63 OGÓLNOPOLSKA NAUKOWA KONFERENCJA OCHRONY ROŚLIN SADOWNICZYCH

Strategia Jedno Zdrowie w aspekcie ochrony roślin sadowniczych

MATERIAŁY

Minister Edukacji i Nauki

InHort INSTYTUT OGRODNICTWA

63. Ogólnopolska Naukowa Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych

STRATEGIA JEDNO ZDROWIE W ASPEKCIE OCHRONY ROŚLIN SADOWNICZYCH

(materiały)

Skierniewice 2024

Praca zbiorowa

Autorskie materiały konferencyjne przygotowane w ramach realizacji projektu dofinansowanego ze środków budżetu państwa przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach Programu „Doskonała nauka II”.

Minister
Edukacji i Nauki

Autorzy tekstów odpowiadają za treść oraz prawa do publikacji ilustracji w nich zawartych.

Projekt graficzny, skład, łamanie
dr inż. Iwona Sowik

ISBN: 978-83-67039-31-4
Nakład: 300 szt.

Egzemplarz bezpłatny

© Instytut Ogrodnictwa – PIB, Skierniewice 2024

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna cześć niniejszej książki nie może być reprodukowana w jakiejkolwiek formie i w jakikolwiek sposób bez pisemnej zgody wydawcy.

Druk: PPHU SIGMA, Skierniewice

SPIS TREŚCI

1. One Health – Jedno Zdrowie a ochrona roślin
prof. dr hab. Joanna Puławska..... 7

2. Możliwości ograniczenia zabiegów środkami chemicznymi w ochronie jabłoni przed parchem
dr Sylwester Masny..... 13

3. Czy wycofywanie środków ochrony roślin może skutkować nabywaniem odporności przez szkodniki?
dr Michał Hołdaj..... 15

4. Antraknoza − narastający problem w przechowywaniu jabłek i gruszek
mgr inż. Hubert Głos..... 21

5. Choroby kory i drewna – najważniejsze problemy i zagrożenia w sadach drzew pestkowych
dr Agata Broniarek-Niemiec..... 27

6. Sady sokowe – szanse, zagrożenia
dr Małgorzata Sekrecka, dr Wojciech Warabieda, dr Hubert Głos, dr Krzysztof P. Rutkowski, dr Dorota E. Kruczyńska, dr Krzysztof Zmarlicki, dr Piotr Brzozowski, dr Zbigniew Buler, dr Jacek Filipczak, dr Artur Miszczak, mgr inż. Wioletta Popińska..... 33

7. Ekonomiczne i środowiskowe aspekty regulowania zachwaszczenia w sadach i jagodnikach
dr hab. Jerzy Lisek, prof. IO..... 41

8. Dwuwentylatorowy opryskiwacz sadowniczy z indywidualnie regulowanym strumieniem powietrza – sposób na skuteczny i bezpieczny zabieg w trudnych warunkach
dr hab. Grzegorz Doruchowski, prof. IO, prof. dr hab. Ryszard Hołownicki, mgr inż. Waldemar Świechowski, dr Artur Godyń, mgr inż. Andrzej Bartosik 47

9. Badania monitoringowe pozostałości środków ochrony roślin wykrywanych w owocach krajowych i importowanych
dr Artur Miszczak..... 53

10. Aktualne zagrożenia ze strony patogenów w jagodnikach i jak sobie z nimi radzić?
dr Monika Michalecka..... 57

11. Identyfikacja sprawców najgroźniejszych chorób wirusowych i fitoplazmatycznych maliny i truskawki
prof. dr hab. Mirosława Cieślińska..... **65**

12. Ważne ekonomicznie patogeny truskawki identyfikowane na plantacjach w sezonach 2022, 2023
mgr Karolina Felczak-Konarska..... **71**

13. Wpływ warunków pogodowych na rozwój populacji muszki plamoskrzydłej w latach 2014-2022
dr Wojciech Warabieda, dr Wojciech Piotrowski..... **79**

14. 'Cold treatment' jako metoda zwalczania muszki plamoskrzydłej
dr Wojciech Piotrowski, dr Małgorzata Sekrecka, dr Zbigniew Jóźwiak, dr Krzysztof P. Rutkowski, dr Monika Kałużna..... **89**

15. Zagrożenia ze strony gatunków inwazyjnych – wyniki monitoringu na wiśni, śliwie, malinie
dr Małgorzata Sekrecka, dr Wojciech Warabieda..... **95**

16. Wykorzystanie proekologicznych preparatów w ochronie roślin sadowniczych
mgr inż. Wojciech Niemiec..... **99**

SESJA POSTEROWA

1. *Diaporthe eres* jako przyczyna zamierania drzewek jabłoni w szkółkach i młodych sadach
mgr inż. Hubert Głos, dr Monika Michalecka..... **105**

2. Sprawca gnicia gruszek w okresie przechowywania *Cadophora luteo-olivacea* – nie tylko w Europie Zachodniej
mgr inż. Hubert Głos, dr Monika Michalecka..... **109**

3. Pozyskiwanie i identyfikacja potencjalnych wektorów *Xylella fastidiosa* – ocena ryzyka przenoszenia bakterii w Polsce
dr Monika Kałużna, dr hab. Grażyna Soika, prof. IO, dr Wojciech Warabieda **111**

4. Nowoczesne systemy wykrywania bakterii *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* sprawcy bakteryjnej zgorzeli leszczyny
dr Monika Kałużna, dr Andjelka Prokić, prof. Aleksa Obradović, dr William A. Weldon, dr Virginia Stockwell, dr Joël F. Pothier **115**

5. Zwalczanie zarazy ogniowej (*Erwinia amylovora*) na jabłoni w kontekście zmian związanych z Europejskim Zielonym Ładem
dr Artur Mikiciński, prof. dr hab. Joanna Puławska, mgr Maciej Spychalski, dr Rafał Kukawka, dr hab. inż. Marcin Śmiglak, dr Katarzyna Góralska, mgr Marcin Oleszczak..... **119**

6. Zastosowanie wermikompostu i jonów Ag+ w uprawie truskawki – wpływ na populację niszczyka zjadliwego (*Ditylenchus dipsaci*)
dr hab. Andrzej T. Skwiercz, prof. IO, dr Małgorzata Sekrecka, Anna Wesołowska, dr Aleksandra Trzewik, mgr Anastasia Lutsiuk, dr Dawid Kozacki..... **123**

7. Podatność genotypów porzeczki czarnej na zasiedlenie pąków przez wielkopąkowca porzeczkowego
dr Wojciech Piotrowski, prof. dr hab. Stanisław Pluta, dr Łukasz Seliga..... **127**

8. Wpływ różnych praktyk zwiększających bioróżnorodność na populacje szkodników i owadów pożytecznych w ekologicznej produkcji truskawek i malin
mgr inż. Gerard Podedworny, dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Eligio Malusà, prof. IO..... **133**

9. Czym pachną korzenie truskawki, że pędraki chrabąszcza majowego aż tak je lubią? Na tropach wolatilomu truskawki
dr Ewa M. Furmańczyk, dr hab. inż. Radosław Bonikowski..... **137**

ONE HEALTH – JEDNO ZDROWIE A OCHRONA ROŚLIN

prof. dr hab. Joanna Puławska
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: joanna.pulawska@inhort.pl

Koncepcja „Jedno Zdrowie" (One Health) to podejście interdyscyplinarne, które uznaje wzajemne powiązania zdrowia ludzkiego, zdrowia zwierząt i środowiska. Podkreśla znaczenie współpracy między różnymi sektorami, w tym medycyną i weterynaryjną, naukami o środowisku, zdrowiem publicznym i innymi pokrewnymi dziedzinami, w celu rozwiązania złożonych problemów związanych ze zdrowiem. Koncepcja ta powstała w odpowiedzi na dowody rozprzestrzeniania się chorób odzwierzęcych (np. wirusy ptasiej grypy, Ebola, HIV; salmonelloza) między gatunkami i rosnącą świadomość współzależności zdrowia ludzi i zwierząt oraz zmian ekologicznych. Z tego punktu widzenia zdrowie publiczne nie jest już postrzegane jako termin odnoszący się tylko do ludzi. Koncepcja One Health ma korzenie historyczne, ale zyskała rozgłos i uznanie na początku XXI wieku (FAO, 2008). Idea powiązania między zdrowiem ludzi, zdrowiem zwierząt i środowiskiem była uznawana od wielu lat, ale termin „Jedno Zdrowie" i jego sformalizowanie jako koncepcji zyskały na znaczeniu dopiero w pierwszej dekadzie XXI wieku. Koncepcja „Jedno Zdrowie" jest popularyzowana przez międzynarodowe organizacje takie jak: World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization (FAO) i the World Organization for Animal Health (OIE). 13 listopada 2023 r. w Luksemburgu, EFSA oraz inne niezależne agencje Unii Europejskiej, zobowiązały się do współpracy w ramach inicjatywy „One Health". Ich wspólne oświadczenie zostało podpisane podczas konferencji „One Health − One Health for All, All for One Health".
Do kluczowych założeń koncepcji Jedno Zdrowie należą m.in:

- WZAJEMNE POWIĄZANIA: uznanie, że zdrowie ludzi, zwierząt, roślin i środowisko są ze sobą powiązane, a zmiany w jednym mogą mieć wpływ na inne;
- WSPÓŁPRACA: zachęcanie do współpracy i komunikacji między specjalistami z różnych dziedzin w celu skuteczniejszego stawiania czoła wyzwaniom zdrowotnym;

- PODEJŚCIE HOLISTYCZNE: przyjęcie holistycznego podejścia do zdrowia poprzez uwzględnienie szerszego kontekstu ekosystemów, interakcji człowiek − środowisko;
- ZAPOBIEGANIE: podkreślanie znaczenia środków zapobiegawczych mających na celu zajęcie się problemami zdrowotnymi u ich źródła, a nie leczenie chorób po ich wystąpieniu.

Jedno Zdrowie, a zdrowie roślin

Mając na uwadze, że rośliny stanowią podstawę diety człowieka produkcja wysokogatunkowych owoców jest niezwykle istotna dla zdrowia publicznego. Owoce jagodowe są często uznawane za tzw. „superfoods” ze względu na ich wysoką zawartość antyoksydantów, witamin, błonnika i innych składników odżywczych. Te składniki mogą przyczynić się do poprawy zdrowia ogólnego, wspierania układu odpornościowego, a także zapobiegania różnym chorobom. Dodatkowo są niskokaloryczne, mają niski indeks glikemiczny, co sprawia, że są doskonałym wyborem dla osób dbających o utrzymanie lub redukcję masy ciała. W przypadku jabłek ze względów prozdrowotnych warto zwrócić uwagę na jabłka o czerwonym miąższu. Na tle innych odmian, wyróżniają się swoją wartością prozdrowotną − mają dużą zawartość antocyjanów, czyli barwników roślinnych o działaniu przeciwnowotworowym, wspomagającym układ krążenia oraz poprawiającym odporność organizmu. Nie ulega więc wątpliwości, że zdrowie roślin jest istotne dla zdrowia ludzi.

Jednak środki mające na celu utrzymanie zdrowych roślin mogą mieć wpływ na zdrowie ludzi zarówno pozytywnie, jak i negatywnie. Pozytywnie, bo dzięki nim możliwe jest uniknięcie poważnych strat w produkcji m.in. owoców, zabezpieczenie ich przed zawartością niebezpiecznych związków pochodzących od patogenów, np. mykotoksyn. Wiadomo jednak też, że pestycydy mogą wpływać negatywnie na zdrowie ludzi, zakłócając funkcjonowanie układu hormonalnego i odpornościowego, zwiększając ryzyko raka i upośledzając rozwój mózgu (Gilden i in. 2010). Poprzez swój wymiar środowiskowy Jedno Zdrowie ramuje również złożoną interakcję między dobrostanem człowieka, a zdrowiem roślin na wyższym poziomie. Zwiększanie plonów dzięki zdrowym roślinom ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego dla rosnącej populacji globalnej. Produkcja rolna stwarza jednak również zagrożenia dla procesów środowiskowych, które stanowią podstawę zdrowia ludzkiego. Rolnictwo

odpowiada za 34% emisji gazów cieplarnianych, zużywa 84% słodkiej wody i jest największym pojedynczym źródłem eutrofizacji powodującej zanieczyszczenie systemów wodnych azotem i fosforem. Co więcej, rolnictwo prowadzi do degradacji i erozji gleby i powoduje utratę różnorodności biologicznej poprzez wkraczanie na obszary naturalne, zakłócanie ekosystemów, a tym samym zwiększenie ryzyka pojawienia się nowych patogenów odzwierzęcych groźnych dla ludzi (Hoffmann i in. 2022). Dodatkowym zagrożeniem jest przenoszenie genów odporności na antybiotyki. Patogeny i geny oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe obecne w odchodach zwierzęcych stosowanych jako nawóz, a także antybiotyki stosowane w produkcji roślinnej mogą być przenoszone w łańcuchu pokarmowym, prowadząc do infekcji u ludzi opornych na środki przeciwdrobnoustrojowe.

Jak ma wyglądać ochrona roślin w świetle koncepcji Jedno Zdrowie? W szerokim ujęciu tak pojęta ochrona ma spełniać założenia i wpisywać się w zrównoważone rolnictwo. Rolnictwo zrównoważone to reakcja na potrzeby współczesnego świata i zmiany, które w nim zachodzą na różnych płaszczyznach włączając zmiany klimatyczne jak i geopolityczne. Produkcja bezpiecznej żywności wiąże się z koniecznością takiego modelu gospodarowania rolnika, który minimalizuje wpływ rolnictwa na środowisko i klimat, ale jednocześnie jest opłacalny i akceptowalny społecznie.

Rozwiązaniami, po które powinni sięgać sadownicy w ochronie upraw przed agrofagami to przede wszystkim założenia Integrowanej Produkcji roślin, z kluczowym elementem integrowanej ochrony roślin. O zdrowotności sadu/plantacji decydują kroki podjęte już na etapie ich zakładania. Odpowiedni wybór pola, jego lokalizacja, konieczne badania określające nie tylko zasobność gleby ale również jej zasiedlenie przez ewentualne patogeny, wybór zdrowego materiału nasadzeniowego, a także różne zabiegi agrotechniczne, które mają istotny wpływ na kondycję roślin i jej podatność na szkodniki i choroby. Integrowana ochrona, gdzie priorytet to metody niechemiczne, jest kluczowym elementem Integrowanej Produkcji. Warto poświęcić uwagę biologicznym środkom ochrony roślin, które oparte są na mikroorganizmach, wyizolowanych ze środowiska naturalnego ale przebadanych pod kątem bezpieczeństwa dla ludzi i różnych elementów środowiska. Trendami wpisującymi się w uprawę przyjazną środowisku są również systemy produkcji owoców bez pozostałości tzw. „zero pozostałości” jak i produkcja ekologiczna.

Stosowanie środków ochrony dla poszczególnych upraw powinno się odbywać zgodnie z ich rejestracją, w takich dawkach jak zalecane i oczywiście z zachowaniem okresu karencji. Dla każdej z ważniejszych w naszym kraju upraw, Instytut Ogrodnictwa – PIB co roku przygotowuje zaktualizowane programy ochrony roślin, w których można znaleźć wszystkie szczegóły dotyczące dostępnych środków. Tutaj należy też podkreślić kwestie etyczne związane ze świadomymi wyborami rolnika takich form ochrony roślin, które są bezpieczne dla człowieka. Już od kilku lat obserwujemy narastający problem pojawiania się na rynku nielegalnych środków ochrony roślin. Szacuje się, że w Polsce to już ok. 15-20% rynku, czyli średnio co piąty preparat w ochronie roślin jest używany nielegalnie. Nielegalne środki ochrony roślin sprowadzane często z odległych państwa, nie przechodzą oceny pod żadnym kątem − ani skuteczności w ochronie, ani bezpieczeństwa dla ludzi, zwierząt i środowiska. Mogą zawierać substancje toksyczne dla ludzi, co stwarza zagrożenie dla konsumentów jak i sadownika. Niestety ich zachęcająca cena i chęć większego zysku, często jest dla sadownika dużo ważniejsza, niż etyka i zainteresowanie zdrowiem innych ludzi.

Kolejnym aspektem, który jest istotny w kontekście koncepcji Jedno Zdrowie, to pewne luki prawne, a także brak dostatecznych kontroli, które pozwalają na wprowadzanie produktów biologicznych bez ich dogłębnego przebadania. Kategoria tzw. bioproduktów obejmuje preparaty na bazie surowców pochodzenia organicznego, mogące zawierać, oprócz różnych związków, mikroorganizmy i/lub ich metabolity. Na rynku jest szereg produktów wytwarzanych i sprzedawanych przez firmy świadomie podchodzące do produkcji tego typu preparatów i trzymające reżim produkcji i kontrolę ich zawartości. Niestety zdarzają się również produkty, które nie zawierają tego co jest deklarowane na ich etykiecie, a wręcz zawierają mikroorganizmy lub związki, które są szkodliwe dla zdrowia człowieka. I tu pojawia się pytanie – jak wybrać odpowiedni środek i czy nie powinny pojawić się regulacje prawne, które wymagałyby jednak pewnej puli badań dotyczących ich bezpieczeństwa zwłaszcza dla ludzi? Dodatkowo trudno jest potwierdzić działanie i efektywność środków o cechach np. biostymulujących. Tylko niektóre z nich mają działanie potwierdzone wiarygodnymi badaniami wykonanymi przez niezależne jednostki naukowe i tym też powinni kierować się sadownicy przy decyzjach o zastosowaniu danego środka na swojej uprawie.

Co nas czeka w produkcji oraz ochronie roślin?

W najbliższej przyszłości produkcja roślinna i ochrona roślin będzie nastawiona na wytwarzanie bezpiecznej i zdrowej żywności. Będziemy odchodzili od chemicznej ochrony w kierunku tzw. rolnictwa regeneratywnego i większego udziału metod proekologicznych, w tym udziału biologicznych środków ochrony roślin. Jednak to wszystko musi odbywać się na podstawie dokładnej analizy potencjalnych skutków wprowadzanych zmian w tym korzyści dla rolnika jak i konsumenta. Na pewno duże korzyści będą mogli odnieść sadownicy ze stosowania nowych rozwiązań z zakresu rolnictwa precyzyjnego, chociaż takie kompleksowe rozwiązania z zakresu ochrony roślin na rynkach są jeszcze niedostępne (Anastasiou i in. 2023). Natomiast tempo rozwoju technologii w tym zakresie jest tak duże, że można mieć nadzieję, że w ciągu najbliższych lat takie rozwiązania będą komercyjnie dostępne.

Literatura

Anastasiou E., Fountas S., Voulgaraki M., Psiroukis V., Koutsiaras M., Kriezi O., Lazarou E., Vatsanidou A. Fu L., Di Bartolo F., Barreiro-Hurle J., Gómez-Barbero M. 2023. Precision farming technologies for crop protection: A meta-analysis. Smart Agricultural Technology 5, 100323.

FAO i in. 2008. Contributing to One World, One Health. A Strategic Framework for Reducing Risks of Infectious Diseases at the Animal–Human–Ecosystems Interface.

Gilden RC, Huffling K, Sattler B. 2010. Pesticides and health risks. J Obstet Gynecol Neonatal Nurs. 39(1): 103-10.

Hoffmann V., Paul B., Falade T., Moodley A., Ramankutty N., Olawoye J., Djouaka R., Lekei E., de Haan N., Ballantyne P., Waage J. 2022. A one health approach to plant health. CABI Agriculture and Bioscience 3(1): 1-7.

MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA ZABIEGÓW ŚRODKAMI CHEMICZNYMI W OCHRONIE JABŁONI PRZED PARCHEM

dr Sylwester Masny
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Sylwester.Masny@inhort.pl

Parch jabłoni należy do najgroźniejszych chorób jabłoni (*Malus* spp.), przyczyniając się do strat w jakości i wielkości plonu. Sprawca choroby, grzyb *Venturia inaequalis*, poraża większość organów nadziemnej części drzew, głównie liście i owoce. W sadach nieprawidłowo chronionych, założonych z odmian podatnych choroba może powodować znaczne straty ekonomiczne, a w skrajnych przypadkach nawet zamieranie drzew. Obecnie ochrona chemiczna jest wciąż dominującą i najskuteczniejszą metodą, gwarantującą uzyskanie dużych, wysokiej jakości plonów jabłek. Liczne badania naukowe podkreślają rolę fungicydów, jaką odgrywają w ochronie jabłoni przed parchem. Badania prowadzone w Europie Zachodniej dowiodły, że wśród środków ochrony przeznaczonych do zwalczania chorób jabłoni powodowanych przez grzyby patogeniczne aż 70% stanowią fungicydy stosowane przeciwko parchowi jabłoni (Creemers i Laer 2006). Należy jednak podkreślić, że ich stosowanie musi opierać się na zasadach dobrej praktyki ochrony roślin, gdyż każde odstępstwo od zaleceń grozi brakiem skuteczności zabiegu i może być zagrożeniem dla środowiska naturalnego i samego człowieka. Występowanie oraz rozwój parcha jabłoni są głównie wynikiem interakcji między patogenem i rośliną − gospodarzem. Przebieg tej interakcji zależy od zabiegów stosowanych w sadzie, w tym aplikowanych fungicydów oraz warunków atmosferycznych. Ostatni z wymienionych czynników wpływa w zasadniczy sposób na rozwój *V. inaequalis* i wysiewy askospor, występowanie ryzyka infekcji jabłoni oraz skuteczność zastosowanego programu ochrony. Badania prowadzone w Instytucie Ogrodnictwa − PIB potwierdziły, że w warunkach Polski centralnej średnio ponad 50% rejestrowanych wysiewów askospor *V. inaequalis* pojawia się w czasie związanym z korzystnymi warunkami dla wystąpienia ryzyka infekcji jabłoni (Masny i Jankowski 2012). Zależnie od roku rozpoczęcie wysiewów ma miejsce, począwszy od trzeciej dekady marca do końca kwietnia i nie jest związane z fenologiczną fazą jabłoni. Obecność askospor w powietrzu można stwierdzić na podstawie obserwacji

mikroskopowych taśm aparatu Burkarda. Obserwacje takie są pracochłonne i czasochłonne i w związku z tym nie możliwe do przeprowadzenia w większości gospodarstw sadowniczych. W przypadku powszechnego występowania niekorzystnych warunków pogodowych obniżających skuteczność poinfekcyjnych zabiegów zwalczania parcha, przed kwitnieniem jabłoni, w programach ochrony należy uwzględnić również zabiegi prewencyjnie wykonywane na podstawie rozwoju przyrastającej tkanki. W Polsce w latach z warunkami pogodowymi szczególnie korzystnymi dla pierwotnych infekcji jabłoni i rozwoju choroby (częste opady, długotrwałe zwilżenie liści i owoców w optymalnej temperaturze) uzyskanie wysokiej jakości owoców wymaga zastosowania nawet 20 zabiegów fungicydami. Ograniczenie ich liczby bez obniżenia jakości plonu jest możliwe po wprowadzeniu alternatywnych metod mających na celu zredukowanie źródła pierwotnych infekcji jabłoni. Jednakże mimo ogromnej wiedzy dotyczącej biologii grzyba *V. inaequalis* i epidemiologii parcha jabłoni oraz opracowania różnych metod ochrony (m.in. agrotechnicznej, hodowlanej, biologicznej i chemicznej oraz monitoringu i sygnalizacji), a także coraz doskonalszego doradztwa nie ma całkowitej gwarancji uniknięcia strat powodowanych przez tę chorobę. Na podstawie badań i analiz prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa − PIB szacuje się, że w ochronie jabłoni przed chorobami możliwe jest ograniczenie zużycia fungicydów o 5-10% (Korbas i wsp. 2022).

Literatura

Creemers P., van Laer S. 2006. Key strategies for reduction of the dependence on fungicides in integrated fruit production. Phytopathologia Polonica 39: 19-29.

Korbas M., Horoszkiewicz J., Danielewicz J., Jajor E. 2022. Wybrane zagadnienia integrowanej ochrony upraw rolniczych przed sprawcami chorób i szkodnikami. Szkolenie w ramach dotacji celowej z budżetu państwa na rok 2022.

Masny S., Jankowski P. 2012. Wpływ czynników meteorologicznych na wysiewy zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* i występowanie okresów krytycznych parcha jabłoni. Prog Plant Protection / Post. Ochr. Rośl. 52 (3): 638-641.

CZY WYCOFYWANIE ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN MOŻE SKUTKOWAĆ NABYWANIEM ODPORNOŚCI PRZEZ SZKODNIKI?

dr Michał Hołdaj
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Michal.Holdaj@inhort.pl

Zastępowanie, w krajach UE, syntetycznych środków ochrony roślin w swoim założeniu ma szczytną ideę produkowania „zdrowszej" żywności. Bez wątpienia nadmierne, wieloletnie i często nieracjonalne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin może mieć negatywny wpływ zarówno na zdrowie konsumentów, jak również na środowisko, do którego te substancje są wprowadzane. W ramach założeń Europejskiego Zielonego Ładu w strategii „Od pola do stołu" kraje członkowskie zobowiązane są do redukcji zużycia pestycydów o 50% przy zachowaniu konkurencyjności cen. Niestety założenia te nie biorą pod uwagę sytuacji, że część państw podlegających tym założeniom, redukując stosowanie środków ochrony o 50% i tak będzie mogła stosować ich więcej niż polscy producenci na chwilę obecną. Wycofywanie skutecznych i popularnych środków ochrony roślin może jednak przynieść w rezultacie odwrotny efekt do zamierzonego. Ograniczona pula dostępnych pestycydów może przysporzyć istotnych problemów ze zwalczaniem wielu gatunków szkodników. W przypadków szkodników mających kilka lub kilkanaście licznych pokoleń w sezonie największym zagrożeniem jest możliwość nabywania przez nie odporności na substancje stosowane do ich zwalczania. Zjawisko to zaobserwowano między innymi u słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* Fabricius) (Węgorek i wsp. 2009) i chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis* Paykull.) znanych w Polsce jako groźne szkodniki rzepaku (Zamojska, Węgorek 2014) czy stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (Węgorek 2009b, Zamojska i wsp. 2011). W uprawach sadowniczych problem ten dotyczy również przędziorka chmielowca (*Tetranychus urticae* Koch) (Riga i wsp. 2014) oraz miodówki gruszowej plamistej (*Cacopsylla pyri*) (Kocurek i Stara 2006). Przykładem takich szkodników mogą stać się również bez wątpienia mszyce, które masowo każdego roku zasiedlają jabłonie.

W ramach zadania celowego 6.4, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, od kilku lat prowadzimy na szeroką skalę monitoring występowania i badania skuteczności zwalczania mszycy

jabłoniowej (*Aphis (Aphis) pomi*), mszycy jabłoniowo-babkowej (*Dysaphis (Pomaphis) plantaginea*) oraz w ostatnim roku również bawełnicy korówki (*Eriosoma lanigerum*).

W roku 2023 na podstawie lustracji ponad 50 sadów jabłoniowych oraz wywiadów przeprowadzonych z producentami wytypowano 15 obiektów (Choceń, Kamień Nad Wisłą, Sandomierz, Wisowa, Maurzyce, Czempiń, Komorniki, Łaziska, Zawada, Skierniewice, Dąbrowice, Czempiń, Komorniki, Zduny, Ostrołęka koło Głowna), z których pobierane były mszyce do laboratoryjnych testów skutecznościowych. Właściciele tych sadów deklarowali problem z ograniczaniem populacji mszyc w latach poprzednich. Doświadczenia te miały na celu sprawdzenie czy w danej lokalizacji rzeczywiście występuje problem z obniżoną skutecznością działania insektycydu, zawierającego acetamipryd jako substancję czynną, czy też za brakiem efektywnego działania zabiegu mogły stać inne czynniki. Kontrolę doświadczenia stanowiły mszyce pobrane z drzew, na których od wielu lat nie prowadzono ochrony aficydami. Do badań wybrano produkt Mospilan 20 SP, jako insektycyd najczęściej stosowany do zwalczania mszyc w sadach. Ocenę skuteczności przeprowadzono na bezskrzydłych osobnikach dorosłych pobranych z sadów produkcyjnych zlokalizowanych w różnych rejonach Polski oraz z lokalizacji kontrolnej (Skierniewice). Osobniki mszycy jabłoniowej pobierano z miejscowości: Choceń, Kamień Nad Wisłą, Sandomierz, Wisowa, Iłów, Mszczonów, Czempiń, Komorniki, Łaziska, Zawada, Zduny, Ostrołęka koło Głowna, mszycy jabłoniowo-babkowej z miejscowości: Skierniewice, Dąbrowice, Maurzyce oraz bawełnicy korówki z miejscowości: Skierniewice i Dąbrowice. Przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych doświadczenie, polegało na umieszczeniu wyciętego krążka liściowego o średnicy 5 cm nasączonego aficydem w dawce polowej 0,125 kg/ha. Klateczka w górnej części posiadała otwór wentylacyjny zabezpieczony szyfonem o drobnych otworach. Na wilgotny krążek nakładano za pomocą delikatnego pędzelka po 15 sztuk mszyc. Kombinację kontrolną stanowiły osobniki umieszczone na krążkach nasączonych wodą. Poszczególne osobniki mszyc kładziono grzbietową częścią ciała na liść, aby miały bezpośredni kontakt z insektycydem. Tak umieszczone mszyce odwracały się do pozycji prawidłowej, co potwierdzało, że podczas przenoszenia te delikatne owady nie zostały uszkodzone. Mszyce, które nie mogły się odwrócić, zostawały zamienione na bardziej aktywne, co zapewniało podobną „kondycję” wybieranych do doświadczenia osobników.

Klateczki lokowano w kamerze hodowlanej ze stałą temperaturą, wilgotnością i naświetleniem (21°C, 55%, 16:8). Obserwacje polegały na zliczaniu martwych i żywych osobników po 24h i 48h od momentu założenia doświadczenia. Uzyskane wyniki były podstawą do określenia różnic w przeżywalności mszyc z poszczególnych lokalizacji po ich kontakcie z aficydem. Testy wykonywano w 3 powtórzeniach dla poszczególnych kombinacji (preparatów). Dla pobranych osobników mszyc z każdego z 15 sadów testy z aplikacją aficydów wykonano 4 razy w roku. Testom poddano łącznie ponad 3 000 osobników. Z wytypowanych sadów pobrano również mszyce do analiz biochemicznych. Analizy miały określić poziom enzymów detoksykacyjnych (system wieloczynnościowych oksydaz − MFO zwany również PSMO – polisubstratowe monooksygenazy). Enzymy detoksykacyjne to enzymy, których zadaniem jest m.in. przekształcenie substancji aktywnych insektycydów w hydrofilne produkty i możliwie szybkie wydalenie ich z organizmu (Zakrzewski 1995, Grant i Matsumara 1989; Brattsten 1979). Podwyższona aktywność enzymatyczna w organizmie osobników, pochodzących z sadów traktowanych insektycydami w stosunku do osobników kontrolnych (osobniki mszyc z lokalizacji, gdzie nie stosowano insektycydów), może być sygnałem wystąpienia odporności na stosowane do ich zwalczania substancje zawarte w insektycydzie. W roku badań testom poddano 600 osobników (mszyca jabłoniowa – 480 i mszyca jabłoniowo-babkowa – 120)

Przed przystąpieniem do analiz aktywności enzymów przeprowadzono je do roztworów w wyniku odpowiednich ekstraktacji. W przypadku mszyc stosowano metodę homogenizacji, a następnie wirowania. Homogenizowano materiał w postaci pojedynczej mszycy umieszczanej w probówce typu Eppendorf 1,5 ml w 100 µl buforu Hepes (50mM, pH 7). Materiał rozdrabniano przy pomocy homogenizatora ręcznego, a następnie odwirowywano z szybkością 15 000 obr./min. przez 15 minut w temperaturze 4°C. Zwierzęce błony komórkowe ulegają lizie znacznie łatwiej niż komórki roślinne czy bakteryjne, z uwagi na brak w ich strukturach właściwej ściany komórkowej (Leszczyński 1996, 1999). Po odwirowaniu na dnie probówki znajdował się osad, a nad nim klarowny roztwór (supernatant), który był zbierany do probówek typu Eppendorf i służył do dalszych analiz aktywności enzymatycznych. Materiał do analiz MFO był obrabiany *in vivo*. Pobrany supernatant, z każdego osobnika osobno, umieszczano w dołku na mikropłytce 96-dołkowej, dodawano 10µl 7-etoksykumaryny i poddawano

inkubacji (4h, 30°C). Aktywność mierzona była z wykorzystaniem efektu fluorescencji w czytniku mikropłytek Victor II.

Śmiertelność osobników 24h po zastosowaniu aficydu zawierającego w swoim składzie acetamipryd w dawce 0,125 kg/ha była wysoka u wszystkich populacjach pobranych z wybranych sadów produkcyjnych. Skuteczność działania produktu różniła się statystycznie między poszczególnymi lokalizacjami ale nadal była wysoka i wyniosła od 92,5% do 100,0%. Z otrzymanych wyników nie stwierdzono również istotnych różnic statystycznych w średnim poziomie aktywności wieloczynnościowych oksydaz u osobników mszycy jabłoniowej i jabłoniowo-babkowej pobranych z sadów produkcyjnych jak i lokalizacji kontrolnej.

Takie rezultatu prowadzonych badań mają zarówno oblicze pozytywne, jak i negatywne. Pozytywem jest bez wątpienia fakt, że najprawdopodobniej w badanych sadach nie występowały osobniki odporne na acetamipryd. Wyjaśnieniem braku satysfakcjonującej skuteczności zwalczania może być błędna technika opryskiwania lub nieodpowiednie warunki podczas wykonywania tej czynności. Możliwości zwalczania większości gatunków mszyc z wykorzystaniem chemicznych środków ochrony roślin są na dzień dzisiejszy dość duże. W przypadku mszycy jabłoniowej czy jabłoniowo-babkowej mamy dostępne produkty z różnych grup dzięki czemu producenci mogą skutecznie nimi rotować. Tak komfortowa sytuacja nie dotyczy jednak bawełnicy korówki, do zwalczania której zarejestrowane są zaledwie dwie substancje czynne. Producenci ratują się możliwością zwalczania bawełnicy przy okazji ograniczania innych szkodników, ale takie rozwiązanie jest skuteczne tylko na krótki czas. W dobie wycofywania kilku wiodących substancji za jakiś czas może nie być możliwe rotowanie aficydami, a to w krótkim czasie może doprowadzić do selekcji osobników odpornych na pozostałe na rynku substancje, które dziś wykazują wysoką skuteczność.

Literatura

Brattsten L.B. 1979. Ecological significance of mixed-function oxidations. Drug Metab. Rew. 10: 35-58.

Grant D.F., Matsumara F. 1989. Glutation S-transferase 1 and 2 in susceptible and insecticide resistant Aedes aegypli. Pestic. Bioch. Physiol. 33: 132-143.

Kocurek F., Stará J. 2006. Managment and control of insecticide resistant pear psylla (*Cacopsylla pyri*). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14 (3): 167-174.

Leszczyński B. 1996. Kurs praktyczny w zakresie chemicznych interakcji owady − rośliny na przykładzie mszyc (*Aphidoidea*). Wydawnictwo Uczelniane WSRP w Siedlcach, 159-169.

Leszczyński B. 1999. Kurs praktyczny z zakresu biochemii środowiskowej. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Rolniczo-Pedagogicznej w Siedlcach.

Riga M., Tsakireli D., Ilias A., Morou E., Myridakis A., Stephanou E.G., Neuen R., Dermauw W., Van Leeuwen T., Paine M., Vontas J. 2014. Abamectin is metabolized by CYP392A16, a cytochrome P450 associated with high levels of acaricide resistance in *Tetranychus urticae* . Insect Biochemistry and Molecular Biology 46: 43-53.

Węgorek P., Mrówczyński M., Zamojska J. 2009. Resistance of pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected active substances of insecticides in Poland. J. Plant Prot. Res. 49 (1): 119-127.

Węgorek P., Mrówczyński M., Zamojska J. 2009b. Strategia Zapobiegania Odporności Słodyszka Rzepakowego w Polsce. IOR-PIB: 8.

Zakrzewski S.F. 1995. Podstawy Toksykologii Środowiska. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, 216.

Zamojska J., Węgorek P., Mrówczyński M. 2011. Changes in the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) susceptibility level to pyrethroids and the pest resistance mechanisms to deltamethrin. J. Plant Prot. Res. 51 (3): 294-299.

Zamojska J., Węgorek P. 2014. Preliminary studies on the susceptibility level of the cabbage seed weevil (*Ceutorchynhus assimilis* Payk.) to acetamiprid and chlorpyrifos in Poland and resistance mechanisms of the pest to acetamiprid. Journal of Insect Science 14 (265): 1-6.

ANTRAKNOZA – NARASTAJĄCY PROBLEM W PRZECHOWYWANIU JABŁEK I GRUSZEK

mgr inż. Hubert Głos
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: hubert.glos@inhort.pl

Przechowywanie jabłek i gruszek, to skomplikowany proces, który pomimo zastosowania najnowszych technologii niesie ze sobą pewne niewiadome. Dotyczą one występowania chorób przechowalniczych powodowanych zarówno przez czynniki biotyczne − patogeny, jak i abiotyczne spowodowane występowaniem zmian fizjologicznych.

Za jedną z najważniejszych chorób przechowalniczych w Polsce uznaje się gorzką zgniliznę, powodowaną głównie przez patogen *Phlyctema vagabunda* synonim *Neofabraea alba*, która w sprzyjających warunkach może powodować straty sięgające nawet 20-50%. Innymi ważnymi chorobami są także: szara pleśń (*Botrytis cinerea*), brunatna zgnilizna drzew ziarnkowych (*Monilinia* spp.), mokra zgnilizna (*Penicillium expansum*), alternarioza (*Alternaria* spp.) oraz zgnilizny powodowane przez grzyb *Neonectria ditissima* syn. *Neonectria galligena* (Głos i in. 2022).

W ostatnich latach duży udział wśród chorób przechowalniczych ma także antraknoza powodowana przez *Colletotrichum acutatum sensu lato*. Jeszcze do niedawna ten czynnik chorobotwórczy był wliczany do grupy patogenów powodujących gorzką zgniliznę, ale ze względu na coraz częstsze występowanie na jabłkach i gruszkach została wyodrębniona nowa jednostka chorobowa – antraknoza jabłek i gruszek. Patogen jest polifagiem zasiedlającym wiele roślin żywicielskich. Grzyb ma charakter ciepłolubny, a przeprowadzone na Litwie w 2018 i 2019 roku badania, mające na celu dokładne określenie optimum temperatury dla rozwoju choroby wykazały, że przy odpowiednio długim czasie zwilżenia do infekcji owoców truskawki dochodziło nawet w 5°C, jednak w takiej temperaturze rozwój choroby był znacznie spowolniony. Temperatura, w jakiej choroba rozwijała się najszybciej oscylowała w przedziale 25-28°C, a za optimum uznano 20-25°C (Morkeliūnė i in. 2021).

Badania prowadzone w ostatnich latach w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB na odmianie jabłoni 'Ligol' wykazały, że w niektórych sezonach przechowalniczych procent owoców z objawami

antraknozy był znacznie większy niż z objawami gorzkiej zgnilizny. Dzięki łagodnym zimom i gorącym okresom letnim dochodzi do zmian w profilu występowania chorób przechowalniczych jabłek. Choroby niegdyś uznawane za towarzyszące zaczynają odgrywać coraz większą rolę, a występowanie antraknozy jest jednym z przykładów potwierdzających to zjawisko.

Cykl rozwojowy antraknozy jabłek i gruszek

Sprawca choroby poraża jabłka i gruszki na różnym etapie wzrostu. W rocznym cyklu rozwojowym grzyba wyróżnia się dwa stadia: workowe (teleomorfa − *Glomerella acutata*), będące fazą saprotroficzną i konidialne (anamorfa − *Colletortichum acutatum*), w którym patogen żyje pasożytniczo. Patogen zimuje w postaci grzybni na korze martwego drewna, w ranach zgorzelowych, a czasami także w zmumifikowanych owocach pozostających na lub pod drzewem. W okresie wegetacji, w warunkach wysokiej wilgotności powietrza, z powstałych na grzybni owocników uwalniane są zarodniki konidialne, które przenoszone z kroplami deszczu lub przez wiatr, zakażają zawiązki i dojrzewające owoce. Owoce są podatne na porażenie przez cały okres wzrostu, aż do zbioru. Infekcji sprzyjają uszkodzenia skórki, jednak zarodniki grzyba są zdolne do zakażenia także przez przetchlinki. Źródłem infekcji dla jabłek i gruszek mogą być także zarodniki grzyba rozwijającego się na innych roślinach żywicielskich (np. wiśni lub truskawki) rosnących w pobliżu.

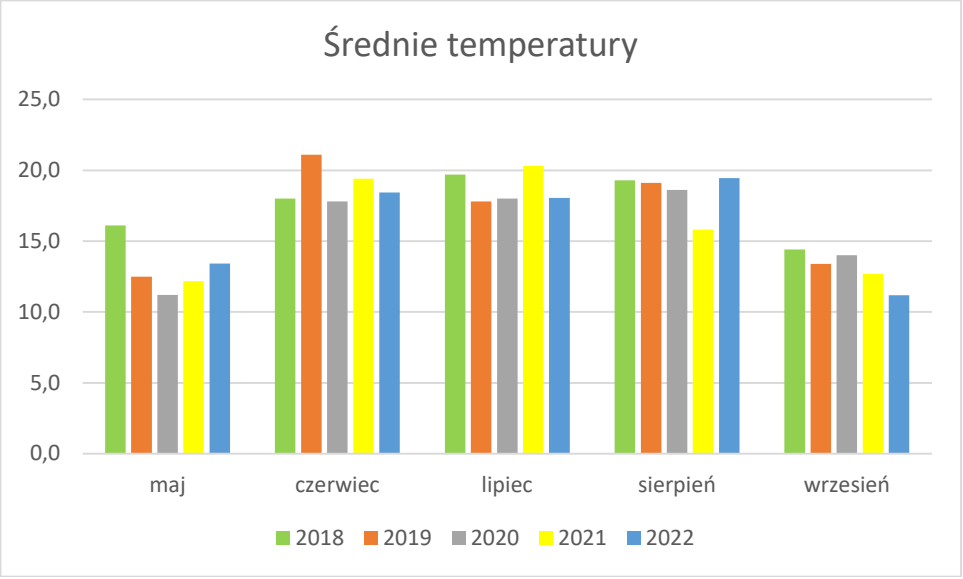
Objawy porażenia owoców

Objawy choroby mogą pojawiać się w sadzie jeszcze przed zbiorem owoców, zazwyczaj jednak ukazują się dopiero po kilku miesiącach przechowywania w warunkach chłodniczych. Najczęściej jest to moment gdy owoce osiągają dojrzałość konsumpcyjną. Pierwsze symptomy są widoczne na skórce wokół przetchlinek, w postaci niewielkich, okrągłych, zapadających się plam gnilnych, koloru jasnobrązowego. Po umieszczeniu chorych owoców w temperaturze 15-20°C i wysokiej wilgotności powietrza, plamy szybko powiększają się, a w ich obrębie pojawiają się koncentrycznie ułożone wokół przetchlinki acerwulusy grzyba zawierające zarodniki, przybierające postać i kolor pomarańczowych, łososiowych, bądź czarnych wycieków. W przypadku gdy na owocach występuje wiele plam gnilnych, może dochodzić do ich zlewania się, tworząc rozległe zgnilizny. Zarówno na jabłkach, jak i gruszkach rozwój choroby w takich warunkach jest bardzo

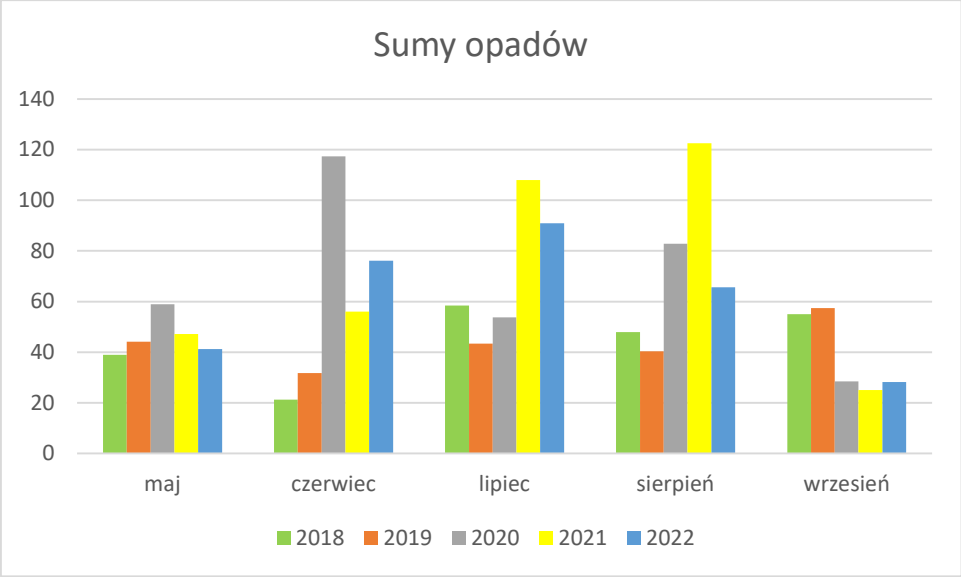
gwałtowny. Plamy gnilne na przekroju mają charakterystyczny stożkowy kształt, a częściowo zgniły owoc ma gorzki smak (Sobiczewski i in. 2016).

W sezonach 2018/2019 – 2022/2023 przeprowadzono badania naukowe mające potwierdzić wpływ warunków pogodowych na występowanie antraknozy. Z kwater, na których nie była prowadzona przedzbiorcza ochrona chemiczna, zbierano jabłka w celu określenia nasilenia występowania antraknozy i gorzkiej zgnilizny jabłek. Ocenę wykonywano po 5,5 miesiącach przechowywania w chłodni zwykłej w temperaturze 2°C (1,8-2,2°C) i wilgotności względnej powietrza 90-92%. Każdorazowo oceniano 1000 szt. owoców (4 powtórzenia x 250 szt. w powtórzeniu), licząc zdrowe i z objawami poszczególnych chorób. Wyniki wyrażono w procentach owoców porażonych w stosunku do wszystkich ocenianych jabłek.

Analiza warunków pogodowych



Rys 1. Średnie temperatury w miesiącach maj – wrzesień w latach 2018-2022



Rys 2. Sumy opadów w miesiącach maj − wrzesień w latach 2018-2022

Tabela 1. Warunki pogodowe, a występowanie antraknozy i gorzkiej zgnilizny

Rok	Średnia temperatur w miesiącach V-IX	Suma opadów w miesiącach V-IX	Antraknoza % porażenia	Gorzka zgnilizna % porażenia
2018	17,9	182,6	8,1	5,0
2019	17,9	173,0	0,1	4,8
2020	17,1	282,4	10,0	4,6
2021	17,1	311,6	18,5	5,3
2022	16,8	261,0	31,3	0,9

Przeprowadzone badania wykazały, że w latach 2018-2022 procent owoców z objawami antraknozy był znacznie większy niż w przypadku gorzkiej zgnilizny. Jedynie w roku 2019 nasilenie antraknozy było niższe i było to prawdopodobnie skorelowane z wystąpieniem najniższej sumy opadów w miesiącach maj – wrzesień, w ciągu których jak podaje literatura może dochodzić do infekcji owoców (Nekoduka i in. 2018).

Pomimo istotnej roli temperatury w procesie infekcji nie stwierdzono, aby była ona bezpośrednio odpowiedzialna za jej wystąpienie. Muszą być również spełnione takie same kryteria jak w przypadku innych chorób roślin,

czyli obecność patogena w środowisku, podatna odmiana oraz wspomniane odpowiednie warunki pogodowe.

W ostatnich latach, w związku z powiększającym się areałem uprawy gruszy w Polsce, do Instytutu Ogrodnictwa – PIB docierają także informacje o coraz częstszym występowaniu antraknozy na gruszkach w okresie przechowywania. Badania nad tym zagadnieniem będą kontynuowane.

Obecnie zarówno w przypadku jabłek jak i gruszek ochrona przed występowaniem choroby jest możliwa głównie przy okazji wykonywania zabiegów przedzbiorczych przeciwko gorzkiej zgniliźnie.

Prace badawcze wykonano w ramach dotacji statutowej ZOR/2/2022 „Wykorzystanie metod molekularnych w diagnostyce nowych chorób roślin ogrodniczych na terenie Polski."

Literatura

Głos H., Bryk H., Michalecka M., Puławska J. 2022. "The Recent Occurrence of Biotic Postharvest Diseases of Apples in Poland" *Agronomy* 12, no. 2: 399. https://doi.org/10.3390/agronomy12020399

Morkeliūnė A., Rasiukevičiūtė N., Valiuškaitė A. 2021. "Meteorological Conditions in a Temperate Climate for *Colletotrichum acutatum*, Strawberry Pathogen Distribution and Susceptibility of Different Cultivars to Anthracnose" *Agriculture* 11, no. 1: 80. https://doi.org/10.3390/agriculture11010080

Nekoduka S., Tanaka K. and Sano T. 2018. Epidemiology of apple bitter rot caused by *Colletotrichum acutatum sensu lato*. *J. Gen. Plant. Pathol.* 84: 262-271. https://doi.org/10.1007/s10327-018-0789-0

Sobiczewski P., Broniarek-Niemiec A., Bryk H., Cieślińska M., Masny S., Meszka B. 2016. Atlas chorób drzew owocowych. *Hortpress.* Warszawa p. 100-102.

CHOROBY KORY I DREWNA – NAJWAŻNIEJSZE PROBLEMY I ZAGROŻENIA W SADACH DRZEW PESTKOWYCH

dr Agata Broniarek-Niemiec
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Agata.Broniarek@inhort.pl

W ochronie drzew pestkowych, w ostatnich latach, coraz większe problemy powodują choroby kory i drewna. Z przeprowadzonych badań wynika, że sadom drzew pestkowych, zwłaszcza ciętym w nieprawidłowym terminie, a więc zimą lub wczesną wiosną, zagrażają grzyby z rodzaju *Leucostoma* − sprawcy leukostomozy drzew pestkowych, grzyb *Chondrostereum purpureum* – sprawca srebrzystości liści oraz bakterie z gatunku *Pseudomonas syringae* – sprawcy raka bakteryjnego. Na brzoskwiniach, morelach i nektarynach szczególnie groźną chorobą jest **leukostomoza drzew pestkowych**. Jej szkodliwość jest duża, zwłaszcza w młodych sadach, w których może doprowadzać do gwałtownego zamierania drzew. Pierwszym widocznym objawem choroby jest gumowanie w miejscu infekcji, pojawiające się najczęściej na przełomie kwietnia i maja. Wyciekająca 'żywica' początkowo jest koloru bursztynowego, a potem ciemnobrązowego, czasami wręcz czarnego; mogą się na jej powierzchni rozwijać grzyby saprotroficzne (sadzaki). W miejscu gumowatych wycieków często widoczne są wydłużone nekrozy, które hamują przemieszczanie się wody i składników odżywczych do wyższych partii drzewa, powodując więdnięcie i zamieranie gałęzi, bądź większych konarów, powyżej rany zgorzelowej. Latem, kiedy drzewo wykazuje wyższą naturalną odporność, wokół nekrozy tworzy się często tkanka zabliźniająca (kalusowa). Patogen zimuje w porażonych tkankach (nekrozach i zgorzelach), głównie w postaci zarodników konidialnych, występujących w formie charakterystycznych, początkowo białokremowych, a później czerwonobrązowych nitek. Zarodniki są przenoszone z kroplami deszczu, a także za pośrednictwem wiatru, owadów, ptaków oraz zanieczyszczonych maszyn i narzędzi do cięcia. Zakażenie pędów i konarów następuje przez różnego rodzaju zranienia mechaniczne np. po cięciu, gradobiciu lub mrozie, a infekcjom sprzyjają wysoka wilgotność powietrza oraz temperatura powyżej 8°C (Miller i in. 2019, Sobiczewski i in. 2016). W zapobieganiu stratom powodowanym przez leukostomozę bardzo ważne jest zwrócenie uwagi na prawidłową

agrotechnikę, w tym dobór stanowiska. Jest to szczególnie wskazane dla gatunków podatnych na uszkodzenia mrozowe, a więc dla brzoskwini i moreli. Drzewa należy sadzić najlepiej wiosną, aby uniknąć ich przemarznięć. Istotną rolę odgrywa ograniczanie źródła infekcji poprzez wycinanie i palenie porażonych pędów, gałęzi a nawet całych zamierających drzew. Cięcie należy przeprowadzać podczas suchej, najlepiej słonecznej pogody, aby powstające rany jak najszybciej wysychały. W zapobieganiu leukostomozie istotne znaczenie miały zabiegi fungicydowe, wykonywane bezpośrednio po wiosennym cięciu i formowaniu koron lub po uszkodzeniach drzew w wyniku gradobicia. Niestety obecnie do tych zabiegów nie ma zarejestrowanych żadnych środków (Broniarek-Niemiec 2022 a i b).

Przyczyną zamierania konarów i całych drzew może być także grzyb *C. purpureum* – sprawca **srebrzystości liści**. Sprawca tej choroby, poraża wiele gatunków drzew owocowych i leśnych, a wśród pestkowych najczęściej śliwę i wiśnię. Grzyb rozwija się w drewnie, powodując brązowe przebarwienie porażonej tkanki, a kora na porażonych drzewach obumiera i łuszczy się. Wydzielane podczas wzrostu grzyba toksyny są przyczyną zmiany zabarwienia liści na srebrzystoszare. Zależnie od miejsca infekcji zmiany te występują na poszczególnych gałęziach lub w koronie całego drzewa. Choroba ma najczęściej przebieg wyniszczający drzewo. Porażone drzewa słabiej rosną i stopniowo zamierają. Na takich drzewach w warunkach wysokiej wilgotności, a więc zwykle jesienią i wiosną, grzyb wytwarza charakterystyczne owocniki tzw. huby, a w nich zarodniki podstawkowe (basidiospory), będące źródłem infekcji w sadzie. Zakażenie drzew pestkowych może być również powodowane przez zarodniki grzyba pochodzące z innych roślin żywicielskich, np. z innych gatunków drzew owocowych oraz z topoli, olchy czy wierzby. Zakażenie zarodnikami następuje przez zranienia, a infekcjom sprzyjają wysoka wilgotność powietrza oraz temperatura powyżej 10°C (Grinbergs i in. 2021). Do zakażeń może dochodzić także za pośrednictwem narzędzi do cięcia drzew, na których mogą być przenoszone fragmenty grzybni. Po infekcji grzybnia przerasta do drewna i miękiszu korowego. Zniszczone drewno nie spełnia swoich funkcji fizjologicznych, a także jest znacznie mniej odporne mechanicznie, co powoduje, że porażone organy łatwo ulegają wyłamaniu. W ciągu sezonu wegetacyjnego drzewa pestkowe różnią się znacznie podatnością na infekcje. Najwrażliwsze są w okresie od jesieni do kwitnienia. Przesunięcie więc terminu cięcia i wykonanie go po zbiorze pozwala na

wykorzystanie naturalnej odporności drzew. Podstawową rolę w ochronie drzew pestkowych przed srebrzystością liści odgrywają zabiegi profilaktyczne. Drzewa z objawami srebrzystości liści należy zaznaczyć i ciąć oddzielnie, aby na piłce nie przenosić porażonej tkanki na zdrowe drzewa. Silniej uszkodzone drzewa, szczególnie zamierające, należy usunąć i spalić, aby nie dopuścić do wytworzenia się na nich owocników grzyba. Ponadto należy usuwać z sadu i palić gałęzie wycięte z porażonych drzew, gdyż na nich także mogą tworzyć się owocniki. Duże znaczenie w zapobieganiu chorobie ma właściwe formowanie koron drzew, które ogranicza rozłamywanie się gałęzi i powstawanie ran. Szczególnie jest to ważne w przypadku łatwo rozłamującej się 'Łutówki'. Innym ważnym czynnikiem decydującym o nasileniu się choroby są uszkodzenia mrozowe. Zapobieganie im, a więc właściwy dobór stanowiska, odpowiednie nawożenie i zwalczanie drobnej plamistości liści wpływa pośrednio na zmniejszenie szkód powodowanych przez srebrzystość liści. Do zwalczania srebrzystości liści nie ma zarejestrowanych żadnych fungicydów ani w formie oprysku, ani past do zasmarowywania ran (Broniarek-Niemiec 2022 b, Sobiczewski i in. 2016).

Na drzewach pestkowych, zwłaszcza na czereśni i wiśni, dużym zagrożeniem może być także **rak bakteryjny drzew pestkowych**. Sprawcami choroby są bakterie *P. syringae*, które infekują zarówno tkanki zdrewniałe jak i zielne. Wiosenne infekcje powodują bakterie rozwijające się w aktywnych zrakowaceniach i porażonych pąkach. Bakterie mogą przeżywać również na roślinach, głownie na liściach, bez ich zakażania (epifitycznie), stanowiąc źródło zakażeń drzew, zarówno w okresie wegetacji, jak i opadania liści. Miejscem zakażenia są różnego rodzaju uszkodzenia i zranienia tkanki (rany po cięciu, uszkodzenia mrozowe, czy gradowe) oraz ślady poliściowe, części kwiatu i naturalne otwory, jak przetchlinki i aparaty szparkowe. Wiosną porażone pąki rozwijają się nierównomiernie i mogą zamierać w różnej fazie swego rozwoju. Niekiedy nabrzmiewają lub rozwijają się częściowo, a potem brunatnieją i zamierają. Z czasem wokół porażonych pąków powstaje nekroza i pojawiają się wycieki gumy. Przewlekłe opady w okresie kwitnienia i temperatura powietrza od 0 do około 10°C, stwarzają sprzyjające warunki dla infekcji kwiatów. Szczególnie silne infekcje zarówno kwiatów, jak i innych organów zielnych obserwowane są najczęściej na bardzo wrażliwej odmianie wiśni, jaką jest 'Nefris' oraz na niektórych odmianach czereśni ('Czarna Późna', 'Hedelfińska', 'Napoleon', 'Van'). Zainfekowane kwiaty czernieją, kurczą się

i zasychają. Zaschnięte pąki i kwiaty pozostają zwykle w koronie drzewa do końca wegetacji. Na podatnych odmianach wiśni, w sprzyjających dla rozwoju bakterii warunkach, przy wysokiej wilgotności i temperaturze od 18 do 25°C, porażeniu mogą ulegać także liście i owoce, a powstające na nich plamy są początkowo uwodnione, potem na liściach brunatnieją, a na owocach czernieją i zasychają. Porażone owoce stają się zniekształcone i tracą wartość handlową. Na liściach nekrotyczna tkanka zwykle wykrusza się i powoduje dziurkowatość liści. Dla drzew szczególnie groźne są infekcje zdrewniałych pędów, do których dochodzi najczęściej w okresie spoczynku drzew przy temperaturze powietrza od -5 do 10°C. Jesienią ważnym miejscem wnikania bakterii są ślady poliściowe. Rozwijającej się nekrozie często towarzyszą wycieki gumy. Zrakowacenia mogą być przyczyną zamierania porażonych gałęzi, a nawet całych drzew. Rozwojowi zrakowaceń sprzyjają uszkodzenia mrozowe pędów, a z drugiej strony porażone przez bakterie pąki i kwiaty są silniej uszkadzane podczas wiosennych przymrozków (Broniarek-Niemiec 2022 a, Broniarek-Niemiec i in. 2023, Sobiczewski i in. 2016).

Zwalczanie raka bakteryjnego polega na zapobieganiu infekcjom i ograniczaniu populacji bakterii rozwijających się na powierzchni roślin. Wycinanie i usuwanie z sadu porażonych pędów, gałęzi, a nawet całych drzew ogranicza źródło infekcji. Ponadto ważne jest także prowadzenie prawidłowej agrotechniki zapobiegającej uszkodzeniom mrozowym (wybór stanowiska, odpowiednie nawożenie). Prześwietlanie drzew należy wykonywać po zbiorze owoców, najlepiej w suchy słoneczny dzień, a rany po cięciu należy zamalowywać białą farbą emulsyjną z dodatkiem 1% środka miedziowego (np. do 1 l farby należy dodać 20 g Miedzianu 50 WP). Ochrona chemiczna jest szczególnie ważna w lata sprzyjające rozwojowi choroby. Pierwsze opryskiwania należy wykonywać w okresie nabrzmiewania pąków. W chłodne sezony z dużą ilością opadów deszczu, w okresie kwitnienia i po kwitnieniu, zwłaszcza na podatnych odmianach wiśni i czereśni, należy wykonać kolejne dwa lub trzy zabiegi, aby zapobiec wystąpieniu choroby na kwiatach, liściach i owocach. Zabiegi fungicydami miedziowymi wykonane na dwa do pięciu dni przed zapowiadanymi przymrozkami mogą znacznie zmniejszyć uszkodzenia pąków i kwiatów. Aktualnie do ochrony przed tą chorobą zarejestrowane są jedynie dwa preparaty miedziowe: Miedzian 50 WP i Miedzian Extra 350 SC oraz preparat biologiczny Serenade ASO. W sadach wiśniowych i czereśniowych oba preparaty miedziowe można

stosować od fazy nabrzmiewania pąków kwiatowych do początkowej fazy wzrostu owoców (BBCH 51-73), a w sadach morelowych i śliwowych tylko od fazy nabrzmiewania pąków kwiatowych do fazy początku kwitnienia – otwartych około 10% kwiatów (BBCH 51-61). Ważne są też zabiegi środkami miedziowymi wykonywane jesienią w okresie opadania liści, aby zabezpieczyć przed infekcją ślady poliściowe. Niestety brak jest zarejestrowanych środków do stosowania w tym terminie. Pewnym rozwiązaniem jest opryskiwanie drzew nawozami miedziowymi, a na brzoskwini zabiegi środkami miedziowymi, wykonywane przeciwko kędzierzawości liści brzoskwini, ograniczają także występowanie raka bakteryjnego (Broniarek-Niemiec 2022 b).

Brak skutecznych past do zabezpieczania ran po cięciu oraz ograniczony asortyment fungicydów, przy nieprawidłowym terminie cięcia drzew pestkowych, sprawiają, że choroby kory i drewna stanowią coraz poważniejszy problem w sadach drzew pestkowych. Należy przy tym zaznaczyć, że w miejsce wycofywanych chemicznych substancji czynnych nie od razu pojawiają się nowe, skuteczne rozwiązania biologiczne, a stosowane metody agrotechniczne są pracochłonne i nie zawsze w pełni skuteczne. Zakładane przez Unię Europejską strategie, jak np. „Od pola do stołu" czy „Jedno zdrowie" są jak najbardziej słuszne, ale powinny uwzględniać także, czy alternatywne metody ochrony roślin są dostępne, skuteczne, bezpieczne oraz przystępne cenowo.

Literatura

Broniarek-Niemiec A. 2022 a. Ochrona czereśni przed chorobami grzybowymi i bakteryjnymi. Rozdział str. 138-145. Zeszyt Uprawowy Czereśnia. Opracowanie zbiorowe pod redakcją Anity Łukawskiej Plantpress Sp. z o.o., ISBN 978-83-964478-1-4, Kraków. 200 s.

Broniarek-Niemiec A. 2022 b. Jak chronić pestkowe przed chorobami? Miesięcznik Praktycznego Sadownictwa SAD 4/2022: 50-57.

Broniarek-Niemiec A., Børve J., Puławska J. 2023. Control of Bacterial Canker in Stone Fruit Trees by Chemical and Biological Products. Agronomy, 13(4): 1166.

Grinbergs D., Chilian J., Hahn C., Reyes M., Isla M., France A., Børve J. 2021. Silverleaf (*Chondrostereum purpureum*) Effects on Japanese Plum (*Prunus salicina*). Plants, 10: 2777.

Miller S.T., Otto K.L, Sterle D., Minas I.S., Stewart J.E. 2019. Preventive Fungicidal Control of *Cytospora Leucostoma* in Peach Orchards in Colorado. Plant Disease, 103(6): 1138-1147.

Sobiczewski P., Broniarek-Niemiec A., Bryk H., Cieślińska M., Meszka B. 2016. Atlas chorób drzew owocowych. Czarnocka A. (Red.). ISBN: 978-83-944529-7-1. Wyd. Hortpress Sp. z o.o. Warszawa: s. 113.

SADY SOKOWE – SZANSE, ZAGROŻENIA

dr Małgorzata Sekrecka, dr Wojciech Warabieda, dr Hubert Głos, dr Krzysztof P. Rutkowski, dr Dorota E. Kruczyńska, dr Krzysztof Zmarlicki, dr Piotr Brzozowski, dr Zbigniew Buler, dr Jacek Filipczak, dr Artur Miszczak, mgr inż. Wioletta Popińska
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: malgorzata.sekrecka@inhort.pl

Temat przekształcania sadów deserowych w sokowe jest obecnie coraz częściej poruszany przez branżę sadowniczą (Płocharski i in. 2020, Rutkowski i in. 2023). Zwolennicy tej transformacji, jako główne argumenty podają obniżenie kosztów produkcji i nakładów pracy. Należy jednak pamiętać, że w uprawie jabłoni w Polsce, poza nielicznymi przypadkami, nie ma obecnie wyraźnego podziału specjalizacji na produkcję jabłek deserowych oraz produkcję jabłek do przetwórstwa, zakładanych z odmian przeznaczonych do przerobu, które gwarantują określoną jakość (np. wysoką kwasowość). Dlatego sceptycy wskazują na różnego rodzaju zagrożenia związane z przekształcaniem sadów. Według ich opinii owoce z takich sadów będą nadal owocami deserowymi, tylko gorszej jakości, wyprodukowanymi tańszym kosztem. Ponadto jest wielce prawdopodobne, że owoce z „przekształconych" sadów trafią na rynek deserowy, co utrudni podniesienie cen jabłek wysokiej jakości (https://www.e-sadownictwo.pl /wiadomosci/zkraju/12252-niebezpieczny-mariaz-deseru-z-przemyslem).

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom branży sadowniczej, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, w ramach dotacji celowej zleciło Instytutowi Ogrodnictwa − PIB przeprowadzenie badań, których celem jest m.in. opracowanie modelowego sadu „sokowego" (nowe nasadzenia) oraz wdrożenie do praktyki modelowych rozwiązań przekształcania istniejących sadów produkujących owoce deserowe w sady dostarczające jabłka dla przemysłu przetwórczego.

Na potrzeby doświadczenia wybrano dwa sady jabłoniowe zlokalizowane w województwie łódzkim i mazowieckim. W każdym z nich przekształceniu w sad sokowy podlegały kwatery o powierzchni co najmniej 1 hektara. Kwatery kontrolne (niepodlegające przekształceniu) prowadzono zgodnie z zasadami integrowanej ochrony i standardowymi praktykami agro-technicznymi dla sadów produkujących owoce deserowe.

W sadzie zlokalizowanym w woj. łódzkim, przekształceniu podlegała kwatera z 15-letnimi drzewami odmiany 'Idared'/A2, natomiast w sadzie

w woj. mazowieckim przekształcano kwatery z 14-letnimi drzewami następujących odmian: ‘Ligol’/M.26, ‘Jonagored’/M.26, ‘Szampion’/M.26, ‘Breaburn’/M.9 oraz ‘Fuji’/M.9. W obydwu sadach kombinację kontrolną stanowiła kwatera o takiej samej powierzchni co kwatery sokowe (z drzewami tej samej odmiany i w tym samy wieku).

W obu sadach, z kwater objętych doświadczeniami, pobrano próby gleby z warstwy ornej i podornej. Wykonano następujące analizy: zasolenie konduktometrycznie, pH w KCl, zawartość fosforu, potasu, magnezu, boru, miedzi, żelaza, manganu, cynku, sodu, siarki siarczanowej, azotu ogólnego i węgla oraz substancji organicznej.

Wyniki analiz gleby

Gleba w poszczególnych sadach różniła się zasoleniem, pH oraz zasobnością w składniki mineralne. Gleba w sadzie w woj. mazowieckim miała pH (w KCl) w granicach od 5,5 do ok. 7, a zawartość substancji organicznej była poniżej 2% psm. Z kolei w sadzie w woj. łódzkim pH gleby lekkiej wahało się od poniżej 5 do około 6,5 (zawartość substancji organicznej 2% psm), natomiast ciężkiej − powyżej 7 (zawartość substancji organicznej 2,5-3% psm).

Jednym z najważniejszych działań podjętych w ramach realizacji badań było prowadzenie obserwacji w obu modelach sadu: „deserowym” i „sokowym” nad wpływem zastosowanych programów ochrony roślin na liczebność szkodników oraz występowanie chorób grzybowych.

Monitorowanie obecności szkodników i uszkodzeń przez nie powodowanych prowadzono bezpośrednio w sadach przy użyciu metody wizualnej (oddzielnie z kwater prowadzonych według zasad IPO i kwater przekształcanych w sokowe), w czterech terminach: 30.05, 22.06, 21.07 oraz 26.09.2023 r. Obserwacje skupiały się na najważniejszych gatunkach szkodników mających bezpośredni wpływ na wielkość i jakość plonu.
Ich liczebność oceniano w następujący sposób:

- mszyca jabłoniowo-babkowa − sprawdzano ulistnienie na 50 losowo wybranych drzewach (próg zagrożenia to 1 drzewo z koloniami mszyc w próbie 50 drzew),
- mszyca jabłoniowa − sprawdzano po 3 długopędy na 50 losowo wybranych drzewach (próg zagrożenia to 15 pędów z koloniami mszyc w próbie 150 pędów),

- bawełnica korówka − lustrowano pnie, konary na 50 drzewach (próg zagrożenia to 2 drzewa z koloniami żywych mszyc w próbie 50 drzew),
- zwójkówki liściowe − sprawdzano po 20 pędów z 20 drzew (próg zagrożenia to 8-12 pędów zasiedlonych przez gąsienice) lub po 20 owoców z 20 drzew na obecność uszkodzeń (próg zagrożenia – 4-8 sztuk owoców uszkodzonych)
- owocówka jabłkóweczka – lustrowano po 20 zawiązków owocowych lub owoców na 25 drzewach (próg zagrożenia − 10 jaj lub świeżych wgryzów).

W tych samych terminach pobierano po 25 ulistnionych pędów (średnio 15 liści na pędzie), które przewożono do laboratorium, gdzie przy użyciu binokularu sprawdzano obecność przędziorków i szpecieli. Dodatkowo do oceny liczebności owocówki jabłkóweczki i zwójkówek liściowych wykorzystano pułapki z feromonem, które sadownicy rozwiesili na poszczególnych kwaterach zgodnie z zaleceniami producenta.

Wyniki lustracji w sadzie zlokalizowanym w woj. łódzkim
Szkodniki

Pod koniec maja stwierdzono bardzo dużą populację bawełnicy korówki (próg zagrożenia przekroczony na kwaterze IPO i na kwaterze sokowej) oraz liczne kolonie mszycy jabłoniowej (próg zagrożenia przekroczony na kwaterze IPO). Po wykonanym zabiegu liczebność obu gatunków mszyc w całym sadzie spadła znacznie poniżej progu zagrożenia.

Spośród zwójkówek najliczniej w pułapki z feromonem odławiała się wydłubka oczateczka (sumarycznie w okresie 11.06-15.08 zanotowano 50 motyli w pułapce na kwaterze sokowej i 54 osobniki w pułapce na kwaterze IPO). Natomiast odłowy motyli zwójek: siatkóweczki, bukóweczki oraz różóweczki były bardzo niewielkie (sumarycznie od 0 do 5 motyli w pułapce). W przypadku owocówki jabłkóweczki liczebność motyli na kwaterze IPO była niższa niż na kwaterze sokowej (sumarycznie w okresie 21.05-15.08 zanotowano 52 motyle w pułapce na kwaterze IPO; 65 motyli w pułapce na kwaterze sokowej). Po koniec września na kwaterze IPO znaleziono 2 owoce uszkodzone przez zwójkówki, a na kwaterze sokowej − 3 owoce uszkodzone przez owocówkę jabłkóweczkę oraz 3 owoce uszkodzone przez zwójkówki.

Nasilenie występowania szkodników w obydwu typach sadów było na podobnym poziomie. W żadnym z terminów obserwacji na liściach i pędach nie stwierdzono obecności przędziorków i szpecieli.

Choroby

Ze względu na brak zastosowanych zabiegów ochronnych w odpowiednim terminie na początku sezonu wegetacyjnego zarówno w kwaterze sokowej, jak i kwaterze IPO, obserwowano duże nasilenie występowania parcha jabłoni. W związku z tym konieczne było wykonanie zabiegu interwencyjnego, mającego na celu zahamowanie dalszego, szybkiego rozwoju choroby. Skutkiem tego działania plamy parcha zostały w znacznym stopniu wyniszczone, a dalszy rozwój choroby na liściach i owocach został wstrzymany. W wyniku tych działań podjęto decyzję o pominięciu oceny przedzbiorczej owoców.

Podczas pierwszej oceny rozet liściowych (24.05) występowanie parcha jabłoni na części kwatery chronionej programem standardowym (IPO) wynosiło 10,2% i było istotnie niższe niż na drzewach z ograniczonym programem ochrony (sad sokowy), w którym wynosiło ono 13,7%. Druga ocena liści przeprowadzona na długopędach (27.06) nie wykazała statystycznych różnic w nasileniu występowania choroby, która dla kwatery IPO wynosiło 2,6%, a dla sadu sokowego 3,6%.

W ocenie mączniaka jabłoni nie obserwowano istotnych różnic w występowania choroby pomiędzy kwaterą IPO a sokową. Natomiast na owocach w kwaterze sokowej występowało znacznie wyższe nasilenie parcha jabłoni (5,3%), niż w kwaterze IPO (3%).

Ogółem w 2023r. w sadzie zlokalizowanym w woj. łódzkim, producent wykonał 21 zabiegów różnymi pestycydami na kwaterze IPO oraz 16 zabiegów na kwaterze sokowej.

Wyniki lustracji w sadzie zlokalizowanym w woj. mazowieckim

Szkodniki

Na podstawie obserwacji, przeprowadzonych pod koniec maja, stwierdzono obecność głównie zwójkówek, mszycy jabłoniowej oraz bawełnicy korówki, przy czym liczebność szkodników była wyższa na kwaterze przekształcanej w sad sokowy.

W kolejnych terminach obserwacji nie stwierdzono obecności bawełnicy korówki na kwaterze IPO, natomiast na kwaterze sokowej odnotowano 17

drzew z koloniami bawełnicy. W II połowie lipca w obu kwaterach wyraźnie wzrosła populacja mszycy jabłoniowej i wynosiła średnio od 10 do 16 długopędów z koloniami mszycy (powyżej progu zagrożenia).

Odłowy motyli owocówki jabłkóweczki w pułapki z feromonem były wyższe na kwaterze sokowej. W okresie od 25 maja do 2 września zanotowano sumarycznie 130 motyli w pułapce na kwaterze sokowej i 92 motyle na kwaterze IPO. W przypadku zwójkówek pułapki z feromonem zostały rozwieszone tylko na kwaterze IPO. Najliczniej odławiały się motyle zwójki siatkóweczki (łącznie 99 motyli od końca maja do początku września) oraz wydłubki oczateczki (78 motyli odłowionych w tym samym okresie).

Na związkach owocowych i owocach stwierdzono wgryzy gąsienic owocówki jabłkóweczki w liczbie: od 3 sztuk (odm. 'Szampion') do 5 sztuk (odm. 'Fuji') na kwaterze IPO oraz od 5 sztuk ('Szampion', 'Jonagored') do 8 sztuk ('Braeburn', 'Fuji') na kwaterze sokowej.

Najwięcej owoców uszkodzonych przez zwójkówki stwierdzono w kwaterze sokowej: 20 sztuk ('Ligol', 'Szampion' oraz 'Jonagored') – powyżej progu zagrożenia. Na kwaterze IPO uszkodzenia owoców spowodowane żerowaniem zwójkówek, w zależności od odmiany, wahały się od 3 do 6 sztuk.

Ogółem w sadzie zlokalizowanym w woj. mazowieckim liczebność szkodników i uszkodzeń przez nie powodowanych była wyższa w kwaterze sokowej niż w kwaterze IPO. Przez cały okres prowadzonych obserwacji nie stwierdzono obecności roztoczy roślinożernych.

Choroby

Pod koniec maja występowanie parcha jabłoni na liściach było niskie. W kwaterach IPO nie przekraczało 1%, a w kwaterach sokowych 2%. Mimo to w kwaterach sokowych z odmianami 'Szampion', 'Ligol' i 'Jonagored' obserwowano istotnie wyższe nasilenie występowania choroby, niż w przypadku kwater IPO. Podczas kolejnej oceny liści (21.06) na wszystkich odmianach kwatery sokowej zaobserwowano istotnie wyższe występowanie parcha jabłoni w stosunku do kwater IPO. Dla kwater IPO nie przekraczało 1%, natomiast dla kwater sokowych, w zależności od odmiany, wynosiło od 9,3% do 28,2%. Na owocach wszystkich odmianach w kwaterach sokowych obserwowano znacznie wyższe nasilenie parcha jabłoni (od 7,7% do 19,8% w zależności od odmiany), niż w przypadku kwater IPO, gdzie porażenie wynosiło od 0,3% do 7,6% w zależności od ocenianej odmiany. Spośród

pięciu odmian największa dysproporcja w porażeniu zarówno liści, jak i owoców wystąpiła na odmianie 'Braeburn'. Oznacza to, że w 2023 roku okazała się ona najmniej przydatna do uprawy w systemie ograniczonej ochrony. W ocenie nasilenia występowania mączniaka jabłoni, procent porażenia odmian 'Braeburn', 'Jonagored' i 'Szampion' był istotnie wyższy w kwaterach sokowych, niż w kwaterach IPO i wynosił od 5,9% do 20,5% w zależności od ocenianej odmiany.

Duże zróżnicowanie nasilenia objawów parcha i mączniaka jabłoni w sadzie sokowym na poszczególnych odmianach wskazuje na konieczność dostosowania programu ochrony indywidualnie do odmiany.

Ogółem w sezonie 2023r. w sadzie zlokalizowanym w woj. mazowieckim, producent wykonał 22 zabiegi różnymi pestycydami na kwaterze IPO oraz 9 zabiegów na kwaterze sokowej.

W 2023 roku, oprócz obserwacji polowych związanych z występowaniem agrofagów, prowadzono również inne badania. Oceniono stopień dojrzałości owoców w czasie zbioru, cechy jakościowe owoców oraz wykonano analizy zawartości makro- i mikroelementów w jabłkach. Nie zanotowano stałej, powtarzalnej zależności pomiędzy poszczególnymi cechami jakościowymi a sposobem prowadzenia sadu (sokowy czy deserowy). Na uwagę zasługuje fakt, że w przypadku sadu zlokalizowanego w woj. łódzkim wystąpił problem z wybarwianiem owoców w kwaterze sokowej na glebie lekkiej z nawożeniem. Należy dodać, że korony drzew były mocno zagęszczone po cięciu mechanicznym. Ponadto w tym samym sadzie na obu rodzajach gleby, zanotowano istotnie niższą zawartość wapnia w owocach pochodzących z kwatery sokowej.

Ważnym elementem badań było wykonanie analizy pozostałości środków ochrony roślin w jabłkach pochodzących zarówno z kwater prowadzonych zgodnie z zasadami IPO, jak i przekształcanych w sady sokowe. Zgodnie z przewidywaniami w jabłkach pochodzących z kwater przekształcanych zanotowano istotne ograniczenie zarówno liczby, jak i poziomu pozostałości substancji czynnych.

W ramach realizacji zadania przeprowadzono także badania kosztów produkcji jabłek w obydwu gospodarstwach sadowniczych. Głównym celem było maksymalne obniżenie kosztów produkcji owoców przeznaczonych do przetwórstwa. Do opracowania modelu kosztowego przekształcania sadu deserowego w sad sokowy wykorzystano rzeczywiste dane udostępnione przez producentów. Wykazano, że koszty prowadzenia kwater sokowych

były niższe, niż te w kwaterach IPO. Stwierdzono, że produkcja jabłek w 2023 roku z przeznaczeniem na sok była w obydwu gospodarstwach opłacalna, co było wynikiem relatywnie bardzo wysokich cen skupu jabłek przemysłowych (Brzozowski i Zmarlicki 2023).

Rozwiązanie zagadnień związanych z analizą kosztów i ewentualną ich redukcją wymaga dalszych badań. Należy podkreślić, że już po pierwszym sezonie przekształcania sadów deserowych w sokowe wyraźnie widać, że w kolejnym roku jest wielce prawdopodobne zwiększenie niektórych kosztów związanych np. z cięciem korygującym (po cięciu mechanicznym), czy z dostosowaniem nawożenia i ochrony dla zapewnienia poprawnego funkcjonowania sadów. Obserwacje z 2023 roku wskazują na wzrost zagrożenia ze strony chorób grzybowych i szkodników w kwaterach sokowych. Trudno jest zatem przewidzieć, jak ograniczenie zabiegów ochrony zastosowane w 2023 roku wpłynie na plonowanie i jakość owoców w kolejnych latach.

Badania zrealizowano w ramach dotacji celowej finansowanej przez MRiRW: zadanie 9.1. „Opracowanie technologii produkcji jabłek przemysłowych z uwzględnieniem transformacji sadów produkujących owoce deserowe (sady tradycyjne) oraz modelu sadu sokowego".

Literatura

Brzozowski P., Zmarlicki K. 2023. Opracowanie modelu kosztowego przekształcania sadu deserowego w sad sokowy. Instytut Ogrodnictwa − PIB, Skierniewice. https://www.inhort.pl/ wp-content/uploads/2024/01/9.1_Model_kosztowy_2023.pdf

Płocharski W., Mieszczakowska-Frąc M., Rutkowski K.P., Konopacka D., Kruczyńska D.E. 2020. Tradycyjne i innowacyjne kierunki zagospodarowania jabłek w Polsce. ISBN 978-8365903-77-8.

Rutkowski K.P., Brzozowski P., Buler Z., Filipczak J., Głos H., Kruczyńska D.E., Mieszczakowska-Frąc M., Miszczak A., Sekrecka M., Warabieda W., Zmarlicki K. 2023. Opracowanie podstaw teoretycznych założenia i prowadzenia modelowego sadu, dostarczającego surowca do produkcji soków. ISBN 978-83-67039-26-0.

https://www.e-sadownictwo.pl/wiadomosci/z-kraju/12252-niebezpieczny-mariaz-deseru-z-przemyslem

EKONOMICZNE I ŚRODOWISKOWE ASPEKTY REGULOWANIA ZACHWASZCZENIA W SADACH I JAGODNIKACH

dr hab. Jerzy Lisek, prof. IO
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: jerzy.lisek@inhort.pl

Chwasty definiowane są jako rośliny rozwijające się w nieodpowiednim miejscu i czasie, których obecność powadzi do strat ekonomicznych w działalności człowieka. Definicja ta jest szeroka, a jednocześnie precyzyjna. Biorąc pod uwagę ekonomiczny aspekt występowania chwastów, opracowania naukowe z tego zakresu wymieniają dwie podstawowe kategorie ich szkodliwości. Do pierwszej, zaliczane są szkody bezpośrednie, które wynikają z konkurencji pomiędzy chwastami a rośliną uprawną o wodę, substancje pokarmowe i światło oraz niekorzystnego oddziaływania chemicznego (allelopatia). Druga kategoria, to tzw. szkody pośrednie. Jest ona znacznie trudniejsza do precyzyjnego oszacowania, ale często nie mniej ważna niż pierwsza. Straty pośrednie wynikają z pogorszenia warunków fitosanitarnych w sadzie i na plantacji, co sprzyja rozwojowi chorób grzybowych i szkodników włącznie z gryzoniami, zwiększenia zakresu uszkodzeń drzew i krzewów przez przymrozki wiosenne oraz pogorszenia efektów mechanicznego zbioru owoców na plantacji.

Z naukowego punktu widzenia, badacze zajmujący się botaniką i ekologią definiują chwasty jako podstawowy składnik flory synantropijnej (towarzyszącej działalności człowieka). Ich oddziaływanie na ekosystem, na który składają się biocenoza czyli zbiorowisko organizmów żywych i biotop – środowisko ich występowania, jest bardzo szerokie. Chwasty pełnią pożyteczne funkcje, które są określane mianem usług ekosystemowych (środowiskowych). Według licznych opracowań naukowych są one podstawą biologicznej różnorodności. Dostarczają pokarmu pszczołom i innym owadom zapylającym. Ograniczają erozję, zasolenie i ugniatanie gleby oraz wymywanie składników pokarmowych, co jest istotne dla ich prawidłowej recyrkulacji w środowisku. W okresie zimowym chwasty zatrzymują śnieg w sadzie i na plantacji, co zwiększa zapas wilgoci w glebie. Mają wreszcie walory krajobrazowe, co jest ważne w aspekcie społecznym.

Badacze zajmujący się zagadnieniem różnorodności mikroorganizmów glebowych, stwierdzili, że ich skład gatunkowy i asocjacje są zależne od

składu gatunkowego roślin naczyniowych występujących w danym siedlisku. Z kolei czynnikiem różnicującym różnorodność florystyczną pozostaje system produkcji rolnej na czele z pielęgnacją gleby, nawożeniem i ochroną roślin. Jednak nawet w nasadzeniach ekologicznych, stopień złożoności asocjacji mikrobiologicznych okazał się daleki od tego z jakim mamy do czynienia w siedliskach naturalnych. Dowodzi to, że zaprzestanie praktyk związanych ze stosowaniem syntetycznych nawozów i środków ochrony roślin, nie jest w stanie przywrócić naturalnego stanu w populacji mikroorganizmów. Niektóre sposoby regulowania zachwaszczenia alternatywne wobec syntetycznych herbicydów, np. uprawa czy ściółkowanie gleby, drastycznie ingerują w rozwój mikroorganizmów i interakcje między nimi, a uprawa wzmaga erozję gleby.

Biorąc pod uwagę zagrożenia i korzyści związane z występowaniem flory towarzyszącej, zalecanym sposobem postępowania jest tzw. regulowanie zachwaszczenia. Obejmuje ono zespół działań utrzymujących je na odpowiednio niskim poziomie, który pozwala na dobry rozwój i plonowanie roślin uprawnych i jednoczesne wykorzystanie ekosystemowych funkcji chwastów. Podczas zakładania i prowadzenia sadu lub plantacji z integrowaną ochroną roślin, łączone są chemiczne metody regulowania zachwaszczenia (stosowanie herbicydów) oraz niechemiczne − zabiegi mechaniczne (uprawa gleby, koszenie zbędnej roślinności), utrzymanie roślin okrywowych, ściółkowanie oraz rzadko stosowane metody fizyczne (np. wypalanie chwastów palnikiem propanowym, traktowanie gorącą wodą, gorącą parą wodną, płytą grzejną lub prądem elektrycznym).

Podczas oceny praktycznych efektów metody regulowania zachwaszczenia, autorzy badań skupiają się głównie na skuteczności chwastobójczej, plonowaniu roślin uprawnych i kosztach. W celu poszerzenia wiedzy na temat florystycznej różnorodności w sadach, w Instytucie Ogrodnictwa − PIB w Skierniewicach wykonano badania z zastosowaniem wskaźnika różnorodności biologicznej Shannona-Wienera (*H’*) oraz wskaźnika dominacji Simpsona (*D*). Są to częste sposoby dokumentowania i interpretacji różnorodności biologicznej różnych grup organizmów żywych. W doświadczeniu poletkowym, w układzie bloków losowanych, przez siedem kolejnych lat oceniano wpływ pięciu sposobów regulacji zachwaszczenia – kontrola nieodchwaszczana (ograniczone pielenie wokół pni drzew), herbicydy dolistne, ściółkowanie odpadkami organicznymi, uprawa mechaniczna gleby i koszenie roślinności, na skład

gatunkowy i różnorodność letnich zbiorowisk chwastów w pasach pod koronami śliw. W roku posadzenia sadu w jego międzyrzędziach założono murawę z rozłogowej formy kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L. ssp. *rubra).* W siódmym roku prowadzenia badań, kolejność obiektów doświadczalnych uszeregowanych według malejącej wartości wskaźnika Shanona-Wienera była następująca: uprawa, herbicydy dolistne, koszenie, ściółka i kontrola (Tabela 1). Najwyższą wartość wskaźnika dominacji Simpsona stwierdzono na poletkach kontrolnych. Zarówno na poletkach kontrolnych, jak i na poletkach koszonych, uprawianych mechanicznie i ściółkowanych, dominującym gatunkiem była kostrzewa, której rozłogi stopniowo penetrowały pasy pod koronami drzew, postępując od międzyrzędzi. Poletka ściółkowane charakteryzowały się małą liczebnością chwastów oraz niskim stopniem pokrycia gleby roślinnością. Uzyskane wyniki wskazują, że flora występująca na poletkach kontrolnych, herbicydowych, uprawianych i koszonych miała znacząco większy potencjał do pełnienia tzw. usług ekosytemowych niż flora na poletkach ściółkowanych.

Tabela 1.

Obiekt	Wartość wskaźnika Shannona-Wienera (*H'*)	Wartość wskaźnika Simpsona (*D*)
Kontrola	0,817 a	0,681 d
Herbicydy dolistne	1,770 d	0,269 b
Ściółka	1,338 b	0,365 c
Uprawa gleby	2,285 e	0,123 a
Koszenie	1,536 c	0,381 c

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) według testu Duncana. Wskaźnik bioróżnorodności (*H'*) rośnie wraz z liczbą gatunków i wyrównaniem ich liczebności, a jego wartość waha się od 0 do 5 (w siedliskach naturalnych najczęściej od 1,5 do 3,5), Wskaźnik dominacji (*D*) przyjmuje wartości z przedziału (0;1>; a 1 oznacza, że w zbiorowisku występuje jedynie jeden gatunek.

Powszechne wdrożenie sposobów alternatywnych wobec herbicydów nastręcza problemów technicznych, organizacyjnych i według licznych autorów może wiązać się z ograniczeniem skuteczności zwalczania, szczególnie chwastów trwałych oraz wzrostem kosztów ochrony przed chwastami. Dlatego stosowanie herbicydów pozostaje podstawową metodą regulowania zachwaszczenia w sadach i jagodnikach, a pod koronami drzew

i krzewów często jest metodą jedyną. Zalecane jest, aby herbicydów nie stosować na całej powierzchni nasadzeń, a jedynie w możliwie wąskich pasach wzdłuż rzędów drzew i krzewów. Docelowo, międzyrzędzia powinny być zajęte przez tzw. roślinność okrywową np. murawę z wieloletnich traw łąkowych, naturalne zadarnienie, tzw. pasy kwiatowe (kwietne), a w sadach ekologicznych także przez uprawy współrzędne. Wobec zagrożeń dla ludzi i środowiska związanych ze stosowaniem herbicydów powinny być one stosowane racjonalnie, oszczędnie, odpowiedzialnie, a co najważniejsze zgodnie z aktualnymi etykietami rejestracyjnymi.

Zakres stosowania i dawki środków chwastobójczych podlegają ciągłym zmianom i dlatego na bieżąco należy śledzić zmiany w tym zakresie. Kompleksowe zalecenia dostępne są w corocznie aktualizowanych Programach Ochrony Roślin Sadowniczych. W sadach i na części plantacji krzewów owocowych podstawowym stosowanym środkiem pozostaje glifosat. Dlatego ważną informacją dla sadowników jest to, że w listopadzie 2023 odnowiono zezwolenie na stosowanie glifosatu w Unii Europejskiej i będzie ono obowiązywać do 15 grudnia 2033 roku. Zgodnie z Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji Unii Europejskiej maksymalna sumaryczna dawka glifosatu (substancji czynnej) w nasadzeniach trwałych, w ciągu sezonu nie może przekraczać dawki 3,6 kg/ha. Według zaleceń „Dobrej Praktyki Rolniczej” oraz w ramach integrowanej produkcji (IP), w ciągu sezonu powinno się wykonywać nie więcej niż dwa zabiegi glifosatem.

Nowym środkiem zarejestrowanym na plantacje niektórych gatunków krzewów owocowych oraz truskawki w zastosowaniu małoobszarowym jest kontaktowy herbicyd Spotlight Plus 060 EO (karfentrazon etylowy). Spotlight Plus należy do tzw. herbicydów fotodynamicznych (najskuteczniej działających przy słonecznej pogodzie). Służy do zwalczania chwastów dwuliściennych − rocznych, z wyjątkiem bodziszka drobnego , na którego nie działa skutecznie oraz wieloletnich u których zwalcza wyłącznie zieloną część nadziemną. Służy on do niszczenia odrostów korzeniowych maliny i jeżyny pomiędzy kwietniem a lipcem, a także do powschodowego zwalczania chwastów dwuliściennych na plantacjach maliny, jeżyny, porzeczki czarnej, porzeczki czerwonej i borówki wysokiej. Zabiegi (maksymalnie 2 w sezonie, w łącznej dawce nieprzekraczającej 1,6 l/ha) są wykonywane pod koniec okresu spoczynku krzewów i w początkach ich wegetacji, w razie potrzeby także po zawiązaniu owoców – do początku ich wybarwiana się (BBCH 81).

Na plantacjach truskawki, Spotlight Plus 060 EO służy do niszczenia rozłogów truskawki, a przy okazji chwastów dwuliściennych w międzyrzędziach plantacji. W ciągu roku można wykonać maksymalnie dwa zabiegi tym środkiem, w dawce 0,4 l/ha każdy. Pierwszy – podstawowy zaleca się przeprowadzić w okresie lipiec – sierpień, na intensywnie rosnące rozłogi truskawki, a drugi wczesną wiosną następnego roku. Na plantacjach, gdzie krzewy lub truskawki znajdują się w fazach ulistnionych Spotligt Plus powinien być stosowany przy użyciu opryskiwacza z osłonami.

Literatura

Brzozowski P., Zmarlicki K. 2010. Economics of organic apple and strawberry production in Poland in the years 2007-2009. J. Fruit Ornam. Plant Res. 18 (2): 255-264, http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full25%202010(2).pdf

Lipecki J. 2006. Weeds in orchards – pros and contras. J. Fuit Ornam. Plant Res. 14 (3): 13-18, http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/Suppl_3_2006/Suppl_3_full_1_2006.pdf.

Lisek J. 2023. Diversity of summer weed communities in response to different plum orchard floor management in-row. Agronomy 13 (5), 1421. DOI: 10.3390/agronomy 13051421.

Lisek J. 2023. Regulowanie zachwaszczenia – rekomendacje i realia. Miesięcznik Praktycznego Sadownictwa Sad 3: 100-103.

Lisek J., Sas-Paszt L. 2015. Biodiversity of weed communities in organic and conventional orchards. J. Hort. Res. 23 (1): 39-48.

Lisek J., Sas-Paszt L., Mika A., Lisek A. 2022. The response of weeds and apple trees to beneficial soil microorganisms and mineral fertilizers applied in orchards. Agronomy 12: 2882. DOI: 10.3390/agronomy/12112882.

Markuszewski B., Kopytowski J. 2008. Zachwaszczenie i koszty jego regulowania w sadzie jabłoniowym z produkcją integrowaną. Zesz. Nauk. ISiK 16: 35-50.

Pfiffner L., Cahenzli F., Steinemann B., Jamar L., Bjorn M.C., Porcel M., Tasin M., Telfser J., Kelderer M., Lisek J., Sigsgaard L. 2019. Design, implementation and management of perennial flower strips to promote functional agrobiodiversity in organic apple orchards: A pan-European study. Agriculture, Ecosystems and Environment 278: 61-71. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.03.005.

Program Ochrony Roślin Sadowniczych. 2024. Zespół autorów. Viridia AB, Warszawa, 264 s.

Rabcewicz J., Wawrzyńczak P. 2006. Wpływ głębokości roboczej glebogryzarki sadowniczej na efektywność niszczenia chwastów w sadach. Inżynieria Rolnicza 6: 185-191.

Stefanelli D., Zoppolo R.J., Perry R.L., Weibel F. 2009. Organic orchard floor management systems for apple effect on rootstock performance in the Midwestern United States. HortScience 44: 263-267. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.2.263.

Szwedo J., Maszczyk M. 2000. Effects of straw-mulching of tree grows on some soil characteristics, mineral nutrient uptake and cropping of sour cherry trees. J. Fruit Ornam. Plant Res. 8 (3-4): 147-153.

Yvoz S., Cordeau S., Ploteau A., Petit S. 2021. A framework to estimate the contribution of weeds to the delivery of ecosystem (dis)services in agricultural landscapes. Ecological Indicators 132, 108321, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108321.

DWUWENTYLATOROWY OPRYSKIWACZ SADOWNICZY Z INDYWIDUALNIE REGULOWANYM STRUMIENIEM POWIETRZA – SPOSÓB NA SKUTECZNY I BEZPIECZNY ZABIEG W TRUDNYCH WARUNKACH

dr hab. Grzegorz Doruchowski, prof. IO, prof. dr hab. Ryszard Hołownicki, mgr inż. Waldemar Świechowski, dr Artur Godyń, mgr inż. Andrzej Bartosik
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Grzegorz.Doruchowski@inhort.pl

Wstęp

Warunki pogodowe stanowią istotny czynnik wpływający na jakość, i tym samym na skuteczność zabiegów ochrony roślin oraz na ich bezpieczeństwo dla ludzi i środowiska. Decydującą rolę odgrywa w tym kontekście wiatr, o czym świadczy chociażby fakt prawnego zakazu przeprowadzania zabiegów ochrony roślin w formie oprysku gdy jego prędkość przekracza 4 m/s. (Rozporządzenie 2014). Z jednej strony wiatr jest powodem zakłócenia procesu nanoszenia kropel cieczy użytkowej na rośliny, co skutkuje znacznym wzrostem nierównomierności jej rozkładu na opryskiwanych obiektach, a z drugiej osłabia ten proces poprzez uniemożliwienie istotnej frakcji drobnych kropel osiadania na roślinach i w efekcie znoszenie ich poza obiekt docelowy. Z powodu ryzyka środowiskowego jakie stwarza znoszenie środków ochrony roślin wprowadzono w krajach UE obowiązek zachowania stref ochronnych (buforowych) wobec obszarów wrażliwych na zanieczyszczenie, takich jak wody powierzchniowe, obszary nieużytkowane rolniczo, pasieki czy drogi publiczne (Dyrektywa 2009). Strefy te określają minimalną odległość jaką należy zachować od miejsca stosowania tych środków do granicy obszarów wrażliwych i w Polsce zdefiniowane są na etykietach środków wykazujących szkodliwość dla środowiska. W przypadku zastosowania jednej ze sklasyfikowanych technik ograniczających znoszenie (TOZ) krajowe przepisy umożliwiają użytkownikom środków ochrony roślin zmniejszenie szerokości tych stref o podaną na etykiecie środka odległość, zależną od stopnia ograniczenia znoszenia. Corocznie aktualizowana klasyfikacja TOZ dostępna jest w Serwisie Ochrony Roślin IO-PIB (*http://arc.inhort.pl/serwis-ochrony-roslin*).

W procesie nanoszenia środków ochrony roślin na uprawy przestrzenne takie jak drzewa i krzewy owocowe istotną rolę odgrywa strumień powietrza

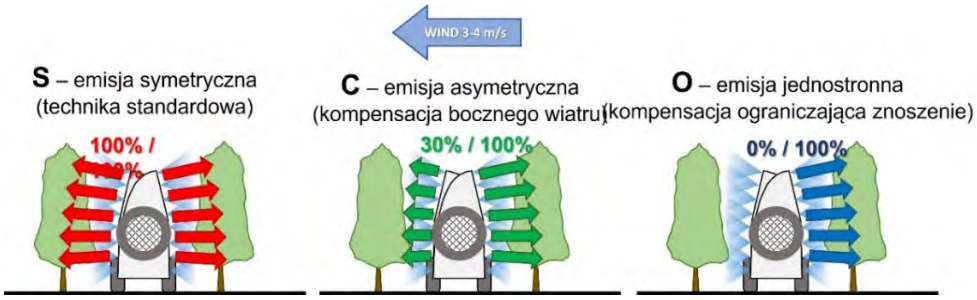
produkowany przez wentylator lub wentylatory opryskiwacza. Wiatr zakłóca działanie strumienia powietrza, osłabiając penetrację roślin przez ciecz użytkową i pogarszając jej rozkład na roślinach. Szczególnie destrukcyjny pod tym względem jest wiatr boczny, który w sadach często uniemożliwia prawidłową penetrację drzew po nawietrznej stronie opryskiwacza, i jednocześnie potęguje przewiewanie cieczy przez drzewa po jego stronie zawietrznej. Efektem zabiegu w takich warunkach jest bardzo duża nierównomierność naniesienia cieczy na drzewach, mogąca obniżyć skuteczność zabiegu oraz wysokie straty cieczy w wyniku jej znoszenia. Metodą skompensowania tego zjawiska jest niezależna regulacja wydatku strumienia powietrza kierowanego na prawą i lewą stronę opryskiwacza, możliwa do przeprowadzania w czasie rzeczywistym, czyli podczas pracy opryskiwacza. Znane są różne podejścia do rozwiązania tego problemu polegające na regulacjach kierownic powietrza zamontowanych przed wylotem wentylatora osiowego (Salyani i in. 2007), na jego wylocie (Landers 2009) lub w kolektorze wentylatora promieniowego (Doruchowski i in. 2012). Nowym podejściem jest rozwiązanie zaproponowane przez krajowego producenta opryskiwaczy, firmę AGROLA, w którym zastosowano dwa wentylatory osiowe niezależnie napędzane silnikami hydraulicznymi. W rozwiązaniu tym wydatki strumieni powietrza regulowane są u źródła, co pozwala na rozszerzenie zakresu regulacji oraz zoptymalizowanie zużycia energii. Celem badań polowych przeprowadzonych z użyciem dwuwentylatorowego opryskiwacza o roboczej nazwie DIVENT była ocena różnych scenariuszy emisji strumienia powietrza na naniesienie cieczy użytkowej w koronach jabłoni, straty cieczy na ziemi i jej znoszenie podczas zabiegów przeprowadzanych przy bocznym wietrze.

Materiał i metody

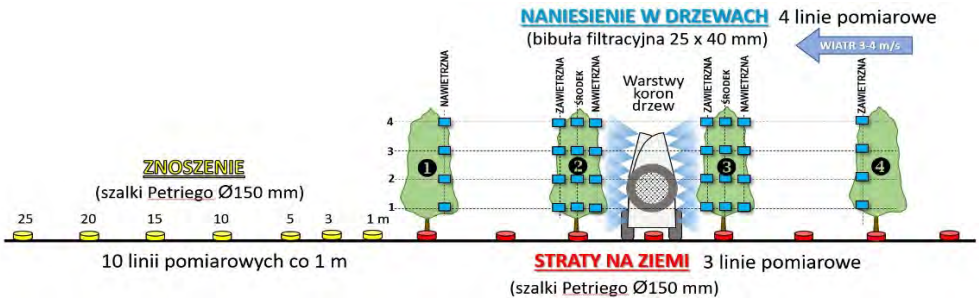
Opryskiwacz sadowniczy AGROLA, wyposażony w dwa wentylatory osiowe z jednostronnymi, przeciwnie skierowanymi deflektorami strumienia powietrza, napędzanymi niezależnie przez silniki hydrauliczne o bezstopniowo regulowanych obrotach (Rys. 1), testowany był w sadzie jabłoniowym odm. Gala/M9, z drzewami o wysokość 2,9 m, rosnącymi w rozstawie 3,5 x 1 m. Podczas testu stosowano ciecz użytkową na bazie znacznika fluorescencyjnego BF7G w dawce cieczy 400 L ha^{-1}, przy prędkości jazdy 7,5 km h^{-1}, z wykorzystaniem rozpylaczy wirowych TR80-02 (LECHLER, DE) i trzech ustawień wydatków strumieni powietrza na LEWĄ i PRAWĄ

stronę opryskiwacza (L/R) (Rys. 2): S – emisji symetrycznej: 100%/100%; C – emisji asymetrycznej: 30%/100%; O – emisji jednostronnej: 0%/100%. Maksymalny wydatek powietrza (100%) wynosił 7,2 tys. m^3 h^{-1}. Każdy z trzech scenariuszy emisji strumienia powietrza powtarzano 3 razy. Ocena efektów zabiegów wykonanych według powyższych scenariuszy przeprowadzona została na podstawie pomiarów naniesienia cieczy użytkowej w drzewach jabłoni z użyciem próbek bibuły filtracyjnej, oraz strat na ziemi w sadzie i w wyniku znoszenia poza sad z użyciem szalek Petriego. Układ próbek przedstawiono na rys. 3.

Rys. 1. Wentylatory opryskiwacza AGROLA-DIVENT napędzane są niezależnie przez dwa silniki hydrauliczne o bezstopniowej regulacji obrotów



Rys. 2. Przedmiotem badań były efekty pracy dwuwentylatorowego opryskiwacza z asymetryczną regulacją strumienia powietrza przy różnych ustawieniach jego wydatków



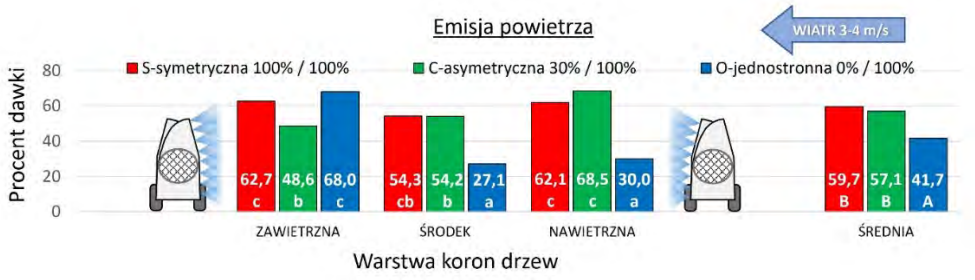
Rys. 3. Układ próbek do pomiaru naniesienia i strat cieczy użytkowej

Wyniki i wnioski

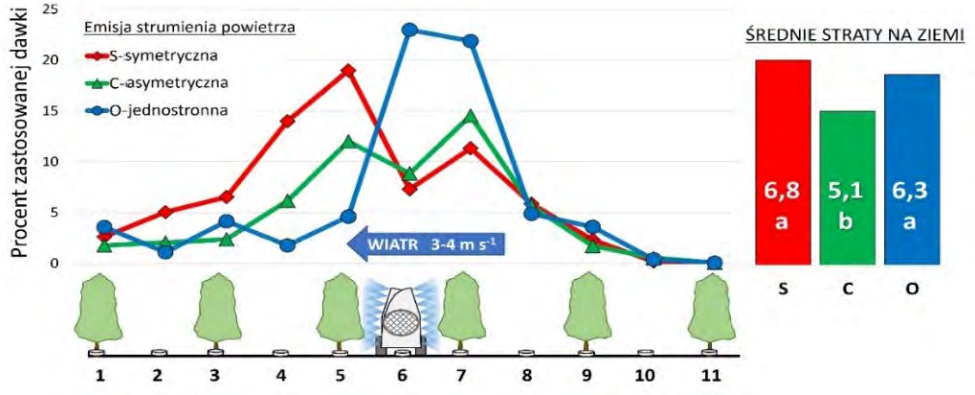
Uzyskane w toku pomiarów wartości naniesienia cieczy użytkowej, strat cieczy na ziemi w sadzie oraz znoszenia poza sad przedstawiono graficznie jako procentowy udział stosowanej dawki, odpowiednio na rys. 4, 5 i 6. Średnie, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie (analiza wariancji z testem Duncana, P<0, 05). Asymetryczna emisja strumienia powietrza, z jednostronnie zmniejszonym wydatkiem powietrza do 30% nie spowodowała istotnego spadku średniego naniesienia cieczy w koronach drzew w porównaniu z naniesieniem uzyskanym dla emisji symetrycznej, będącej referencyjną techniką opryskiwania sadów. W żadnej z pionowych warstw koron drzew naniesienie dla asymetrycznej emisji powietrza nie było istotnie niższe od najniższej wartości naniesienia dla emisji referencyjnej. Wyniki te stanowią przesłankę twierdzenia, że jakość zabiegu z użyciem asymetrycznej emisji strumienia powietrza nie jest gorsza od uzyskanej przy zastosowaniu standardowej emisji symetrycznej. Pomiary poboru mocy przez opryskiwacz dwuwentylatorowy przy różnych ustawieniach emisji powietrza wskazały, że jednostronne ograniczenie wydatku powietrza do 30% zmniejszyło zużycie paliwa, i tym samym emisję CO_2 o 21%.

W wyniku zastosowania asymetrycznej emisji strumienia powietrza straty cieczy na ziemi w sadzie zmniejszyły się o 25%, a starty w wyniku jej znoszenia poza sad co najmniej o 50% w porównaniu ze stratami będącymi efektem emisji symetrycznej. Asymetryczna emisja powietrza realizowana przez badany opryskiwacz wykazuje zatem cechy techniki ograniczającej znoszenie o 50%. Po przeprowadzeniu dalszych badań klasyfikacyjnych mogłaby być sklasyfikowana jako TOZ 50%, umożliwiając redukcję stref buforowych.

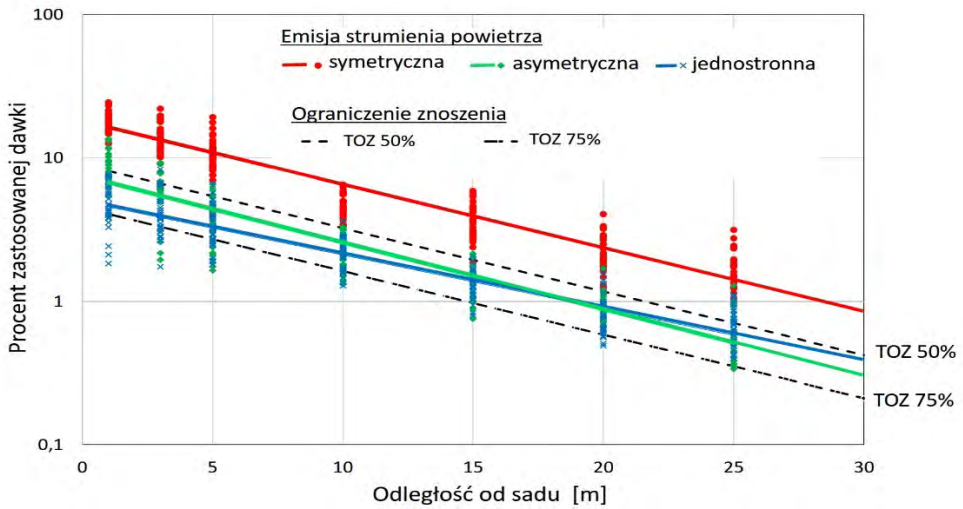
Jednostronne zmniejszenie wydatku strumienia powietrza skierowanego przeciwnie do kierunku bocznego wiatru pozwala na złagodzenie środowiskowych skutków stosowania środków ochrony roślin przy utrzymaniu poprawnej penetracji cieczy użytkowej w drzewach.



Rys. 4. Podczas opryskiwania sadu z zastosowaniem asymetrycznej emisji strumienia powietrza naniesienie cieczy użytkowej w drzewach nie było istotnie różne od naniesienia dla techniki referencyjnej z emisja symetryczną



Rys. 5. Podczas opryskiwania sadu z zastosowaniem asymetrycznej emisji strumienia powietrza straty cieczy użytkowej na ziemi w sadzie ograniczono o 25%



Rys. 6. Podczas opryskiwania sadu z zastosowaniem asymetrycznej emisji strumienia powietrza uzyskano wartości znoszenia cieczy użytkowej poniżej TOZ 50%

Prace rozwojowe nad opryskiwaczem AGROLA oraz jego badania przeprowadzono w toku projektu „DIVENT – Innowacyjny opryskiwacz dwuwentylatorowy z asymetryczną regulacją strumienia powietrza" (POIR.01.01.01-00-0006/17-00, 2017-2020).

Literatura

Rozporządzenie 2014. Rozporządzenie MRiRW z dn. 31.03.2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin. Dz.U. 2014, poz. 516.

Dyrektywa 2009. DYREKTYWA PEiR 2009/128/WE z dn. 21.10.2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. Dz. Urz. UE, L 309/71.

Doruchowski G., Balsari P., Marucco P., Zande J van de, Wenneker M. 2012. Crop Adapted Spray Application (CASA) – Precise and safe plant protection in fruit growing. Aspects of Applied Biology, 114: 129-136.

Landers A.J. 2009. The Development of a Precision Canopy Sprayer for Orchards and Vineyards. Proc. FRUTIC CHILE 2009 – 8th Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering Symposium, Concepcion, Chile, 5-9.01.2009: 485-493.

Salyani M., Pai N. & Sweeb R.D. 2007. On-the-go changing of sprayer airflow based on tree foliage density. Book of Abstracts: 9th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing – SuProFruit 2007, Alnarp, Sweden, 12-14.09.2007: 63-64.

BADANIA MONITORINGOWE POZOSTAŁOŚCI ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN WYKRYWANYCH W OWOCACH KRAJOWYCH I IMPORTOWANYCH

dr Artur Miszczak
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Artur.Miszczak@inhort.pl

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin jest ciągle podstawowym narzędziem ogrodników do walki ze szkodnikami i chorobami grzybowymi. Używa się ich również jako regulatorów wzrostu i do walki z chwastami. Zestaw dostępnych substancji na europejskim wspólnym rynku rolnym jest regulowany przez Komisję Europejską. Poszczególne środki ochrony roślin dostępne w Polsce muszą uzyskać zgodę Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Z tego powodu każdy zwłaszcza profesjonalny użytkownik środków musi stosować je zgodnie z zasadami opisanymi w jego etykiecie. Terminy, dawki, zakres stosowania ze względu na uprawę i zwalczanego patogena jest obostrzony przepisami prawa. Zapisy w etykiecie wynikają z wieloletnich badań wymaganych przez przepisy UE i prowadzonych przez firmę agrochemiczną wprowadzającą dany środek na rynek. Następnie są one weryfikowane przez międzynarodowe, szerokie grono ekspertów. Z tego powodu stosowanie środków, które jest zgodne z zapisami w etykiecie, jest bezpieczne dla samego użytkownika środka, dla środowiska naturalnego i ze względu na pozostałości wykrywane w żywności, bezpieczne dla konsumenta. Aplikacje środków niezgodnie z zapisami etykiety lub środków, które nie mają rejestracji dla danej uprawy lub brak zezwolenia do stosowania w Polsce i w krajach UE może prowadzić do przekroczeń norm i dużych kłopotów przy wprowadzaniu wyprodukowanych płodów rolnych do obrotu handlowego. Nadzorem nad prawidłowym stosowaniem środków ochrony roślin zajmuje się Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN), która działa na rzecz Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi odpowiedzialnego za ich rejestrację w Polsce.

Zakład Badania Bezpieczeństwa Żywności (ZBBŻ) Instytutu Ogrodnictwa − PIB od ponad 20 lat uczestniczy regularnie w corocznych organizowanych przez PIORiN badaniach monitoringowych prawidłowości stosowania środków ochrony roślin. Metody analityczne stosowane w ZBBŻ obejmują szereg insektycydów, fungicydów, substancji chwastobójczych, regulatorów

wzrostu i innych pestycydów, które są obecnie zarejestrowane do stosowania i które są już wycofane. Obecnie każda nadesłana do tego typu badań próbka reprezentująca sad, pole uprawne lub magazyn jest badana na obecność ponad 500 substancji. Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, czy w badanej próbce znajdują się jedynie dozwolone do stosowania środki czy też pozostałości środków, które już nie powinny być użyte. Na tej podstawie pracownicy PIORiN prowadzą ewentualnie dalsze postępowanie wyjaśniające.

W 2023 roku w laboratorium ZBBŻ w ramach powyżej opisanego monitoringu przebadano 42 rodzaje upraw lub ich grup – 10 sadowniczych, 27 warzywnych oraz 5 rolniczych. Ogółem pobrano do badań monitorowych 1300 próbek płodów rolnych, w tym: 431 próbek owoców, 569 próbek warzyw oraz 300 próbek z upraw rolniczych. W sezonie 2023 bardziej intensywnie były sprawdzane uprawy jabłoni i porzeczek. Próbki pochodziły ze wszystkich województw Polski.

Przebadano 154 próbek **jabłek**. W 44 próbkach (29%) nie wykryto pozostałości poszukiwanych środków ochrony roślin. W pozostałych próbach stwierdzono pozostałości 11 insektycydów, 18 różnych fungicydów, dwóch herbicydów i dwóch regulatorów wzrostu. Najczęściej występującymi pozostałościami środków ochrony roślin były: kaptan, flonikamid, acetamipryd, tebukonazol, chlorantraniliprol, pirymikarb, fluopyram, ditianon, fludioksonil, ditiokarbaminiany, boskalid i piraklostrobina. W 14 próbkach (9%) stwierdzono pozostałości po środkach, które nie mają rejestracji do stosowania w tej uprawie:

- DEET − repelent przeciwko komarom i kleszczom, który nie jest środkiem ochrony roślin;
- imidachlopryd − środek wycofany z UE 01.12.2020 roku;
- spirodiklofen − środek wycofany z UE 31.07.2020 roku;
- tiofanat metylowy i karbendazym (metabolit) − środek wycofany z UE 19.10.2020 roku;
- prosulfokarb − środek chwastobójczy, który nie ma zastosowania w uprawie jabłoni;
- chlormekwat i mepikwat − regulatory wzrostu stosowane w uprawach rolniczych i zabronione do stosowania w uprawie jabłoni.

Konsekwencją ich stosowania są zanieczyszczenia soków, które uniemożliwiają ich obrót handlowy.

Nie stwierdzono w jabłkach przekroczeń dopuszczalnych poziomów pozostałości zarówno według norm krajowych, jak i norm europejskich.

Przebadano 177 próbek **porzeczek**. W 85 próbkach (48%) nie wykryto pozostałości poszukiwanych środków ochrony roślin. W pozostałych próbkach stwierdzono pozostałości 15 insektycydów, 19 różnych fungicydów, dwóch herbicydów i jednego regulatora wzrostu. Najczęściej występującymi pozostałościami środków ochrony roślin były: acetamipryd, trifloksystrobina, kaptan, fenpiroksymat i cyprodynil. W 39 próbkach (22%) stwierdzono pozostałości po środkach, które nie mają rejestracji do stosowania w tej uprawie: chloropiryfos, bifentryna, cypermetryna, lambdacyhalotryna, pirymikarb, flonikamid, heksytiazoks, indoksakarb, spirodiklofen, tiachlopryd, ditiokarbaminiany, karbendazym, tiofanat metylowy, azoksystrobina, difenokonazol, tebukonazol i tetrakonazol. W pięciu próbkach (3%) stwierdzono przekroczenie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości środków ochrony roślin zgodnie z aktualnym rozporządzeniem (WE) nr 396/2005 (NDP) bifentryny (dwukrotnie), cypermetryny, glifosatu i karbendazymu według norm krajowych i Unii Europejskiej.

Ogólnie we wszystkich 431 próbkach owoców: 181 (42,0%) próbek nie zawierało pozostałości, a pozostałości poniżej NDP wykryto w 244 (56,6%) próbkach. W 64 próbkach (14,8%) wykryto obecność środków, które nie są zarejestrowane przez MRiRW dla danych upraw. W sześciu próbkach (1,4%) wykryto przekroczenie NDP.

Oprócz powyżej opisach badań, laboratorium ZBBŻ współpracowało z Państwową Inspekcją Sanitarną w badaniach pozostałości środków ochrony roślin w żywności importowanej do Polski. W ramach tych badań dostarczono 500 próbek i przebadano 58 rodzajów produktów – 18 owoców, 20 warzyw, 6 rodzajów jadalnych nasion roślin strączkowych, 8 rodzajów nasion roślin oleistych oraz 6 rodzajów zbóż i produktów zbożowych. Próbki pochodziły ze wszystkich województw Polski i ośmiu punktów granicznych. Owoce i orzechy jadalne w postaci produktów świeżych, mrożonych lub przetworzonych (susze, soki, koncentraty) stanowiły 32% wszystkich produktów i obejmowały bez czarny, borówki amerykańskie, brzoskwinie, czereśnie, gruszki, jabłka, jeżyny, maliny, morele, nektarynka, orzech laskowy, orzech nerkowca, orzech włoski, poziomki, śliwki, truskawki, winogrono i żurawinę. Pochodziły one zarówno z innych krajów UE, jak i innych krajów europejskich spoza UE, Afryki, Azji i obu Ameryk.

Ogólnie we wszystkich 162 próbkach owoców i orzechów: 36 (22,0%) próbek nie zawierało pozostałości, a pozostałości poniżej NDP wykryto w 121 (75%) próbkach. W pięciu próbkach (3%) wykryto przekroczenie NDP.:

- gruszki z Holandii − chlormekwat;
- jabłka suszone z Turcji – malation;
- truskawka z Egiptu – propargit;

- winogronowe wino czerwone z Ukrainy – kaptan;
- śliwki suszone z Ukrainy – antrachinon i folpet.

Porównując wyniki badań owoców krajowych i importowanych ogólnie stwierdzamy, że sprowadzane produkty charakteryzują się większym prawdopodobieństwem wykryć przekroczeń NDP. Przyczyną są częstsze wykrycia środków wycofanych z użycia na obszarze Polski i Unii Europejskiej. Na uwagę zasługuje fakt, że znaczący procent badanych owoców z różnych upraw z Polski jest wolnych od sprawdzanych pozostałości środków ochrony roślin.

AKTUALNE ZAGROŻENIA ZE STRONY PATOGENÓW W JAGODNIKACH I JAK SOBIE Z NIMI RADZIĆ?

dr Monika Michalecka, dr Monika Kałużna
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: monika.michalecka@inhort.pl

Łączną powierzchnię uprawy roślin jagodowych w Polsce, w gruncie i pod osłonami, szacuje się na nieco ponad 130 tys. ha, zaś szacunkowe zbiory z krzewów i plantacji jagodowych w 2023 roku wynosiły około 0,6 mln ton, co stanowi o 6 % mniejszą produkcję w stosunku do roku ubiegłego. Do spadku zbiorów przyczyniły się trudne warunki pogodowe w trakcie wegetacji, ale również ograniczone stosowanie nawozów i ochrony roślin na wielu plantacjach spowodowane wzrostem kosztu środków produkcji. Zbiory malin w 2023 r. obniżyły się o ponad 8% względem poprzedniego roku i wyniosły 96 tys. t. Zbiory porzeczek czarnych oceniono na ponad 91 tys. t, tj. o ok. 10% mniej niż przed rokiem. Czynnikiem ograniczającym owocowanie, podobnie jak w poprzednim roku, był silny opad kwiatów, a następnie zawiązków wywołany suszą. Produkcja borówki wysokiej wyniosła niespełna 62 tys. t, czyli prawie o 4% mniej niż w 2022 roku. Zbiory truskawek obniżyły się o ok. 3% w relacji do poprzedniego roku do poziomu 180 tys. t. Produkcja agrestu przekroczyła 8 tys. t i była niemal o 15% mniejsza niż rok wcześniej. Zbiory pozostałych owoców z krzewów owocowych i plantacji jagodowych w sadach zostały ocenione na 90 tys. t, czyli na zbliżonym poziomie z roku ubiegłego. Największy udział w tej grupie ma aronia i jagoda kamczacka (źródło danych GUS 2023).

Skąd się biorą nowe zagrożenia ze strony patogenów w jagodnikach?

Intensywna wymiana materiału roślinnego, w szczególności import do Polski owoców oraz sadzonek, jak również pozyskiwanie materiału nasadzeniowego z niepewnego źródła, stwarzają pewne ryzyko przeniesienia lub zawleczenia na plantacje roślin jagodowych agrofagów niewystępujących dotąd w danym regionie. Zjawisku temu sprzyja fakt wynikający z cyklu rozwojowego patogenów (tutaj: grzybów, lęgniowców), że mogą być one obecne w/na roślinie w fazie utajonej, co oznacza, że objawy choroby powodowane przez danego patogena mogą być niezauważalne podczas obserwacji wizualnej. Ponadto, wiele gatunków

grzybów patogenicznych dla roślin jest polifagami, zdolnymi do porażania kilku − kilkunastu gatunków roślin, dlatego często dochodzi do sytuacji, w której patogen poraża rośliny w danej uprawie, a następnie jego zarodniki są przenoszone przez wiatr na sąsiadującą plantację, gdzie występują inne, lecz również podatne rośliny. Inną przyczyną może być niewłaściwie przygotowane podłoże pod uprawę, a szczególnie brak odkażenia podłoża po wieloletniej uprawie innych gatunków (np. zboża, ziemniaki), które były intensywnie porażone przez grzyby z rodzajów *Rhizoctonia* spp., czy *Fusarium* spp. Z obserwacji prowadzonych przez naukowców z Zakładu Ochrony Roślin Instytutu Ogrodnictwa – PIB wynika, że grzyby z tych rodzajów, pozostające w glebie na szczątkach roślin po poprzedniej uprawie chętnie porażają podatną i wrażliwą truskawkę. Z kolei nadmierne nawożenie, zwłaszcza azotowe, doprowadzające do szybkiego i nadmiernego wzrostu zielonych części roślin oraz owoców zwiększa ich podatność na nowo pojawiające się zagrożenia. W przypadku patogenów roślin, które dokonują infekcji przez system korzeniowy, wszelkie uszkodzenia tego systemu (mechanicznie, przez mróz czy okresowe zalanie) będą czynnikiem ułatwiającym ich wniknięcie, co może sprzyjać infekcji przez grzyby czy lęgniowce, które nie są typowymi patogenami dla danej rośliny. Ze względu na fakt, że infekcjom przez grzyby, a potem ich dalszemu rozwojowi sprzyjają wilgotne warunki środowiska, wysadzenie roślin do ciężkiej nieprzepuszczalnej np. gliniastej gleby, jak również nadmierne i nieodpowiednie nawadnianie oraz słaba regulacja zachwaszczenia będą stymulowały rozwój objawów chorobowych. Może się również tak zdarzyć, że w pobliżu uprawianych roślin będą znajdowały się dzikorosnące gatunki z rodziny rośliny uprawnej, z których patogeny lub ich szczególne, bardziej wirulentne rasy mogą „przejść” na roślinę uprawną lub formy patogena, które nie będą wrażliwe na środki ochrony stosowane na danej uprawie. Wreszcie, często dochodzi do sytuacji, w której rany, miejsca uszkodzeń na niezdrewniałych jeszcze pędach (np. maliny, borówki wysokiej, jagody kamczackiej) są kolonizowane przez inne organizmy, np. grzyby saprofityczne lub epifityczne, niebędące patogenami roślin.

Aktualne zagrożenia ze strony patogenów na plantacjach truskawki

Sprzyjające warunki do rozwoju grzybów *Botrytis cinerea* czy *Colletotrichum acutatum s.l.* w okresie kwitnienia i dojrzewania owoców truskawki sprawiły, że szara pleśń i antraknoza na stałe zadomowiły się na

wielu plantacjach truskawki, chociaż ich nasilenie zależało od przebiegu warunków pogodowych oraz podatności odmian. Długo utrzymująca się wilgoć w obrębie kwiatostanów oraz pod szypułką dojrzewających zawiązków stymulowały rozwój objawów szarej pleśni na porażonych organach w postaci miękkich, brązowych plam gnilnych, pokrywających się nalotem szarej grzybni, zaś objawy antraknozy w postaci zapadniętych czarnych suchych plam, z towarzyszącym niekiedy wyciekiem zarodników, najczęściej obserwowano na odmianach, u których dojrzewanie owoców zbiegało się z wystąpieniem wysokich temperatur powietrza.

W wielu przypadkach do Laboratorium Chorób Roślin Zakładu Ochrony Roślin IO-PIB (dalej w tekście: LChR) dostarczano rośliny z objawami gnicia systemu korzeniowego w celu wykrycia czynnika sprawczego. Korzenie były czarne, jednak zarówno skrócona łodyga w przekroju (korona) jak i nadziemne części roślin, poza osłabieniem wzrostu, nie wykazywały objawów chorobowych. Przeprowadzone próby izolacji czynników sprawczych na podłoża mikrobiologiczne w takich przypadkach wykazywały zwykle brak patogenów truskawki, co oznacza, że system korzeniowy mógł zostać uszkodzony przez mróz lub zalanie systemu korzeniowego. Z drugiej strony mieliśmy do czynienia z sytuacjami, gdzie wiosną, po kilku tygodniach od posadzenia zdrowo wyglądających sadzonek, rośliny intensywnie zamierały w okresie kwitnienia i zawiązywania owoców, a analiza laboratoryjna wykazywała obecność lęgniowców z rodzaju *Phytophthora*. Niestety, chociaż truskawki różnią się podatnością na zgniliznę korony truskawki powodowaną przez tego lęgniowca i mogą, lecz nie muszą chorować mimo jego obecności na plantacji, jedyny sposób żeby zlikwidować propagule tego patogena to odkażanie gleby miedzy nasadzeniami. Równolegle z odkażaniem gleby należy zadbać o zdrowotność materiału nasadzeniowego, pochodzącego z pewnego, wolnego od patogenów źródła.

W ostatnich dwóch sezonach wegetacyjnych zaobserwowano także częstsze, chociaż w dalszym ciągu sporadyczne, występowanie grzyba *Gnomonia comari.* Zwykle grzyb ten powoduje charakterystyczne, brązowo purpurowe nekrozy na liściach, widoczne po obu stronach blaszki liścia, wędrujące w dół ogonka, oraz twardą brązową zgniliznę owoców podczas ich dojrzewania. Jednakże analizy materiału roślinnego dostarczonego do LChR wykazały, że niekiedy grzyb ten był jedynym sprawcą zgnilizny umiejscowionej w koronie truskawki, odpowiedzialnej za zamieranie

sadzonek, bez żadnych dodatkowych objawów na ogonkach liściowych, blaszkach liścia czy owocach.

Malina

Na plantacjach malin, szczególnie na odmianach owocujących na dwuletnich pędach, główny problem stanowiło zamieranie pędów, o różnej etiologii. Najczęściej miejsca uszkodzeń na pędach (po żerowaniu szkodników, uszkodzenia mrozowe) były kolonizowane przez powszechnie występujące grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. Izolowano je z rozległych nekroz na pędach, z widocznymi pomarańczowymi wyciekami zarodników, czyli klasyczne objawy fuzariozy naczyń maliny.

Borówka wysoka

Na plantacjach towarowych borówki wysokiej, gdzie stosowano integrowaną ochronę roślin, szara pleśń oraz antraknoza na owocach wystąpiły w bardzo niewielkim nasileniu. Z naszych obserwacji wynika, że uszkodzone przez mróz, niezdrewniałe pędy zostały skolonizowane przez grzyby (głównie *B. cinerea*), które stanowiły źródło infekcji dla otwierających się kwiatów i dojrzewających owoców. Obserwowano także nasilone występowanie objawów powodowanych przez grzyby z rodzaju *Alternaria*, na liściach i pędach, jednak głównie w tych przypadkach, kiedy krzewy borówki wysokiej były pod wpływem stresu fizjologicznego (zbyt wysokie pH podłoża, zbyt niskie/wysokie stężenie składników pokarmowych w podłożu, zasolenie podłoża). Na roślinach dostarczanych do LChR obserwowano także czarne nekrozy na niezdrewniałych pędach oraz brązowe owalne plamy z żółtą obwódką na liściach. Analiza laboratoryjna materiału wykazała, że sprawcą objawów były głównie bakterie *Pseudomonas syringae*, powodujące raka bakteryjnego borówki wysokiej. W kilku próbach wykryto także obecność bakterii z rodzaju *Xanthomonas.*

Jagoda kamczacka

W ostatnim sezonie wegetacyjnym pracownicy Zakładu Ochrony Roślin IO-PIB przeprowadzili lustrację eksperymentalnych nasadzeń jagody kamczackiej. Obserwacje przeprowadzone na 9-letnich roślinach w okresie kwitnienia, a następnie w okresie dojrzewania owoców, pozwoliły potwierdzić doniesienia od innych plantatorów, że liście tej rośliny są wrażliwe na poparzenia słoneczne, i w skrajnych przypadkach brązowieją

i zwijają się ku górze. Podczas pierwszej inspekcji na liściach niektórych odmian obserwowano objawy chorobowe przypominające raka bakteryjnego. W wyniku przeprowadzonej analizy laboratoryjnej obserwowanych zmian chorobowych uzyskano kolonie bakterii, które zaklasyfikowano do rodzaju *Pseudomonas*. Jednocześnie, podczas pierwszej inspekcji obserwowano objawy na kwiatostanach w postaci ich zasychania. Analiza laboratoryjna, polegająca na izolacji sprawców objawów na pożywki do wzrostu mikoorganizmów patogenicznych dla roślin wykazała obecność kolonii grzybów o różnej morfologii. Analiza molekularna uzyskanych grzybów (sekwencjonowanie regionu ITS DNA) potwierdziła obecność grzybów: *Seimatosporium lichenicola* i *B. cinerea*, a także grzybów z rodzajów: *Epicoccum* i *Alternaria*. Podczas drugiej inspekcji skupiono się szczególnie na objawach widocznych na dojrzałych owocach. Analiza laboratoryjna wykazała, że z tkanki owoców z objawami zapadniętych, ale suchych plam i/lub nieregularnych przebarwień na skórce izolowano jedynie grzyby: *Epicoccum* sp.*, Seimatosporium lichenicola, Myrothecium vermucaria*, a także drożdże z gatunku *Aureobasidium pullulans.* Z doniesień literaturowych wynika, że wymienione organizmy nie są opisywane jako patogeny roślin, stąd też przypuszczenie, że uszkodzenia owoców miały charakter mechaniczny, a obecność mikroorganizmów miała charakter wtórny, towarzyszący. Dodatkowo, dojrzałe owoce jagody kamczackiej przechowywano przez 10 dni w warunkach pokojowych, w celu zastymulowania gnicia owoców. Po tym czasie obserwowano objawy szarej pleśni, powodowane przez grzyb *B. cinerea.*

Jak zminimalizować presję ze strony patogenów?

Wśród dobrze znanych zasad integrowanej ochrony roślin przed chorobami szczególne znaczenie w minimalizowaniu presji ze strony patogenów w jagodnikach będą miały wszystkie działania, które ograniczą populację patogenów na plantacji, a zatem usuwanie i niszczenie porażonego materiału roślinnego (w tym pędów, chorych owoców w trakcie zbioru oraz całych roślin) oraz zabiegi ochronne dostosowane do realnego zagrożenia wystąpienia choroby. Bardzo ważne jest utrzymanie odpowiedniej wilgotności na plantacji poprzez racjonalne i odpowiednio aplikowane nawadnianie, a także regulację zachwaszczenia; chwasty bowiem nie tylko utrzymują wilgoć przy roślinie, co sprzyja rozwojowi patogenicznych grzybów, ale niekiedy są również gospodarzami lub miejscem zimowania

niektórych patogenów. Należy zadbać o zdrowotność, a także dobór materiału nasadzeniowego, w taki sposób, aby gatunek danej uprawy był odpowiedni dla stanowiska, jakim plantator dysponuje, a w dalszej kolejności o odmianę – najlepiej o jak najmniejszej podatności na patogeny.

Jeżeli zaistniała taka konieczność i zostało przeprowadzone odkażanie gleby, nie można zapomnieć także o konieczności przywrócenia równowagi i potencjału mikrobiologicznego gleby, w celu stworzenia warunków korzystnych dla zdrowego wzrostu i optymalnego plonowania uprawy, poprzez zastosowanie biopreparatów zawierających grzyby mikoryzowe, czy bakterie i/lub grzyby ryzosferowe. Preparaty te wykorzystują naturalną zdolność zawartych w nich mikroorganizmów do zwalczania bezpośredniego lub na zasadzie konkurencji innych grzybów, w tym patogenicznych dla roślin, z drugiej zaś strony poprzez kolonizację systemu korzeniowego rośliny uprawnej tworzą korzystne warunki do jej wzrostu oraz uniemożliwiają dostęp patogenom.

Zmiany w ochronie jagodników – nowości

Wynikająca z wymagań Europejskiego Zielonego Ładu konieczność wycofywania i ograniczania stosowania niektórych substancji chemicznych jest równoważona przez coraz szerszą gamę środków biologicznych i biotechnicznych do ochrony upraw. W programach ochrony truskawki, maliny i borówki wysokiej uprawianych pod osłonami pojawiło się kilka nowych preparatów zwierających pożyteczne mikroorganizmy, takich jak: *Trichoderma asperellum*, *Pseudomonas* lub *Bacillus amyloliquefaciens* do ochrony przed zgorzelą sadzonek powodowaną przez grzyby rodzaju *Fusarium*, lęgniowce *Pythium* spp. czy grzyb *Rhizoctonia solani*, a także przed szarą pleśnią czy mączniakiem prawdziwym truskawki. Do ochrony maliny i borówki wysokiej w uprawach pod osłonami przed zgnilizną korzeni zaproponowano preparat mikrobiologiczny z propagulami grzyba *Trichoderma harzianum*, który chroni system korzeniowy roślin przez wnikaniem patogenów. Do ochrony maliny, borówki wysokiej i truskawki przed szarą pleśnią oraz mączniakiem prawdziwym, zarówno w uprawach polowych jak i pod osłonami, dostępne są preparaty zawierające szczepy pożytecznych bakterii gatunku *Bacillus amyloliquefaciens.* Należy pamiętać, że środki mikrobiologiczne zawierają żywe mikroorganizmy, które wymagają specjalnego sposobu aplikacji czy też określonej fazy rozwoju rośliny uprawnej, do ochrony której są dedykowane, bądź też zastosowania przed

lub w trakcie sadzenia rośliny uprawnej, po to, aby mogły się namnożyć w danym mikrośrodowisku lub skolonizować roślinę uprawną i zadziałać zgodnie z ich przeznaczeniem. Celem środków biologicznych i biotechnicznych jest nie tylko ograniczanie rozwoju patogenów roślin, lecz także stymulacja układu odpornościowego rośliny do walki z patogenami, jak również mogą być pomocne w przyswajaniu substancji pokarmowych z gleby, co przekłada się na lepszy wzrost i plonowanie rośliny uprawnej.

Badania były prowadzone w ramach zadań 5.1 i 3.16, finansowanych z dotacji celowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

IDENTYFIKACJA SPRAWCÓW NAJGROŹNIEJSZYCH CHORÓB WIRUSOWYCH I FITOPLAZMATYCZNYCH MALINY I TRUSKAWKI

prof. dr hab. Mirosława Cieślińska, Dorota Starzec
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: miroslawa.cieslinska@inhort.pl

Wstępną identyfikację wirusów lub fitoplazm można niekiedy przeprowadzić na podstawie objawów chorobowych np. przebarwień liści czy deformacji kwiatostanu lub owoców. Często jednak chore rośliny nie wykazują wyraźnych symptomów, a jeśli one występują, można je pomylić z uszkodzeniami wywołanymi przez inne czynniki. Dlatego też objawy chorobowe nie mogą stanowić podstawy do miarodajnej identyfikacji patogena. Do prawidłowej diagnostyki konieczne jest przeprowadzenie specjalistycznych badań. W zależności od wirusa do wykrywania można stosować metody: biologiczne (inokulacja sokiem lub szczepienie fragmentów badanej rośliny) z wykorzystaniem roślin wskaźnikowych (indykatorów), serologiczne (głównie ELISA) i techniki biologii molekularnej np. PCR z analizą polimorfizmu długości fragmentów restrykcyjnych (RFLP), analiza sekwencji nukleotydów. Skuteczność diagnostyki zależy m. in. od zastosowanej metody, terminu testowania, przebiegu pogody oraz doboru tkanki roślinnej.

Wirus pstrości liści truskawki (strawberry mottle virus, SMoV), który jest jednym z najczęściej występujących wirusów na plantacjach truskawki w Europie, jest przykładem patogenu, do wykrywania którego jeszcze 20 lat temu standardowo stosowano pracochłonne i czasochłonne testy biologiczne. Alternatywą dla tych testów stała się technika RT-PCR, której opracowanie możliwe było dzięki poznaniu genomu wirusa (Thompson i in. 2002, Thompson i Jelkmann 2003). W badaniach prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa – PIB stosowano obydwie te metody, co umożliwiło przeprowadzenie charakterystyki kilku izolatów SMoV. Materiał roślinny stanowiły rośliny poziomki *Fragaria vesca* lub *F. virginiana*, które po zaszczepieniu fragmentami liści z siedmiu roślin truskawki zakażonych SMoV, wykazywały objawy cętkowanej plamistości i deformacji liści. Wyniki testów RT-PCR potwierdziły obecność SMoV w roślinach wskaźnikowych, a jednocześnie wykluczyły ich porażenie przez inne wirusy. Z porażonych poziomek przenoszono izolaty wirusa metodą inokulacji mechanicznej na

rośliny zielne *Chenopodium quinoa*, *Ch. amaranticolor*, *Nicotiana tabacum*, *N. occidentalis* 37B i *N. benthamiana*. W zależności od izolatu SMoV i gatunku rośliny zielnej, obserwowano różne objawy chorobowe. Celem kolejnych badań była ocena zróżnicowania właściwości genetycznych siedmiu izolatów SMoV. Uzyskując sześć różnych profili po trawieniu produktów RT-PCR enzymami restrykcyjnymi *Bfa*I, *Fau*I, *Hae*III, *Hinc*I i *Taq*I, wykazano polimorfizm długości fragmentów restrykcyjnych w obrębie fragmentu RNA2 badanych izolatów wirusa. Zsekwencjonowano produkty RT-PCR, a odczytane sekwencje nukleotydów porównywano z sekwencjami dostępnymi w bazie danych GenBank. Przeprowadzono również analizę filogenetyczną badanych sekwencji. Badania te wykazały zróżnicowanie genetyczne pomiędzy badanymi izolatami SMoV oraz szczepami wirusa, których sekwencje opublikowano w bazie GenBank. Podobieństwo sekwencji fragmentu RNA2 siedmiu polskich izolatów SMoV wynosiło 94,7-100%. Analiza porównawcza odczytanych sekwencji nukleotydów wykazała, że były one podobne w 89-93% do sekwencji szczepów wirusa z Holandii i Kanady (Cieślińska 2019).

Na plantacjach truskawki, szczególnie tam, gdzie uprawiane są rośliny nowych, zagranicznych odmian wykrywany był **wirus łagodnej żółtaczki brzegów liści truskawki** (strawberry mild yellows edge virus, SMYEV). W ostatnich latach, wzrasta w Polsce zagrożenie ze strony SMYEV, co może mieć związek z ociepleniem klimatu sprzyjającym rozwojowi mszycy truskawkowej podlistnej (*Chaetosiphon fragaefolii*), która jest głównym wektorem kilku wirusów, w tym SMoV i SMYEV. Patogen ten do 2020 r. znajdował się na liście organizmów kwarantannowych. Jest szczególnie groźny dla roślin truskawki w przypadku, gdy są one porażone jednocześnie innymi wirusami np. SMoV. Następuje wtedy silne zahamowanie wzrostu, deformacja liści, żółknięcie tkanki między nerwami i straty w plonie owoców sięgające 30%. Indykatory *F. vesca* zaszczepione ogonkami liściowymi z roślin truskawki porażonej przez kompleks SMoV i SMYEV w krótkim czasie zamierają. Podobnie jak SMoV, wirus ten może być wykrywany zarówno z zastosowaniem metody biologicznej jak i techniki RT-PCR. Badania właściwości genetycznych 12 izolatów SMYEV wykrytych na trzech plantacjach truskawki w woj. łódzkim oraz jednej w woj. lubuskim wykazały, że podobieństwo sekwencji nukleotydów genu białka płaszcza (CP) badanych izolatów wynosiło 86,7-100%. Analiza filogenetyczna wykazała, że 11 izolatów wirusa lokowało się w podgrupie 1 (typ D74) grupy I, najliczniej

reprezentowanej przez szczepy SMYEV z różnych krajów. Jeden z badanych izolatów (3233CL) został przyporządkowany do grupy II jednakże, w odróżnieniu od innych szczepów tworzył osobną gałąź na drzewie filogenetycznym, wyodrębniając tym samym nową podgrupę w tej grupie (Cieślińska i in., 2022).

Szybką i prostą w wykonaniu metodą diagnostyczną powszechnie stosowaną w wirusologii jest test ELISA, w którym wykorzystuje się swoistą reakcję między przeciwciałami, a antygenami (najczęściej białko płaszcza patogenu). Technikę tę można stosować do wykrywania wielu wirusów m.in. **wirusa krzaczastej karłowatości maliny** (raspberry bushy dwarf virus, RBDV), najpowszechniej występującego wirusa na plantacjach maliny. Na liściach porażonych roślin najczęściej występują chlorotyczne przebarwienia między nerwami. Chore krzewy są karłowate, a ich pędy są cieńsze, niż u krzewów zdrowych. Owoce nierównomiernie dojrzewają, są zniekształcone, często rozsypują się podczas zbioru i tracą wartość handlową. Wirus powoduje straty w plonie do 70%. Badania prowadzone w Instytucie Ogrodnictwa − PIB wykazały obecność RBDV zarówno na plantacjach produkcyjnych, jak i w ogrodach przydomowych oraz w krzewach rosnących w naturalnych stanowiskach (las, nieużytki, obrzeża zbiorników wodnych). Ważną rolę w przenoszeniu RBDV odgrywają owady w czasie zapylania pyłkiem pochodzącym z kwiatów chorych roślin. Taki sposób rozprzestrzeniania wirusa może prowadzić do porażenia większości krzewów na plantacji w ciągu kilku lat. Poznanie właściwości molekularnych pięciu izolatów RBDV wykrytych w naszym kraju było możliwe dzięki zastosowaniu wspomnianych już technik RT-PCR, RFLP oraz sekwencjonowania do analizy fragmentu RNA2 zawierającego geny białka płaszcza (CP) i białka transportowego (MP). Po trawieniu produktów RT-PCR enzymami *Alu*I, *Bfa*I, *Rsa*I i *Hha*I uzyskano różne wzory restrykcyjne dla badanych izolatów RBDV. Analiza porównawcza wykazała podobieństwo sekwencji RNA2 badanych izolatów wirusa na poziomie 93,0-99,7%. Izolaty te grupowały się na gałęzi drzewa filogenetycznego razem z izolatami RBDV z malin, w dalszym sąsiedztwie od szczepów tego wirusa wykrytych w winorośli. Określono również reakcję roślin *Chenopodium quinoa*, *C. amaranticolor* oraz *Nicotiana benthamiana* na zakażanie trzema izolatami RBDV metodą inokulacji mechanicznej. Najbardziej wirulentny okazał się izolat pochodzący z mieszańca loganberry, który powodował zamieranie roślin *N. benthamiana* po inokulacji tym izolatem (Cieślińska i Wójcik 2015).

W uprawach maliny i jeżyny mogą występować choroby, których sprawcami są fitoplazmy. Chore krzewy wytwarzają liczne, krótkie i cienkie pędy o silnie skróconych międzywęzlach, co nadaje im miotlasty pokrój. Kwiaty są zdeformowane i mogą przekształcać się w utwory liściopodobne zwane liściakami lub fyllodiami. Kwitnienie i zawiązywanie owoców jest bardzo słabe. Praktycznie brak jest owoców, a te nielicznie dojrzewające mają niską wartość handlową i konsumpcyjną. Porażone krzewy często zamierają po mroźnej zimie. Badania prowadzone w Instytucie Ogrodnictwa – PIB wykazały, że maliny, jeżyny oraz mieszańce tych gatunków mogą być gospodarzami zróżnicowanych genetycznie fitoplazm, zaklasyfikowanych do różnych grup. Obiektem badawczym były krzewy maliny, jeżyny oraz mieszańców loganberry i tayberry. Na podstawie wyników analizy restrykcyjnej po trawieniu 16S rDNA enzymami *Hpa*II, *Rsa*I, *Hha*I i *Bfa*I oraz wyników analizy sekwencji nukleotydów tego fragmentu genomu stwierdzono, że badane rośliny były porażone przez fitoplazmy należące do trzech różnych grup. W próbach z trzech roślin maliny i mieszańca tayberry zidentyfikowano ‘*Candidatus* Phytoplasma rubi’ (‘*Ca.* P. rubi’) z grupy żółtaczki wiązu, 16SrV, podgrupa E. Fitoplazma ta jest sprawcą karłowatości maliny, najczęściej występującej choroby fitoplazmatycznej roślin z rodzaju *Rubus*. W próbie z jeżyny (J8) zidentyfikowano ‘*Ca*. P. asteris’ z grupy żółtaczki astra, 16SrI, podgrupa B; zaś w próbie z mieszańca loganberry wykryto ‘*Ca.* P. pruni’ z grupy fitoplazmy choroby X, 16SrIII, podgrupa A (Cieślińska 2011). Możliwe jest wykrywanie fitoplazm przy użyciu testów biologicznych z wykorzystaniem roślin katarantusa różowego, jednak przy pomocy tej metody nie jest możliwa identyfikacja patogenu. Fitoplazmy rozprzestrzeniają się wraz z porażonymi sadzonkami, a ich naturalnymi wektorami są skoczki (głównie *Macropsis fuscula*).

Skuteczność wykrywania wirusów i fitoplazm zależy od wybranej metody. Każda z nich ma swoje ograniczenia, nawet przy zachowaniu wymogów związanych m. ni. z terminem testowania, doborem części rośliny do badań. W przypadku uzyskania wątpliwych wyników testowania na obecność wirusów i fitoplazm, zalecane jest stosowanie dwóch niezależnych metod detekcji (jeśli takie są dostępne dla określonego patogenu).

Literatura

Cieślińska M. 2011. Detection and characterization of phytoplasmas associated with diseases of *Rubus* spp. plants in Poland. Journal of Plant Pathology, 93(1): 51-56.

Cieślińska M. 2019. Genetic diversity of seven *Strawberry mottle virus* isolates in Poland. Plant Pathology Journal, 35(4): 389-392. DOI: 10.5423/ppj.nt.12.2018.0306.

Cieślińska M., Hennig E., Starzec D. 2022. Charakterystyka molekularna izolatów wirusa łagodnej żółtaczki brzegów liści truskawki wykrytego po raz pierwszy w Polsce. Materiały z Konferencji Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego pt. „Nowoczesne spojrzenie na fitopatologię", Poznań, 7-8 września 2022, s. 111.

Cieślińska M., Wójcik-Seliga J. 2015. Molecular characterization of *Raspberry bushy dwarf virus* isolates from Poland. IOBC wprs Bulletin, 109: 27-29.

Thompson J. R., Leone G., Lindner J. L., Jelkmann W., Schoen C. D. 2002. Characterization and complete nucleotide sequence of Strawberry mottle virus: a tentative member of a new family of bipartite plant picorna-like viruses. Journal of General Virology, 83: 229-239.

Thompson J. R., Jelkmann W. 2003. The detection and variation of Strawberry mottle virus. Plant Disease, 87: 385-390.

WAŻNE EKONOMICZNE PATOGENY TRUSKAWKI IDENTYFIKOWANE NA PLANTACJACH W SEZONACH 2022, 2023

mgr Karolina Felczak-Konarska
Fertico Sp. z o.o. Goliany 43, 05-620 Błędów
e-mail: karolina.felczak-konarska@fertico.com.pl

Patogeny truskawki są jednymi z najistotniejszych czynników wpływających na ograniczenie produkcji, mających bezpośredni wpływ na jakość i ilość uzyskiwanego plonu. Wraz ze stałym postępem technologicznym oraz intensyfikacją produkcji wzrasta zagrożenie ze strony chorób truskawki zarówno tych znanych powszechnie, jak i też nieznanych. Mimo stale udoskonalanych programów ochrony, rozwoju technologii związanej z wykonywaniem zabiegów nadal odnotowywane są problemy związane ze skutecznością zwalczania sprawców chorób. Jest to zdeterminowane zmiennością patogenów, pojawianiem się ras odpornych na stosowane substancje czynne oraz zmianami warunków klimatycznych, które istotnie wpływają na rozwój agrofagów. Z roku na rok ze względu na rozwój i dynamiczne zmiany związane z technologią produkcji truskawki odnotowywane są nowe zagrożenia ze strony patogenów, które wcześniej nie były diagnozowane. W sezonie 2022 jak i 2023 na plantacjach towarowych truskawki identyfikowano nowe zagrożenia ze strony czynników biologicznych. Podczas prowadzonego procesu diagnostycznego zidentyfikowano m.in. *Rhizoctonia fragariae, Pilidium lythri, Pythium* spp.*, Pestalotiopsis clavispora, Lasiodiplodia theobromae, Pseudomonas syringae, Xanthomonas* spp.

Skąd się biorą nowe zagrożenia chorobotwórcze?

Truskawka uprawiana w gruncie, jak i też pod osłonami jest porażana przez wiele patogenów (grzyby, bakterie, wirusy i fitoplazmy, organizmy grzybopodobne). Rozwój patogenów na plantacjach zależy od wielu czynników m.in. źródła infekcji, podatności odmian czy też warunków pogodowych. Do infekcji roślin często dochodzi już w szkółce, skąd patogen może zostać przeniesiony na plantacje produkcyjno-towarowe. O potencjale inokulacyjnym patogena, ale też i dalszym rozwoju choroby, decyduje kilka czynników. Jednym z najważniejszych jest niekontrolowany obrót materiałem roślinnym, zakładanie plantacji z materiału ze szkółki, w której

odnotowano chorobę – co powoduje jej dalsze rozprzestrzenianie. Sadzonki, które nie zostały poddane kontroli sanitarnej są przyczyną rozprzestrzeniania patogenów. Niestety ten problem jest obecnie dość powszechny i doprowadza w konsekwencji do bardzo dużych strat ekonomicznych. W związku z aspektem pozyskiwania materiału szkółkarskiego, jak np. sprowadzania roślin z różnych krajów doprowadzamy często do zaciągania na plantacje patogenów dotychczas nieidentyfikowanych w uprawie. Dlatego też powinniśmy szczególnie zwrócić uwagę na ten aspekt dotyczący zdrowotności roślin, przed potencjalnym założeniem uprawy na nowym stanowisku. Do infekcji roślin przyczynia się także niekontrolowane i łatwe rozprzestrzenianie się patogenów. Szczególnie mowa o patogenach glebowych, których zarodniki z łatwością rozprzestrzeniane są z wodą glebową. Są to przede wszystkim *Phytophthora cactorum, Verticillium dahliae, P. clavispora*, a w przypadku porażenia części nadziemnej rośliny mamy na uwadze patogeny obficie zarodnikujące m.in. *B. cinerea, C. acutatum, P. macularis*. Zarodniki i formy przetrwalnikowe pełnią istotną funkcję w procesie rozprzestrzeniania się. W przypadku zaś bakterii chorobotwórczych, te w bardzo krótkim czasie rozmnażają się, rozprzestrzeniają się z deszczem, są przenoszone przez owady czy też w wyniku prowadzonych zabiegów agrotechnicznych. Patogeny mogą występować również w formie latentnej czyli utajonej. W tej fazie na roślinie nie obserwujemy objawów choroby, pomimo iż patogen jest obecny w roślinie. Oprócz wymienionych przyczyn chorób truskawki, należy pamiętać m.in. o braku zmianowania, płodozmianu. Jeden z najważniejszych czynników, który ma istotny wpływ na występowanie patogenów to warunki atmosferyczne. Ten czynnik, jako nieliczny spośród wymienionych, nie może być w pełni kontrolowany przez plantatorów. Sezony z obfitymi opadami deszczu i wysoką temperaturą zdecydowanie sprzyjają rozwojowi chorób grzybowych (szara pleśń, antraknoza, mokra zgnilizna). Pewne niepowodzenia w kontroli patogenów wynikają także z nieodpowiedniego doboru odmiany na danym stanowisku czy też pewnej podatności odmiany na patogeny z danej grupy. Kolejny również ważny aspekt dotyczy niedostatecznego czy też nieumiejętnego zwalczania chwastów. A jak wiadomo, te rośliny mogą być potencjalnym źródłem patogenów na plantacjach. Niestety jednym z częstych problemów, które pociągają za sobą poważne skutki to błędy w prowadzonej ochronie, kiedy program ochrony nie został prawidłowo dobrany do występujących zagrożeń oraz terminów,

w których powinny zostać wykonane zabiegi chemiczne. Niekiedy brak skuteczności w prowadzonej ochronie wynika z nieprawidłowego zdiagnozowania patogena na plantacji, czy też z nieodpowiedniego doboru środka ochrony roślin do zwalczania danego zagrożenia.

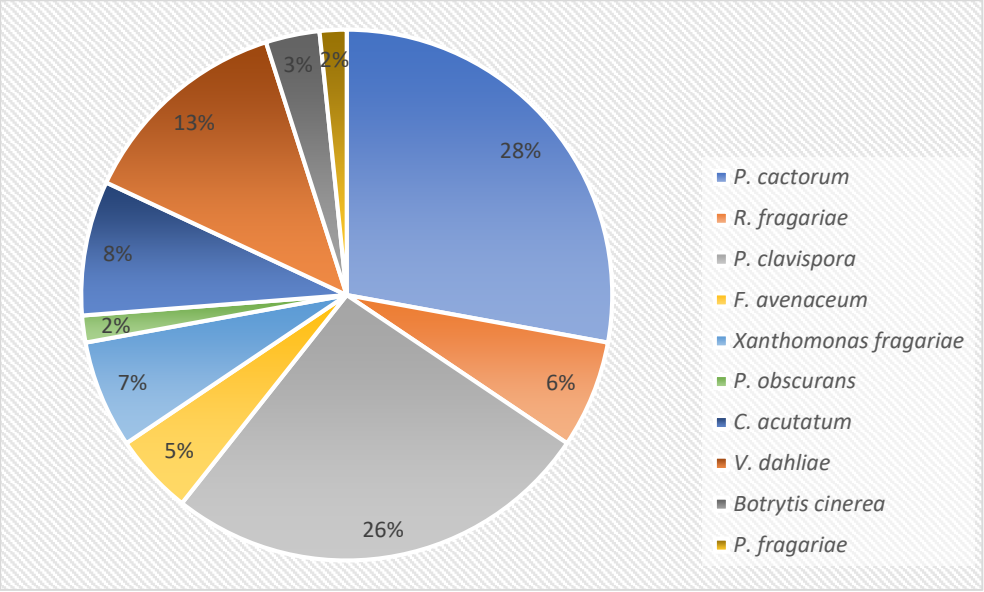
Diagnostyka chorób roślin

Podczas wystąpienia chorób u roślin stawiane są dwa główne pytania: co to za choroba i jaki czynnik ją wywołał? Diagnostyka fitopatologiczna to postępowanie, które prowadzi do rozpoznania choroby na podstawie charakterystycznych objawów, symptomów lub też oznak etiologicznych. Znaczenie diagnostyki jest dość istotne: pozwala na oznaczenie zagrożenia ze strony patogena, a w konsekwencji umożliwia podjęcie decyzji dotyczącej wykonania w odpowiednim czasie zabiegu ochrony. Jednak stawianie diagnozy nie należy do najprostszych, wymaga ono znajomości dostępnych technik identyfikacyjnych, a przede wszystkim wiedzy z zakresu fitopatologii. Diagnoza przy wykorzystaniu metod tradycyjnych nie zawsze jest skuteczna i poprawna, a niekiedy przy objawach bardzo podobnych dla wielu jednostek chorobowych czy niejednoznacznych symptomach dochodzi do pomyłek. Dzieje się tak, ponieważ objawy powodowane przez czynniki biologiczne, w tym przypadku patogeny, bywają bardzo zmienne, w zależności od panujących warunków pogodowych, zmian warunków klimatycznych czy też modyfikacji w genotypie danych organizmów chorobotwórczych. Mogą też być wynikiem nałożenia się objawów powodowanych przez kilka patogenów, obecnie na plantacjach te sytuacje są dość powszechne i trudne do jednoznacznej identyfikacji. W sezonie 2023 na jednej z plantacji w gminie Warka odnotowano sytuację, gdzie zmiany na roślinie wskazywały na obecność patogenów odpowiadających za objawy plamistości liści, a po wykonanej diagnostyce molekularnej potwierdzono, że objawy występujące na roślinie to skutek występowania kilku czynników biologicznych m.in. *Diplocarpon earlianum*, *Xanthomonas fragariae, Podosphaera macularis*, *Pseudomonas syrinage* , *Phomopisis obscurans* (Fot.1).

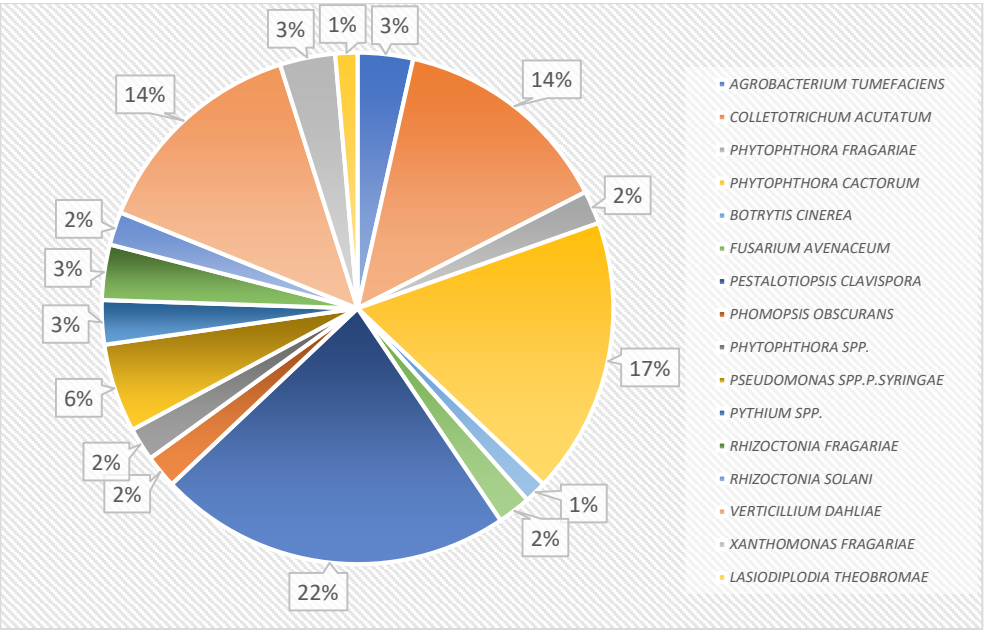
Fot. 1. Objawy plamistości liści wywołane m.in. przez: D*iplocarpon earlianum*, *Xanthomonas*, *Podosphaera macularis*, zidentyfikowane na porażonych roślinach truskawki za pomocą technik biologii molekularnej

Identyfikacja patogenów w sezonach 2022, 2023

W Instytucie Agronomicznym Fertico (IAF) w sezonach 2022 i 2023 prowadzono identyfikację patogenów chorobotwórczych za pomocą technik biologii molekularnej z użyciem Direct PCR. Obecnie techniki biologii molekularnej są preferowane do wykonywania diagnostyki truskawki. Umożliwiają one identyfikację patogenów zanim pojawią się objawy na roślinach. Szczególnie te metody są istotne, jeśli mamy do czynienia z wieloma patogenami na plantacjach, gdyż wtedy ich identyfikacja na podstawie wyłącznie obserwacji bywa trudna i niejednoznaczna. W IAF z roku na rok wzrasta liczba identyfikowanych czynników chorobotwórczych za pomocą technik biologii molekularnej. Ta diagnostyka stała się możliwa i jest w zasięgu plantatorów, którzy w przypadku tej uprawy przykładają bardzo dużą uwagę do możliwości identyfikacji potencjalnych zagrożeń na plantacjach. Liczba zagrożeń z roku na rok wzrasta, zarówno ze strony znanych patogenów powszechnie identyfikowanych jak i tych nowych, które również pojawiają się na plantacjach. Procentowy udział poszczególnych patogenów, jakie były identyfikowane na plantacjach truskawki w sezonach 2022 i 2023, został przedstawiony na poniższych wykresach (Rys.1 i Rys.2).



Rys. 1. Patogeny zidentyfikowane za pomocą technik biologii molekularnej na plantacjach truskawki w sezonie 2022



Rys. 2. Patogeny zidentyfikowane za pomocą technik biologii molekularnej na plantacjach truskawki w sezonie 2023

Nowe zagrożenia identyfikowane na plantacjach w sezonach 2022, 2023

W rejonach typowych dla uprawy truskawki zarówno w polu, jak i pod osłonami coraz częściej odnotowywane są nowe zagrożenia, których wcześniej nie obserwowano. W sezonie 2022 na plantacjach identyfikowane były patogeny *Rhizoctonia solani, R. fragariae*, *Pythium* spp. czy też *Pilidium lythri*. Niestety, wymienione patogeny są patogenami glebowymi, wobec czego ich identyfikacja nie należy do najprostszych ze względu na wywoływanie przez nie bardzo podobnych objawów na porażonej roślinie. Wymienione patogeny wchodzą w kompleks patogenów glebowych odpowiadających za czarną zgniliznę korzeni. Czarna zgnilizna korzeni (z ang. Black root rot., w skrócie BRR) stanowi poważny i powszechny problem w uprawie truskawki. Termin ten służy do określenia zespołu objawów, dla których charakterystyczna jest zgnilizna korzeni. W sezonie 2022 w Instytucie Agronomicznym Fertico identyfikowano dwa zagrożenia na plantacjach towarowych, występujące zarówno w uprawie w gruncie, jak i pod osłonami, a mianowicie *Rhizoctonia fragariae oraz P. lythri*. Objawy powodowane przez te czynniki chorobotwórcze są trudne do jednoznacznej identyfikacji, ze względu na podobne objawy do tych powodowanych przez inne patogeny glebowe. *P. lythri* jest sprawcą brunatnej zgnilizny owoców, podczas gdy *R. fragariae* jest sprawcą twardej zgnilizny owoców, lecz odpowiada również za rozwój czarnej zgnilizny owoców. W badanych roślinach wykazujących objawy czarnej zgnilizny wykryto także obecność grzyba *R. solani*. Zamieranie całych sadzonek truskawki jest destrukcyjną chorobą. Dotychczas za sprawcę takiego zamierania uważano grzyba *P. clavispora*. Podczas prowadzonej diagnostyki zamierania sadzonek truskawki odnotowano obecność innego grzyba. Początkowe objawy chorobowe obejmowały więdnięcie, a następnie zamieranie liści; w przekroju poprzecznym korony widoczne były czerniejące, nekrotyczne przebarwienia, zaś na korzeniach obserwowano czarne regularne zmiany. Z chorych korzeni, rozłogów i korony wyizolowano grzyba, który na podstawie cech morfologicznych został zakwalifikowany jako *Lasiodiplodia theobromae*. Tożsamość gatunkową potwierdziły także wykonane badania molekularne. W sezonie 2023 w IAF identyfikowano w znacznym nasileniu m.in. *P. clavispora* oraz *P. lythri*, a także diagnozowano BRR. Bardzo dużym zagrożeniem w sezonie 2023 okazały się choroby bakteryjne, które diagnozowano na plantacjach, powodowane m.in. przez *Xanthomonas fragariae*. Identyfikowano także bakterie z rodzaju *Pseudomonas syringae*,

Erwinia pyrifoliae jako nowe zagrożenie na plantacjach. Szczególnie istotne jest śledzenie dalszego rozwoju i występowania na plantacjach bakterii z rodzaju *Erwinia*, ponieważ ich szkodliwość porównywana jest do szkodliwości bakterii *E. amylovora*, identyfikowanej w sadach, odpowiedzialnej za zarazę ogniową.

W trafnym procesie identyfikacji wymienionych patogenów, sprawców chorób roślin, niewątpliwie pomaga zastosowanie technik biologii molekularnej, które umożliwiają szybkie i skuteczne postawienie precyzyjnej diagnozy niekiedy jeszcze przed zaobserwowaniem zmian i objawów na roślinie. Diagnostyka chorób roślin na podstawie metod opartych na biologii molekularnej jest obecnie zaliczana do najbardziej skutecznych i precyzyjnych. Ponadto technika użyta przy tej identyfikacji pozwala w dość krótkim czasie na poprawną i pewną identyfikację czynnika chorobotwórczego. Molekularne metody wykrywania polegają na izolacji DNA patogena z tkanki roślinnej i/lub gleby z zastosowaniem specjalistycznych zestawów do izolacji kwasów nukleinowych, a następnie na zastosowaniu odpowiedniej metody opartej na łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR), umożliwiającej identyfikację mikroorganizmów znajdujących się w badanej próbie. Te metody będą dalej rozwijane i propagowane do użycia przez praktyków w celu poprawnej diagnostyki chorób roślin na plantacjach.

Literatura

Borrero C., Castaño R., Avilés M. 2018. First Report of *Pestalotiopsis clavispora* (*Neopestalotiopsis clavispora*) Causing Canker and Twig Dieback on Blueberry Bushes in Spain. https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-10-17-1529-PDN

Carisse O., McNealis V. 2019. Development of action threshold to manage common leaf spot and black seed disease of strawberry caused by *Mycosphaerella fragariae*. Plant Disease 103: 563-570.

Carlos A.D.J., Estrada L.R. i in. 2020. Monitoring system of environmental variables for a strawberry crop using IoT tools. The 4th International Workshop on Recent advances on Internet of Things: Technology and Application Approaches (IoT-T&A 2020). Procedia Computer Science 170: 1083-1089.

Felczak-Konarska K. 2021. Choroby truskawki. Wydawnictwo Plantpress Sp. z o.o., Kraków.

Kryczyński S. 2014. Polski leksykon fitopatologiczny. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Lee J.H., Han K.S., Bae D.W., Kim D.K., Kim H.K. 2008. Identification of *Diachea leucopodia* on Strawberry from Greenhouse in Korea. Mycobiology. 2008 Sep; 36(3): 143-147, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3755183/

Maharachchikumbura S.S.N., Hyde K.D., Groenewald J.Z., Xu J., Crous P.W. 2014. *Pestalotiopsis revisited*. Studies in Mycology 79: 121-186.

Marcinkowska J. 2012. Oznaczanie rodzajów grzybów sensu lato ważnych w fitopatologii. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

Martin F.N., 2000. *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in central coastal California. Phytopathology 90 (4): 345-353.

Roberts P.D. et al. 1997. Disease progress, yield loss, and control of *Xanthomonas fragariae* on strawberry plants. Plant Disease 81: 917-921.

Ron Marshall, Delphy UK. *Pestalotiopsis* Crown Rot in Strawberry-Disease Characteristics and Suggested Management Strategies. http://www.berryplantsltd.co.uk/files/7714/8613/2214/Pestalotiopsis.pdf

WPŁYW WARUNKÓW POGODOWYCH NA ROZWÓJ POPULACJI MUSZKI PLAMOSKRZYDŁEJ W LATACH 2014-2022

dr Wojciech Warabieda, dr Wojciech Piotrowski
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: wojciech.warabieda@inhort.pl

Wstęp

Muszka plamoskrzydła (*Drosophila suzukii*) jest gatunkiem pochodzenia południowo-azjatyckiego, po raz pierwszy opisana w Japonii 1931 roku. W ciągu ostatniego czasu znacznie rozszerza zasięg swojego występowania. W Ameryce Północnej i Europie stwierdzono ją po raz pierwszy w 2008 r., w Ameryce Południowej w 2013 r. (dos Santos i in. 2017). Ten polifagiczny gatunek powoduje istotne straty ekonomiczne w uprawach roślin jagodowych i pestkowych (Knapp i in. 2021).

W Polsce muszka plamoskrzydła po raz pierwszy stwierdzona została w 2014 roku (Łabanowska i Piotrowski 2015). Początkowo jej występowanie w sadach i na plantacjach naszego kraju było incydentalne i ograniczane głównie do okresu jesiennego. Przełomowym okazał się rok 2020, kiedy obecność tej muchówki stwierdzono podczas zbioru owoców w wielu uprawach w tym czereśni, wiśni, malin, a także borówki wysokiej, powodującą w niektórych przypadkach istotne straty w plonie. W kolejnych latach jednak sytuacja wróciła do normy tj. odłowy *D. suzukii* stwierdzano w okresie jesiennym, a więc po głównym terminie zbioru owoców.

Celem prezentowanej pracy była analiza występowania tego gatunku na plantacjach w Polsce Centralnej w zależności od przebiegu warunków pogodowych. W szczególności odpowiedź na pytanie dlaczego w roku 2020 nastąpiła gradacja szkodnika w czasie zbiorów owoców z roślin jagodowych i drzew pestkowych (lipiec – wrzesień).

Materiał i metody

Monitoring występowania *D. suzukii*

Monitoring występowania *D. suzukii* prowadzono w latach 2014-2022 w Sadzie Doświadczalnym w Dąbrowicach koło Skierniewic z wykorzystaniem pułapek i atraktantu Drosinal.

Warunki atmosferyczne

W latach 2014-2022 notowano przebieg warunków atmosferycznych uwzględniając średnią temperaturę dobową, średnią wilgotność względna powietrza, a także sumę opadów atmosferycznych. Dane uzyskiwane były ze stacji meteorologicznej iMetos (Pessl Instruments GmbH, Weiz, Austria), która zlokalizowana była w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Dąbrowicach (51°54'58.8 "N 20°06'36.5 "E).

Analizę warunków pogodowych przeprowadzono dla 8 pór roku, których daty wyznaczono na podstawie średniej wieloletniej z lat 2014-2022 z uwzględnieniem kryterium termicznego: przedwiośnie (0,0-4,9°C), wiosna (5,0-9,9°C), przedlecie (10,0-14,9°C), lato (powyżej 15,0°C), polecie (10,0-14,9°C), jesień (5,0-9,9°C), przedzimie (0,0-4,9°C) i zima (poniżej 0,0°C) (Szyga-Pluta 2011).

Warunki meteorologiczne w poszczególnych latach i porach roku porównano za pomocą analizy wariancji, jak również wykorzystując przebieg linii trendu uzyskanej za pomocą regresji linearyzowanej.

Anomalie temperatury

Przedmiotem szczególnego zainteresowania były pory roku, dla których średnia dobowa temperatura spadała poniżej 10°C. Dlatego na podstawie pomiarów uzyskanych ze stacji meteorologicznej wyznaczono anomalie temperatury dla każdego roku w okresie od jesieni do wiosny w stosunku do średniej wieloletniej z lat 2014-2022. Dodatkowo, dla każdego roku w okresie od jesieni do wiosny określono liczbę dni ze średnią dzienną temperaturą poniżej 10°C w przedziałach: t Є (5;10>; (0;5>; (-5;0>; (-10;-5>; oraz t ≤ -10°C.

Podobieństwo lat

W celu określenia podobieństwa poszczególnych lat, dla okresu jesień-wiosna przeprowadzono aglomeracyjną analizę skupień. Jako zmienne wzięto pod uwagę następujące parametry: średnią dobową temperaturę, średnią wilgotność względną powietrza, średnie dobowe opady występujące jesienią, przedzimiem, zimą, przedwiośniem i wiosną. Dodatkową zmienną była liczba dni z temperaturą poniżej -10°C obserwowana w okresie jesienno-wiosennym. W analizie wykorzystano metodę Warda, a do wyznaczenia odległości między obiektami wybrano odległość euklidesową.

Przed przeprowadzeniem analizy, dane zostały znormalizowane w obrębie zmiennych.

Temperatury efektywne

Występowanie muszki plamoskrzydłej w uprawach w okolicach Skierniewic porównano z sumą temperatur efektywnych obliczonych dla tej lokalizacji. W obliczeniach uwzględniono dolny próg temperatury 7,2°C i górny próg 30°C (Tochen i in. 2014). Dla każdego dnia obliczono liczbę stopniodni (^{o}D) zgodnie ze wzorem: ^{o}D = (Tmax+Tmin)/2-7,2. Dla temperatur przekraczających 30°C, Tmax przyjęto jako 30°C.

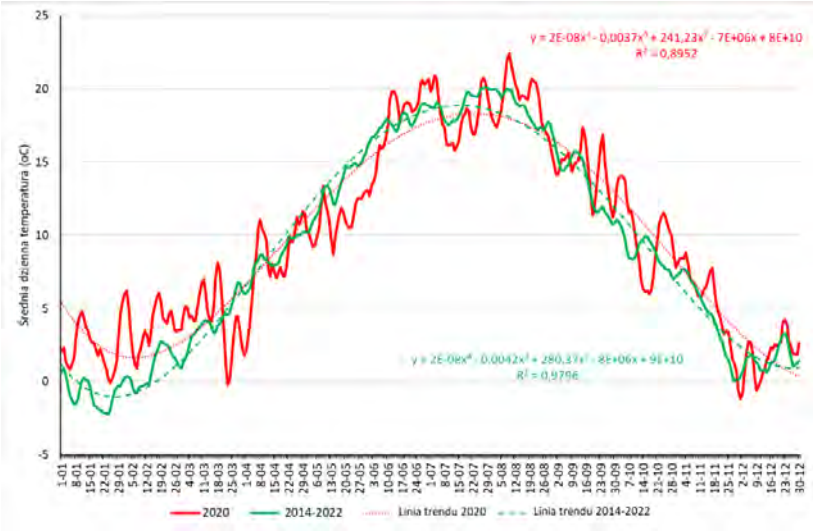
Wyniki

Analizując lata 2014-2022, zima 2020 była najcieplejsza ze średnią dobową temperaturą 2,5°C. Podobnie przedwiośnie należało do najcieplejszych (4,6°C), natomiast wiosna (6,9°C) była nieco chłodniejsza od przeciętnej. Co ciekawe, zarówno przedlecie (10,8°C) jak i lato (17,7°C) należały do najchłodniejszych w porównaniu do pozostałych, badanych lat. Polecie 2020 było z kolei najcieplejsze (13,9°C), jesień (8,6°C) i przedzimie (2,3°C) kształtowały się nieco powyżej średniej wieloletniej 2014-2022. Ogólnie można stwierdzić, że przebieg średnich dobowych temperatur w 2020 roku wykazał duże dodatnie odchylenie w okresie od stycznia do początku kwietnia w stosunku do średniej wieloletniej 2014-2022. W okresie od kwietnia do sierpnia było nieco poniżej, a od końca sierpnia do końca grudnia nieco powyżej średniej wieloletniej 2014-2020 (Rys. 1).

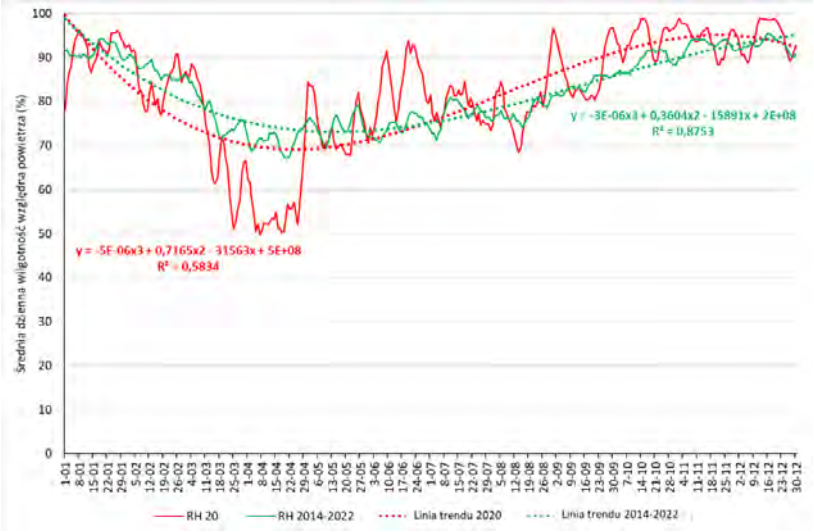
Ponieważ wilgotność względna powietrza w połączeniu z warunkami termicznymi może być czynnikiem wpływającym na rozwój populacji muszki plamoskrzydłej, dokonano analizy przebiegu tego parametru. Stwierdzono, że w okresie od początku stycznia do początku czerwca, linia trendu dla roku 2020 przebiegała poniżej natomiast w okresie od czerwca do grudnia, powyżej linii trendu wieloletniego 2014-2022 (Rys. 2).

Dla przetrwania osobników i rozwoju populacji *D. suzukii* krytyczny jest okres, w którym średnie dzienne temperatury spadają poniżej 10°C. Biorąc pod uwagę średnią z lat 2014-2022 przypada to na okres jesień – wiosna. Dla sadu w Dąbrowicach na ogół miało to miejsce od początku października do końca kwietnia (Rys 3). O tym czy populacja *D. suzukii* wystąpi w dużych liczebnościach w czasie owocowania w sadach i na plantacjach decydują zatem nie tylko warunki termiczne w okresie zima – wiosna ale także okres

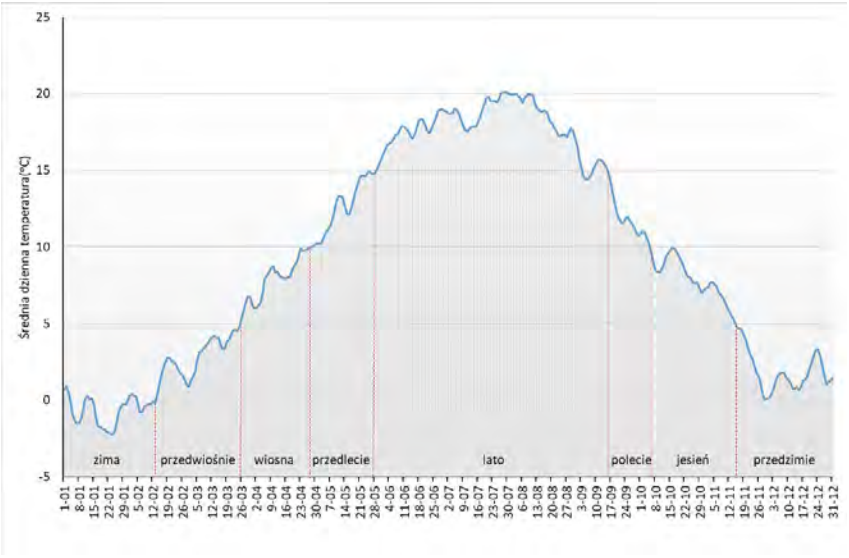
jesieni i przedzimia ubiegłego roku. Przebieg warunków termicznych w okresie od jesieni 2019 r. do wiosny 2020 r. przedstawiono na tle średniej wieloletniej z lat 2014-2022 (Rys. 4). Z wykresu wynika, że przebieg średnich dobowych temperatur w tym okresie kształtował się powyżej średniej wieloletniej.



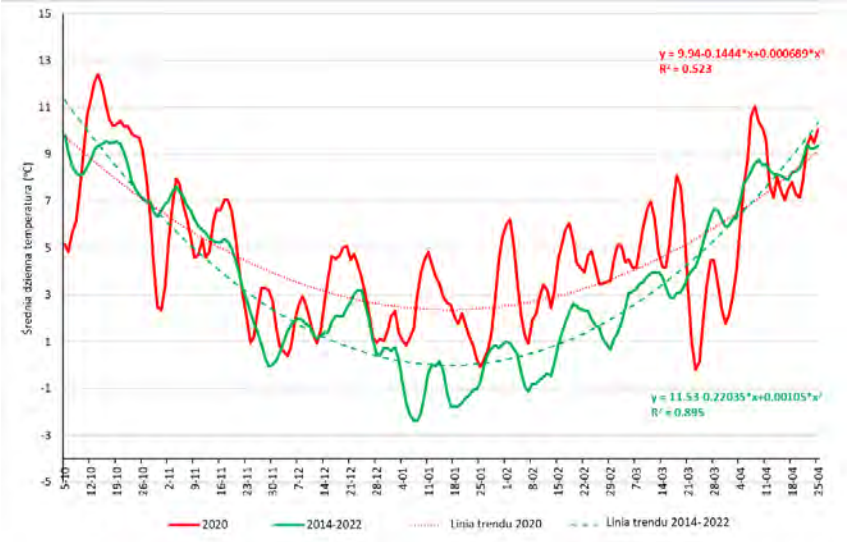
Rys. 1. Przebieg warunków termicznych w roku 2020 w porównaniu do średniej z lat 2014-2022



Rys. 2. Przebieg średniej wilgotności względnej w roku 2020 w porównaniu do średniej z lat 2014-2022



Rys. 3. Daty poszczególnych pór roku określone na podstawie przebiegu średniej temperatury dobowej uzyskanej dla lat 2014-2022

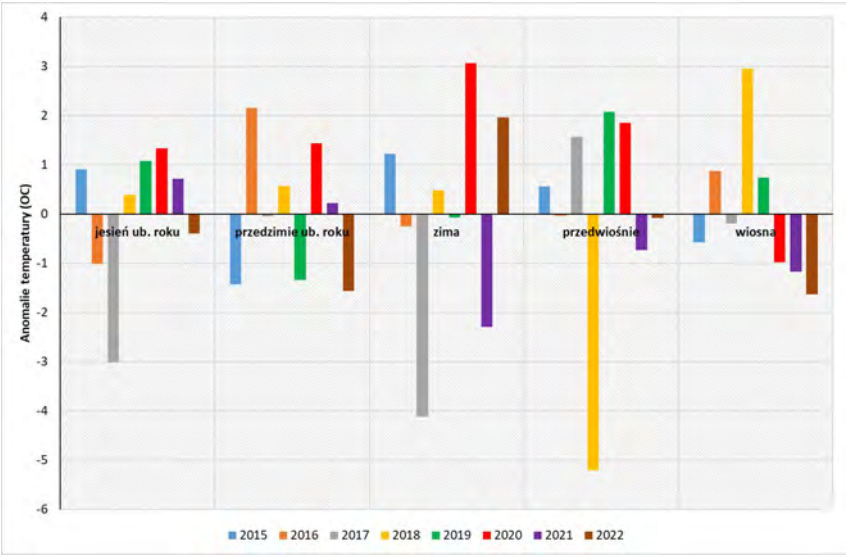


Rys. 4. Przebieg warunków termicznych od jesieni 2019 roku do wiosny 2020 roku w porównaniu do średniej wieloletniej z lat 2014-2022

W celu dokładniejszego scharakteryzowania poszczególnych lat, w okresie od jesieni ubiegłego roku do końca wiosny określono anomalie warunków termicznych. Stwierdzono, że od jesieni 2019 roku do

przedwiośnia 2020, średnie dzienne temperatury utrzymywały się powyżej średniej wieloletniej 2015-2022 (Rys. 5). Jedynie wiosną 2020 średnia dzienna temperatura powietrza była o 1 stopień poniżej normy obliczonej dla tego okresu. Należy podkreślić, że spośród badanych lat, był to jedyny przypadek dla którego średnie temperatury dobowe były od jesieni ubiegłego roku do przedwiośnia powyżej obliczonej dla lat 2015-2022 normy. Jednocześnie stwierdzono, że chłodniejsza od przeciętnej wiosna nie zapobiegła masowemu pojawowi *D. suzukii* na plantacjach i w sadach w 2020 r. Pomimo dużej liczebności i powszechności występowania szkodnika w sadach i na plantacjach w Polsce w roku 2020, w kolejnych latach sytuacja nie powtórzyła się. W 2021 r. mogło być to spowodowane niższymi od przeciętnych temperaturami w zimie, na przedwiośniu i wiosną. Latem 2022 r. *D. suzukii* nie wystąpiła w dużych liczebnościach na plantacjach i sadach pomimo stosunkowo ciepłej zimy. Mogło to wynikać z niższymi od średniej wieloletniej temperaturami dla jesieni i przedzimia 2021 r. oraz przedwiośnia i wiosny 2022 r. (Rys. 5).

Obok występowania anomalii termicznych na rozwój populacji szkodnika wpływać mogą również krótkoterminowe temperatury ekstremalne. Dlatego aby dokładniej scharakteryzować poszczególne lata, w okresie od jesieni ub. roku do wiosny określono liczbę dni z temperaturami poniżej 10°C z zastosowaniem 5 stopniowych przedziałów. Zwraca uwagę, że dla roku 2020 (licząc od jesieni 2019 do wiosny 2020) nie stwierdzono dni z temperaturą z przedziału (-10°C;-5°C > jak również z temperaturą ≤ 10°C (Tab. 1). Podobnie, dni z temperaturą ≤ 10°C nie stwierdzono również dla 2019 roku. Największą zmienność temperatury w badanych latach stwierdzono dla temperatury poniżej -10°C, o czym świadczy największa wartość współczynnika zmienności (CV) wyniosła 103,7%. Niższą, ale również wysoką zmiennością, charakteryzował się przedział temperatur (-10;-5> dla którego CV wyniósł 53,5%. Możliwe zatem, że liczba dni z temperaturami poniżej -5°C może mieć kluczowe znaczenia dla przeżywalności much *D. suzukii* i masowego ich występowania w okresie letnim.



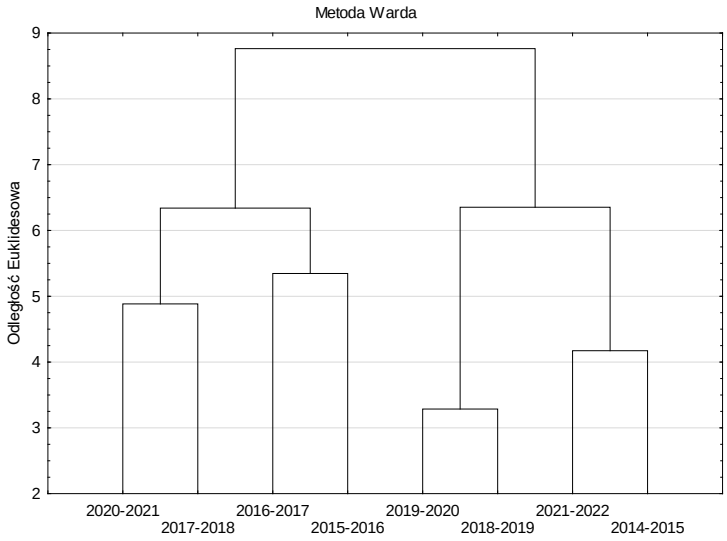
Rys. 5. Wykres anomalii pogodowych dla poszczególnych lat w okresie od jesieni do wiosny obliczona dla wartości wieloletnich 2015-2022

Tabela 1. Liczba dni z temperaturą poniżej 10°C, obserwowana dla poszczególnych lat od jesieni ub. roku do wiosny

Temperatura (°C)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	X̄	SD	CV (%)
x Є (5;10>	46	75	62	46	59	60	56	61	58,1	9,3	16,1
x Є (0;5>	89	73	73	74	69	93	78	82	78,9	8,5	10,7
x Є (-5;0>	36	25	40	34	36	18	33	41	32,9	7,8	23,6
x Є (-10;-5>	7	8	14	11	8	0	11	5	8,0	4,3	53,5
x ≤ -10	0	4	4	7	0	0	5	1	2,6	2,7	103,7

Porównanie poszczególnych lat pod względem przebiegu warunków meteorologicznych wykazało, że najbardziej podobnymi były lata 2019-2020 (Rys. 6). Uzyskane wyniki mogą wskazywać na to, że dla pojawienia się *D. suzukii* w destrukcyjnych liczebnościach w okresie owocowania sadów lub

plantacji, konieczne w warunkach Polski Centralnej są dwa kolejne sprzyjające rozwojowi tego szkodnika lata. Zwraca uwagę, że dla 2019 roku nie stwierdzono dni z temperaturą poniżej -10°C. Ten fakt w połączeniu z ciepłą jesienią i przedzimiem stworzyło dobre warunki dla rozwoju populacji w końcu 2019 roku i dało podstawę dla gradacji szkodnika jaką obserwowano w 2020 roku.



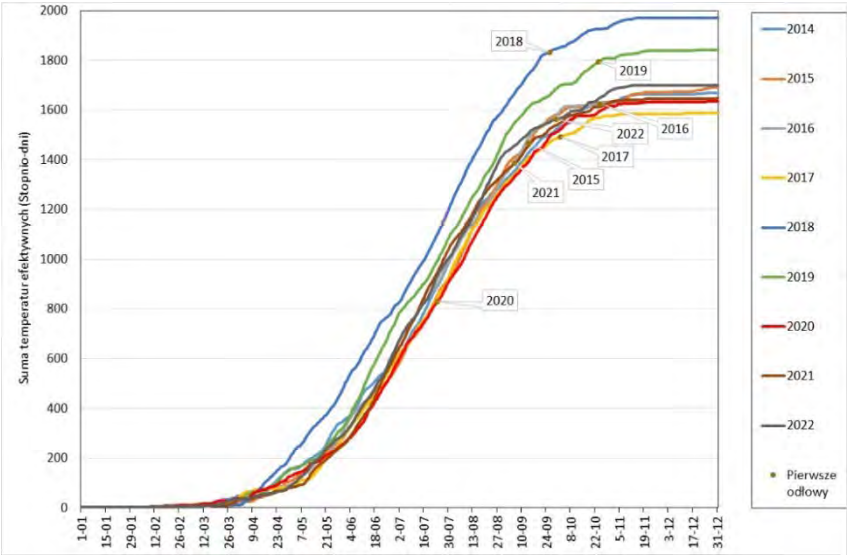
Rys. 6. Dendrogram uwzględniający średnie wartości temperatury dobowej, średnią dobową wilgotność powietrza, sumę opadów obliczone dla poszczególnych pór roku, a także liczbę dni ze średnią temperaturą dobową mniejszą niż -10°C obliczone w okresie jesień ub. roku − wiosna

Suma temperatur efektywnych

Badania polowe wykazały, że w poszczególnych latach, pierwsze istotne odłowy *D. suzukii* na plantacji w Dąbrowicach miały miejsce przy różnych akumulacjach stopnio-dni.

Zdecydowanie najmniejszą wartość stwierdzono w 2020 roku, kiedy pierwsze odłowy szkodnika stwierdzono 19.07 przy wartości 822.7 ^{o}D. W pozostałych latach, pierwsze odłowy miały miejsce w późniejszym terminie i przy wyższych wartościach stopnio-dni (Rys. 7). Wyniki wskazują, że suma temperatur efektywnych nie jest aktualnie dobrym wyznacznikiem pojawienia się *D. suzukii* na plantacjach i w sadach. Wynika to zapewne z faktu, że *D. suzukii*, jako szkodnik obcy, inwazyjny dla warunków

klimatycznych Polski jest dopiero w fazie budowania stabilnej populacji. Sytuacja ta może ulec zmianie w miarę postępowania adaptacji tego szkodnika do naszych warunków klimatycznych.



Rys. 7. Suma temperatur efektywnych w latach 2014-2022 oraz terminy pierwszych odłowów muszki plamoskrzydłej w sadzie doświadczalnym w Dąbrowicach

Wnioski

W 2020 roku na plantacjach owoców jagodowych oraz w sadach drzew pestkowych, w czasie owocowania w wielu rejonach Polski wystąpiła gradacji muszki plamoskrzydłej.

- Gradacja muszki plamoskrzydłej obserwowana w Dąbrowicach w 2020 roku była spowodowana sprzyjającymi warunkami pogodowymi, głównie dodatnią anomalią termiczna jaką stwierdzono w okresie od jesieni 2019 do przedwiośnia 2020 roku.
- Na wysoką przeżywalność form zimujących muszki plamoskrzydłej w roku 2020 wpływać mogło również brak dni ze średnią temperaturą dobową poniżej -5°C.
- Chłodniejsza od przeciętnej wiosna nie spowodowała znaczącej eliminacji szkodnika z okolic sadu w Dąbrowicach.

- Nieco chłodniejsze niż przeciętnie lato przy jednocześnie wyższej wilgotności względnej powietrza mogło sprzyjać rozwojowi populacji muszki plamoskrzydłej w 2020 roku.
- Na pojawienie się liczebnej populacji *D. suzukii* w 2020 r. wpłynąć mogły również korzystne dla tego gatunku warunki meteorologiczne w roku poprzednim.
- Na chwilę obecną przewidywanie na podstawie sum temperatur efektywnych pojawienia się w warunkach polowych populacji szkodnika jest nieefektywne.

Literatura

dos Santos L.A., Mendes M.F., Krüger A.P., Blauth M.L., Gottschalk M.S., Garcia F.R.M. 2017. Global potential distribution of *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae). *PLoS ONE* 12(3), e0174318. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174318

Knapp L., Mazzi D., Finge R. 2021. The economic impact of *Drosophila suzukii*: perceived costs and revenue losses of Swiss cherry, plum and grape growers. Pest Manag Sci 77: 978-1000. https://doi.org/10.1002/ps.6110

Szyga-Pluta K. 2011. Zmienność termicznych pór roku w Poznaniu. Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A − Geografia Fizyczna 62: 181-195.

Tochen S., Dalton D.T, Wiman N., Hamm C., Shearer P.W., Walton V.M. 2014. Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. Environ Entomol 43: 501-510. https://doi.org /10.1603/EN13200

Łabanowska B.H., Piotrowski W. 2015. The spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura 1931) − monitoring and first records in Poland. Journal of Horticultural Research 23(2): 49-57.

'COLD TREATMENT' JAKO METODA ZWALCZANIA MUSZKI PLAMOSKRZYDŁEJ

dr Wojciech Piotrowski, dr Małgorzata Sekrecka, dr Zbigniew Jóźwiak, dr Krzysztof P. Rutkowski, dr Monika Kałużna
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Wojciech.Piotrowski@inhort.pl

Muszka plamoskrzydła (*Drosophila suzukii*) pochodzi z południowo-wschodniej części Azji, a od 2008 roku jest notowana w Europie, zaś w Polsce odławia się od 2014 roku (Łabanowska i Piotrowski 2015). W naszym kraju, na przestrzeni lat 2014-2023 stwierdzono tylko jeden rok – 2020, z masowym występowaniem tego szkodnika i stratami w plonie owoców wynoszącymi w zależności od uprawy i położenia plantacji czy sadu od 30 do 100% (Piotrowski, 2021 2023). Choć w Polsce *D. suzukii* nie jest głównym szkodnikiem owoców o cienkiej skórce to stanowi jednak potencjalne zagrożenie głównie dla upraw jagodowych i pestkowych (Walsh i in. 2011). Ponadto, gatunek ten wymieniany jest na każdej liście niepożądanych organizmów w wielu krajach, dlatego chcąc eksportować do nich owoce należy zapewnić, że będą one w stu procentach wolne od muszki plamoskrzydłej. Aktualnie, do walki z tym szkodnikiem na plantacji czy w sadzie można wykorzystać wiele metod takich jak: wcześniejszy zbiór owoców tj. nim osiągną dojrzałość zbiorczą, krótsze przerwy między zbiorami, przykrywanie upraw siatkom o małych oczkach, masowe odłowy muchówek za pomocą pułapek, introdukcja parazytoidów, zabiegi chemiczne itp. to nie gwarantują one pożądanej stu procentowej skuteczności (Piotrowski 2021). Dlatego od 2022 roku, w Instytucie Ogrodnictwa − PIB, w Skierniewicach przy współpracy Zakładu Ochrony Roślin, Pracowni Entomologii i Zakładu Przechowalnictwa i Przetwórstwa Owoców i Warzyw, Pracowni Przechowalnictwa i Fizjologii Pozbiorczej Owoców i Warzyw podjęto badania nad zastosowaniem metody pozbiorczego traktowania owoców borówki wysokiej niską temperaturą (ang. cold treatment) w celu eliminacji obecnych w nich jaj i larw muszki plamoskrzydłej.

Cold treatment jest oficjalną metodą fitosanitarną mającą na celu eliminację, inaktywację lub usuwanie szkodników (Kim 2018). Metoda ta jest popularna, głównie dlatego, że można utrzymać świeżość owoców przy

jednoczesnym bezpiecznym eliminowaniu szkodników oraz zastosować ją do owoców po zapakowaniu i transporcie w przypadku międzynarodowego eksportu, który wiąże się ze stosunkowo długim czasem. Ponadto przechowywanie owoców w chłodni stanowi część normalnej procedury operacyjnej w przypadku wywozu uprawianych w Polsce owoców. W celu promowania eksportu uprawianych w Polsce owoców, głównie borówki wysokiej i zapewnienia całkowitej śmiertelności jaj i larw muszki plamoskrzydłej konieczne było opracowanie metody pozbiorczej do całkowitej eliminacji tego szkodnika.

Materiał i metody

Hodowla muszki plamoskrzydłej

Do złożenie hodowli muszki plamoskrzydłej posłużyły jaja szkodnika otrzymane z Universitat Politècnica de València, Hiszpanii i Plant Protection Unit, Research & Innovation Center Edmund Mach Foundation z Włoch. Uzyskane kolonie szkodnika przetrzymywano w klatkach hodowlanych Bug-Dorm, w temperaturze 22±1°C, wilgotności względnej 70-80% i fotoperiodzie wynoszącym 16 godzin światła i 8 godzin ciemności. Dorosłe osobniki karmiono owocami borówki wysokiej.

Owoce do doświadczenia

Do przeprowadzenia eksperymentu z cold treatment zakupiono dojrzałe, wysokiej jakości owoce borówki wysokiej od lokalnego producenta posiadającego certyfikat GlobalG.A.P. Zakupione owoce oczyszczono wodą destylowaną, pozostawiono do wyschnięcia w temperaturze pokojowej (18-22°C), a do momentu użycia przechowywano w temperaturze 4°C.

Cold treatment

W latach 2022-2023 przeprowadzono dwa eksperymenty z traktowaniem owoców borówki wysokiej z jajami i larwami (młodymi i dojrzałymi) chłodem.

a) Cold treatment dla jaj muszki plamoskrzydłej

Owoce borówki wysokiej przetrzymywano, w komorze klimatycznej (22,0±0,1°C i 65% RH oraz fotoperiodzie 16:8) w klatkach hodowlanych przez 24 godziny z muchówkami *D. suzukii* aby złożyły do nich jaja. Następnie muchówki zostały wyłapane z klatek, a klatki z zasiedlonymi owocami zostały

włożone do chłodni gdzie utrzymywano temperaturę 0,5±0,3°C. Po 3, 7 i 14 dniach klatki z owocami wyjmowano z chłodni i przetrzymywano ponownie w komorze klimatycznej przez kolejne 14 dni. Klatki lustrowano co dzień i liczono pojawiające się muchówki, które z klatek wyłapywano aby nie kopulowały. Zasiedlone owoce kontrole przetrzymywano cały czas w komorze klimatycznej.

b) Cold treatment dla niedojrzałych larw (L_1-L_2) muszki plamoskrzydłej

Owoce borówki wysokiej przetrzymywano, w komorze klimatycznej (22,0±0,1°C i 65% RH oraz fotoperiodzie 16:8), w klatkach hodowlanych przez 24 godziny z muchówkami *D. suzukii* aby złożyły do nich jaja. Następnie muchówki zostały wyłapane z klatek, a klatki z zasiedlonymi owocami trzymano jeszcze przez dwa dni w komorze klimatycznej aby z jaj znajdujących się w owocach wylęgły się larwy. Następnie klatki z owocami i niedojrzałymi larwami zostały włożone do chłodni gdzie utrzymywano temperaturę 0,5±0,3°C. Po 3, 7 i 14 dniach klatki z owocami wyjmowano z chłodni i przetrzymywano ponownie w komorze klimatycznej przez kolejne 14 dni. Klatki lustrowano co dzień i liczono pojawiające się muchówki, które z klatek wyłapywano aby nie kopulowały. Zasiedlone owoce kontrole przetrzymywano cały czas w komorze klimatycznej.

c) Cold treatment dla dojrzałych larw (L_3) muszki plamoskrzydłej

Owoce borówki wysokiej przetrzymywano, w komorze klimatycznej (22,0±0,1°C i 65% RH oraz fotoperiodzie 16:8), w klatkach hodowlanych przez 24 godziny z muchówkami *D. suzukii* aby złożyły do nich jaja. Następnie muchówki zostały wyłapane z klatek, a klatki z zasiedlonymi owocami trzymano jeszcze przez cztery dni w komorze klimatycznej aby z jaj znajdujących się w owocach wylęgły się larwy i dorosły do trzeciego stadium rozwojowego. Następnie klatki z owocami i dojrzałymi larwami zostały włożone do chłodni gdzie utrzymywano temperaturę 0,5±0,3°C. Po 3, 7 i 14 dniach klatki z owocami wyjmowano z chłodni i przetrzymywano ponownie w komorze klimatycznej przez kolejne 14 dni. Klatki lustrowano co dzień i liczono pojawiające się muchówki, które z klatek wyłapywano aby nie kopulowały. Zasiedlone owoce kontrole przetrzymywano cały czas w komorze klimatycznej.

Wyniki i dyskusja

Trzy- i siedmiodniowe traktowanie owoców borówki wysokiej z jajami chłodem nie wystarczyło do osiągnięcia 100% skuteczności w zwalczaniu tego stadium szkodnika. Ich skuteczność według wzoru Abbotta wyniosła odpowiednio 83,8 i 99,4%. Natomiast czternastodniowe traktowanie chłodem wystarczyło, aby zwalczyć wszystkie jaja muszki plamoskrzydłej – skuteczność 100%. Niedojrzałe larwy w pierwszym i drugim stadium rozwojowym były bardziej wrażliwe na niską temperaturę niż jaja szkodnika. Skuteczność po trzydniowym chłodzeniu wyniosła 92,9%. Natomiast siedem i czternaście dni traktowani chłodem wystarczyło aby żadna z niedojrzałych larw nie przeżyła – skuteczność 100%. Larwy szkodnika w trzecim stadium rozwoju wykazywały podobną przeżywalność jak w pierwszym i drugim stadium larwalnym. Trzydniowe taktowanie ich chłodem dało skuteczność równą 96,6%. Jednakże przechłodzenie przez siedem i czternaście dni wystarczało, aby dojrzałe larwy szkodnika osiągnęły 100% śmiertelność (Tab. 1).

Tabela 1. Śmiertelność jaj i larw *D. suzukii* w owocach borówki traktowanych w temperaturze 0,5±0,3°C przez 3, 7 i 14 dni

Stadium szkodnika	Czas traktowana niską temperaturą (dni)		
	3	7	14
	Skuteczność %		
Jaja	83,8	99,4	100
Niedojrzałe larwy (L_1-L_2)	92,9	100	100
Dojrzałe larwy (L_3)	96,6	100	100

Literatura dotycząca stosowania metody cold treatment do zwalczania muszki plamoskrzydłej jest bardzo ograniczona. W krajach, w których nadlał możliwe jest stosowanie fumigacji, traktowanie owoców chłodem ze względu na stosunków długi czas nie jest stosowane na skalę komercyjną (Walse i in. 2020). Mimo to Grupa Badawcza ds. Środków Fitosanitarnych, powołana przez Organizację ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) opracowała wytyczne do stosowania metody cold treatment dla muchówek. Opracowano harmonogramy traktowania chłodem dla owoców brzoskwiń,

nektaryn, cytrusów i winogron stołowych w USA. Traktowanie owoców chłodem przez 12–14 dni w temperaturze wynoszącej <1°C powodowało stu procentową śmiertelność jaj i law muchówek (PMRG 2019). W przyszłości, gdy odstąpi się od fumigacji, należy spodziewać się że traktowanie owoców chłodem będzie bardziej popularne i stanie się standardem dla *D. suzukii*.

Wnioski

1. W niniejszym opracowaniu przedstawiono pierwszy dowód na reakcję *Drosophila suzukii* na działanie zimna to jest temperatury 0,5±0,3°C w owocach borówki amerykańskiej uprawianej w Polsce.
2. Dłuższy czas ekspozycji chłodem spowodował mniejsze szanse na przeżycie jaj i stadiów larwalnych szkodnika w owocach borówki.
3. Czternastodniowa ekspozycja stadium jaj *D. suzukii* na temperaturę 0,5±0,3°C w owocach borówki wystarczyła do osiągnięcia 100% śmiertelności.
4. Siedem dni ekspozycji stadium larwalnego (L_1-L_3) *D. suzukii* na 0,5±0,3°C w borówce wystarczyło do osiągnięcia 100% śmiertelności.
5. Jaja muszki plamoskrzydłej w owocach borówki wysokiej były najbardziej tolerancyjnym na zimno stadium.
6. Prowadzone przez dwa lata prace badawcze pozwalają stwierdzić, że przetrzymywanie zasiedlonych przez szkodnika owoców w temperaturze 0,5±0,3°C przez okres 14 dni powoduje całkowitą śmiertelność jaj jak i larw muszki plamoskrzydłej.
7. Opracowana metoda pozwoli na spełnienie jednego z kluczowych wymagań sanitarnych przy eksporcie owoców polskiej borówki amerykańskiej do wielu krajów.

Praca została wykonana w ramach zadania 5.1. pt.: „Opracowanie strategii zwalczania szkodników na terenie Polski oraz wsparcie działań mających na celu pozyskanie nowych rynków zbytu dla krajowych produktów pochodzenia roślinnego", finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Literatura

Kim M.J., Kim J.S., Jeong J.S., Choi D-S., Park J. and Kim I. 2018. Phytosanitary Cold Treatment of Spotted-Wing Drosophila, *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in 'Campbell Early' Grape. Journal of Economic Entomology, 111(4): 1638-1643.

Łabanowska B.H., Piotrowski W. 2015. The spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) − monitoring and first records in Poland. Journal of Horticultural Research 23(2): 49-57.

Phytosanitary Measures Research Group (PMRG), 2019, Guidelines for the development of cold disinfestation treatments for fruit fly host commodities. https://assets.ippc.int/static/media/files/partner_publication/2019/03/16/PMRG_Cold_Treatments_Research_Guidelines_2019–03-12.pdf

Piotrowski W. 2021. *Drosophila suzukii* – po trudnym sezonie. Jagodnik 3(65): 88-94.

Piotrowski W. 2023. Zagrożenie ze strony *Drosophila suzukii* po minionym sezonie. Truskawka Malina Jagody 1: 49.

Walsh D.B., Bolda M.P., Goodhue R.E., Dreves A.J., Lee J., Bruck D.J., Walton V.M., O'Neal S. D., Zalom F.G. 2011. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. J. Integr. Pest Managt. 2: 1-7.

Walse S.S, Cha D.H., Lee B-H, Follett P.A. 2020. Postharvest Quarantine Treatments for *Drosophila suzukii* in Fresh Fruit. Drosophila suzukii Management 13: 255-267.

ZGROŻENIA ZE STRONY GATUNKÓW INWAZYJNYCH WYNIKI MONITORINGU NA WIŚNI, ŚLIWIE, MALINIE

dr Małgorzata Sekrecka, dr Wojciech Warabieda
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: malgorzata.sekrecka@inhort.pl

Zmiany klimatyczne, rozwój handlu międzynarodowego oraz turystyki spowodowały znaczny wzrost zagrożenia ze strony obcych gatunków inwazyjnych, które nie są rodzime dla danego ekosystemu, charakteryzują się duża ekspansywnością, wpływają na zmiany bioróżnorodności, a w przypadku produkcji rolniczej mogą być przyczyną znacznych start w plonie (Venette i Hutchinson 2021).

Z tego względu na całym świecie podejmuje się badania, których celem jest między innymi prognozowanie i zapobieganie rozprzestrzenianiu się obcych gatunków inwazyjnych, w tym tarcznika niszczyciela (*Diaspidiotus perniciosus*: Diaspididae) oraz tarczówki marmurkowatej (*Halyomorpha halys*: Pentatomidae). Oba gatunki są polifagami występującymi na wielu roślinach uprawnych i dziko rosnących, w tym należących do rodziny różowatych (Rosaceae). W Polsce potwierdzone wykrycie tarcznika niszczyciela miało miejsce w latach 1948-1949 w pobliżu Wadowic. Ponownie obecność szkodnika odnotowano w 2015 r. w okolicy Opola Lubelskiego (Golan 2020) i od tamtej pory zasięg jego występowania stale się rozszerza o nowe rejony i uprawy, przy czym najwięcej szkód spowodowanych żerowaniem tarcznika obserwuje się na jabłoniach, czereśniach i porzeczce czarnej.

Nieco inaczej przedstawia się sytuacja z tarczówką marmurkowatą. Do chwili obecnej doniesienia naukowe na temat występowania tego gatunku w Polsce mają charakter faunistyczny. Tarczówka marmurkowata została po raz pierwszy zaobserwowana w naszym kraju w 2018 roku w Dobczycach w Beskidzie Zachodnim (Claerebout i in. 2018). W kolejnych latach odławiano tarczówkę również w innych rejonach kraju, ale jedynie pojedyncze osobniki (Smolis i Kadej 2022). Brak jest natomiast potwierdzonych informacji na temat obecności tarczówki marmurkowatej w uprawach sadowniczych.

W 2023 roku w ramach realizacji dotacji celowej zleconej przez MRiRW, w Instytucie Ogrodnictwa − PIB w Skierniewicach podjęto badania

ukierunkowane na monitoring występowania tarcznika niszczyciela na śliwie i malinie oraz tarczówki marmurkowatej na wiśni. Obserwacje prowadzono w sadach i na plantacjach zlokalizowanych w województwach: łódzkim, mazowieckim, śląskim i podkarpackim. Obecność tarcznika niszczyciela sprawdzano przy użyciu pułapek z feromonem oraz na podstawie obserwacji wizualnych przeprowadzanych bezpośrednio w sadach i na plantacjach. W sadach śliwowych z 25 drzew pobierano losowo po 1 ulistnionym pędzie, a w przypadku maliny − po 25 liści z plantacji. Pędy i liście przewożono do laboratorium i sprawdzano przy użyciu binokularu na obecność larw. Na śliwach przeglądano także po 50 zawiązków owocowych i owoców pod kątem ewentualnych uszkodzeń spowodowanych żerowaniem tarcznika.

W okresie od czerwca do września odłowy w pułapki z feromonem były sprawdzane raz w tygodniu, a pędy i liście pobierano 2 razy w miesiącu.

W podobny sposób przeprowadzano monitoring występowania tarczówki marmurkowatej na wiśni. Do wykrycia obecności szkodnika wykorzystano zarówno pułapki z feromonem jak i obserwacje wizualne, podczas których sprawdzano pędy, liście, zawiązki owocowe i owoce na obecność pluskwiaków i uszkodzeń przez nie powodowanych.

Przez cały okres prowadzonych badań nie stwierdzono obecności tarcznika niszczyciela oraz tarczówki marmurkowatej w pułapkach z feromonem. Również obserwacje wizualne przeprowadzane bezpośrednio w sadach i na plantacjach, a także analiza materiału roślinnego w laboratorium pod binokularem nie potwierdziły obecności szkodników na pędach, liściach, zawiązkach owocowych i owocach.

Badania zrealizowano w ramach dotacji celowej finansowanej przez MRiRW: zadanie 6.1. Rozwój i adaptacja systemów wspomagania decyzji w ochronie roślin ogrodniczych oraz 6.3 Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin, Integrowanej Produkcji Roślin oraz poradników sygnalizatora.

Literatura

Claerebout S., Haye T., Olafsson E., Pannier E., Bultot J. 2018. Premieres occurrences de Halyomorpha halys (Stal,1855) pour la Belgique et actualisation de sa répartition en Europe (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). Bulletin vande Koninklijke Belgische Vereniging voor Entomologie 154: 205-22.

Golan K. 2020. Contributions to the knowledge of the San José scale (Hemiptera, Coccomorpha, Diaspididae) in Poland. Polish Journal of Entomology 89 (1): 7-19.

Smolis A., Kadej M. 2022. Pierwsze stwierdzenia tarczówki marmurkowatej Halyomorpha halys (STÅL, 1855) (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae) w zachodniej Polsce. Wiadomości Entomologiczne Vol. 41 (3): 13-14.

Venette R.C., Hutchinson W.D. 2021. Invasive Insect Species: Global Challenges, Strategies & Opportunities. Front. Insect Sci. Vol. 1 https://doi.org/10.3389/finsc.2021.650520

WYKORZYSTANIE PROEKOLOGICZNYCH PREPARATÓW W OCHRONIE ROŚLIN SADOWNICZYCH

mgr inż. Wojciech Niemiec
Agrosimex
e-mail: wojciech.niemiec@agrosimex.com.pl

Sektor rolnictwa ekologicznego zarówno w Unii Europejskiej, jak i na całym świecie staje się coraz bardziej powszechny, głównie ze względu na coraz większe zainteresowanie społeczeństw zdrowym stylem życia oraz w wyniku działań proekologicznych podejmowanych przez rządy poszczególnych krajów, szczególnie tych wysoko rozwiniętych. Obecnie można zauważyć, że rolnictwo ekologiczne staje się już trendem światowym z różnym nasileniem w poszczególnych rejonach świata. Unia Europejska wśród najważniejszych priorytetów związanych z rozwojem rolnictwa ekologicznego postawiła za cel redukcję zużycia pestycydów, antybiotyków i nawozów oraz zwiększenie do 2030 roku powierzchni upraw ekologicznych, które średnio dla całej wspólnoty, już za 6 lat, powinny stanowić 25% w ogólnej strukturze produkcji rolniczej. Suma upraw ekologicznych w Unii Europejskiej aktualnie wynosi około 14,7 mln ha. Największe powierzchnie upraw ekologicznych we wspólnocie znajdują się we Francji, Hiszpanii, Włoszech, Niemczech oraz w Austrii. Ponadto w krajach tych, od dłuższego czasu, ta powierzchnia wzrasta. Polska mając na uwadze powyższe założenia unijnej polityki rolnej, stawia za cel podwojenie powierzchni upraw ekologicznych. Obecnie po kilku spadkowych latach, powierzchnia upraw ekologicznych w Polsce stopniowo wzrasta. Największy areał uprawy ekologiczne, w naszym kraju, stanowiły w latach 2012-2014 (blisko 670 tys. ha), w kolejnych latach nastąpił spadek powierzchni upraw do 484 tys. ha w 2018 r. Obecnie od 2019 r. ponownie obserwowany jest wzrost powierzchni upraw ekologicznych, a przodującymi w tym kierunku są województwa zachodniopomorskie i lubelskie. W 2022 r. produkcję ekologiczną w naszym kraju prowadziło 21,2 tys. gospodarstw, na łącznej powierzchni 554,6 tys. ha. Polska, aby sprostać celom stawianym przez Unię Europejską zakłada zwiększenie powierzchni upraw ekologicznych o połowę do miliona hektarów w 2030 r.

Obecnie na rynku dostępnych jest coraz więcej skutecznych preparatów biologicznych które zapewniają skuteczność na poziomie zbliżonym do

chemicznych środków ochrony roślin. Warto podkreślić że preparaty biologiczne nie są rozwiązaniami dedykowanymi wyłącznie do ochrony ekologicznej, czy integrowanej produkcji, ponieważ można je równie dobrze wykorzystać w ochronie konwencjonalnej. Krótki okres karencji i prewencji, brak pozostałości, brak pojawienia się odporności patogenów i szkodników na działanie preparatów biologicznych to niewątpliwe zalety, które przemawiają za włączeniem tych rozwiązań również do ochrony konwencjonalnej na przemiennie z preparatami chemicznymi.

Ochronę roślin sadowniczych z wykorzystaniem preparatów biologicznych, możemy prowadzić już na samym początku uprawy, w celu ochrony roślin sadowniczych przed chorobami odglebowymi powodowanymi przez patogeny z rodzaju Fusarium i Phythium. Do ich zwalczania można wykorzystać zarodniki grzyba *Trichoderma asperellum*. Biofungicydy zawierające w swoim składzie *Trichodermę* to preparaty, bezpieczne, zrównoważone o wszechstronnym mechanizmie działania należy jednak pamiętać aby stosować je zapobiegawczo. Grzyb znajdujący się w preparacie wykazuje zdolność do kolonizacji podłoża i strefy korzeniowej roślin, konkurując z patogenami o przestrzeń i składniki pokarmowe, może również pasożytować na grzybach chorobotwórczych dla roślin oraz indukuje stymulację naturalnych mechanizmów obronnych rośliny (ISR) (Degoni i in. 2021). W uprawach sadowniczych wykorzystanie zarodników grzyba *Trichoderma asperellum* jest szczególnie polecane do ochrony młodych roślin w szkółkach, które są szczególnie narażone na porażenie chorobami odglebowymi oraz w ochronie plantacji m.in. truskawki, borówki wysokiej, maliny, czarnej porzeczki, agrestu, jeżyny.

Mimo, iż ochrona roślin sadowniczych przy użyciu insektycydów stanowi nadal podstawowy i jednocześnie najskuteczniejszy sposób uprawy, to pewną grupę szkodników żerujących na jabłoni, gruszy i winorośli udaje się skutecznie zwalczać przy użyciu preparatów biologicznych, zwierających w swoim składzie naturalnie występujące w środowisku szczepy bakterii *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*. Bakterie te, są skuteczne w zwalczaniu gąsienic różnego rodzaju szkodników z rzędu motyli (Lepidoptera, zwójek), między innymi zwójki liściowe żerujące na jabłoniach i gruszach, takie jak zwójka oczateczka, siatkóweczka, różóweczka, czy bukóweczka.

Zasada działania bioinsektycydu zawierającego bakterie *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* polega na tym, że po spożyciu przez gąsienice, formy przetrwalnikowe (spory) bakterii zakłócają funkcjonowanie nabłonka

jelita środkowego, tworząc kryształy białek nazywanych delta-endotoksynami. Białka te wykazują toksyczne działanie wobec gąsienic żerujących na roślinach uprawnych. Endotoksyny są aktywowane przez proteazy w środowisku zasadowym (pH powyżej 9,5), jakie jest obecne w przewodzie pokarmowym gąsienic motyli. Pod wpływem wysokiego pH, następuje rozpad kryształów na mniejsze cząstki i uwolnienie toksycznych białek, które dołączają się do receptorów jelita gąsienic. Delta-endotoksyny, tworząc kanały jonowe, doprowadzają do śmierci komórek w obrębie błon komórkowych oraz tkanek nabłonkowych. Uszkodzenia tkanki nabłonkowej sprawiają, że bakterie żyjące w przewodzie pokarmowym gąsienicy, takie jak pałeczka okrężnicy, dostają się do jej układu krwionośnego. Zaprzestanie żerowania gąsienic następuje po 30 minutach od przeprowadzonego zabiegu, natomiast śmierć szkodników w wyniku sepsy po upływie 2-3 dni (Konecka i in 2011, Pardo-Lopez i in. 2012).

W uprawach sadowniczych, bioinsektycydy *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* zawierające bakterię można stosować w ochronie m.in. jabłoni, gruszy i winorośli. Bakterie wykazują najwyższą skuteczność przeciwko wczesnym stadiom larwalnym, w ochronie jabłoni i gruszy zabieg należy wykonać po zaobserwowaniu pierwszych gąsienic lub pierwszych objawów żerowania, od fazy zasychania kwiatów: większość płatków opadła do fazy dojrzałości owoców (BBCH 67-89). W ochronie winorośli zaś, po zaobserwowaniu pierwszych objawów żerowania, od fazy wyraźnie widocznych kwiatostanów do fazy dojrzałości jagód do zbioru (BBCH 53-89). Skuteczność ochrony będzie większa, jeśli zabieg zostanie wykonany w dni pochmurne lub wieczorem, ze względu na mniejsze promieniowanie UV. W celu uzyskania dobrej ochrony konieczne jest, by wszystkie części roślin zostały wystarczająco dobrze pokryte rozpyloną cieczą, dlatego zalecane jest stosowanie środka zawierającego bakterie *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* łącznie z adiuwantem.

Rośliny sadownicze można również chronić przy wykorzystaniu preparatów miedziowych zarejestrowanych do ochrony upraw ekologicznych zawierających miedź w postaci np. tlenku miedzi. Największą skuteczność ochrony daje zastosowanie preparatów miedziowych zapobiegawczo w celu ochrony gatunków sadowniczych takich jak jabłoń (parch jabłoni), grusza (parach gruszy, rak bakteryjny drzew owocowych, zaraza ogniowa, rak drzew owocowych), winorośl (mączniak rzekomy) czy truskawka (antraknoza, czerwona plamistość liści truskawki, biała plamistość

liści truskawki, bakteryjna kanciasta plamistość liści) Preparaty miedziowe różnią się miedzy sobą m. in. rozdrobnieniem i jednorodnością wielkości cząstek substancji aktywnej, nośnikami czy mechanizmem uwalniania jonów miedzi. Jony Cu++ są zabójcze dla patogenów, powodując ich zamieranie na skutek niszczenia systemu enzymatycznego. Preparaty zawierające tlenek miedzi wykazują również dużą przyczepność, co znacznie zwiększa skuteczność ochrony, ponadto bardzo dobrze rozpuszczają się w wodzie tworząc jednolitą, gotową do użycia zawiesinę (La Torre i in. 2018).

Literatura

Degani O., Rabinovitz O., Becher P., Gordani A., Chen A. 2021. *Trichoderma longibrachiatum* and *Trichoderma asperellum* Confer Growth Promotion and Protection against Late Wilt Disease in the Field. J. Fungi 7: 444.

Konecka E., Kaznowski A., Baranek J. 2011. Wykorzystanie bakterii *Bacillus thuringiensis* do produkcji bioinsektycydów. Post. Mikrobiol 50, 4: 303-311.

La Torre A., Iovino V., Caradonia F. 2018. Copper in plant protection: current situation and prospects. Phytopathologia Mediterranea 57, 2: 201−236.

Pardo-Lopez L., Soberon M., Bravo A. 2012. *Bacillus thuringiensis* insecticidal three-domain Cry toxins: mode of action, insect resistance and consequences for crop protection. FEMS Microbiol Rev 37: 3-22.

SESJA POSTEROWA

DIAPORTHE ERES JAKO PRZYCZYNA ZAMIERANIA DRZEWEK JABŁONI W SZKÓŁKACH I MŁODYCH SADACH

mgr inż. Hubert Głos, dr Monika Michalecka
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: hubert.glos@inhort.pl

Dotychczas grzyb *Diaporthe eres* jako patogen kory i drewna był uznawany za patogena słabości. Był izolowany z większości gatunków drzew sadowniczych, głównie z ran powstałych mechanicznie lub nekroz spowodowanych występowaniem innych grzybów patogenicznych. *D. eres* rozwija się w szerokim zakresie temperatur od 5 do 35°C. Najlepsze warunki do kiełkowania zarodników to temperatura 25°C i wilgotność względna powietrza sięgająca 100%. Z powodu ciepłych lat panujących w ostatnich sezonach wegetacyjnych oraz łagodnych zim, patogen zaczął powodować coraz większe straty w materiale nasadzeniowym jabłoni.

W latach 2022-2023 do Laboratorium Chorób Roślin Instytutu Ogrodnictwa – PIB dwukrotnie trafiły dwuletnie drzewka jabłoni, które po posadzeniu przez producentów w przygotowanych kwaterach zaczęły gwałtownie zamierać. Jak wynikało z przeprowadzonego wywiadu w obu przypadkach objawy zaczęły się pojawiać wiosną, tuż po ruszeniu wegetacji. Po rozwinięciu pierwszych liści, dochodziło do ich więdnięcia i zasychania. Jedna partia drzewek pochodziła z polskiej szkółki, a druga z Chorwacji. Dostarczany do badań materiał wykazywał objawy w postaci rozległych nekroz rozmieszczonych na różnych częściach nadziemnych, od przewodnika i podkładki, aż do najwyższych partii korony. Nekrozy były lekko zapadnięte z widocznymi brunatno-pomarańczowymi przebarwieniami, a pod korą znajdowały się liczne, małe, czarne piknidia z zarodnikami konidialnymi. Piknidia zajmowały niemal całą powierzchnię nekroz i stanowiły swego rodzaju cechę diagnostyczną. W początkowej fazie infekcji kora ulegała delikatnym pęknięciom, które znacznie powiększały się wraz z rozwojem choroby.

W celu identyfikacji sprawców powstałych nekroz wykonano izolację patogenów z pogranicza chorego i zdrowego drewna na pożywkę PDA, przeznaczoną do hodowli grzybów. Każdorazowo uzyskiwano podobne kultury grzybów, których morfologia wskazywała na przynależność do rodzaju *Diaporthe* spp. Z około 7-dniowej grzybni rosnącej na PDA izolowano

DNA patogena, a następnie jego fragmenty namnażano w reakcjach PCR ze starterami komplementarnymi do genów: β-tubuliny (BT2a i BT2b; Glass i Donaldson, 1995), kalmoduliny (CALD-38F i CAL737R; Hilário i in. 2020; Carbone i Kohn 1999) oraz czynnika elongacyjnego EF1-α (EF1-728F i F1-986R; Carbone i Kohn 1999). Amplifikowane fragmenty sekwencjonowano, a uzyskane sekwencje porównywano z sekwencjami dostępnymi w bazie GenBank, w celu identyfikacji gatunkowej uzyskanych grzybów. Przeprowadzone analizy morfologiczna oraz molekularna pozwoliły na zaklasyfikowanie wyizolowanych grzybów do gatunku *D. eres*.

W celu określenia potencjału infekcyjnego i spełnienia postulatów Kocha w warunkach szklarniowych oznaczone izolaty *D. eres* ponownie wykorzystano do inokulacji drzewek odmiany ‘Gala’. Po wprowadzeniu fragmentów grzybni pod korę w niewielkie nacięcia wykonane na przewodniku, już po kilku dniach obserwowano pierwsze nekrozy. Po około 4 tygodniach wokół miejsc inokulacji widoczne były rozległe nekrozy obejmujące cały obwód przewodników. W efekcie część nadziemna drzew zaczęła zamierać. Po kilku dodatkowych dniach w miejscach nekroz pojawiły się czarne piknidia. Po wykonaniu ponownej izolacji patogena z fragmentów drewna na pożywkę uzyskano identyczne kolonie grzyba, jak te które użyto do inokulacji. Przeprowadzone badanie potwierdziło patogeniczność, jak również dużą wirulencję *D. eres* wobec jabłoni.

Należy dodać, że straty jakie spowodował patogen w sadach, z których pobierano drzewka do badań, sięgały 70% posadzonego materiału. Bardzo szybki rozwój choroby w obydwu przypadkach wskazuje, że patogen był zawleczony ze szkółki, a posadzenie drzewek i ruszenie wegetacji aktywowało jego dalszy rozwój, co w konsekwencji przyczyniło się do zamierania roślin.

Prace badawcze wykonano w ramach dotacji statutowej ZOR/2/2022 „Wykorzystanie metod molekularnych w diagnostyce nowych chorób roślin ogrodniczych na terenie Polski”.

Literatura

Carbone I., Kohn L. M. 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous *Ascomycetes*. Mycologia 91(3): 553-556.

Glass N.L. Donaldson G.C. 1995. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous *Ascomycetes*. Applied and Environmental Microbiology 61(4): 1323-1330.

Hilário S., Amaral I. A., Gonçalves M. F., Lopes A., Santos L., & Alves A. 2020. *Diaporthe* species associated with twig blight and dieback of *Vaccinium corymbosum* in Portugal, with description of four new species. Mycologia 112(2): 293-308.

SPRAWCA GNICIA GRUSZEK W OKRESIE PRZECHOWYWANIA *CADOPHORA LUTEO-OLIVACEA* – NIE TYLKO W EUROPIE ZACHODNIEJ

mgr inż. Hubert Głos, dr Monika Michalecka
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: hubert.glos@inhort.pl

W ostatnich latach coraz bardziej popularne w Polsce stają się nasadzenia gruszy. Spowodowane jest to między innymi niestabilną ceną jabłek na rynku owoców oraz problemami związanymi z uzyskaniem wysokiej jakości surowca. Uprawa gruszy nie należy do najłatwiejszych, ale obecnie cena owoców sprzyja zakładaniu nowych sadów.

Oprócz parcha gruszy, mączniaka, brunatnej zgnilizny drzew ziarnkowych (forma letnia), czy brązowej plamistości gruszy, które mogą występować w trakcie sezonu wegetacyjnego, istotne są także choroby przechowalnicze, których wystąpienie decyduje o ostatecznej jakości uzyskanego plonu. Spośród chorób występujących najczęściej i jednocześnie powodujących duże straty należy wymienić szarą pleśń (*Botrytis cinerea*), gorzką zgniliznę jabłek i gruszek (*Phlyctema vagabunda* syn. *Neofabraea alba*), antraknozę (*Colletotrichum acutatum sensu lato*), odśrodkowe gnicie gruszek (*Fusarium* spp.) i mokrą zgniliznę (*Penicillium expansum*). Choroby takie jak alternarioza (*Alternaria* spp.), czy brunatna zgnilizna drzew ziarnkowych (*Monilinia* spp.) – forma przechowalnicza, odgrywają nieco mniejszą rolę, ale nie należy ich lekceważyć, ponieważ w sprzyjających warunkach także mogą powodować straty.

W ciągu ostatnich dwóch sezonów przechowalniczych w Instytucie Ogrodnictwa – PIB na gruszkach odmiany 'Lukasówka' wykryto występowanie nowej choroby dla warunków Polski, której sprawcą jest grzyb *Cadophora luteo-olivacea.* Patogen występował na niewielkiej partii owoców. Grzyb ma charakter polifagiczny i występuje niemal w całej Europie Zachodniej. Pierwsze pojawienie się choroby na gruszkach opisano w 1977 roku w USA, jednak pierwotnie za czynnik sprawczy uznano patogen *Cadophora malorum*. W Europie występowanie *C. luteo-olivacea* na gruszkach odmiany 'Konferencja' stwierdzono po raz pierwszy w Holandii. Ponadto na Litwie i we Włoszech grzyb ten był także izolowany z jabłek w okresie przechowywania (Amaral Carneiro i in. 2022).

W sezonie 2022 z niechronionej kwatery sadu komercyjnego znajdującego się w okolicach Kutna zebrano 2000 owoców odm. ‘Lukasówka’ w celu poszukiwania nowych patogenów gruszek. Owoce przechowywano przez 4,5 miesiąca w temperaturze 0°C i wilgotności względnej 85-90%. Po tym czasie wykonano obserwacje. Na kilku gruszkach wystąpiły objawy w postaci ciemnobrązowych, lekko owalnych lub okrągłych, zapadających się w miąższ plam, o średnicy od 0,5 cm do ponad 1 cm. W celu identyfikacji czynnika sprawczego, porażone owoce zostały zdezynfekowane 70% alkoholem, a następnie wykładano fragmenty miąższu z pogranicza zdrowej i chorej tkanki na pożywkę PDA przeznaczoną do hodowli grzybów. Uzyskano dwa typy kolonii; pierwszy posiadał ciemne zabarwienie i szarą filcowatą grzybnię o lekko oliwkowym zabarwieniu. Drugi typ w początkowej fazie wzrostu posiadał jasną kolonię z wyraźnym oliwkowym obrzeżem, z czasem przyjmując szarobrązowe zabarwienie z kremowo oliwkową obwódką. Z około 7-dniowej grzybni rosnącej na PDA izolowano materiał genetyczny, a następnie jego fragment amplifikowano w reakcji PCR ze starterami uniwersalnymi do grzybów strzępkowych (ITS1 i ITS4, White 1990). Po sekwencjonowaniu produktów PCR, uzyskaną sekwencję porównywano z sekwencjami dostępnymi w bazie GenBank, w celu identyfikacji gatunkowej uzyskanych grzybów. Przeprowadzone analizy morfologiczna oraz molekularna pozwoliły na zaklasyfikowanie uzyskanych grzybów do gatunku *C. luteo-olivacea.* Potencjalne wystąpienie *C. luteo-olivacea* w Polsce również na jabłkach zwraca szczególną uwagę na konieczność ciągłego monitoringu rozprzestrzeniania się patogena.

Prace badawcze wykonano w ramach dotacji statutowej ZOR/2/2022 „Wykorzystanie metod molekularnych w diagnostyce nowych chorób roślin ogrodniczych na terenie Polski”.

Literatura

Amaral Carneiro G., Walcher M., Baric S. 2022. *Cadophora luteo-olivacea* isolated from apple (*Malus domestica*) fruit with post-harvest side rot symptoms in northern Italy. *Eur J Plant Pathol* 162: 247-255. https://doi.org/10.1007/s10658-021-02388-4

White T.J., Bruns T., Lee S. J. W.T., Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications 18(1): 315-322.

POZYSKIWANIE I IDENTYFIKACJA POTENCJALNYCH WEKTORÓW *XYLELLA FASTIDIOSA* – OCENA RYZYKA PRZENOSZENIA BAKTERII W POLSCE

dr Monika Kałużna, dr hab. Grażyna Soika, prof. IO, dr Wojciech Warabieda
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: monika.kaluzna@inhort.pl

Xylella fastidiosa (Xf) jest wolno rosnącą Gram-ujemną bakterią zasiedlającą tkankę przewodzącą (ksylem) roślin – gospodarzy i przenoszoną przez owady. Bakteria została umieszczona na liście A1 organizmów kwarantannowych Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (*European and Mediterranean Plant Protection Organisation* – EPPO) oraz od 2019 roku na liście A2 organizmów kwarantannowych (Aneks II B). Obecnie, według Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), zaktualizowana lista roślin − gospodarzy *X. fastidiosa* obejmuje 679 gatunków roślin z 88 różnych rodzin roślin (EFSA 2023).

Bakteria rozmnaża się w naczyniach tkanki przewodzącej korzeni, pędów, gałęzi liści. Naczynia są ostatecznie zablokowane przez skupienia bakterii (agregaty), tylozy (zatyczki) oraz gumy wydzielane przez rośliny, co skutkuje zahamowaniem transportu wody i składników pokarmowych.

Xylella fastidiosa jest przenoszona przez piewiki (Auchenorrhyncha) – owady odżywiające się sokami roślinnymi. W oparciu o dostępne dane literaturowe do gatunków o najwyższym potencjale rozprzestrzeniania *X. fastidiosa* w Europie zostały zaklasyfikowane: pienik olchowiec (*Aphrophora alni*), pienik wierzbowy *(Aphrophora salicina)*, pienik ślinianka (*Philaenus spumarius*), krasanka natrawka (*Cercopis vulnerata*), bezrąbek sadowiec (*Cicadella viridis*).

W ramach zadań realizowanych w projekcie Narodowego Centrum Nauki (NCN) pt.: „Zagrożenie roślin uprawnych przez *Xanthomonadaceae* ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych *Xanthomonas arboricola* i *Xylella fastidiosa* oraz wektorów (UMO-2017/26/M/NZ9/01024) przeprowadziliśmy badania nad występowaniem piewików – potencjalnych wektorów bakterii *X. fastidiosa* w Polsce. W latach 2018-2022 próby owadów pobierano z 16 lokalizacji rozmieszczonych w kilku regionach Polski (Rys. 1). Oprócz jabłoni monitoringiem objęto brzoskwinie, czereśnie, śliwy,

winnice oraz drzewa ozdobne (buk, grab, dąb) i różaneczniki rosnące w ogrodach botanicznych, a także z łąk i miedz przylegających do badanych obiektów. Owady identyfikowano pod mikroskopem, posługując się dostępnymi kluczami do oznaczania piewików. Podczas badań zebrano ponad 500 osobników, które zaklasyfikowano do czterech rodzin: Cicadellidae, Aphrophoridae, Delphacidae i Membracidae. Najliczniej reprezentowanymi rodzinami były Cicadellidae i Delphacide, podczas gdy osobniki należące do rodzin Aphrophoridae i Membracidae wystąpiły w niewielkiej liczbie. Wśród oznaczonych gatunków na szczególną uwagę zasługują *Cicadella viridis, Philaenus spumarius, Neophilaenus campestris*, *N. lineatus i Graphocephala fennahi***,** które wykazywane są w Europie jako potencjalne wektory *X. fastidiosa.* W kolejnym etapie badań, z owadów izolowano DNA metodą CTAB zalecaną przez EPPO (OEPP/EPPO Bulletin, 2019) i w materiale genetycznym wykrywano obecność bakterii *X. fastidiosa* z zastosowaniem metody real time PCR (Harper i in. 2010, erratum 2013) i nested PCR (Yuan i in. 2010, Cruaud i in. 2018). W badanym materiale nie stwierdzono obecności bakterii *X. fastidiosa*. Nie oznacza to jednak, że bakteria ta nie występuje w Polsce, dlatego istnieje uzasadnienie dla kontynuowania tego typu badań.

Rys. 1. Lokalizacje obiektów, z których pobierano próbki osobników należących do Auchenorhyncha

Badania finansowano z projektu Narodowego Centrum Nauki (NCN) pt.: „Zagrożenie roślin uprawnych przez Xanthomonadaceae ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych Xanthomonas arboricola i Xylella fastidiosa oraz wektorów" (UMO-2017/26/M/NZ9/01024).

Literatura

Cruaud A., Gonzale A.A., Godefroid M., Nidelet S., Streito J.C., Thuillier J.M., Rossi J.P., Santoni S., Rasplus J.Y. 2018. Using insects to detect, monitor and predict the distribution of *Xylella fastidiosa*: a case study in Corsica. Sci. Rep. 8(1): 1-13. https://doi.org/10.1038/s41598-018-33957-z.

EFSA (European Food Safety Authority) 2023.

Delbianco A., Gibin D., Pasinato L., Boscia D., Morelli M. 2023. Update of the *Xylella* spp. host plant database–systematic literature search up to 30 June 2022. EFSA Journal 21(1): 7726, 90 pp. https://doi.org/ 10.2903/j.efsa.2023.7726.

Harper S.J., Ward L.I., Clover G.R. G. 2010. Development of LAMP and real-time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications. Phytopathology 100(12): 1282-1288. https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-10-0168.

Yuan Q., Jordan R., Brlansky R. H., Istomina O., Hartung J. 2015. Development of single chain variable fragment (scFv) antibodies against *Xylella fastidiosa* subsp. pauca by phage display. J. Microbiol. Methods 117, 148–154. https://doi.org/10.1016/J.MIMET.2015.07.020.

NOWOCZESNE SYSTEMY WYKRYWANIA BAKTERII *XANTHOMONAS ARBORICOLA* PV. *CORYLINA* SPRAWCY BAKTERYJNEJ ZGORZELI LESZCZYNY

dr Monika Kałużna[1*], dr Andjelka Prokić[2], prof. Aleksa Obradović[2], dr William A. Weldon[3], dr Virginia Stockwell[4], dr Joël F. Pothier[5*]
[1]Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
[2]University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia
[3]Valent BioSciences, Libertyville, IL, U.S.A.
[4]United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Horticultural Crops Pests and Diseases Management Research Unit, Corvallis, OR, U.S.A.
[5]Environmental Genomics and Systems Biology Research Group, Institute for Natural Resource Sciences, Zurich University of Applied Sciences (ZHAW), Wädenswil, Switzerland
e-mail: monika.kaluzna@inhort.pl, joel.pothier@zhaw.ch

Bakteria *Xanthomonas arboricola* pv. corylina (Xac), jest patogenem, który znajduje się na liście A2 Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (ang. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)) i od 2019r. jest regulowanym agrofagiem niekwarantannowym dla Unii („RAN", ang. Regulated Non-Quarantine Pests RNQP). Bakteria jest sprawcą bakteryjnej zgorzeli leszczyny, choroby powodującą straty ekonomiczne w produkcji orzechów laskowych na całym świecie. Przy dużym nasileniu straty mogą sięgać nawet 100%, szczególnie w szkółkach i na młodych plantacjach (Lamichhane and Varvaro 2014). Objawy choroby występują na wszystkich organach naziemnej części drzew. Jednym z najbardziej charakterystycznych objawów są zgorzele wokół pąków, które rozwijają się późną wiosną. Początkowo są to małe, lekko wypukłe, brązowe plamy, najczęściej w kształcie elipsy. Z czasem powiększają się, tworząc rozległe nekrozy na pędach, powodujące ich zamieranie. Na liściach mogą pojawiać się nieregularnie okrągłe, uwodnione, żółto-zielone plamy, które z czasem przyjmują czerwonobrunatne zabarwienie. Jednak najbardziej typowym objawem są kanciaste plamy zbliżone do litery V otoczone jasnozieloną obwódką. Na owocni rozwijają się czerwonobrunatne plamy o średnicy 1-5mm (Kałużna i in. 2021).

Jednym z czynników ograniczających szkodliwość choroby jest jak najwcześniejsze jej wykrycie i podjęcie odpowiednich zabiegów.

W ramach realizacji zadań projektu Narodowego Centrum Nauki (NCN), pt.: „Zagrożenie roślin uprawnych przez *Xanthomonadaceae* ze szczególnym

uwzględnieniem gatunków inwazyjnych *Xanthomonas arboricola* i *Xylella fastidiosa* oraz wektorów (UMO-2017/26/M/NZ9/01024) podjęto badania nad opracowaniem nowoczesnych systemów wykrywania bakterii *Xanthomonas arboricola* pv. corylina sprawcy bakteryjnej zgorzeli leszczyny.

W pierwszym etapie badań przeprowadzono analizy porównawcze *in silico* genomów patowarów gatunku *X. arboricola* pozyskanych w ramach projektów sekwencjonowania genomów (WGS) wyselekcjonowano wysoce konserwatywne regiony. Na podstawie sekwencji tych regionów zaprojektowano startery do opracowania systemów wykrywania badanych bakterii z zastosowaniem: 1) konwencjonalnej reakcji PCR, 2) PCR w czasie rzeczywistym – (SYBR Green I i TaqMan) oraz 3) izotermicznej metody amplifikacji DNA (ang. Loop-Mediated Isothermal Amplification, LAMP). Następnie sprawdzono specyficzność zaprojektowanych starterów z DNA wszystkich typowych szczepów gatunku *X. arboricola*. Po wstępnych analizach skupiono się na walidacji i testowaniu starterów z genomowym DNA wyizolowanym ze: i/ szczepów *Xac* pozyskanych z różnych rejonów geograficznych świata, ii/ szczepów należących do siedmiu patowarów gatunku *X. arboricola,* iii/ szczepów gatunków rodzaju *Xanthomonas* niedawno przeniesionych z poziomu patowaru do rangi gatunku, iv/ 2 szczepów *Pseudomonas avellanae* (sprawca raka bakteryjnego leszczyny), v/ 44 innych izolatów bakterii i grzybów pozyskanych z leszczyny i orzecha włoskiego wykazujących objawy chorobowe. Wyniki badań potwierdziły specyficzność wybranych starterów tylko wobec *Xac*. Co więcej nie obserwowano reakcji amplifikacji z całkowitym DNA pozyskanym ze zdrowych liści pięciu odmian orzecha laskowego (odm. ‘Cosford’, odm. ‘Cud z Bollwiller’, odm. ‘Garribaldi’, odm. ‘Webba cenny’ and odm. ‘Olbrzymi z Halle). Czułość testowanych metod i granica wykrywalności bakterii (limit of detection; LoD) DNA *Xac* różniła się nie tylko między opracowanymi systemami wykrywania, ale także w zależności od zastosowanych zestawów starterów. Jednak w każdym przypadku była ona bardzo wysoka.

Zastosowanie genomiki porównawczej pozwoliło na precyzyjną identyfikację unikalnych regionów DNA oraz było pomocne w zaprojektowaniu wysoce specyficznych narzędzi do identyfikacji *Xac*. Nawet w obecności potencjalnych inhibitorów roślinnych czułość testów pozostaje wysoka, a czas oczekiwania na wynik waha się od 5 do 6 godzin w przypadku konwencjonalnej reakcji PCR, a ok. 1-2 godzin przy zastosowaniu metod qPCR i LAMP.

Jak dotąd opracowane metody identyfikacji *Xac* są pierwszymi dostępnymi tego typu narzędziami do szybkiego wykrywania sprawcy bakteryjnej zgrzeli leszczyny z wysoką czułością zarówno w czystej kulturze, jak i bezpośrednio w materiale roślinnym. Badania zostały opublikowane: Kałużna M., Prokić A., Obradović A., Weldon W. A., Stockwell V. O., Pothier J. F. 2023. Specific and sensitive detection tools for *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, the causal agent of bacterial blight of hazelnut, developed with comparative genomics. Frontiers in Plant Science Volume 14, doi: 10.3389/fpls.2023.1254107.

Badania finansowano z projektu Narodowego Centrum Nauki (NCN) pt.: „Zagrożenie roślin uprawnych przez Xanthomonadaceae ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych Xanthomonas arboricola i Xylella fastidiosa oraz wektorów" (UMO-2017/26/M/NZ9/01024).

Literatura

Kałużna M., Fischer-Le Saux M., Pothier J.F., Jacques M.A., Obradović A., Tavares F. et al. 2021. *Xanthomonas arboricola* pv. juglandis and pv. corylina: brothers or distant relatives? Genetic clues, epidemiology, and insights for disease management. Mol. Plant Pathol. 22(12), 1481-1499. doi: 10.1111/mpp.13073.

Lamichhane J.R., Varvaro L. 2014. *Xanthomonas arboricola* disease of hazelnut: current status and future perspectives for its management. Plant Pathol. 63: 243-254. doi: 10.1111/ppa.12152.

ZWALCZANIE ZARAZY OGNIOWEJ (*ERWINIA AMYLOVORA*) NA JABŁONI W KONTEKŚCIE ZMIAN ZWIĄZANYCH Z EUROPEJSKIM ZIELONYM ŁADEM

dr Artur Mikiciński[1], prof. dr hab. Joanna Puławska[1], mgr Maciej Spychalski[2], dr Rafał Kukawka[2,3], dr hab. inż. Marcin Śmiglak[2,3], dr Katarzyna Góralska[4], mgr Marcin Oleszczak
[1]Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
[2]Poznański Park Naukowo Technologiczny
[3]Innosil Sp. z o.o.
[4]Intermag Sp. z o.o.
e-mail: artur.mikicinski@inhort.pl

Uprawa jabłoni jest jedną z ważniejszych gałęzi produkcji sadowniczej na świecie. Z przeprowadzanej ankiety wśród sadowników z krajów EU wynika, że jednym z największych problemów, w tej uprawie, jest zwalczanie chorób grzybowych i bakteryjnych.

W ostatnim czasie dużego znaczenia nabiera strategia Europejskiego Zielonego Ładu, która dotyczy zadań zaplanowanych dla Unii Europejskiej, mających na celu m.in. osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku. Zaplanowane w Zielonym Ładzie działania w obszarze rolnictwo, to przede wszystkim realizacja strategii „od pola do stołu" (Farm to Fork/F2F). W tych nowych realiach dużym wyzwaniem będzie ochrona przed agrofagami zwłaszcza, że planuje się ograniczenie o 50% obecnie używanych środków ochrony roślin w perspektywie do 2030 roku. Dodatkowo na uwagę zasługuje fakt, iż zakładane jest całkowite wycofanie z użycia preparatów opartych na związkach miedzi. Należy podkreślić, że ta grupa związków jest od dziesięcioleci podstawowym narzędziem do zwalczania niektórych chorób grzybowych i bakteryjnych w uprawie m.in. jabłoni. W ramach strategii „od pola do stołu" zakładany jest również wzrost poziomu udziału powierzchni objętej systemem rolnictwa ekologicznego do 25%. W rolnictwie ekologicznym repertuar środków, które mogą być stosowane do ochrony roślin jest bardzo ograniczony. Zaproponowane badania są bezpośrednio ukierunkowane na poszukiwanie nowych, skutecznych sposobów ochrony jabłoni przed agrofagami, które będą mogły być zastosowane w uprawach ekologicznych.

Do najgroźniejszych i najbardziej uciążliwych w zwalczaniu chorób bakteryjnych jabłoni należy zaraza ogniowa powodowana przez bakterie *Erwinia amylovora* (Sobiczewski i wsp. 2017). Choroba ta w naszym kraju

nabiera coraz większego znaczenia, głównie ze względu na ocieplający się klimat i występowanie w Polsce wysokich temperatur oraz gwałtownych zjawisk pogodowych w okresie wiosennym i latem.

Zaraza ogniowa poraża wszystkie części nadziemne roślin gospodarzy. Jednak najbardziej niebezpieczna jest w okresie kwitnienia, kiedy to może dochodzić do masowego porażenia kwiatów. W związku z tym jest to okres najważniejszy z punktu widzenia ochrony w okresie wegetacyjnym. W dalszym przebiegu sezonu może dochodzić do infekcji wtórnych i porażenia aktywnie rosnących pędów.

Preparaty oparte na związkach miedzi są podstawą w zwalczaniu sprawcy zarazy ogniowej (Mikiciński i wsp. 2020). Niezależnie od wymienionych wyżej negatywnych cech, preparaty miedziowe pozostają jedyną grupą skutecznych bakteriostatyków – dostępnych w uprawach ekologicznych. Reguły Zielonego Ładu będą nakazywały całkowite zaprzestanie zabiegów preparatami miedziowymi do 2030 roku, które stanowią obecnie podstawę zwalczania tej choroby. Może to spowodować wytworzenie dużej luki w programie ochrony jabłoni przed tą groźna chorobą.

Mając powyższe na względzie w Instytucie Ogrodnictwa − PIB w Skierniewicach od kilku lat prowadzone są badania ukierunkowane na poszukiwanie czynników przydatnych w zwalczaniu zarazy ogniowej na jabłoni, a jednocześnie o znikomym wpływie na środowisko. W ramach projektu BioSafeFood* w latach 2019-2022 przeprowadzono selekcję ponad 2000 izolatów bakterii z różnych środowisk roślin sadowniczych. W celu wyboru najlepszych szczepów posłużono się testem *in vitro* na zawiązkach gruszy odm. ‘Konferencja’, które cięto poprzeczne na plastry, a następnie zanurzano w zawiesinie badanych bakterii (także w wodzie destylowanej w przypadku kontroli). Układano je na wilgotnej bibule w szalkach Petriego, a następnie po 6 godz. nanoszono bakterie chorobotwórcze *E. amylovora*. Na powierzchni plastrów zachodziła interakcja bakterii środowiskowych z patogenem, a jej wynik mógł ujawniać się ograniczeniem lub brakiem charakterystycznych objawów zarazy ogniowej na zawiązkach w postaci brunatnych nekroz i uwodnionych szarobiałych wycieków (efekt namnażania się bakterii *E. amylovora*). Do badań włączono dla porównania preparat Miedzian 50 WP oraz dwa szczepy bakterii A506 i C9-1, na bazie których w USA produkowano biopreparaty do ochrony sadów przed zarazą ogniową (Puławska i wsp. 2023). Ze względu na uniwersalność tego testu, czyli możliwość „przełożenia” skuteczności z zawiązków gruszy na inne gatunki

roślin porażanych przez tego patogena, wytypowano dwa izolaty T14/15 (*Pantoea allii*) i T16/8 (*Pantoea agglomerans*) jako najbardziej skuteczne w zwalczaniu tej choroby. Zastosowano dwa stężenia zawiesin 10^8 jtk/ml oraz 10^7 jtk/ml, które chroniły zawiązki w zakresie od 37 do 100%.

W kolejnym etapie przeprowadzono ocenę skuteczności wyselekcjonowanych szczepów na kwiatach i pędach jabłoni w warunkach szklarniowych. Doświadczenie na kwiatach przeprowadzono na drzewkach odmiany Idared/M.9, gdzie zabiegi wykonano wodnymi zawiesinami bakterii badanych jak i prototypowymi formulacjami − zarówno płynnymi jak i stałymi (współpraca z firmą INTERMAG Sp. z o.o.). W pełni rozwinięte kwiaty opryskiwano badanymi wariantami, a następnie po 24 godz. zakażano (również oprysk) bakteriami *E. amylovora*. Skuteczność badanych wariantów mieściła się w zakresie od 47 do 67%. Natomiast doświadczenie na pędach jabłoni (odm. Idared/M.9) przeprowadzono przez odcięcie aktywnie rosnących wierzchołków sterylnymi nożyczkami, co imitowało mechaniczne uszkodzenie w sadzie (np. gradobicie), a następnie rany te zabezpieczano prototypowymi formulacjami badanych szczepów. Po 5 godzinach miejsca te inokulowano zawiesiną bakterii *E. amylovora*. Skuteczność prototypowych biopreparatów dostarczonych do badań przez firmę INTERMAG Sp. z o.o. mieściła się w zakresie od 44 do 68%. Obecnie produkty na bazie wytypowanych szczepów są w fazie wdrożenia, jako efekt projektu i za jakiś czas powinny być wprowadzone na rynek.

Innym zagadnieniem podjętym w Instytucie Ogrodnictwa − PIB w Skierniewicach, w ramach poszukiwania czynników przydatnych do zwalczania zarazy ogniowej na jabłoni, było wykorzystanie zjawiska indukcji odporności i poszukiwanie w tym zakresie nowych skutecznych związków chemicznych, które jednocześnie byłyby przyjazne środowisku. Prace podjęto w ramach projektu SONATA 18* we współpracy z Poznańskim Parkiem Naukowo Technologicznym Fundacji UAM. Do testów wytypowano min. różne pochodne kwasu salicylowego w formie soli sodowych, potasowych czy cholinowych oraz kwasu benzoesowego. Doświadczenia przeprowadzono na drzewkach jabłoni w szklarni, które opryskiwano dwukrotnie, a następnie aktywnie rosnące wierzchołki ich pędów zakażano przez obcięcie sterylnymi nożyczkami zanurzanymi w zawiesinie *E. amylovora*. Stopień porażenia przedstawiono jako procent znekrotyzowanych części pędów. Skuteczność nowych induktorów

oscylowała wokół 80 do około 20%, w zależności od terminu przeprowadzanych obserwacji.

**Badania zrealizowano w ramach projektów:*
1. BioSafeFood „Opracowanie technologii produkcji wysokiej jakości, bezpiecznych dla konsumenta owoców i warzyw z zastosowaniem nowych biopreparatów w ochronie upraw przed chorobami" współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: 4.1.2 Regionalne Agendy Naukowo Badawcze, nr projektu POIR.04.01.02-00-0100/17-00
2. SONATA 18 „Poszukiwanie nowych związków chemicznych indukujących odporność jabłoni na choroby oraz określenie molekularnego mechanizmu ich działania", umowa nr UMO-2022/47/D/NZ9/02327

Literatura

Mikiciński A., Puławska J., Molzhigitova A., Sobiczewski P. 2020. Bacterial species recognized for the first time for its biocontrol activity against fire blight (*Erwinia amylovora*) European Journal of Plant Pathology 156: 257-272; https://doi.org/10.1007/s10658-019-01885-x.

Puławska J., Mikiciński A., Sobiczewski P. 2023. The history of fire blight biocontrol with Gram-negative bacteria and bacteriophages. Journal of Plant Pathology, https://doi.org/10.1007/s42161-023-01554-3.

Sobiczewski P., Iakimova E.T., Mikiciński A., Węgrzynowicz-Lesiak E., Dyki B. 2017. Necrotrophic behaviour of *Erwinia amylovora* in apple and tobacco leaf tissues. Plant Pathology 66: 842-855. Doi:10.1111/ppa.12631.

Sobiczewski P., Mikiciński A., Berczyński S., Puławska J. 2008. Biological control of fire blight on apple blossoms and shoots with epiphytic and soil bacteria. Acta Horticulture. 793: 409-414.

ZASTOSOWANIE WERMIKOMPOSTU I JONÓW AG+ W UPRAWIE TRUSKAWKI – WPŁYW NA POPULACJĘ NISZCZYKA ZJADLIWEGO (*DITYLENCHUS DIPSACI*)

dr hab. Andrzej T. Skwiercz, prof. IO, dr Małgorzata Sekrecka, Anna Wesołowska, dr Aleksandra Trzewik, mgr Anastasia Lutsiuk, dr Dawid Kozacki
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: andrzej.skwiercz@inhort.pl

Nicienie pasożytujące na roślinach powodują znaczne szkody w różnych dziedzinach rolnictwa, prowadząc do istotnych strat finansowych dla rolników (Kozacki i in. 2022, Skwiercz i in. 2015). Dlatego kluczowe jest opracowywanie nowych nematocydów przyjaznych dla środowiska i wykazujących wysoką efektywność w zwalczaniu nicieni. Nanotechnologia, jako rozwijająca się dziedzina, może dostarczyć nowych narzędzi w rozwiązywaniu problemów związanych z ochroną upraw przed agrofagami (Jurkiewicz 2019). Obecnie coraz bardziej popularne stają się nanoformulacje mające na celu zwiększenie skuteczności używanych dotychczas chemicznych i biologicznych pestycydów. Jony srebra (Ag+) wykazują silne działanie toksyczne wobec mikroorganizmów, w tym w stosunku do wielu gatunków bakterii i grzybów. Ostatnie badania sugerują, że cząstki srebra Ag mogą również stanowić potencjalnie skuteczny nematocyd (Dzięgielewska i in. 2023).

W Instytucie Ogrodnictwa – PIB przeprowadzono badania mające na celu zbadanie wpływu cząsteczek srebra Ag oraz wermikompostu z dżdżownicami (*Eisenia fetida*) na wybrane grupy nicieni pasożytniczych roślin w uprawie truskawki (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne). W ramach badania użyto betonowych kręgów o średnicy 150 cm i głębokości 60 cm, wypełnionych piaskiem gliniastym. Przed rozpoczęciem eksperymentu oceniono populacje początkowe wybranych gatunków nicieni pasożytniczych (*Ditylenchus dipsaci* oraz *Ditylenchus destructor*). Następnie przeprowadzono sadzenie roślin i zastosowano badane preparaty w dawce 60 mikrogramów/1 litr gleby (Ag+) oraz 5 l wermikompostu (w tym 200 osobników *E. fetida*)/1 krąg. Nicienie izolowano z gleby dwukrotnie w ciągu sezonu, aby ocenić populację początkową (Pi) oraz końcową (Pf) przy użyciu zmodyfikowanej metody Baermanna (1917) i na tej podstawie określić, w jaki sposób srebro

i wermikompost wpływają na zagęszczenie populacji wybranych gatunków nicieni pasożytniczych roślin.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że stosowanie srebra i wermikompostu z dżdżownicami (*Eisenia fetida*) skutkowało znacznym obniżeniem średniej liczby osobników niszczyka zjadliwego w strefie korzeniowej truskawek (*Fragaria × ananassa* Duchesne). Największe zmniejszenie (ponad 4-krotna redukcja) zaobserwowano po zastosowaniu srebra, gdzie końcowa średnia liczba populacji ($\bar{x}$) *Ditylenchus dipsaci* nie przekroczyła 40 osobników na 100 ml gleby. Współczynnik reprodukcji niszczyka utrzymywał się na niskim poziomie po zastosowaniu srebra, wynosząc od 0,05 do 0,08, natomiast przy użyciu wermikompostu oscylował od 0,06 do 0,12 (Tab. 1).

Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość skutecznego zastosowania cząsteczek srebra i wermikompostu w ograniczaniu populacji nicieni pasożytniczych roślin. Stanowią one potencjalną alternatywę dla wysoko ryzykownych nematycydów syntetycznych. Niemniej jednak konieczne są dalsze badania w celu ustalenia optymalnych dawek cząsteczek srebra, które będą toksyczne dla nicieni pasożytniczych, ale jednocześnie niestanowiące znacznego zagrożenia dla środowiska. Dopiero wtedy mogą zostać one zalecane do szerokiego stosowania w praktyce rolniczej i w ramach programów .

Tabela 1. Spadek populacji *Ditylenchus dipsaci* w sferze korzeniowej *Fragaria × ananassa* Duchesne po zastosowaniu srebra oraz wermikompostu *E. fetida* w warunkach polowych na poletkach o średnicy 150 cm i miąższości 60 cm (2022 r.)

Pi – populacja inicjalna *Ditylenchus dipsaci* – 500 osobników na 100 ml gleby
Pf – populacja końcowa nicieni
R – współczynnik namnożenia/redukcji populacji nicieni

Kombinacja	**Pf**						**R**			
Kontrolna	1	2	3	4	$\bar{x}$	SD	1	2	3	4
	148	142	210	110	152	36	0,30	0,28	0,42	0,22
Ag+	1	2	3	4	$\bar{x}$	SD	1	2	3	4
	32	24	42	38	34	7	0,05	0,08	0,08	0,05
wermikompost z *Eisenia fetida*	1	2	3	4	$\bar{x}$	SD	1	2	3	4
	48	32	52	62	41	11	0,06	0,10	0,12	0,06

Literatura

Baerman G. 1917. Eine einfache Methode zur Affindung von Anchylostomum-(Nematode) − Larven in Erdproben. Geneesk. Tijdschrift. Ned. Ind. 57: 131-137.

Dzięgielewska M., Skwiercz A., Wesołowska A., Kozacki D., Przewodowski W., Kulpa D. 2023. Effects of silver, gold, and platinum nanoparticles on selected nematode trophic groups. Journal of Horticultural Research 31(2): 23-34. DOI: 10.2478/johr-2023-0035.

Jurewicz M. 2019. Prawne aspekty wykorzystania nanotechnologii w środkach ochrony roślin. Zeszyty Naukowe UwS Seria Administracja I Zarządzanie, 39(112): 109-115.

Kozacki D., Skwiercz A., Soika G. 2022. Groźne nicienie i możliwości ich zwalczania. Jagodnik 6/2022: 8-11.

Skwiercz A.T., Dzięgielewska M., Szelągowska P. 2015. Nematodes (Nematoda) in vineyards of North-Western Poland. Acta Scie. Pol. Horturum Cultus 14(3): 3-12.

PODATNOŚĆ GENOTYPÓW PORZECZKI CZARNEJ NA ZASIEDLENIE PĄKÓW PRZEZ WIELKOPĄKOWCA PORZECZKOWEGO

dr Wojciech Piotrowski, prof. dr hab. Stanisław Pluta, dr Łukasz Seliga
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: Wojciech.Piotrowski@inhort.pl

Porzeczka czarna (*Ribes nigrum* L.) jest ważnym gatunkiem krzewów owocowych, uprawianym na dużą skalę w umiarkowanej strefie klimatycznej Europy, Rosji, Australii i Nowej Zelandii, części Azji oraz Chile. Polska jest od wielu lat największym producentem owoców czarnej porzeczki w Unii Europejskiej i na świecie (KOWR, 2021). Rośliny porzeczki czarnej zasiedlane są przez wiele, bo aż 12 gatunków szkodników, które mogą powodować zahamowanie wzrostu roślin, ograniczać ich plonowanie, a nawet doprowadzać do zamierania pędów lub całych krzewów (Łabanowska, 2013). Jednym z najgroźniejszych szkodników porzeczki czarnej jest wielkopąkowiec porzeczkowy (*Cecidophyopsis ribis*). Występuje on zarówno na plantacjach produkcyjnych, w uprawach amatorskich oraz w matecznikach i szkółkach porzeczki czarnej. Małe szpeciele (ok. 0,2 mm) zasiedlają rozwijające się pąki (2-5 tys./pąk), wysysają sok z komórek i wprowadzają substancje, które powodują, że pąki nie rozwijają się normalnie, lecz pozostają powiększone, a z upływem czasu zasychają. Prowadzi to do ogołacania pędów, słabego lub braku kwitnienia i redukcji plonowania krzewów oraz sprawia, że są one mało wytrzymałe na mróz. Wielkopąkowiec porzeczkowy jest także jedynym poznanym wektorem wirusa rewersji porzeczki czarnej (*BRV*), a choroba ta jest główną przyczyną sterylności kwiatów, co powoduje redukcję plonowania, a w ostateczności braku plonu owoców na silnie porażonych roślinach (Piotrowski i in. 2016).

Aktualnie zgodnie z Programem Ochrony Roślin Sadowniczych do zwalczania wielkopąkowca porzeczkowego można zastosować w okresie pękania pąków (około trzech tygodni przed kwitnieniem) preparat zawierający siarkę np. Siarkol Extra 80 WP, który stosowany do zwalczania amerykańskiego mączniaka agrestu będzie jednocześnie ograniczał wielkopąkowca porzeczkowego. Następnie w okresie od początku do pełni kwitnienia krzewów i tylko raz w sezonie preparat oparty o substancję czynną fenpiroksymat − Ortus 05 SC (Łabanowska i in. 2015). Ponadto, do

ochrony przed tym szkodnikiem dozwolone są także produkty wspomagające, zawierające polimery silikonowe np. Siltac EC. Dodatkowo, po kwitnieniu, w okresie od początku rozwoju owoców do fazy zaawansowanego dojrzewania BBCH (71-85) można stosować preparat zawierający spirotetramat − Movento 100 SC (Łabanowska i in. 2014). W przypadku sezonu wegetacyjnego w którym jesień jest ciepła migracja szkodnika może rozpocząć się jeszcze przed zimą i tym okresie można także wykonać zabieg np. preparatem zawierającym siarkę. Mimo dostępnych możliwości zwalczania szkodnik ten nadal stanowi problem na wielu plantacjach porzeczki czarnej. Przyczyn tego należy upatrywać w tym, że zwalczanie tego szkodnika preparatami o działaniu kontaktowym jest najbardziej skuteczne podczas jego migracji z pąków, w których zimował, a przed wniknięciem do nowych. Niestety okres migracji szpecieli nie zawsze pokrywa się z fazą fenologiczną roślin, dlatego efekty zwalczania bywają niezadowalające. Wieloletnie obserwacje migracji szpecieli z pąków potwierdzają, że jej maksimum czasami ma miejsce przed, a niekiedy podczas lub po kwitnieniu krzewów porzeczki. Ponadto nie każdy producent zdecyduje się na zastosowanie produktu systemicznego (Movento 100 SC) do zwalczania wielkopąkowca porzeczkowego, głównie z uwagi na koszty ale także z powodu tego że wielu odbiorców owoców porzeczki czarnej nie życzy sobie aby spirotetramat czy jego metabolity znajdowały się w kupowanym surowcu.

W ramach strategii Zielonego Ładu ochronę chemiczną należy zastępować innymi rozwiązaniami (Mitchell i in. 2011). Ma to miejsce także w przypadku porzeczki czarnej i zwalczania wielkopąkowca, gdyż ciągle poszukuje się odmian odpornych lub mało podatnych na zasiedlenie przez tego szkodnika, ale jednocześnie charakteryzujących się wysoką plennością i jakością owoców, przydatnością dla przetwórstwa i zamrażalnictwa oraz na świeży rynek (Pluta i Żurawicz 2016). Ponadto odmiany te muszą być przydatne do kombajnowego zbioru owoców.

W ramach wieloletniej współpracy Zakładu Ochrony Roślin (Pracownia Entomologii) i Zakładu Hodowli Roślin Ogrodniczych (Pracownia Genetyki i Hodowli Roślin Sadowniczych) genotypy porzeczki czarnej w hodowlanej kolekcji *Ribes* oceniane są pod kątem zasiedlenia (odporności roślin) przez szkodniki, w tym przez wielkopąkowca porzeczkowego (Łabanowska i Pluta 2012, Piotrowski i in. 2016, 2018). Ocena podatności testowanych genotypów na tego szkodnika prowadzona jest na specjalnych kwaterach

selekcyjnych, tzw. „polach śmierci", na których nie jest stosowana chemiczna ochrona przed szkodnikami i chorobami (Łabanowska i Pluta 2010).

W latach 2013–2020 przeprowadzono szczegółowe obserwacje i ocenę stopnia zasiedlenia pąków przez wielkopąkowca porzeczkowego na krzewach wybranych genotypów. Analiza średnich wyników tych badań pozwoliła podzielić testowane genotypy porzeczki czarnej na 5 grup, w zależności od stopnia zasiedlenia przez wielkopąkowca porzeczkowego:

1. **całkowicie odporne** (0% − brak uszkodzonych pąków): 'Foxendown', 'Polares' i 'Polonus' oraz klony hodowlane PC-7/9, PC-1768, PC-1753;
2. **odporne** (0,1-1,0% uszkodzonych pąków): 'Tines' i 'Ores' oraz klony PC-803, PC-784, PC-779, PC-1787, PC-1732, PC-1708;
3. **średnio odporne** (1,1-5,0% uszkodzonych pąków): 'Tisel', 'Tiben', 'Gofert', 'Tihope' i 'Ruben' oraz klony PC-1774, PC-1764, PC-1730, PC-1723, PC-1716;
4. **średnio podatne** (5,1-10,0% uszkodzonych pąków): 'Sofijewskaja' i klon 8/72;
5. **podatne** (> 10,0% uszkodzonych pąków): 'Wernisaż' i klon 13B/11.

Odmiany zaklasyfikowane głównie do pierwszych trzech grup mogą być polecane do uprawy zgodnie z wytycznymi Integrowanej Produkcji (IP), która stanowi element Integrowanej Ochrony Roślin. Należy jednak podkreślić, że nowe plantacje zakładać należy wyłącznie, z kwalifikowanego materiału szkółkarskiego (krzewów), pochodzącego z renomowanych i licencjonowanych szkółek. Daje to gwarancję, że materiał nasadzeniowy jest zdrowy, wolny od wielkopąkowca porzeczkowego i niezainfekowany wirusem rewersji porzeczki czarnej, a także tożsamo odmianowy. Jeśli to możliwe, nowe nasadzenia dobrze byłoby zakładać z dala od starszych, zaniedbanych plantacji i zasiedlonych przez wielkopąkowca krzewów. Odmiany odporne należące do pierwszej grupy ('Foxendown', 'Polares' i 'Polonus' oraz klony PC-7/9, PC-1768, PC-1753) są i będą wykorzystywane w hodowli odpornościowej, jako potencjalne źródło genów odporności (*P* lub *Ce*) na wielkopąkowca. Stanowią one wartościowe formy rodzicielskie w programach krzyżowań hodowli twórczej porzeczki czarnej, realizowanej w Instytucie Ogrodnictwa – PIB od ponad 37 lat.

W Polsce, w ostatnich kilku latach opłacalność produkcji porzeczek czarnych jest bardzo zróżnicowana, ze względu na trudne do przewidzenia

ceny skupu tych wartościowych owoców. Bywają lata, że ceny za porzeczki czarne są tak niskie, że nie opłaca się ich zbierać, a nakłady na zabiegi pielęgnacyjne, w tym ochronę roślin są bardzo ograniczone lub ich brak. Zazwyczaj wtedy plantacje są usuwane, spadają zbiory i podaż owoców na rynku, a ceny ponownie wzrastają. Wydaje się, że okres słabej koniunktury dla tego gatunku powinien być impulsem do wymiany starych plantacji. W tym celu słabo plonujące krzewy, czy stare odmiany dobrze byłoby zastąpić nowymi, wymagającymi mniejszych nakładów finansowych ponoszonych np. na walkę z wielkopąkowcem porzeczkowym. Konieczne jest także zlikwidowanie starych plantacji, zasiedlonych przez szkodniki i choroby, przez co ograniczy się rozprzestrzenianie agrofagów.

Literatura

KOWR. 2021. https://www.kowr.gov.pl/uploads/pliki/aktualnosci/2021.07.30_Czarna%20porzeczka%20-%20polski%20superowoc.pdf

Łabanowska B.H. 2013. Szkodniki krzewów owocowych. Rozdział: Porzeczka i agrest. Plantpress, s. 94-144.

Łabanowska B.H., Maciesiak A., Tartanus M., Piotrowski W., Warabieda W., Gruchała M. 2014. Possibility to control the mites (Tetranychidae and Eriphyidae) on small fruits plants and in orchards with no chemicals products. International Conference, Innovative technologies in organic horticultural production, Skierniewice 22-24 October 2014, s. 29.

Łabanowska B.H., Piotrowski W., Gruchała M. 2015. Wielkopąkowiec porzeczkowy – *Cecidophyopsis ribis* (Westw.), szkodliwość oraz możliwości zwalczania przy użyciu fenpiroksymatu (Ortus 05 SC). Progress in Plant Protection 55(3): 305-311.

Łabanowska B.H., Pluta S. 2010. Assessment of big bud mite *Cecidophyopsis ribis* (Westw.) infestation level of blackcurrant genotypes in the field. J. Fruit Ornam. Plant Res. 18(2): 283-295.

Łabanowska B.H., Pluta S. 2012. Występowanie wielkopąkowca porzeczkowego (*Cecidophyopsis ribis*) i innych szkodników na wybranych odmianach porzeczki czarnej. Materiały 55 Ogólnopolska Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych. 15-16.02. 2012: 167-169.

Mitchell C., Brennan R.M., Cross J.V., Johnson S.N. 2011. Arthropod pests of currant and gooseberry crops in the U.K.: their biology, management and future prospects. Agricultural and Forest Entomology 13: 221-237.

Piotrowski W., Łabanowska B. H., Pluta S. 2016. Wielkopąkowiec porzeczkowy − zasiedlenie odmian porzeczki czarnej. 59. Ogólnopolska Konferencja Ochrony roślin Sadowniczych, Ożarów Mazowiecki, 10-11.02.2016: 172-173.

Piotrowski W., Łabanowska B.H., Galińska A., Cuthbertson A.G.S. 2016. The migration monitoring of big but mite (*Cecidophyopsis ribis* Westwood) from buds to leaves on several black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars. Journal of Horticultural Research 24(2): 61-68.

Piotrowski W., Łabanowska B.H., Pluta S. 2018. Zasiedlenie odmian porzeczki czarnej przez wielkopąkowca porzeczkowego. 60 Ogólnopolska Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych, Skierniewice, 6-7.03.2018, 92-93.

Pluta S. i Żurawicz. 2016. Program hodowli odpornościowej porzeczki czarnej w Instytucie Ogrodnictwa – osiągnięcia i perspektywy. Materiały 59. Ogólnopolska Konferencja Ochrony roślin Sadowniczych, Ożarów Mazowiecki, 10-11 lutego 2016 r., 115-120.

WPŁYW RÓŻNYCH PRAKTYK ZWIĘKSZAJĄCYCH BIORÓŻNORODNOŚĆ NA POPULACJE SZKODNIKÓW I OWADÓW POŻYTECZNYCH W EKOLOGICZNEJ PRODUKCJI TRUSKAWEK I MALIN

mgr inż. Gerard Podedworny, dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Eligio Malusá, prof. IO
Instytut Ogrodnictwa − Państwowy Instytut Badawczy
e-mail: gerard.podedworny@inhort.pl

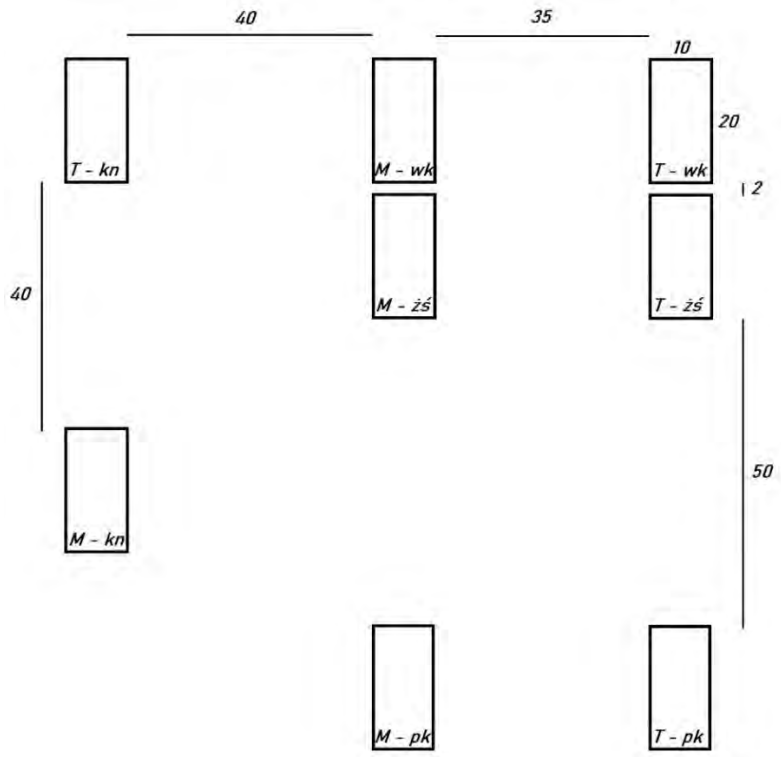
Wstęp

Stosunkowo niewielka liczba środków ochrony roślin zarejestrowanych do ochrony ekologicznych plantacji owoców przed szkodnikami może ograniczać planowany rozwój sadownictwa ekologicznego. Niezbędne są więc badania nad rozwiązaniami alternatywnymi, w tym nad sposobami zarządzania uprawami wykorzystującymi potencjał funkcjonalnej bioróżnorodności w ograniczaniu presji agrofagów. Według badań naukowych, agorekosystemy o bardziej zróżnicowanym składzie gatunkowym okrywy roślinnej są w mniejszym stopniu narażone na gradacje szkodników dzięki liczniejszej populacji ich wrogów naturalnych (Cohen i Crowder 2017). W związku z tym proponuje się wprowadzanie na teren upraw ogrodniczych tzw. roślin towarzyszących (np. śródplonów, żywych ściółek, pasów kwietnych), utrzymywanych w celu zwiększania funkcjonalnej bioróżnorodności i ułatwienia ochrony roślin. Praktyka ta została już stosunkowo dobrze zbadana w sadach (Bostanian i in. 2004, Cahenzli i in. 2019), jednak brakuje informacji na temat jej stosowania na plantacjach roślin jagodowych. Założono więc doświadczenie mające na celu zbadanie wpływu uprawy żywej ściółki, wysp oraz pasów kwietnych, na presję głównych szkodników i populację owadów pożytecznych w ekologicznej produkcji truskawek i malin.

Materiał i metody

W 2022 roku w Instytucie Ogrodnictwa − PIB w Skierniewicach założono doświadczenie polowe w ekologicznej uprawie truskawek (odmiana 'Lycia') i malin (odmiana 'Poemat', powtarzająca owocowanie). Układ doświadczenia przedstawiono na schemacie (Rys. 1.). Kombinacje doświadczalne dla obu gatunków obejmują: (*i.*) żywą ściółkę z mikrokoniczyny, (*ii.*) wyspy kwietne, (*iii.*) pasy kwietne oraz (*iv.*) kombinację kontrolną, w której nie uprawia się roślin towarzyszących. Każda z kombinacji reprezentowana jest przez

pojedyncze poletko o powierzchni ok. 200 m^2. W pasach kwietnych o wymiarach 2×20 m, jednostronnie przylegających do poletek roślin uprawnych, oraz w znajdujących się w środkowej części poletek wyspach kwietnych o długości 2 m i szerokości rzędów (dwóch w uprawie malin i czterech w uprawie truskawek), zastosowano tę samą mieszankę roślin kwitnących, złożoną z następujących gatunków: smagliczki nadmorskiej, aksamitki rozpierzchłej, kopru ogrodowego, nasturcji większej, maciejki, miodunki plamistej oraz bukwicy zwyczajnej.



Rys. 1. Schemat układu doświadczalnego. Skala zachowana.
Wszystkie wymiary podano w metrach.
T – truskawka, *M* – malina, *kn* – próba kontrolna,
wk – wyspy kwietne, *żś* – żywa ściółka, *pk* – pas kwietny

Jako wieloletnią żywą ściółkę wysiano słabo rosnącą odmianę koniczyny białej, na poletkach z malinami – na całej powierzchni międzyrzędzi, na poletkach z truskawkami – w co drugim międzyrzędziu. Pasy i wyspy kwietne

są odnawiane corocznie. Pielęgnacja żywej ściółki z mikrokoniczyny polega natomiast na jej regularnym wykaszaniu.

Prowadzone badania nad populacją szkodników i owadów pożytecznych obejmują pobieranie prób entomofauny odkurzaczem entomologicznym; monitoring wciornastków (niebieskie pułapki lepowe), kwieciaka malinowca (otrząsanie chrząszczy i liczenie uszkodzonych kwiatostanów), mszyc (udział pędów malin zajętych przez szkodniki); ocenę populacji biegaczowatych (pułapki Barbera) i owadów zapylających (obserwacje w transektach, pułapki Moerickego); badanie kierunków migracji owadów między pasami i wyspami kwietnymi, a roślinami uprawnymi (poprzez znakowanie owadów barwnikami fluorescencyjnymi).

Wyniki i dyskusja

Wstępne wyniki z drugiego roku prowadzenia badań sugerują spadek presji kwieciaka malinowca w uprawie truskawek z żywą ściółką z mikrokoniczyny. Średnia liczba chrząszczy w próbie wyniosła w kombinacji kontrolnej 1,5, podczas gdy w kombinacji z żywą ściółką − 0,25. Uprawa mikrokoniczyny ograniczyła również odsetek uszkodzonych przez kwieciaka pąków kwiatowych o połowę w porównaniu z próbą kontrolną. Korzystny wpływ żywej ściółki odnotowano także w uprawie malin − odsetek pędów zasiedlonych przez mszyce wyniósł 1,9%, a więc o 0,8 pkt. proc. mniej niż w kontroli.

Wyspy i pasy kwietne zdają się również pozytywnie oddziaływać na populację owadów zapylających nawet poza terminem kwitnienia roślin uprawnych. Na przykład łączna liczba motyli zaobserwowanych w transektach w dwóch terminach poza fazą kwitnienia truskawek była ponad dwukrotnie wyższa na poletkach z pasem lub wyspami kwietnymi niż w próbie kontrolnej.

Dotychczas uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w pracach innych autorów dokumentujących spadek presji szkodników lub przyrost populacji owadów pożytecznych na plantacjach gatunków jagodowych dzięki uprawie roślin towarzyszących (Hanni i Luik 2006, Sigsgaard i in. 2013).

Badania sfinansowano z grantu ResBerry − „Kształtowanie odporności roślin jagodowych w uprawie ekologicznej poprzez poprawę bioróżnorodności i innowacyjne strategie gospodarowania" (NCBiR, ERA NET CORE Organic Cofund).

Literatura

Bostanian N., Goulet H., O'Hara J., Masner L., Racette G. 2004. Towards insecticide free apple orchards: flowering plants to attract beneficial arthropods. Biocontrol Science and Technology 14(1): 25-37.

Cahenzli F., Sigsgaard L., Daniel C., Herz A., Jamar L., Kelderer M., Jacobsen S., Kruczyńska D., Matray S., Porcel M., Sekrecka M., Świergiel W., Tasin M., Telfser J., Pfiffner L. 2019. Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards – a pan-European study. Agriculture, Ecosystems & Environment 278: 43-53.

Cohen A., Crowder D. 2017. The impacts of spatial and temporal complexity across landscapes on biological control: a review. Current Opinion in Insect Science 20: 13-18.

Hanni L., Luik A. 2006. Parasitism of raspberry beetle (*Byturus tomentosus* F.) larvae in different cropping techniques of red raspberry. Agronomy Research 4: 187-190.

Sigsgaard L., Betzer C., Naulin C., Eilenberg J., Enkegaard A., Kristensen K. 2013. The effect of floral resources on parasitoid and host longevity: prospects for conservation biological control in strawberries. Journal of Insect Science 13: 104.

CZYM PACHNĄ KORZENIE TRUSKAWKI, ŻE PĘDRAKI CHRABĄSZCZA MAJOWEGO AŻ TAK JE LUBIĄ? NA TROPACH WOLATILOMU TRUSKAWKI

dr Ewa M. Furmańczyk[1], dr hab. inż. Radosław Bonikowski prof. uczelni[2]
[1]Instytut Ogrodnictwa − Państwowy Instytut Badawczy
[2]Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
e-mail: ewa.furmanczyk@inhort.pl

Rośliny jako trwale związane z podłożem, musiały wykształcić mechanizmy obronne i systemy komunikacji, które kompensowałyby im niezdolność do ruchu. Te przystosowania mogą polegać na wytwarzaniu i emitowaniu szeregu związków chemicznych, które mogą działać jako atraktanty, repelenty czy cząsteczki sygnałowe. Grupa możliwych cząsteczek sygnałowych jest duża i obejmuje wydzieliny korzeniowe, ale także lotne związki organiczne (LZO). Profil związków lotnych emitowanych przez roślinę nosi nazwę wolatilomu. W dzisiejszych czasach staje się coraz bardziej oczywiste, że roślinożerne owady żyjące w glebie mogą wykorzystywać LZO obecne w pobliżu korzeni roślin jako wskazówkę podczas lokalizacji rośliny żywicielskiej i żerowania.

Celem naszych badań jest zrozumienie, jak ta zależność funkcjonuje w układzie truskawka (*Fragaria* x *ananassa* Duchesne) − larwa chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha* L.).

W ramach projektu przeprowadzane są dwa rodzaje eksperymentów. Pierwsze z nich polegają na identyfikacji LZO emitowanych przez korzenie truskawki podczas eksperymentów szklarniowych. Rośliny są hodowane w trzech różnych substratach: wermikulicie, glebie pochodzącej z ekologicznej plantacji truskawki oraz glebie pochodzącej z ekologicznej plantacji truskawki wymieszanej z torfem. Badany jest profil LZO emitowany przez rośliny będące w różnym stadium rozwoju (przed kwitnieniem, w trakcie kwitnienia czy rośliny owocujące), a także rośliny poddane stresowi abiotycznemu (niedobór składników pokarmowych) czy biotycznemu (żerowanie *M. melolontha*). LZO emitowane przez roślinę są adsorbowane przy użyciu techniki SBSE [1,2] na twisterach PDMS umieszczonych w bezpośrednim pobliżu korzeni truskawki i są analizowane po termicznej desorpcji z użyciem GC-MS (Pegasus 4D) na kolumnie Stabilwax-DA. W trakcie projektu staramy się określić także profil LZO emitowany przez

mikroorganizmy żyjące w substracie jak i LZO specyficzne dla każdego z substratów. Drugi rodzaj eksperymentów ma na celu określenie preferencji pokarmowych larw *M. melolontha* wobec truskawki hodowanej w różnych rodzajach podłoża, będącej w różnych stadiach rozwoju czy w warunkach stresowych (analogicznie do warunków badania profili LZO). Badania te są przeprowadzane w specjalnie do tego skonstruowanej komorze [3]. Jest to rodzaj pojemnika wykonanego z przezroczystej pleksi umożliwiający wzrost truskawki i śledzenie ruchu larw w glebie (Fot. 1). Wielkość komory umożliwia jednoczesne testowanie do 10 larw *M. melolontha*.

Fot. 1. Komora do testowania behawioru pokarmowego larw *M. melolontha*.
Na zdjęciu komora wypełniona glebą, dodatkowo wyposażona w czujniki stężenia CO_2

W ramach dotychczasowych badań stwierdzono statystycznie najwyższą liczbę identyfikowanych LZO w wermikulicie w porównaniu do pozostałych substratów. We wszystkich substratach identyfikowano takie związki jak: tetrakozan czy nonanal. Również większą liczbę LZO odnotowywano w substratach niejałowych w porównaniu do substratów jałowych, co potwierdza udział mikroorganizmów w produkcji LZO. Różnice pomiędzy substratem niejałowym i jałowym były najmniej widoczne w przypadku wermikulitu. Wynika to z procesu produkcji wermikulitu opierającego się o wypalanie w wysokiej temperaturze, co może prowadzić do mimowolnego zubożenia tego substratu w mikroorganizmy.

Analiza LZO emitowanych przez korzenie truskawki w różnych stadiach rozwoju niezależnie od stosowanego substratu wzrostowego pozwoliła na wyróżnienie grupy związków powszechnych dla każdego stadium oraz charakterystycznych dla roślin przed kwitnieniem bądź w trakcie kwitnienia i owocowania (Tabela 1).

Tabela 1. LZO emitowane przez korzenie truskawki w różnych stadiach rozwoju

LZO powszechne dla wszystkich stadiów	**LZO charakterystyczne dla roślin przed fazą kwitnienia**	**LZO charakterystyczne dla roślin kwitnących i owocujących**
tetrakozan, dekanal, nonanal, pentadekanal, acetofenon	2-etylo-1-heksanol, dodekan, oktanal, tridekan, tetradekan, heksahydro-4-metylo,5-metyleno-pentalenon	2-(2-butoksyetoksy)etanol, 2-hydroksyaceton, dec-2-en-1-ol, pentatriakontan, trikozan, aceton

Larwy *M. melolontha* wykazywały minimalnie większą ruchliwość w wermikulicie w porównaniu do pozostałych testowanych substratów. W przypadku obserwacji preferencji pokarmowych larw *M. melolontha* nie zaobserwowano statystycznie różnic dotyczących różnych stadiów rozwojowych truskawki. Obserwacje te sugerują więc udział powszechnie identyfikowanych LZO w procesie lokalizacji rośliny żywicielskiej i żerowania przez larwy *M. melolontha*. W dalszym etapie projektu przewidziana jest eksperymentalna weryfikacja tej hipotezy. Badania te pozwolą na lepsze zrozumienie podziemnych interakcji roślina-środowisko, co może przyczynić się do ewolucji kierunku strategii ochrony roślin w stronę bardziej zrównoważonych i proekologicznych rozwiązań.

Badania są realizowane i finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu badawczego nr 2021/43/D/NZ9/02323 pt. „Wolatilom emitowany przez korzenie truskawki jako czynnik kształtujący behawior pokarmowy larw Melolontha" – konkursu „SONATA-17".

Literatura

Baltussen H.A., Sandra P.J.F., David F., Cramers C.A.M.G. 1999. Stir bar sorptive extraction (SBSE), a novel extraction technique for aqueous samples: Theory and principles. J. Microcolumn Sep. 11: 737-747.

Berrou K., Dunyach-Remy C., Lavigne J.P. Roig B., Cadiere A. 2018. Multiple stir bar sorptive extraction combined with gas chromatography-mass spectrometry analysis for a tentative identification of bacterial volatile and/or semi-volatile metabolites. Talanta 195: 245-250. DOI: 10.1016/j.talanta.2018.11.042.

Furmanczyk E.M., Tartanus M., Jóźwiak Z.B., Malusá E. 2021. SOIL-INSECT toolbox: A new chamber for analysing the behaviour of herbivorous insects and tri-trophic interactions in soil. Eur. J. Entomol. 118: 200-209. DOI:10.14411/eje.2021.021.

978-83-67039-31-4