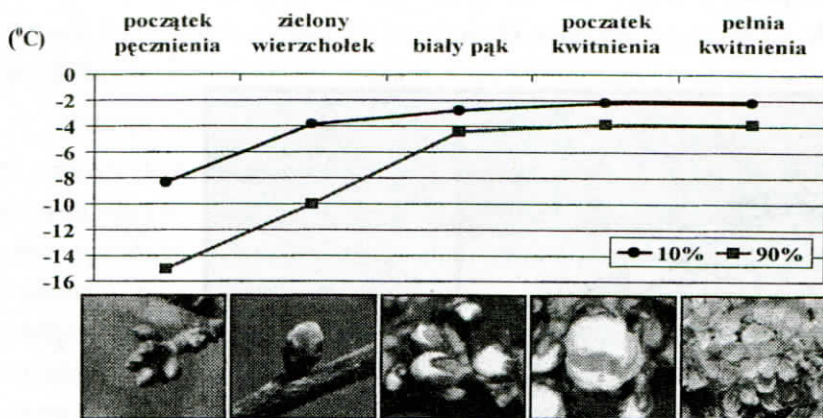


Metody oraz koszty ochrony drzew pestkowych przed przymrozkami wiosennymi

Przymrozki wiosenne są przyczyną bardzo poważnych strat w gospodarstwach sadowniczych. Niestety w niektórych rejonach kraju przymrozki wystąpiły już drugi raz z rzędu, dlatego też przyszłość wielu gospodarstw uzależniona jest od przebiegu temperatury powietrza w czasie kwitnienia. Wytrzymałość roślin na przymrozki jest nie tylko cechą gatunkową czy nawet odmianową ale zależy także od stopnia rozwoju kwiatów. Największe ryzyko strat przymrozkowych występuje u gatunków, które najwcześniej kwitną (grupa pestkowych): morele, brzoskwinie, czereśnie i wiśnie. Poziom uszkodzeń zależy od fazy rozwoju pąków kwiatowych oraz od wysokości temperatury. Najbardziej wrażliwe na niskie temperatury są kwiatostany w okresie od początku do końca kwitnienia. W tym czasie temperatury od (-2) do $(-4)^{\circ}\text{C}$ mogą być przyczyną utraty odpowiednio od 10 do 90% kwiatów (rys. 1).

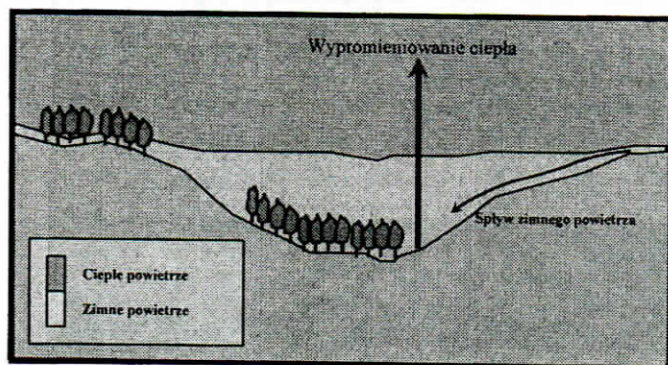


Rys. 1. Wrażliwość na przemarzanie pąków kwiatowych czereśni w zależności od ich fazy rozwojowej

Wielkość strat przymrozkowych zależy od uprawianej odmiany, a także kondycji sadu. Przymrozki mogą występować lokalnie, ale także mogą obejmować stosunkowo duży obszar.

Wyróżniamy trzy rodzaje przymrozków: adwekcyjne, radiacyjne, oraz adwekcyjno-radiacyjne. **Przymrozki adwekcyjne** spowodowane są napływem nad określony teren masy zimnego powietrza. Przymrozki tego rodzaju mogą występować jednocześnie na dużych obszarach. Dodatkowo straty może pogłębiać wychładzające działanie wiatru. O mających nastąpić przymrozkach adwekcyjnych świadczą: wzrost ciśnienia, silne Pn wiatry, zmniejszające się zachmurzenie, dobra widoczność powietrza.

Przymrozki radiacyjne są spowodowane nocnym wypromieniowaniem ciepła przez glebę i rośliny. Przymrozki te występują lokalnie w zależności od miejscowych warunków terenowych, możliwości wyparowania ciepła, lub nagromadzenia się zimnego powietrza (zastoisko). Zazwyczaj występują nad powierzchnią gruntu (poniżej wysokości 2 m), dlatego nie zawsze są odnotowywane przez stacje meteorologiczne. Przymrozki radiacyjne występują w pogodne noce przy niskiej wilgotności powietrza. Niebezpieczne dla sadowników zastoiska mrozowe powstają zazwyczaj w miejscach niżej położonych o małym przewiewie powietrza – gdzie spływa nocą cięższe zimne powietrze (rys. 2).



Rys. 2. Zastoisko mrozowe

Przymrozki adwekcyjno - radiacyjne wywołane są jednocześnie napływem zimnego powietrza i ochładzaniem się gruntu w warstwie przyziemnej wskutek wypromieniowania nocnego. Są to przymrozki które najczęściej występują wczesną wiosną zazwyczaj po dłuższym okresie ciepłej pogody. Bardzo niebezpieczne są dla roślin są tzw. „ciągi dni przymrozkowych„ kiedy nawet niewielkie przymrozki pojawiają się w ciągu kilku kolejnych nocy na przemian z ciepłymi dniami. Seria dni z dużą amplitudą temperatur powoduje obniżenie odporności roślin.

Istnieje wiele metod ochrony roślin sadowniczych przed przymrozkami większość ich wiąże się z nakładami finansowymi a skuteczność ich zależy przede wszystkim od przebiegu pogody. Metody te można podzielić na pasywne i aktywne.

Metody pasywne:

- „unikanie przymrozków”

Dla wielu sadowników najprostszym sposobem walki z przymrozkami jest sadzenie sadów poza zastoiskami mrozowymi. Mamy wtedy dużą szansę na uniknięcie uszkodzeń przymrozkowych w wyższych partiach koron drzew.

- dobór gatunków i odmian

W rejonach gdzie często występują przymrozki wiosenne powinniśmy zwrócić uwagę na gatunki i odmiany o jak najpóźniejszym terminie kwitnienia.

- uprawa gleby

Także uprawa gleby może mieć wpływ na ograniczenie strat przymrozkowych. Intensywna okrywa roślinna (gęsty łan wysokich chwastów pod drzewami) sprzyja wypromieniowaniu ciepła z gleby. Zjawisko to spowodowane jest zwiększeniem powierzchni promieniowania oraz zjawiskiem obniżania się temperatury przy intensywnej transpiracji. Dlatego w okresie występowania przymrozków powinniśmy skosić murawę w sadzie i pozbyć się chwastów rosnących w rzędach drzew.

Metody tzw. pasywne powinny być stosowane w każdym gospodarstwie sadowniczym. W praktyce sadowniczej można stosować także tzw. aktywne metody walki z przymrozkami, które mają za zadanie zmianę warunków mikroklimatycznych w sadzie.

Metody aktywne:

- okrywy termoizolacyjne

Praktykowaną już od wieków metodą ochrony roślin przed przymrozkami jest ich okrywanie. Niestety w przypadku wielkotowarowej produkcji roślin sadowniczych może być praktycznie stosowana tylko na plantacjach truskawek. Okrywy termoizolacyjne działają tym skuteczniej im mniejsze przewodnictwo cieplne ma materiał z którego są wykonane. Ważną rolę odgrywa tu, także właściwa pora przykrywania roślin. Zbyt późne przykrycie znacznie zmniejsza efektywność zabiegu. Najkorzystniej jest okrywanie roślin na około godzinę przed zachodem słońca. W Polsce prowadzi się, także badania nad wykorzystaniem piany do ochrony roślin sadowniczych przed przymrozkami. Sam sposób aplikacji wydaje się jednak możliwy do zastosowania tylko w niewielkich sadach i plantacjach. Brak, także na dzień dzisiejszy wyników badań połowej skuteczności tej metody.

- mieszanie powietrza

Do mieszania powietrza w sadzie używa się specjalnej konstrukcji śmigieł lub helikopterów. Śmigła stosowane w USA mają skrzydła dł. od 2,5-3,0 m i umieszczone są na obrzeżach sadu na konstrukcjach o wysokości ok. 11 m. W Japonii stosuje się wiele małych wentylatorów rozmieszczonych na obszarze sadu. W przypadku stosowania śmigłowców przyjmuje się, iż jeden helikopter może chronić do 20 ha sadu.

Metoda ta jest bardzo skuteczna przy występowaniu zjawiska tzw. Inwersji, kiedy to nad zimnym powietrzem przy gruncie zalega warstwa cieplejszego powietrza. W warstwie przygruntowej mogą występować stosunkowo duże różnice temperatur nawet od 0,5-1⁰C/metr. Jeśli warstwy te wymieszamy temperatura przy gruncie może wzrosnąć od 1 do 3⁰C. Poprzez mechaniczne

mieszanie powietrza można uchronić rośliny przed niezbyt silnymi przymrozkami do $(-3,3)^{\circ}\text{C}$ oczywiście tylko wtedy gdy istnieje możliwość wymieszania zimnego powietrza z cieplejszym.

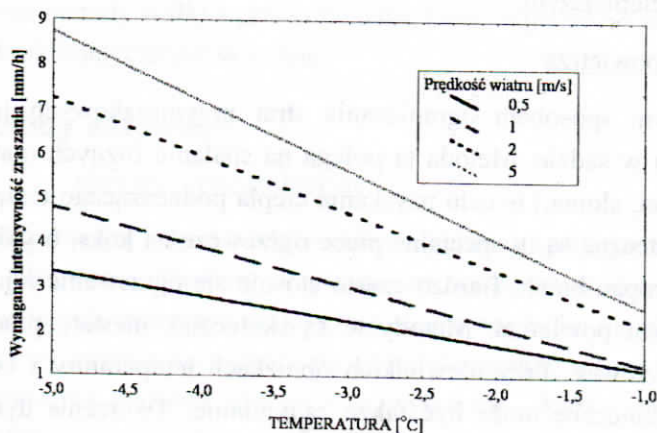
- ogrzewanie powietrza

Innym praktykowanym sposobem ograniczania strat przymrozkowych jest ogrzewanie powietrza w sadzie. Metoda ta polega na spalaniu różnych materiałów (trociny, brykiet, słoma,) w celu uzyskania ciepła podnoszącego temperaturę powietrza. Skuteczne są tu specjalne piece ogrzewcze na koks, brykiet, olej napędowy czy propan-butan. Bardzo często stosuje się ogrzewanie z jednoczesnym mieszaniem powietrza. Metody te są skuteczne, niestety pracochłonne i bardzo kosztowne. Przy niewielkich obniżkach temperatury i bezwietrznej pogodzie skuteczne może być także zadymianie. Tworzenie dymu zmniejsza nocne straty ciepła w sadzie. Zmniejszenie wypromieniowania ciepła z podłoża można tylko osiągnąć przy odpowiednio wczesnym zadymianiu – najlepiej zadymianie zacząć tuż po zachodzie słońca. W praktyce zadymianie prowadzi się przy pomocy specjalnych świec dymnych czy też generatorów. Pozytywne efekty może dać także zadymianie poprzez spalanie wilgotnej słomy.

- zraszanie

Najbardziej rozpowszechnioną metodą walki z przymrozkami jest zraszanie. Wykorzystuje się tu fakt, że zmianom stanu skupienia wody towarzyszy wydzielanie lub pobieranie dużych ilości ciepła. Przy ochłodzeniu jednego litra wody o 1°C uzyskuje się 1kcal ciepła. Podczas zamarzania 1 litra wody wydziela się aż 80 kcal ciepła. Skuteczność tego zabiegu uzależniona jest od przebiegu temperatury, wilgotności powietrza, prędkości wiatru i fazy rozwojowej roślin. Niektóre doniesienia podają, iż poprzez minizraszanie można chronić kwitnące sady do temperatury $(-9)^{\circ}\text{C}$. Teoretycznie wydaje się to możliwe, w praktyce jednak przy niskiej wilgotności powietrza i silnym wietrze poniżej $(-5)^{\circ}\text{C}$ trudno jest uzyskać pozytywny efekt zraszania. Im niższa jest temperatura tym więcej wody powinniśmy podać na jednostkę powierzchni. Wiatr powo-

duże dodatkowe wychładzanie roślin, dlatego wraz z wzrostem jego prędkości, także powinna rosnać intensywność zraszania (rys. 3).



Rys.3
Wymagana intensywność zraszania w zależności od temperatury i prędkości wiatru

Sprzyjające jest tu to, iż w czasie występowania przymrozków radiacyjnych zazwyczaj jest bezwietrzna pogoda.

Skuteczność ochrony roślin poprzez zraszanie zależy od intensywności i równomierności deszczowania. Projektowanie instalacji powinno być bardzo dokładne, ponieważ błąd w obliczeniach wpływający na nierównomierność zraszania ma tu o wiele większe konsekwencje niż przy tradycyjnym nawadnianiu deszczownicami. Szczególnie ważne jest tu dobranie odpowiedniej rozstawy zraszaczy dla uzyskania maksymalnej równomierności zraszania. Instalacje do ochrony roślin przed przymrozkami w samych założeniach różnią się od instalacji nawadniających.

Przy nawadnianiu możemy powierzchnię sadu podzielić na kilka sekcji, które uruchamiane będą kolejno po sobie. W przypadku instalacji przeciwprzymrozkowych cała chroniona powierzchnia musi być zraszana jednocześnie przez cały okres występowania ujemnej temperatury. **Dlatego też w przypadku instalacji nawodnieniowych koszty na jednostkę powierzchni zmniejszają się wraz ze zwiększaniem powierzchni nawadniania. W przypadku instalacji przeciwprzymrozkowej – koszty na jednostkę powierzchni wrażliwej na przymrozek – koszty na jednostkę powierzchni instalacji. Do skutecznej ochrony**

roślin przed przymrozkami przy temperaturze $(-5)^{\circ}\text{C}$ i bezwietrznej pogodzie niezbędna ilość wody podawanej na 1 hektar sadu nie powinna być niższa niż $33\text{m}^3/\text{h}$. Jest to ilość wody, która przy instalacji kropłowej wystarcza do jednoczesnego nawadniania 5 ha sadu. Co pozwoli na nawadnianie aż do 30 ha sadu w ciągu doby. Tak więc pompownia i system filtrów obsługujące 1 ha instalacji przeciwprzymrozkowej mogą służyć do nawadniania kropłowego, aż 30 ha sadu.

Składowe koszty instalacji przeciwprzymrozkowej to:

- koszty uzbrojenia ujęcia wody ze zbiornika otwartego lub wiercenie studni głębinowej,
- koszty pompy elektrycznej (wraz z doprowadzeniem energii elektrycznej) lub spalinowego agregatu pompowego,
- materiały instalacji zraszającej (w chwili obecnej od 10.000 do 12.000 zł/ha,
- usługa wyspecjalizowanej firmy (projekt i instalacja) od 1.000 do 3.000 zł/ha,
- praca własna (wykopy, pomoc w instalacji) do 1.000 zł/ha.

Koszty instalacji przeciwprzymrozkowej zależne są oczywiście od wielu czynników Instalacje przeciwprzymrozkowe wymagają znacznie większych wyków (wydajności źródła wody) co za tym idzie większych przekrojów rur, i wydajniejszych pomp. Zrasczacze stosowane w tego rodzaju instalacjach powinny charakteryzować się bezwzględną niezawodnością (nawet kilku minutowa przerwa w deszczowaniu może spowodować znaczne straty) działaniem, stabilnością obrotów i dobrą równomiernością opadu. Aby uchronić sprężynę zraszacza przed zamarzaniem osłania się ją specjalnym kołpakiem (jest to cecha charakterystyczna, po której można rozpoznać tego rodzaju zraszacze). Ważną cechą zraszaczy przeciwprzymrozkowych jest czas obrotu, który nie powinien być krótszy od 1minuty (najlepiej około 45 sekund). W przeciwnym razie czas pomiędzy kolejną porcją wody, która dotrze do roślin może być dłuższy niż okres krytyczny dla danych warunków. Źle zaprojektowana instalacja i nieodpowiednio dobrany sprzęt może być powodem

wystąpienia dużych strat przymrozkowych (nawet wyższych, niż na terenie, gdzie nie było prowadzone zraszanie). Zbyt mała intensywność zraszania nie tylko nie ochroni roślin wręcz może doprowadzić do większego spadku temperatury i jeszcze mocniejszego uszkodzenia roślin. Jest to spowodowane zjawiskiem obniżania się temperatury panującej cieczy. Dla wyparowania 1 l wody niezbędne jest dostarczenie ok. 608 kcal ciepła. Z bilansu energetycznego wynika iż, aby uzyskać podwyższenie temperatury chronionych kwiatostanów w określonej jednostce czasu powinno ok. 7,5 krotnie więcej wody zamarzać, niż parować. Jeśli więc w warunkach sprzyjających dla intensywnego parowania (niska wilgotność powietrza, silny wiatr) nie jesteśmy w stanie dostarczyć odpowiedniej ilości wody, która podczas zamarzania wyzwoli energię potrzebną do podniesienia temperatury nastąpi dodatkowe przechłodzenie roślin.

Konsekwencją zraszania roślin podczas ujemnych temperatur jest ich oblodzenie. W przypadku długotrwałego deszczowania tworząca się na roślinach warstwa lodu może być powodem łamania gałęzi. Duże ilości wody podawane w jednostce czasu w terenie pagórkowatym może być przyczyną wystąpienia erozji i zalania niżej położonych terenów. Przy niskiej wilgotności powietrza oraz silnym wietrze deszczowanie może nie przynieść oczekiwanych efektów.

Ważnym kryterium powodzenia w walce z przymrozkami jest ich przewidywanie i odpowiednio wczesne zastosowanie odpowiednich działań (w zależności od stosowanej metody). Z powodów ekonomicznych nie każdy może sobie pozwolić na aktywną walkę z przymrozkami, dlatego też przed założeniem sadu należy szczególną uwagę zwracać na stanowisko oraz dobór gatunków i odmian.