

# Czy można skutecznie walczyć z gradem?

**Doc. dr hab. Waldemar Treder**

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach

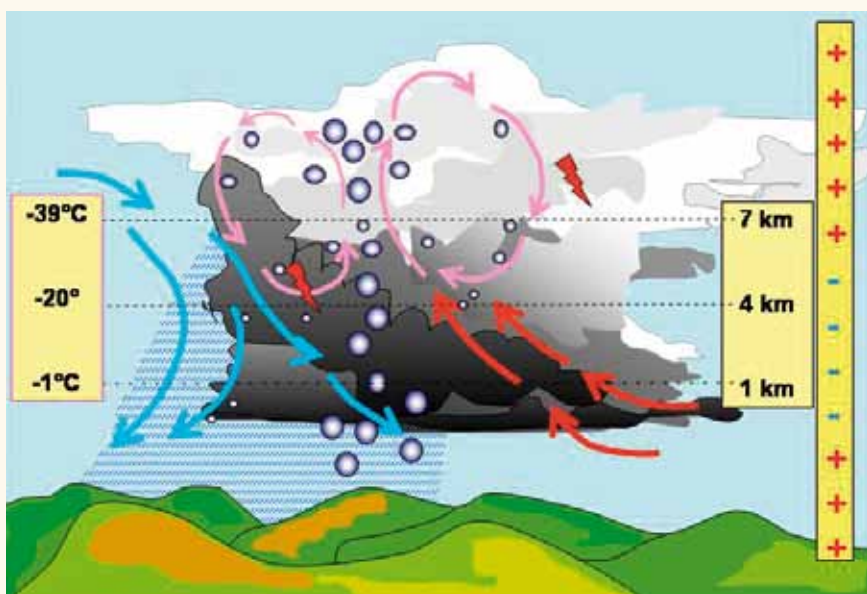
Warunki klimatyczne mają istotny wpływ na wielkość i jakość plonu. Ze wszystkich dziedzin gospodarki najbardziej uzależniona od przebiegu pogody jest produkcja rolna. Warunki pogodowe, gleba oraz zastosowana technologia uprawy decydują o opłacalności produkcji. Niestety, w praktyce stosunkowo często spotykamy się z niekorzystnymi dla wzrostu i plonowania roślin zjawiskami atmosferycznymi (susze, przymrozki, gradobicia, silne wiatry).

## Gradobicie

Z czterech wymienionych tu niekorzystnych dla rolnictwa zjawisk atmosferycznych najbardziej gwałtowne i destrukcyjne jest gradobicie (czyt. też HO 12/2008). Zjawisko pojawia się zazwyczaj nagle, trwa kilka do kilkunastu minut, a efekt jego wystąpienia to w skrajnych przypadkach nie tylko utrata plonu, ale także uszkodzone liście, pędy, a nawet pnie drzew. Jedynym pocieszeniem jest fakt, że gradobicia występują lokalnie i z bardzo różnym nasileniem, a w skali krajowego sadownictwa ich

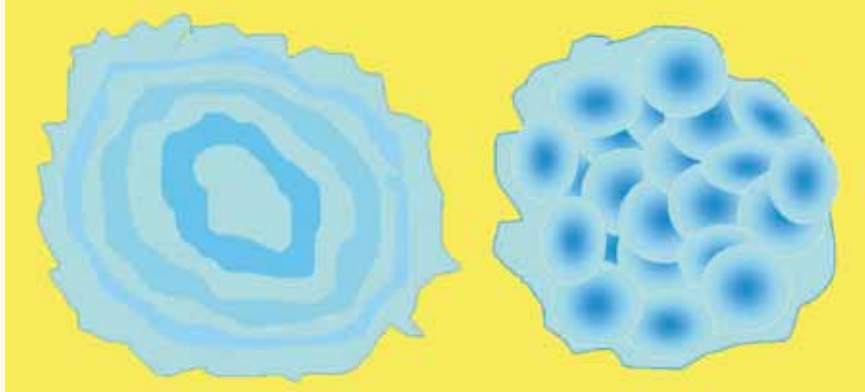
negatywne efekty (jak dotychczas) są niższe niż straty, jakie wywoływane są przez przymrozki wiosenne czy długotrwałe susze.

Niepokojącym zjawiskiem jest wyraźny wzrost częstotliwości gwałtownych zjawisk pogodowych — wystąpienia wichur, trąb powietrznych i burz. A to właśnie z gwałtownymi opadami burzowymi ściśle związane są gradobicia. Silny grad nie tylko zagraża uprawom polowym, ale wybija także ptactwo, drobne zwierzęta, a w skrajnych przypadkach może być groźny dla ludzi, samochodów czy budynków.



Rys. 1. Schemat powstawania i opadu gradu

rys. 1–4 W. Treder



Rys. 2. Przekrój przez duże bryły gradu

## Jak powstaje grad?

Grad tworzy się w charakterystycznych burzowych chmurach *Cumulonimbus*. Mają one stosunkowo dużą miąższość (do kilkunastu tysięcy metrów). Charakteryzują się gwałtowną wewnętrzną cyrkulacją powietrza, dużymi różnicami temperatury pomiędzy podstawą a wierzchołkiem chmury oraz zmiennością ładunków elektrycznych. Gorące powietrze znad łądu dzięki ruchom konwekcyjnym szybko przemieszcza się w górę wewnątrz chmury gradowej, gdzie spotyka się ze spływającym w dół powietrzem zimnym (rys. 1). Ten ruch powietrza poruszającego się w przeciwnych kierunkach powoduje cyrkulację, która przemieszcza w obrębie chmury zamarznięte drobiny wody.

Małe kawałki lodu przemieszczają się więc przez obszary o zmiennej wilgotności, temperaturze i ładunku elektrycznym. W trakcie tej cyrkulacji na pierwotnych drobinach zamarzają lub topnieją kolejne warstwy lodu. Im większa jest grubość chmury, tym potencjal-

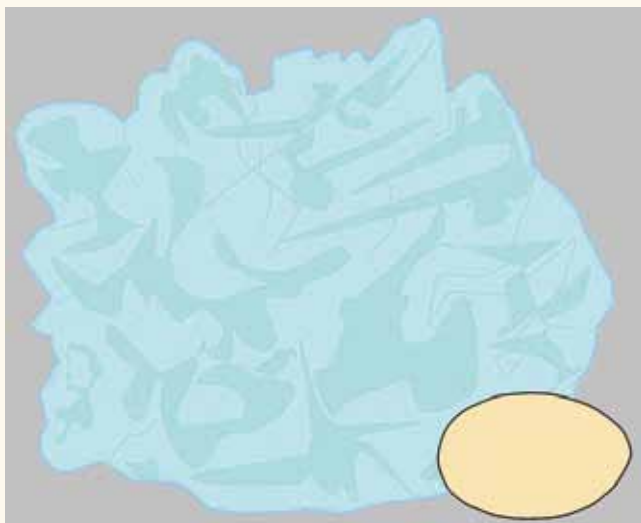
nie większy może być grad. Prawdopodobieństwo wystąpienia oraz wielkość gradzin zależy także od wysokości, na jakiej zaczyna się warstwa zimnego powietrza. Gdy występuje ono na kilkuset metrach nad powierzchnią ziemi, a chmura jest wysoka (co najmniej kilka do kilkunastu kilometrów) jest bardzo prawdopodobne, że bryły lodu będą duże. Gdy jednak, przy podobnej wysokości chmury, strefa zamarzania znajduje się na kilku kilometrach, grad może w ogóle nie wystąpić lub gradziny będą małe. Wynika to z faktu, że nawet duże bryły lodu rozpuszczają się podczas długiego lotu przez ciepłe masy powietrza. Większość dużych gradzin ma budowę warstwową, spotyka się jednak bryły lodu, które składają się z wielu mniejszych gradzin (rys. 2).

Bryły takie mogą mieć bardzo duże rozmiary, a przez to powodować różnego rodzaju zniszczenia. Znaczne straty na plantacjach roślin sadowniczych powoduje już grad wielkości grochu, zdarzają się u nas jednak opady gradu o wielkości kurzych jaj. Naj-

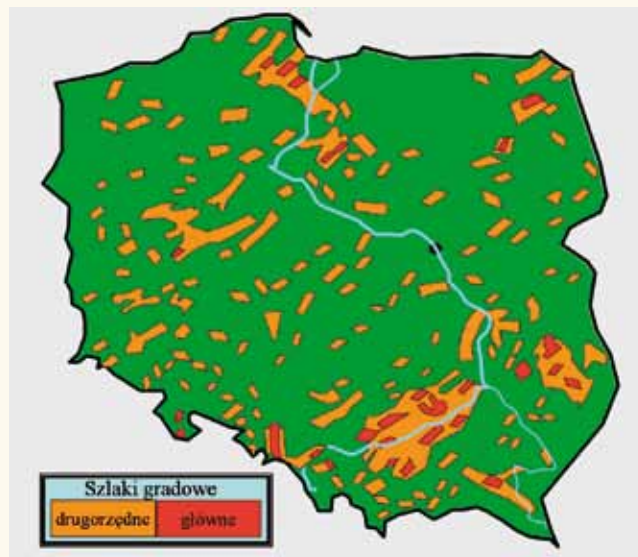
wieksza odnotowana w literaturze bryła lodu spadła podczas burzy gradowej w stanie Kansas w USA w 1970 roku, miała średnicę około 14,4 cm i ważyła 0,75 kg (rys. 3). Na podstawie śladów na łące, które powstały po gradobiciu w stanie Nebraska w 2003 roku, oceniono, że średnica brył lodowych dochodziła tam do około 25 cm. W niektórych rejonach USA odnotowywane są bardzo gwałtowne gradobicia, spotyka się rejony, w których w tym samym miejscu grad pada do 9 razy w ciągu roku. U nas, na szczęście, nie jest aż tak źle, jednak prawie corocznie w niektórych rejonach kraju grad wyrządza duże szkody w uprawach polowych. Wielkość tych strat zależy od intensywności i wielkości gradzin, a także fazy rozwoju danej uprawy (fot. 1 na str. 66). Niestety, w przypadku sadownictwa grad może wyrządzić szkody w praktyce w ciągu całego okresu wegetacji. Na podstawie obserwacji prowadzonych w latach 1947–1958 wydzielono w Polsce tzw. szlaki gradowe (rys. 4), określające miejsca, w których najczęściej może wystąpić gradobicie. Trudno jest jednak znaleźć rejon, który byłby w 100% wolny od opadów gradu.

## Systemy ochrony przed gradem

Znane i stosowane w praktyce są dwa sposoby — sieci przeciwgradowe i działła przeciwgradowe. Sieci do ochrony ▶



Rys. 3. Porównanie wielkości jaja kurzego i gradu, który spadł w stanie Kansas USA w 1970 roku



Rys. 4. Szlaki gradowe (wg C. Koźmińskiego)



Fot. 1. Ślady gradobicia na liściach i owocach borówki amerykańskiej

◀ sadów sprawdzili się w Europie Zachodniej do tego stopnia, że np. w wielu rejonach Tyrolu turyści protestują przeciwko ich zakładaniu, z uwagi na pogorszenie odbioru piękna krajobrazu. Sieci w ochronie sadów przed gradobiciem są na pewno skuteczne, niestety, nie są tanie, a dodatkowym problemem może być ich wpływ na pogorszenie się wybarwienia się owoców. W Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierńewicach prowadzimy od kilku lat badania nad oceną wpływu stosowania sieci przeciwgradowych różnej barwy na wzrost i owocowanie sadu jabłoniowego (fot. 2).

Na podstawie prowadzonych obserwacji stwierdziliśmy pozytywny wpływ sieci o ciemnej barwie na przyjmowanie się i wzrost drzew w pierwszych latach po posadzeniu. Ciemne sieci (szara i czarna) zacieniając drzewa wyraźnie obniżyły temperaturę liści, obniżyły też intensywność transpiracji roślin, dzięki czemu drzewa lepiej przeżyły stres



Fot. 2. Sieci przeciwgradowe w Sadzie Doświadczalnym ISK w Dąbrowicach

po posadzeniu. Niestety, kiedy drzewa zaczęły owocować, stwierdzono negatywny wpływ sieci, zwłaszcza szarych i czarnych, na jakość owoców. Owoce zebrane z drzew rosnących pod sieciami miały trochę mniejszą masę, były gorzej wybarwione, zawierały mniej cukrów oraz były mniej jędrne niż owoce zebrane z drzew kontrolnych. Dlatego uważam, że w naszych warunkach nasłonecznienia powinniśmy stosować sieci białe i uprawiać pod nimi odmiany o naturalnym wysokim stopniu wybarwienia się owoców.

Alternatywną metodą ochrony upraw przed skutkami występowania burzy gradowej są tzw. działa przeciwgradowe. Zasadą tego stosunkowo starego pomysłu (podobne urządzenia we Włoszech stosowano już w IX wieku) jest wytworzenie zjonizowanej silnej fali uderzeniowej, która zakłóci cyrkulacyjny ruch powietrza oraz zneutralizuje ładunki elektryczne występujące w chmurze gradowej. Zatrzymanie cyrkulacji powietrza, a także rozładowanie różnic potencjału elektrycznego w chmurze, ogranicza tworzenie się dużych brył lodu, a małe kawałki rozpuszczają się podczas spadania przez ciepłe warstwy powietrza i docierają do ziemi w postaci deszczu, śniegu lub bardzo drobnego gradu. Fala uderzeniowa powstaje w wyniku podpalenia w komorze spalania mieszaniny acetyleny i powietrza. Produktami tej reakcji są dwutlenek węgla i woda ( $2\text{H}_2\text{C}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) oraz fala uderzeniowa. Urządzenie ma bardzo prostą budowę — przypomina zbiornik

hydroforowy z umieszczonym nad nim kominem (fot. 3, 4).

Do zbiornika (komory spalania) podłączone są przewody doprowadzające acetylen i powietrze, które zgromadzone są w butlach pod ciśnieniem. W dolnej części zbiornika umieszczono dysze, przez które po wybuchu zasysane jest powietrze (fot. 5). Zapłon mieszaniny gazów, a przez to eksplozja, następuje dzięki iskrze elektrycznej wywołanej przez świecę zapłonową (fot. 6). Każdy zbiornik wyposażony jest w dwie świece zapłonowe.

Aby ukierunkować i wzmocnić falę uderzeniową, montowano lej (komin). Kształt komina powoduje, że energia fali uderzeniowej jest lepiej absorbowana przez otaczające powietrze. Powstałej eksplozji towarzyszy huk przypominający wystrzał z działa. Pomiary wykazały hałas na poziomie 108 dB bezpośrednio przy urządzeniu i ok. 90 dB w odległości 50 metrów od „działa przeciwgradowego”. Badania prowadzone w Belgii wykazały, że fale dźwiękowe emitowane przez działa przeciwgradowe są podobne do uderzeń pioruna pod względem częstotliwości i długości fali, jednak są od nich znacznie słabsze. Według producenta urządzenia, skuteczność ochrony przeciwgradowej może być uzyskana tylko wtedy, gdy rozpoczniemy „strzelanie” w odstępach 5-sekundowych co najmniej 20 minut przed nadejściem chmury gradowej. Skuteczność podejmowanych działań zależy więc w dużej mierze od prawidłowego wybrania momentu ich rozpoczęcia. W efekcie dzia-



Fot. 3. Działo przecigradowe — na zdjęciu budynek...



Fot. 4. ...i urządzenia znajdujące się wewnątrz tego pomieszczenia (na zdjęciu — Adam Wilczewski)



Fot. 5. Dysza do zasysania powietrza atmosferycznego

łania urządzenia w promieniu około 500 metrów (ok. 78 ha) powstaje strefa, na której obszarze nie ma warunków do występowania gradobicia, co nie znaczy, że nie będzie padał obfity deszcz lub deszcz ze śniegiem. Działo przecigradowe nie przepędzają chmur do sąsiadów, ale je neutralizują na miejscu, co w praktyce może nawet

ograniczyć intensywność gradobicia na większym obszarze. W Polsce dotychczas nie mieliśmy doświadczenia ze stosowaniem dział przecigradowych, także Europa Zachodnia dopiero niedawno wróciła do prób stosowania tego rozwiązania, dlatego szukamy potwierdzenia, czy opisane w artykule założenia teoretyczne sprawdzają się w praktyce.

### „Działo” w praktyce

Człowiekiem, który podjął ryzyko niewielkiej inwestycji w działo przecigradowe, jest Jerzy Wilczewski właściciel gospodarstwa ogrodniczego w Białousach, specjalizującego się m.in. w produkcji borówki amerykańskiej. Zainstalował on wiosną bieżącego roku w swoim gospodarstwie 7 tego rodzaju urządzeń. Po pierwszym sezonie eksploatacji wydaje im pozytywną opinię. J. Wilczewski twierdzi, że nie miał gradu na swoich plantacjach borówki (310 ha) właśnie dzięki stosowaniu dział (w tym roku uruchamiano je około 20 razy).

W gospodarstwie Wilczewskich ochroną przed gradobiciem zajmuje się syn Adam. Na moje pytanie, z czego korzysta przy przewidywaniu nadejścia chmury gradowej, odpowiedział: *Cóż, szczerze powiedziawszy — z czego się tylko da. Obserwujemy przebieg pogody w okolicy. Mamy własne urządzenia pomiarowe. W gospodarstwie znajduje się ►*



Fot. 6. Świeca zapłonowa zainstalowana w dolnej części komory zapłonowej

◀ urządzenie do pomiaru różnicy potencjału pomiędzy ziemią i chmurą oraz „monitor” do śledzenia wyładowań elektrycznych w promieniu nawet ponad 1200 km. Ponadto przez cały czas śledzimy sytuację za pomocą radarów dostępnych na portalu [www.pogodynka.pl](http://www.pogodynka.pl) oraz [www.wetteronline.de](http://www.wetteronline.de) — sprawdzamy, na jakiej wysokości znajduje się izoterma 0°C, i czy jest wystarczająca ilość energii w naszym regionie na wytworzenie się gradu. Natomiast firma belgijska, z której to pochodzą działa, każdego dnia przesyła do mnie drogą sms-ową informację, czy istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia burz i gradu w naszej okolicy.

W czasie, kiedy znajdowałem się przy komputerze (w Białousach) na obszarze o promieniu 1200 km od gospodarstwa w ciągu minuty odnotowano 8 wyładowań elektrycznych — niebieskie krzyżyki (fot. 7). Punkty żółte to „stare” wyładowania. Oglądając te urządzenia wspomagające decyzję o uruchomieniu „działa” byłem pod dużym wrażeniem ich zaawansowania technologicznego. Wprowadzenie nowoczesnego oprogramowania



Fot. 7. Rzut ekranu oprogramowania NexStorm (wyładowania atmosferyczne) oraz Boltek Elektryk Field Monitor (różnica potencjałów) — środek siatki wskazuje miejscowość Białousy fot. 1–7 W. Tredler

komputerowego do przewidywania pogody oraz monitorowanie zjawisk meteorologicznych za pomocą radarów pogodowych, a także wykorzystanie internetu i telefonii komórkowej bardzo dobrze uzupełnia proste w konstrukcji działa przeciwgradowe.

Proste w konstrukcji, ale to nie znaczy, że każdy może je sobie wykonać w domu. Jest to urządzenie, które musi spełniać rygorystyczne wymagania dozoru technicznego, tak aby praca z nim nie zagrażała naszemu bezpieczeństwu. Samo działa przeciwgradowe to jednak jeszcze zbyt mało. Jedynie precyzyjne przewidywanie i monitorowanie gwałtownych opadów burzowych pozwala na skuteczne wykorzystanie tego urządzenia. Nowe technologie wykorzystywane są także do obsługi całego systemu. „Działa” może być

uruchamiane ręcznie, można także rozpocząć i zakończyć „strzelanie” po wysłaniu odpowiedniego kodu telefonem komórkowym (SMS).

Czy działa przeciwgradowe na stałe wejdą do krajobrazu europejskich sadów, dzisiaj jeszcze nie wiemy. Jest to jednak na razie jedyna konkurencyjna metoda dla sieci przeciwgradowych, których skuteczność potwierdziła się wielokrotnie. Prawdopodobnie przyszłość jest taka, że sieci przeciwgradowe będziemy stosowali w mniejszych gospodarstwach a „działa” w większych. Przebieg pogody w ostatnich latach wskazuje, że częstotliwość gwałtownych zjawisk burzowych rośnie, a więc i prawdopodobieństwo wystąpienia gradu jest u nas coraz większe, dlatego inwestycje w systemy zabezpieczające uprawy przed gradem warto uwzględnić w swoich biznesplanach. ■