

ROZWÓJ I ZWALCZANIE MĄCZNIAKA RZEKOMEGO (*PLASMOPARA VITICOLA* BERK. & CURT.) NA WINOROŚLI (*VITIS VINIFERA* L.)

Opracowanie i fotografie: dr inż. Janusz Mazurek

WSTĘP

Mączniak rzekomy winorośli (*Plasmopara viticola*) pochodzi z Ameryki Północnej gdzie został opisany już przeszło wiek temu. Od tego czasu rozprzestrzenił się po plantacjach winorośli niemal na całym świecie. Do Europy został przypuszczalnie zawleczony po raz pierwszy pod koniec XIX wieku, wraz z odpornymi na filokserę (*Daktulospharia vitifolia*) podkładkami sprowadzonymi z Ameryki. W roku 1880 był już powszechny na większości upraw *Vitis vinifera* we Francji skąd rozpoczął podbój całej Europy, a także niektórych obszarów Azji i Afryki. Jednak dopiero po 20 latach od jego zawleczenia do Europy choroba osiągnęła poziom epidemiczny. Jak podają wiarygodne źródła, w roku 1900 zniszczone zostało ok. 70% spodziewanego plonu. Od tego czasu mączniak rzekomy już regularnie stanowi jedną z najgroźniejszych chorób winorośli, szczególnie w wilgotnych rejonach uprawy. Ponieważ poziom infekcji i produkcja zarodników zależą od specyficznych warunków atmosferycznych uwzględniających zwilżenie liści, temperaturę oraz wilgotność względną powietrza, *P. viticola* jest szczególnie groźnym gatunkiem w warunkach wilgotnego i gorącego sezonu wegetacyjnego.

Na świecie nie ma już wielu miejsc gdzie uprawia się winną latorośl wolną od mączniaka. *P. viticola* nie został na przykład zaobserwowany w rejonie Północno-Zachodniego Pacyfiku. Co prawda jest tam obecny ponieważ atakuje winobluszcz (*Pathenocissus tricuspidata*), ale nigdy nie znaleziono go na winorośli. Przypuszcza się, że granica występowania tego organizmu jest limitowana przez zasięg *V. vinifera* oraz po części poprzez

specyficzne czynniki klimatyczne. Jakkolwiek w świetle ostatnich doniesień z Australii nadal trudno jednoznacznie określić jakie. Jeszcze do niedawna (1998) z uwagi na suche i gorące lata, które wydawałoby się nie sprzyjają rozwojowi *P. viticola* to właśnie Zachodnia Australia była jednym z niewielu regionów na świecie wolnym od mączniaka rzekomego. Jego pojawienie i rozprzestrzenianie się na winorośli również i w tamtym rejonie świadczy o dużej zdolności przystosowawczej patogena do różnych warunków środowiskowych i to dużo większej niż pierwotnie przypuszczano.

ROŚLINY ŻYWICIELSKIE

P. viticola jest bardzo wyspecjalizowanym gatunkiem i atakuje przede wszystkim różne odmiany winorośli szlachetnej. Praktycznie wszystkie odmiany *V. vinifera* są wrażliwe na mączniaka rzekomego, a zróżnicowanie w odporności pomiędzy poszczególnymi kultywarami jest nieznaczne. Dla Przykładu 'Merlot', 'Riesling' czy 'Pinot Noir' są szczególnie wrażliwe, podczas gdy odporność 'Cabernet Sauvignon'; i 'Semillon' jest większa.

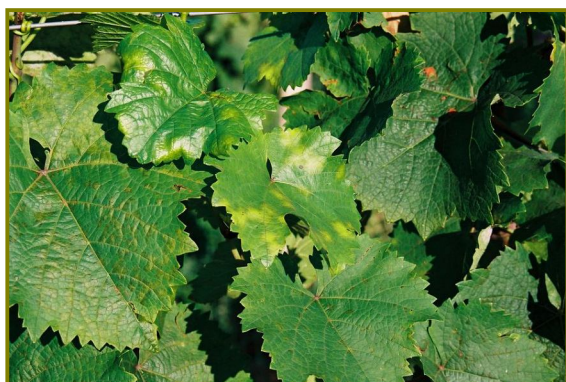
Krzyżówki *V. vinifera* i innych gatunków winorośli jak np. *Vitis rupestris* czy *Vitis riparia* są zdecydowanie mniej wrażliwe bądź odporne. Gatunki te wykorzystuje się w programach hodowlanych prowadzących do powstawania nowych odpornych odmian.

OBJAWY

Porażane mogą być wszystkie części winorośli czyli liście, wąsy, ogonki liściowe, pędy, kwiatostany i grona.

Liście są najczęściej pierwszymi organami roślinnymi gdzie dochodzi do infekcji. Objawy różnią się w zależności

od wieku liścia, warunków atmosferycznych i czasu trwania okresu inkubacji (okresu od infekcji do wystąpienia objawów chorobowych). Na górnej stronie najmłodszych liści, po okresie inkubacji, który trwa średnio od 7 do 10 dni, pierwsze widoczne symptomy występują w postaci żółtych, prześwitujących, „tłustych” plam. Te oleiste plamy są bardzo charakterystyczną cechą dla *P. viticola*.



Fot. 1. Oleiste plamy infekcji pierwotnej

Po przeciwnej stronie plam na dolnej stronie liścia, pojawia się wyraźny, biały, gęsty filcowaty nalot świadczący o rozpoczęciu masowego wytwarzania zarodników. **Od momentu pojawienia się plam do pojawienia się nalotu po spodniej stronie liścia mija ok. 1-2 dni i jest to ostateczny moment na wykonanie zabiegów leczniczych warunkujących zatrzymanie rozwoju choroby.**

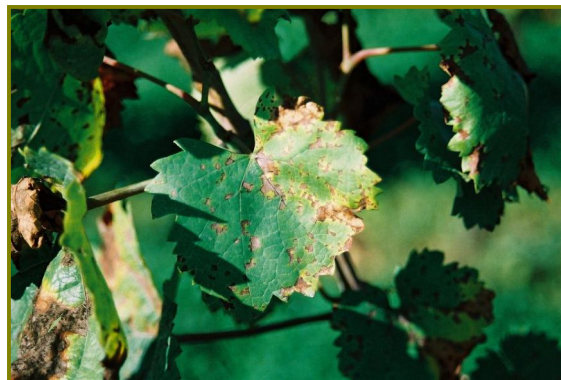


Fot. 3. Obfite zarodnikowanie *P. viticola* po spodniej stronie liści

W niekorzystnych dla rozwoju mączniaka warunkach, kiedy jest sucho,

plamy zasychają, czerwienieją i z czasem przechodzą w kolor brązowy. Później, wraz z powrotem wilgoci, zarodnikowanie może pojawić się ponownie ale już tylko na brzegach plam. Jeżeli w przeciągu kilku nocy wystąpi odpowiednia temperatura i wysoka wilgotność względna okres inkubacji może ulec skróceniu nawet do 4-5 dni. **W takiej sytuacji pojawienie się oleistych plam nie jest konieczne i patogen może zarodnikować bez wykazywania objawów chorobowych. Nie trudno domyślić się że w takich okolicznościach zatrzymanie rozwoju mączniaka poprzez terminowy dobór środków grzybobójczych jest zadaniem niezmiernie trudnym.**

Na starszych liściach objawy występują w postaci małych nieregularnych, często kanciastych, nekrotycznych plam ograniczonych głównymi nerwami liścia. Prowadzi to do wytworzenia się charakterystycznego wzoru w postaci szachownicy różnokolorowych plam.



Fot. 2. Kanciaste plamy infekcji wtórnej

Silne infekcje liści mogą prowadzić do przedwczesnego ich zrzucania co w naszych warunkach klimatycznych jest niezmiernie szkodliwe, ponieważ osłabia rośliny i zmniejsza odporność łązy na przemarzanie. Defoliacja liści powoduje także wystawianie odsłoniętych gron na silną operację słoneczną. Ponadto ograniczenie powierzchni liści utrudnia asymilację i może prowadzić do zmniejszenia plonu jagód oraz zawartości cukru.

Pędy, ogonki liściowe i wąsy

Infekcja pędów ma miejsce zdecydowanie rzadziej i objawia się występowaniem na ich powierzchni brązowo-oleistych plam. W efekcie wzrost pędów może zostać zahamowany i często ulegają one silnemu skręcaniu. W warunkach dużej wilgotności na zainfekowanych pędach również może pojawić się biały nalot zarodnikowania grzyba. W ostateczności zaatakowane pędy brązowieją i zamierają.

Na wąsach i ogonkach liściowych symptomy są bardzo podobne do tych spotykanych na pędach. Jeżeli silna infekcja wystąpiła już na początku sezonu, to zainfekowane organy mogą zasychać i opadać.

Kwiatostany i grona.

Infekcja kwiatów i młodych gron jest szczególnie niebezpieczna z uwagi na bezpośredni jej wpływ na wielkość i jakość przyszłego plonu. Zainfekowane kwiatostany i młode grona brązowieją i zasychają.

Na jagodach większość infekcji występuje w dwóch różnych terminach. Pierwszy i najbardziej krytyczny okres występuje od kwitnienia do fazy, kiedy jagody osiągają wielkości ziaren grochu. Infekcja, która ma miejsce w tym momencie powoduje, że owoce przebarwiają się na kolor jasnobrażowy, mięknią i przy wilgotnej pogodzie pokrywają się grzybnią z zarodnikami. Mniejsze infekcje występują z reguły w upalne lata.

Kiedy noce pod koniec lata lub wczesną jesienią stają się chłodniejsze, może rozwinąć się drugi etap infekcji jagód. Zainfekowane owoce nie mięknią ani nie pokrywają się grzybnią. Z czasem stają się jednak matowe a następnie ciemno-brązowe aż do brązowo-purpurowych. W przypadku silnych infekcji mogą również marszczyć się i łatwiej ulegają zniszczeniu. W drastycznych przypadkach zdarza się nawet, że zamierają całe grona.

Niezależnie od stopnia infekcji, porażone w tym okresie jagody nigdy nie dojrzewają normalnie. Z praktycznego punktu widzenia szczególnie niebezpieczne są jednak infekcje występujące w pierwszym terminie czyli w okresie kwitnienia i bezpośrednio po nim ponieważ spadek plonu jest wtedy bardzo trudny do zahamowania.

U jagód winorośli wraz z wiekiem rozwija się silna i trwała odporność na mączniaka rzekomego. Ponadto występuje duża zmienność we wrażliwości zarówno pomiędzy różnymi odmianami jak i organami w obrębie tej samej odmiany. U pewnych odmian mało odporne są liście przy całkowitej odporności gron a u innych przeciwnie. Wreszcie takie odmiany jak Riesling, Chardonay czy Niagara wykazują wrażliwość zarówno liści jak i jagód. Niezależnie od odmiany jagody, które ulegają infekcji w okresie dłuższym niż dwa tygodnie po kwitnieniu nigdy nie wykazują objawów chorobowych. W licznych badaniach udowodniono, że patogen obficie zarodkuje i kompletnie niszczy kwiatostany w okresie kwitnienia i jagody do dwóch tygodni po kwitnieniu kiedy te osiągają średnicę ok. 2-3 mm. Niestety szypułki kwiatów mogą pozostać wrażliwe dłużej nawet do 4 tygodni po kwitnieniu i w związku z tym część jagód może ulec infekcji później właśnie wskutek porażenia szypulek. Nie zmienia to jednak faktu, że szczególny wysiłek uwzględniający stosowanie fungicydów powinien zostać skoncentrowany w okresie bezpośrednio poprzedzającym kwitnienie aż do 2-3 tygodni po kwitnieniu gdzie właściwy poziom ochrony jest niezbędnym warunkiem dla ograniczenia spadku wielkości i jakości plonu.

CYKL ROZWOJOWY

Mączniak rzekomy jest powodowany przez biotroficzny, czyli rozwijający się tylko na żywym organizmie **grzyb?** (*Plasmopara viticola* Berk. & Curt.) należący do klasy *Oomycetes*. Do niedawna organizmy

należące do tej grupy były traktowane jako grzyby i nadal są często w ten sposób określane w dostępnej literaturze. Również w tym opracowaniu, aby nie utrudniać czytelnikowi przyswojenia pewnych pojęć, mączniak rzekomy winorośli również jest traktowany jak grzyb. Warto jednak wiedzieć, że od pewnego czasu, z uwagi na wiele unikatowych cech organizmy z tej klasy wydzielono z grzybów i nadano im nową rangę przypisując je do całkowicie nowego Królestwa - *Chromista*. W dużym uproszczeniu organizmy te bardziej przypominają glony niż grzyby co czyni je szczególnie wrażliwymi na obecność wody. Odmienność *Oomycetes* znajduje również odzwierciedlenie praktyczne jeżeli przypatrzy się jak niewiele jest środków grzybobójczych, które równocześnie mogą zwalczać mączniaki rzekome jak i inne rodzaje grzybów chorobotwórczych dla roślin.

P.viticola jest więc patogenem bardzo uzależnionym od wilgoci. Zależność relacji pomiędzy nim a środowiskiem, która warunkuje zarówno sam fakt pojawienia się choroby jak również i jej natężenie, jest zdecydowanie bardziej kompleksowa niż w przypadku wielu innych chorób. Taki poziom złożoności powoduje, że nie zawsze zwalczanie mączniaka rzekomego może być skuteczne, szczególnie jeżeli nie opiera się o bardzo precyzyjne metody prognostyczne uwzględniające wiele danych dotyczących biologii *P. viticola*. Stąd jednym z najistotniejszych czynników warunkujących poziom skutecznej ochrony jest dobra znajomość cyklu rozwojowego uwzględniająca w szczególności te elementy, które mogą wpłynąć na skuteczność decyzji dotyczących wyboru terminu i rodzaju stosowanych środków grzybobójczych.

Proces infekcyjny *P. viticola* składa się z kilku różnych faz: kiełkowanie sporangiów, kiełkowanie zoospor i penetracja tkanek oraz następujący później proces inkubacji, kiedy to roślina jest

kolonizowana. Cały ten proces kończy się zarodnikowaniem (sporulacją) patogena.

Infekcja pierwotna

P. viticola zimuje w postaci tzw. oospor, czyli zarodników przetrwalnikowych, na opadłych liściach i częściach porażonych gron na powierzchni ziemi. W mniejszym stopniu grzyb może zimować w postaci grzybni spoczynkowej w pączkach oraz w nie opadłych liściach i fragmentach pędów. Żywotne oospory kiełkują w zarodnie płytkowe (sporangia), które z kolei produkują zarodniki płytkowe tzw. zoospory (średnio 5-8), które już bezpośrednio są odpowiedzialne za proces infekcji.



Fot. 4. Sporangia *P. viticola*

Czynniki środowiskowe, a w szczególności światło, temperatura i wilgotność ściśle wpływają na sukces inicjowania tej fazy w procesie infekcyjnym. Po dostaniu się sporangiów na powierzchnię wrażliwych tkanek infekcja może być kontynuowana tylko w obecności filmu wodnego, czyli w warunkach nieprzerwanego zwilżenia liści umożliwiających uwalnianie się zoospor ze sporangiów.

Natychmiast po opuszczeniu sporangium ruchliwe zoospory przy użyciu wici bezładnymi ruchami kierują się w stronę szparek i to w zdecydowanej większości po spodniej stronie liści. Możliwa jest również infekcja w wyniku penetracji skórki na górnej stronie liści ale nie jest to zjawisko powszechne.

Dokładne opryskiwanie dolnej strony liści jest więc koniecznym warunkiem skutecznej ochrony przy zastosowaniu środków profilaktycznych wyłącznie o charakterze kontaktowym (np.: Miedzian czy Dithane)

Uwalnianie się gotowych do infekcji zarodników pływkowych może odbywać się w temperaturach skrajnych pomiędzy 2 a 9°C oraz 28-30°C. Jednak optymalny zakres temperatur mieści się w przedziale 15-25°C. W warunkach optymalnych kiełkowanie zoospor, czyli początek infekcji, wymaga zaledwie 40-60 minut, gdy tymczasem w warunkach skrajnych temperatur trwa ok. 10h. **Popularnie stosowanym kryterium pozwalającym określać początek infekcji pierwotnej jest wystąpienie co najmniej 10 mm opadu deszczu i występowania temperatury 10°C w czasie co najmniej 24h czyli tzw. system [10:10:24].** System ten warunkuje termin przeprowadzenia pierwszych zabiegów. Takie warunki mogą wystąpić w każdym okresie sezonu wegetacyjnego.

Charakterystyczne symptomy infekcji pierwotnej objawiające się występowaniem na powierzchni liści żółtawych „tłustych” plam mogą rozwijać się w zależności od panującej w tym czasie temperatury **od 4 do 20 dni** najczęściej 7-10 dni. Z reguły infekcja pierwotna nie jest duża i zaledwie niewielki procent liści wykazuje objawy chorobowe.

Infekcja wtórna

Przy odpowiedniej temperaturze, wilgotności i ciemności na powierzchni plam będących efektem infekcji pierwotnej, po spodniej stronie liści, są produkowane kolejne zarodnie pływkowe (sporangia), które wydostają się poprzez otwarte szparki, po czym są rozpryskiwane lub rozwiewane na sąsiednie liście i inne organy. Aby zarodnikowanie mogło nastąpić wymagane jest wystąpienie równocześnie przynajmniej 4 godziny ciemności wraz z temp. otoczenia 13°C lub więcej i przynajmniej 95% wilgotności względnej powietrza.

W odpowiednich warunkach nowe sporangia produkują kolejne partie zoospor, które wpływają do szparek na dolnej stronie liści i kiełkują rozpoczynając penetrowanie tkanek roślin. W tym momencie rozpoczyna się cykl **infekcji wtórnej**. Na oleistych plamach mączniak rzekomy może zarodnikować wielokrotnie w kilku fazach. Jednak od zaobserwowania pierwszej fazy zarodnikowania (średnio ok. 14 dni od infekcji) produkcja zarodników dość szybko ulega redukcji – do 50% w ciągu 5 dni. Na starszych plamach zarodnikowanie odbywa się wyłącznie na brzegach plam a nie na całej ich powierzchni. Kiedy dni są pochmurne z temp. ok. 28°C, żywotność zarodników spada bardzo nieznacznie, natomiast w warunkach czystego nieba i pogody z temperaturą ok. 36,5°C żywotność zarodników gwałtownie ulega redukcji nawet w ciągu jednego dnia.

Cykl rozwojowy kończy się produkcją oospor na starzejących się liściach późnym latem lub jesienią.

Inkubacja/kolonizacja

Okres inkubacji jest to czas pomiędzy infekcją i występowaniem pierwszych objawów choroby lub produkcji zarodników (sporulacji). W tym czasie *P. viticola* kolonizuje tkanki penetrując zarówno wnętrze komórek jak i przestrzenie międzykomórkowe.

Wzrost grzybni *P.viticola* w obrębie tkanek *V.vinifera* jest uzależniony od odmiany, temperatury, wieku tkanek i ich anatomii. Wzrost grzybni jest bardziej obfity i grzybnia ma większą średnicę w tkankach młodych. W tkankach starszych wzrost grzybni jest już mocno ograniczony. To właśnie w rezultacie tego zjawiska powstaje kanciasty charakter plam na starszych liściach gdzie patogen nie ma możliwości przebijania się do światła tkanki naczyniowej co powoduje mozaikowaty wygląd starszych plam.

Czas trwania inkubacji zależy od pogody, a w szczególności od temperatury i wilgotności oraz wieku tkanek, a także

odmian winorośli. W przedziale od 5 do 26°C wzrost temperatury wyraźnie skraca okres inkubacji. Optimum temperatury waha się pomiędzy 19 a 26°C co w tych warunkach daje w rezultacie średni okres inkubacji w granicach 4-5 dni.

Wpływ wilgotności na czas trwania tej fazy jest mniejszy niż temperatury. Ponadto stwierdzono, że wraz z procesem starzenia się rośliny proces inkubacji wydłuża się.

Sporulacja/zarodnikowanie

Po inkubacji i pojawieniu się widocznych objawów sporangia i zoospory mogą rozwijać się i z otwartych szparek infekować nowe organy. W tym momencie proces sporulacji jest uwarunkowany wilgotnością względną powietrza, światłem, temperaturą oraz kondycją zainfekowanych tkanek.

Sporulacja *P.viticola* wymaga nieprzerwanego wysokiego poziomu wilgotności względnej w granicach 95-100%. Proces ten wymaga również ciemności w granicach minimum 4 h w temp 20°C. Zarodnikowanie występuje najczęściej w nocy ponieważ jest hamowane przez światło i faworyzowane przez wysoką wilgotność względną powietrza

Minimum, maksimum i optimum temperatury dla zarodnikowania *P. viticola* wynosi odpowiednio 15, 17-27, i 29°C. Najwięcej kontrowersji wzbudza próg dolnej granicy właściwej dla zarodnikowania. Według niektórych badaczy proces ten może powstawać już przy temp pomiędzy 10 a 11°C. Jest to niezwykle istotne z praktycznego punktu widzenia, ponieważ determinuje wystąpienie warunków koniecznych do przeprowadzenia zabiegów chemicznych. Sporulacja jest faworyzowana przez większą zawartość wody w zainfekowanych tkankach. Wytwarzane zarodnie płytkowe są rozprzestrzeniane przez wiatr oraz porywane wraz z rozpryskiwanymi kroplami deszczu lub rosy i w odpowiednich warunkach mogą

prowadzić do epidemicznego wybuchu choroby. Zjawisko jest jednak trudne do przewidzenia gdyż przeżycie zarodni zależy od temperatury, wilgotności i światła. Żywotność sporangiów zmniejsza się wyraźnie wraz ze wzrostem temperatury, zmniejszeniem wilgotności i zwiększeniem ekspozycji na światło słoneczne.

Strategie rozwojowe

W cyklu rozwojowym mączniaka rzekomego winorośli występują dwie wyraźne strategie rozprzestrzeniania się patogena. Z jednej strony mamy do czynienia z infekcją pierwotną, która rozpoczyna się od zimujących oospor i powoduje rozprzestrzenianie się grzyba z powierzchni gleby na rośliny co daje początek całemu cyklowi infekcyjnemu. Z kolei przenoszenie się sporangiów z miejsc infekcji pierwotnej na nowe liście, pędy, kwiatostany i jagody jest nazywana infekcją wtórną. Do dnia dzisiejszego prowadzony jest spór o to, który rodzaj infekcji jest istotniejszy. Przez wiele lat sądzono, że infekcja pierwotna, która zapoczątkowuje cykl infekcyjny nie prowadzi do bardzo dużego rozwoju choroby. Dopiero infekcja wtórna miała być podstawowym czynnikiem prowadzącym do znaczącej, masowej dystrybucji patogena po całej plantacji. To przekonanie wiązało się z obserwowaną niewielką liczbą ognisk infekcji pierwotnej jak i z ograniczonymi możliwościami rozprzestrzeniania się sporangiów pochodzących z oospor. Dopiero później zarodniki, które początkowo są produkowane na całej powierzchni plamy miały być w krótkim okresie czasu porywane są przez wiatr (nawet do 100 m) oraz wodę i potęgować rozprzestrzenianie się patogena. Tak więc sądzono, że infekcja pierwotna (z oospor) jedynie zapoczątkowuje infekcję gdy tymczasem infekcje wtórne prowadzą do wybuchu epidemii.

Jak się z czasem okazało, niepoprawność takich rozważań, wynikała

z faktu, że większość modeli śledzących dynamikę infekcji pierwotnych opierało się na tym samym błędnym założeniu, że oospory po przejściu okresu uśpiania kiełkowały mniej więcej w tym samym czasie zapoczątkowując krótki okres infekcji pierwotnej. Tymczasem najnowsze badania wykazują, że oospory nie dojrzewają wszystkie w tym samym czasie. Okres ich dojrzwania i kiełkowania, a co za tym idzie termin infekcji pierwotnej, rozciąga się na kilka tygodni. Jest to bardzo istotne ponieważ warunki sprzyjające infekcji pierwotnej są zdecydowanie różne od tych, które sprzyjające infekcji wtórnej.



Fot. 5. Późne infekcje pierwotne (Miękinia, Wrzesień 2006)

Tak więc opieranie się na systemie prognostycznym tylko dla warunków infekcji wtórnej jest błędne ponieważ możliwość wystąpienia warunków dla infekcji pierwotnej jest częstsza i zdecydowanie bardziej rozciągnięta w czasie niż początkowo przypuszczano. Można więc powiedzieć, że na obecnym etapie wiedzy zrównano ze sobą rangę infekcji pierwotnej i wtórnej w wywoływaniu wybuchu epidemii.

STRATEGIE ZWALCZANIA

Wdrażanie skutecznej ochrony winorośli przed mączniakiem rzekomym jest w dużej mierze uzależnione od właściwego poziomu kontroli infekcji pierwotnej. Stąd, niezależnie od stosowanych systemów zwalczania zawsze podkreśla się **niezmiernie istotną wagę**

terminu pierwszej aplikacji w sezonie. Ponieważ patogen rozwija się niewiarygodnie szybko, w okresie infekcji wtórnej, zwalczanie choroby dopiero w trakcie jej dynamicznej eksplozji staje się już niezwykle trudne. Ponadto choroba rozwija się bardzo szybko w okresie wilgotnej i deszczowej pogody, kiedy to zastosowanie środków interwencyjnych, już chociażby z technicznego punktu widzenia, może być niewykonalne.

Krytyczny dla roślin i przyszłego plonu jagód okres występuje dość wcześnie, na początku sezonu, w trakcie silnego wzrostu wegetatywnego. Infekcje pojawiające się do momentu osiągnięcia przez jagody wielkości grochu mogą w tym czasie doprowadzić do ogromnego spadku plonu. Tak więc od fazy kiedy pierwsze pędy urosną do 10 cm długości, aż do osiągnięcia przez jagody wielkości ziarna grochu, plantacje powinny być regularnie i bardzo dokładnie kontrolowane na obecność plam infekcji pierwotnej.

W zależności od regionu, doświadczenia producentów, działania służb doradczych i możliwości technicznych stosuje się kilka strategii ochrony chemicznej

Strategia po infekcyjna

Ta strategia zakłada nie wykonywanie żadnych zabiegów chemicznych aż do momentu wystąpienia warunków właściwych dla infekcji pierwotnej, czyli do momentu wystąpienia **co najmniej 10 mm opadu deszczu i występowania temperatury 10°C w czasie co najmniej 24h [SYSTEM 10:10:24]**. Po pojawieniu się takich warunków, czyli bezpośrednio po infekcji, ale jeszcze przed wystąpieniem objawów chorobowych, należy wykonać pierwszy zabieg stosując interwencyjnie preparaty układowe. Należy pamiętać, że od infekcji do pojawienia się objawów chorobowych, a co za tym idzie do zarodnikowania grzyba i początku infekcji wtórnej mija średnio ok. 7-10 dni. Jest to czas, w którym z powodzeniem można stosować układowe

środki interwencyjne. Oczywiście im szybciej je zastosujemy, tym ich skuteczność będzie większa. **Metalaksyl** (Ridomil) zastosowany w 1 dzień po infekcji całkowicie nie dopuszcza do rozwoju objawów chorobowych, natomiast jego skuteczność częściowo spada już w momencie aplikacji na 3 dzień po infekcji. Stosowanie preparatów układowych jest szczególnie celowe właśnie w tym momencie, czyli na początku sezonu w okresie intensywnego wzrostu roślin. Z jednej strony substancje aktywne tych preparatów są w tym czasie zdecydowanie lepiej transportowane wraz z sokami roślinnymi po roślinie a ponadto istnieje mniejsze ryzyko wytworzenia się odpornych ras mączniaka.

Rozpatrując dobór odpowiednich preparatów przeznaczonych do tego najważniejszego pierwszego zabiegu należy uwzględnić zarówno ich możliwości po infekcyjnego niszczenia grzybni, jak również zdolność ograniczania zarodnikowania. W tym momencie warto stosować substancje z grupy fenyloamidów oraz pochodnych morfoliny występujące w mieszankach z **mankozebem**, czyli odpowiednio **metalaksyl** (Ridomil) oraz **dimetomorf** (Acrobat). Bardzo skuteczny jest również **cymoksanil** w mieszance z **mankozebem** (Curzate) oraz **iprowalikalb** (Melody Med). Bardzo dobrym rozwiązaniem jest wreszcie zastosowanie **cymoksanilu** w mieszaninie z bardzo skuteczną substancją hamującą zarodnikowanie, jaką jest **famoksat** (Tanos). **Famoksat** powoduje gwałtowną utratę ruchliwości zarodników płytkowych (zoospor) w wodzie już po 1 minucie od zastosowania, a następnie powoduje całkowite ich zniszczenie. Bardzo podobną rolę spełnia interwencyjne zastosowanie mieszaniny **fenamidonu** (Mildex) wraz ze znaną od wielu lat substancją o wyjątkowych właściwościach układowych czyli **fosetylem glinu**. Wreszcie jednym z najnowszych rozwiązań jest zastosowanie całkowicie nowej substancji **flupikolidu** (Infinito),

która w połączeniu z **propamokarbem** skutecznie działa na wszystkie stadia rozwojowe grzyba i może być aplikowana do 48 h po infekcji. **Fluopikolid** jest również stosowany do późniejszych zabiegów ponieważ ma „wbudowaną strategię odpornościową” Ponadto jako jedna z nielicznych substancji skutecznie hamuje proces tworzenia się oospor. W ten sposób producenci dostają dodatkowe narzędzie umożliwiające ograniczenie zimowania form przetrwalnikowych mączniaka rzekomego, a przez to istnieje możliwość zmniejszenia stopnia infekcji pierwotnej w kolejnym sezonie.

W systemie [10:10:24] zakładamy, że do infekcji pierwotnej już doszło, ale jest to dopiero jej początek więc substancje o charakterze układowym umożliwiają jeszcze silne ograniczenie rozwijającej się młodej grzybni. Nie należy jednak przesadnie przeceniać leczniczych właściwości stosowanych fungicydów. W badaniach laboratoryjnych **metalaksyl** dość dobrze, ale nie całkowicie, ogranicza rozwój plam do 5 dni po infekcji, czyli niekiedy nawet w momencie powstawania pierwszych widocznych objawów. Z kolei wysoką skuteczność **cymoksanilu** potwierdzono w okresie do 3 dni po infekcji.

Do pierwszych zabiegów mogą być ewentualnie zastosowane również preparaty z grupy strobiluryn, ale tylko te, które wykazują właściwości częściowo układowe jak **azoksystrobin** (Amistar) czy **fluoksastrobin**. Azoksystrobin w porównaniu z metalaksylem zastosowana po infekcji w dużo słabszym stopniu ogranicza rozwój objawów chorobowych ale jej ceną zaletą jest bardzo silne i długo utrzymujące się ograniczenie zarodnikowania, co wydatnie ogranicza stopień stabilizowania się infekcji wtórnej. Istnieją również doniesienia o dużej skuteczności **trifloksystrobiny** (Zato), która co prawda nie ma charakteru układowego, ale może być skuteczna nawet po wystąpieniu objawów chorobowych. Generalnie wszystkie

preparaty z grupy strobiluryn powinny być jednak stosowane przede wszystkim jako preparaty profilaktyczne średnio do 5 dni przed spodziewaną infekcją.

Jeżeli po jakimś czasie od pierwszego zabiegu na liściach pojawia się jednak plamy infekcji pierwotnej,

Jednym z podstawowych elementów doboru środków układowych stosowanych do drugiego zabiegu, czyli bezpośrednio (1 do 2 dni) po zaobserwowaniu pierwszych symptomów infekcji pierwotnej jest ograniczenie produkcji zarodników. W tym momencie doskonale sprawdzają się wszystkie te preparaty, które z jednej strony hamują tworzenie się zarodników w obrębie plam infekcji pierwotnej, a z drugiej umożliwiające ochronę nowych organów i roślin na plantacji w sytuacji kiedy doszło już do infekcji. Możliwość zaistnienia infekcji wtórnej jest więc tym czynnikiem, który powoduje, że również do drugiego zabiegu stosujemy preparaty o charakterze układowym, a nie tylko profilaktycznym. Jest to szczególnie istotne z racji prawdopodobieństwa, o czym już wcześniej wspomniano, że **patogen w odpowiednich dla siebie warunkach może zarodnikować bez wykazywania objawów chorobowych infekcji**

środek układowy powinien być zastosowany ponownie i to jak najszybciej jeszcze przed nadejściem cieplej i wilgotnej nocy. Ma to na celu ograniczenie zarodnikowania na roślinach już zaatakowanych i ochronę zdrowych roślin przed infekcją wtórną. pierwotnej. Do drugiego zabiegu również dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie mieszaniny **metalaksylu z mankozebem** (Ridomil). **Metalaksyl** hamuje rozwój grzyba rozpoczynającego penetrowanie tkanek natomiast **mankozeb** silnie ogranicza sporulację na plamach powstałych w wyniku infekcji pierwotnej. Także wszystkie pozostałe preparaty polecane do pierwszego zabiegu, czyli bezpośrednio po infekcji z powodzeniem mogą być użyte również do drugiego, po wystąpieniu objawów chorobowych. W tym momencie szybkie zastosowanie, **azoksystrobiny** (Amistar), **mankozebu** (Dithane), czy **metalaksylu** (Ridomil) silnie ogranicza zarodnikowanie w okresie nawet do 14 dni od ich zastosowania, opóźniając pojawienie się infekcji wtórnej.

Po wykonaniu pierwszych zabiegów preparatami układowymi można przystąpić do dalszej ochrony już z szerszym wykorzystaniem preparatów o działaniu profilaktycznym

Wykaz niektórych substancji aktywnych stosowanych w Europie do zwalczania mączniaka rzekomego na winorośli

Substancje aktywne	Odpowiednik w polskim rejestrze*
Środki układowe i wgłębne	
<i>metalaksyl + mankozeb</i>	Ridomil Gold MZ 68 WP
<i>cymoksanil + mankozeb</i>	Curzate M 72,5 WG
<i>cymoksanil + famoksadon</i>	Tanos 50 WG
<i>dimetomorf + mankozeb</i>	Acrobat MZ 69 WP
<i>fosetyl Al + fenamidon</i>	Mildex 711,9 WG
<i>iprowalikarb + mankozeb</i>	Melody Med 69 WP
<i>fluopikolid + propamokarb</i>	Infinito
Strobiluryny	
<i>azoksystrobina</i>	Amistar 250 SC
<i>trifloksystrobina</i>	Zato 50 WG
<i>krezoksym-metylu</i>	Discus 500 WG

Środki kontaktowe	
<i>mankozeb</i>	Dithane Neotec 75 WG
<i>folpet</i>	Folpan 80 WG
<i>kaptan</i>	Kaptan Zawiesinowy 50 WP
<i>tlenochlorek miedziowy</i>	Miedzian 50 WP, Miedzian Extra 350 SC
<i>propineb</i>	Antrakol 70 WG
<i>fluazynam</i>	Altima 500 SC
<i>chitozan</i>	Biochikol 020 PC

* nazwy handlowe preparatów zostały podane tylko w celach informacyjnych aby ułatwić czytelnikowi zorientowanie się w charakterze stosowanych środków i zgodnie z polskim ustawodawstwem nie stanowią żadnej podstawy do ich stosowanie w ochronie winorośli

Ograniczenie infekcji pierwotnej i odsunięcie w czasie infekcji wtórnej przy zastosowaniu strategii po infekcyjnej nie daje pewnej gwarancji ochrony ale przesuwa ryzyko silnego porażenia poza fazę krytyczną dla winorośli. Niestety, stosowanie tego systemu niesie ze sobą dość duży stopień ryzyka w sytuacji powtarzających się przelotnych opadów deszczu, zbyt dużej wilgotności gleby odpowiedniej do wjazdu opryskiwaczy, posiadania niedostatecznego sprzętu oraz zaistnienia innych czynników przeszkadzających terminowemu opryskiwaniu plantacji. Istnieje prawdopodobieństwo doprowadzenia do silnego rozwoju infekcji wtórnych, kiedy to ochrona jest już bardzo utrudniona. Strategia taka jest więc polecana tylko dla tych regionów gdzie natężenie mączniaka od lat jest małe i gdzie istnieją warunki, które nie są zbyt sprzyjające dla rozwoju tego gatunku.

Strategia profilaktyczna

Stosowanie strategii profilaktycznej jest z pewnością zdecydowanie bardziej konserwatywne, choć obarczone dużo mniejszym ryzykiem. Ochrona profilaktyczna zakłada, że wszystkie zielone części roślin muszą być chronione przy użyciu polecanych środków kontaktowych. Jednak w warunkach wyjątkowo sprzyjających rozwojowi mączniaka rzekomego do ochrony i tak powinny zostać włączone środki układowe (tutaj traktowane jako profilaktyczne) zastosowane przed okresem spodziewanych, silnych infekcji.

Ponieważ w systemie profilaktycznym nie próbuje się uchwycić terminu pierwszej infekcji **zabiegi należy rozpocząć odpowiednio wcześniej kiedy na pędach pojawi się 6-8 liści**. W trakcie wilgotnej pogody plantacja powinna być opryskiwana co 2 tygodnie, **a w okresie krytycznym, czyli od momentu bezpośrednio przed kwitnieniem, do osiągnięcia przez jagody wielkości grochu nawet co tydzień**. Później, kiedy wzrost wegetacyjny jest mniejszy częstotliwość opryskiwania można ograniczyć nawet do trzech tygodni.

Chociaż jagody są wrażliwe na porażenie do osiągnięcia przez nie wielkości ziaren grochu, to jednak osie gron pozostają wrażliwe zdecydowanie dłużej. Znaczna redukcja plonu jagód jest więc również obserwowana w wilgotnych i nisko położonych regionach, gdzie osie gron są infekowane nawet w trakcie dojrzewania jagód. Tak więc w warunkach dużej wilgotności, związanej z położeniem czy panującymi warunkami atmosferycznymi, niezbędna jest regularna ochrona praktycznie wszystkich zielonych części winorośli.

W systemie profilaktycznym należy uwzględnić, że nowe przyrosty nie są chronione przez fungicydy kontaktowe, a i w przypadku interwencyjnych jest to poziom dużo mniejszy niż się powszechnie sądzi. Także przyrost powierzchni liścia ma tutaj niebagatelne znaczenie. Uważa się, że zwiększenie powierzchni liści o 100% jest już na tyle duże, że nie można liczyć na skuteczną ochronę przez

fungicyd kontaktowy naniesiony kilka dni wcześniej.

Także deszcz może ograniczyć poziom ochrony preparatami kontaktowymi, co powoduje konieczność ich ponownego użycia. Na przykład w przypadku parcha jabłoni (można sobie tutaj pozwolić na pewną analogię) dla preparatów kontaktowych przyjmuje się przeciętnie, że suma opadów wynosząca po zabiegu 20-25 mm zmywa osad preparatu i nie można liczyć na jego skuteczne działanie. Dla **kaptanu**, **folpetu** i **mankozebu** wielkości te są większe i wynoszą nawet 50-60mm. Z kolei wystąpienie opadu burzowego już przy wielkości 16 mm zakłada brak skuteczności naniesionych wcześniej preparatów kontaktowych. Informacje te są szczególnie istotne zważywszy, że wdrażanie strategii profilaktycznej gwarantuje właściwy poziom ochrony tylko przy bardzo dobrym pokryciu powierzchni wszystkich zielonych części roślin.

Do preparatów polecanych do ochrony profilaktycznej z pewnością można zaliczyć tak znane substancje jak **mankozeb** (Dithane), **folpet** (Folpan) **kaptan** (Kaptan zawieszinowy) czy **tlenochlorek miedzi** (Miedzian) lub inne formy preparatów miedziowych. W przypadku miedzianu należy tylko pamiętać, że może on hamować wzrost roślin w okresie silnej wegetacji, więc lepiej zostawić go sobie do późniejszych zabiegów. Ponadto niektóre odmiany jak np. 'Merlot' są wrażliwe na działanie środków miedziowych i na nich mogą się pojawiać objawy fitotoksyczności. W badaniach laboratoryjnych uzyskano dużą skuteczność ochrony, i to porównywalną z preparatami chemicznymi również po zastosowaniu środka biologicznego jakim jest **chitozan** (Biochikol)

W systemie profilaktycznym dużą rolę odgrywa stosowanie preparatów z grupy strobiluryn. Fungicydy te poza swoją długotrwałą aktywnością są zdecydowanie mniej wrażliwe na opady

deszczu bądź to z uwagi na ich częściowo układowy charakter (**azoksystrobina**, **fluaksostrobina**) bądź z powodu ich doskonałej przyczepności do struktury liści (**krezoksym-metylu**, **trifloksystrobina**). Ponadto preparaty te skutecznie ograniczają również rozwój mączniaka prawdziwego i częściowo szarą pleśń.

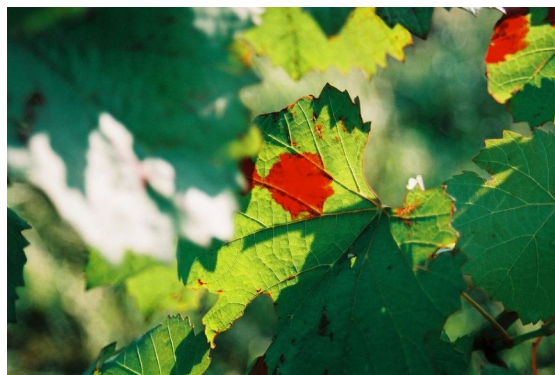
Do zabiegów profilaktycznych często wykorzystuje się również **fluazydam** (Alltima), który w Polsce jest szeroko stosowany do zwalczania zarazy ziemniaka, z uwagi na bardzo dobrą skuteczność tej substancji w ograniczaniu infekcji dokonywanych przez zarodniki pływkowe.

Strategia zwalczania w oparciu o prognozy meteorologiczne i modelowanie matematyczne.

Zwalczania mączniaka rzekomego zarówno w systemie po infekcyjnym [10:10:24] jak i profilaktycznym z konieczności wymaga zastosowania stosunkowo dużej liczby zabiegów chemicznych (średnio 6-10). W związku z powyższym od wielu już lat dąży się do opracowania programów umożliwiających ograniczenie liczby zabiegów tylko do okresów faktycznego ryzyka występowania infekcji. Biorąc pod uwagę najnowsze badania dotyczące roli infekcji pierwotnych obecne systemy opierają się na prognozowaniu warunków meteorologicznych uwzględniających niezależnie zarówno ryzyko występowania infekcji pierwotnej jak i wtórnej. Stosowanie tych programów wiąże się jednak z koniecznością posiadania odpowiedniego sprzętu. Programy monitorowania infekcji mączniaka rzekomego są bardzo zbliżone do wprowadzanych w Polsce systemów monitorowania zarazy ziemniaczanej jak **NegFry** czy **PHYTEB** i bardzo często opierają się na skomplikowanych modelach matematycznych.

PODSUMOWANIE

Zwalczanie mączniaka rzekomego, szczególnie na plantacjach winorośli *Vitis vinifera* nie jest zadaniem prostym i zakłada uwzględnienie wielu bardzo różnorodnych czynników. Zdecydowanie prościej jest utrzymać zdrowotność krzyżówek, gdzie zarówno częstotliwość jak i skala porażenia są zdecydowanie mniejsze. Całkowitej gwarancji jednak nie ma ponieważ w przyrodzie praktycznie nie istnieje zjawisko całkowitej odporności. W przypadku dużej presji patogena, w lata wyjątkowo sprzyjające jego występowaniu, nawet na odmianach powszechnie uważanych za odporne mogą pojawić się mniejsze lub większe uszkodzenia. W takiej sytuacji pełna i regularnie prowadzona profilaktyka jest niezbędnym warunkiem utrzymania zdrowotności roślin szczególnie, że w Polsce, nie mamy zarejestrowanego ani jednego preparatu układowego, który można byłoby szybko zastosować zaraz po ujawnieniu się pierwszych objawów infekcji pierwotnych.



Fot. 6. Antocyjanowe plamy infekcji pierwotnej na odmianie 'Dakapo'