

## Forecasting models in the study on effectiveness of Sercadis<sup>®</sup> fungicide used in different programs to control of apple scab (*Venturia inaequalis*)

### Modele prognostyczne w badaniach skuteczności różnych programów z zastosowaniem fungicydu Sercadis<sup>®</sup> w ochronie jabłoni przed parchem jabłoni (*Venturia inaequalis*)

Sylwester Masny<sup>1\*</sup>, Agata Broniarek-Niemiec<sup>1</sup>, Jacek Lewko<sup>2</sup>

#### Summary

Field experiments on control of apple scab (*Venturia inaequalis*) were conducted in the three commercial orchards in the Skierniewice region and in the Dąbrowice Experimental Orchard of the Research Institute of Horticulture near Skierniewice. The data obtained from the Experimental Orchard allowed by using Burkard apparatus and forecasting models (A-scab and MetApple *Venturia inaequalis*) to determine term and size of *V. inaequalis* ascospore discharges, analysis of the relationship between weather data and sporulation of scab fungus, and the occurrence of apple scab risk infection. The aim of the study was to assess the effectiveness of tested apple protection programs containing Sercadis<sup>®</sup> application against apple scab in 2011, 2012 and 2015. A-scab and MetApple *Venturia inaequalis* forecasting models were very useful for timely start and running control programs of apple scab due to correct forecasts of *V. inaequalis* ascospore discharges and classification of critical periods of apple scab. The most favorable conditions for apple scab development occurred at the orchards in Olsza and Prusy. The MetApple *Venturia inaequalis* model showed respectively 21 and 18 days with conditions favoring primary apple scab infections which resulted in severe scab infections of Jonagored and Lobo apple tree cultivars. The obtained results indicated that even under very favorable weather conditions for apple scab infection, the efficacy of studied programs with the use of Sercadis<sup>®</sup> solo at a dose of 0.25 l/ha was high. The control was very high and amounted to 98% and 89% in protection of leaves, and 98% and 98% in protection of fruits of Jonagored and Lobo cultivars, respectively.

**Key words:** forecasting models, apple scab, SDHI fungicides, Sercadis<sup>®</sup>

#### Streszczenie

Badania polowe nad zwalczaniem parcha jabłoni prowadzono w trzech sadach produkcyjnych w rejonie Skierniewic oraz w Sadzie Doświadczalnym (SD) Instytutu Ogrodnictwa (IO) w Dąbrowicach koło Skierniewic. Na podstawie danych uzyskanych z SD, przy użyciu aparatu Burkarda i modeli prognostycznych (A-scab i MetApple *Venturia inaequalis*), określono terminy i wielkość wysiewów askospor *Venturia inaequalis*, analizowano dane pogodowe w odniesieniu do zarodnikowania patogena oraz występowanie ryzyka infekcji jabłoni. Celem badań była ocena skuteczności testowanych programów ochrony jabłoni przed parchem jabłoni z zastosowaniem fungicydu Sercadis<sup>®</sup>. Wskazania modeli A-scab i MetApple *Venturia inaequalis*, dzięki prawidłowym prognozom wysiewów askospor *V. inaequalis* i okresów krytycznych parcha jabłoni, były bardzo przydatne do terminowego rozpoczęcia i prowadzenia testowanych programów ochrony jabłoni przed parchem jabłoni. Najbardziej sprzyjające rozwojowi parcha jabłoni warunki wystąpiły w sadach w Olszy i Prusach. W obydwu lokalizacjach model MetApple *Venturia inaequalis* sygnalizował odpowiednio 21 i 18 dni z warunkami do pierwotnych infekcji jabłoni, które bezpośrednio przyczyniły się do silnego porażenia liści jabłoni odmian Jonagored i Lobo. Uzyskane wyniki wskazały, że nawet w warunkach bardzo sprzyjających infekcjom jabłoni skuteczność fungicydu Sercadis<sup>®</sup> zastosowanego solo w dawce 0,25 l/ha w programach ochrony była wysoka i wyniosła w ochronie liści 98% i 89%, a w ochronie owoców 99% i 98%, odpowiednio dla odmian Jonagored i Lobo.

**Słowa kluczowe:** modele prognostyczne, parch jabłoni, fungicydy SDHI, Sercadis<sup>®</sup>

<sup>1</sup>Instytut Ogrodnictwa  
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

<sup>2</sup>BASF Polska Sp. z o.o.  
Al. Jerozolimskie 142B, 02-305 Warszawa

\*corresponding author: sylwester.masny@inhort.pl

## Wstęp / Introduction

Parch jabłoni powodowany przez grzyb *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter pomimo, że jest jedną z najlepiej poznanych chorób drzew owocowych, wciąż stanowi największe zagrożenie dla produkcji jabłek. Najskuteczniejszym sposobem ochrony jabłoni przed tą chorobą są terminowo wykonywane zabiegi z zastosowaniem fungicydów (MacHardy 1996; Rossi i wsp. 2007; Holb 2009). W warunkach Polski, w lata z częstymi opadami i długotrwałym zwilżeniem liści, sprzyjającymi infekcjom jabłoni i rozwojowi parcha, niezbędne jest wykonanie do 20 zabiegów pozwalających uniknąć strat spowodowanych wystąpieniem choroby (Meszka i Masny 2006; Masny 2015). Intensywne stosowanie fungicydów jest jednak kosztowne i może stymulować rozwój odporności sprawcy choroby na fungicydy (Cox i wsp. 2008; Meszka i wsp. 2008). Jednym ze sposobów zapobiegania uodparnianiu się *V. inaequalis* jest przemienne stosowanie fungicydów należących do różnych grup chemicznych. W strategię antyodpornościową ochrony jabłoni przed parchem doskonale wpisuje się fungicyd Sercadis<sup>®</sup>, zawierający fluksapyroksad z grupy inhibitorów dehydrogenazy bursztynianowej (SDHI). Fluksapyroksad hamuje mitochondrialne oddychanie grzybów poprzez zablokowanie syntezy dehydrogenazy bursztynianowej w Kompleksie II. Charakteryzuje się zarówno doskonałym działaniem zapobiegawczym, jak i interwencyjnym, poprzez inhibicję kiełkowania zarodników, rozwoju strzępki rostkowej (appressorium) oraz wzrostu grzybni. Ponadto fluksapyroksad jest wysoce aktywny w przypadku patogenów należących do klas Ascomycete, Basidiomycete, Deuteromycete i Zygomycete (Strathmann i wsp. 2011).

W racjonalnej ochronie jabłoni przed parchem bardzo pomocne, a niekiedy nawet niezbędne są informacje dotyczące: dojrzewania askospor patogena, terminu pierwszego i ostatniego ich wysiewu, przebiegu i nasilenia kolejnych wysiewów oraz panującego w tym czasie zagrożenia chorobowego. Dawniej informacje te uzyskiwano między innymi dzięki bardzo pracochłonnym obserwacjom mikroskopowym, które prowadzono jedynie w nielicznych ośrodkach badawczych (MacHardy i Gadoury 1985). Znane i wykorzystywane były również metody oceny rozwoju *V. inaequalis* przy użyciu modeli symulacyjnych, prognozujących wysiewy askospor tego patogena w oparciu o sumę dobowych temperatur (degree-day accumulation index). W ostatnich latach, ulepszone modele prognozujące rozwój sprawcy parcha jabłoni znajdują coraz szersze, praktyczne zastosowanie w ochronie jabłoni. Przykładem takich modeli są MetApple *Venturia inaequalis* i A-scab, opracowane odpowiednio w Austrii i we Włoszech. Wymienione modele, w oparciu o analizę danych atmosferycznych, pozwalają na śledzenie procesu dojrzewania askospor *V. inaequalis*, prognozując między innymi terminy ich wysiewów i ryzyka infekcji jabłoni (Rossi i wsp. 2003, 2007; Denzer 2018a, b).

Celem badań była ocena skuteczności wybranych programów ochrony jabłoni przed parchem jabłoni z zastosowaniem fungicydu Sercadis<sup>®</sup> w dawce 0,25 l/ha, w których zabiegi prowadzono na podstawie wskazań modeli A-scab i MetApple *Venturia inaequalis*.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania skuteczności programów chemicznej ochrony jabłoni przed parchem prowadzono w trzech sadach produkcyjnych zlokalizowanych w Olszy, Ostrowcu oraz Prusach. W Ostrowcu badania wykonano w latach 2011 i 2015 (odpowiednio na odmianach Alwa i Idared), a w Olszy i Prusach w roku 2012 (odmiany Jonagored i Lobo). Termin pierwszego zabiegu w każdym z sezonów wyznaczono według wskazań modelu A-scab, który symuluje terminy wysiewu askospor *V. inaequalis* na podstawie przebiegu warunków pogodowych. Dodatkowo z zastosowaniem mikroskopu świetlnego oceniano rozwój pseudotecjów *V. inaequalis*, a przy użyciu aparatu Burkarda umieszczonego w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Dąbrowicach określano liczbę askospor w 1 m<sup>3</sup> powietrza. Wyniki tych badań posłużyły do kalibracji modelu A-scab dla poszczególnych sadów. Terminy kolejnych zabiegów ustalano w oparciu o lustracje pod kątem rozwoju jabłoni i oceny nasilenia choroby oraz analizę warunków pogodowych. Sygnalizację okresów krytycznych parcha jabłoni prowadzono na podstawie wskazań modelu MetApple *Venturia inaequalis*, w oparciu o dane z tych samych stacji meteorologicznych, z których korzystano w przypadku modelu A-scab. Do pierwszych zabiegów w każdym z sadów stosowano fungicydy powierzchniowe o działaniu zapobiegawczym (miedziowe, antrachinonowe i ftalimidowe) i wgłębne o działaniu interwencyjnym (anilinopirymidynowe) w odstępach 7–10-dniowych, w danym terminie opryskując tym samym preparatem wszystkie drzewa w kombinacjach, z pominięciem kontroli. W okresie najwyższego ryzyka infekcji, zwykle od fazy zielonego pąka do końca okresu kwitnienia jabłoni (fazy BBCH 56–69), 3–4 zabiegi w poszczególnych programach ochrony wykonywano fungicydami wyszczególnionymi w tabelach 3–6. Po tych zabiegach ochronę kontynuowano stosując fungicydy powierzchniowe o działaniu zapobiegawczym (antrachinonowe, di-tiokarbaminianowe i ftalimidowe) i systemiczne o działaniu interwencyjnym (triazolowe) w odstępach 7–14-dniowych do końca infekcji pierwotnych. Po zakończeniu wysiewów askospor *V. inaequalis* zabiegi wykonywano interwencyjnie, a ich terminy były związane z okresami krytycznymi parcha jabłoni oraz intensywnością opadów. Skuteczność programów ochrony, w których zastosowano fungicyd Sercadis<sup>®</sup> solo lub mieszaninach porównywano do programów z preparatami standardowymi: Captan 80 WG, Delan 700 WG lub Delan Pro. Porażenie liści i owoców oce-

niano dwukrotnie w sezonie (I ocena w okresie infekcji pierwotnych oraz II ocena w okresie infekcji wtórnych) na 200 liściach w każdym z czterech powtórzeń (próbna 800 liści) oraz na 100 owocach w każdym z 4 powtórzeń (próbna 400 owoców), w oparciu o skale bonitacyjne opracowane przez Boreckiego i Mrozowską (1961). Uzyskane wyniki opracowano metodą analizy wariancji R.A. Fischera. Do oceny różnic między średnimi użyto testu Newmana-Keulsa, przyjmując poziom istotności 5%.

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W sezonach 2011, 2012 i 2015 w Sadzie Doświadczalnym (SD) w Dąbrowicach pierwsze wysiewy askospor *V. inaequalis* zarejestrowano, odpowiednio 4 IV, 13 IV i 26 III. Prognozowane przez model A-scab daty rozpoczęcia wysiewów we wszystkich lokalizacjach i sezonach badań pokrywały się z ustalonymi za pomocą aparatu Burkarda (tab. 1). Natomiast w sezonach 2011 i 2012 niewielkie różnice wystąpiły między prognozowanymi i faktycznymi datami zakończenia wysiewów. W Dąbrowicach w 2011 roku A-scab wskazał datę zakończenia wysiewów dzień później, a w 2012 roku w Dąbrowicach, Olszy i Prusach – dzień wcześniej w porównaniu do daty ustalonej na podstawie badań mikroskopowych (tab. 1). Powyższe wyniki prognostyczne potwierdzają doniesienia Rossiego i wsp. (2007) o przydatności modelu A-scab do różnych warunków epidemiologicznych i rejonów uprawy jabłoni, nawet bez konieczności jego kalibracji. W sezonach 2011, 2012 i 2015 w SD w Dąbrowicach zarejestrowano zbliżoną liczbę dni wysiewów askospor grzyba

*V. inaequalis*, odpowiednio 26, 23 i 26. Była ona większa o 2 dni (rok 2011), taka sama (rok 2012) lub mniejsza o 3 dni (rok 2015) w porównaniu do wskazań modelu A-scab. Natomiast większe zróżnicowanie wystąpiło w liczbie dni wysiewów prognozowanych w poszczególnych sadach. W Dąbrowicach A-scab prognozował mniejszą liczbę dni wysiewów w porównaniu do sadów w Ostrowcu w latach 2011 i 2015 (odpowiednio o 3 i 7 dni) oraz w Olszy i Prusach w roku 2012, odpowiednio o 9 i 11 dni (tab. 1).

W sezonie 2011 w Ostrowcu presja choroby kształtowała się na niskim poziomie. Było to związane przede wszystkim z bardzo małym źródłem pierwotnych infekcji jabłoni. W czasie prowadzonego monitoringu rozwoju i dojrzewania askospor *V. inaequalis*, nie znaleziono w tym sadzie liści z owocnikami tego grzyba. Liście do badań pobierano z sąsiedniego sadu oddalonego o ponad kilometr. Wysiewom askospor grzyba *V. inaequalis* towarzyszyły opady (suma opadów podczas pierwotnych infekcji – 87,4 mm) i zwilżenie liści (19 010 min), występujące odpowiednio w czasie 27 i 37 dni. Krótkotrwałe okresy zwilżenia liści nie sprzyjały infekcjom jabłoni. Model MetApple Venturia inaequalis sygnalizował występowanie ryzyka infekcji jabłoni jedynie dla 10 dni okresu infekcji pierwotnych (tab. 2). W tym sadzie na niechronionych drzewach podatnej odmiany Alwa w końcu maja i drugiej dekadzie lipca zanotowano, odpowiednio 7,9% i 20,8% porażonych liści, a dodatkowo w połowie czerwca i drugiej dekadzie sierpnia, odpowiednio 3,6% i 35,3% porażonych owoców. Skuteczność programu ochrony przed parchem jabłoni z zastosowaniem fungicydu Sercadis® solo w dawce 0,25 l/ha była wysoka i wyniosła w ochronie liści 98,7% i 98,6% (I i II ocena) oraz 100% w ochronie owoców

Tabela 1. Wysiewy askospor *Venturia inaequalis* w latach 2011, 2012 i 2015 rejestrowane za pomocą aparatu Burkarda i prognozowane według wskazań modelu A-scab w monitorowanych sadach

Table 1. Ascospore discharges of *Venturia inaequalis* in 2011, 2012 and 2015 recorded using the Burkard apparatus and simulated according to the A-scab model in monitored orchards

Rok Lokalizacja Year Location	Wysiewy askospor – Ascospore discharges					
	rejestrowane – recorded			prognozowane – simulated		
	pierwszy wysiew 1st discharge	suma wysiewów total discharges	ostatni wysiew last discharge	pierwszy wysiew 1st discharge	suma wysiewów total discharges	ostatni wysiew last discharge
2011						
Dąbrowice	4 IV	26	1 VI	4 IV	24	2 VI
Ostrowiec	nb – nt	nb – nt	nb – nt	4 IV	27	1 VI
2012						
Dąbrowice	13 IV	23	14 VI	13 IV	23	13 VI
Olsza	nb – nt	nb – nt	nb – nt	13 IV	32	13 VI
Prusy	nb – nt	nb – nt	nb – nt	13 IV	34	13 VI
2015						
Dąbrowice	26 III	26	9 VI	26 III	29	9 VI
Ostrowiec	nb – nt	nb – nt	nb – nt	26 III	36	9 VI

nb – nie badano – nt – not tested

Tabela 2. Ryzyko wystąpienia okresów krytycznych parcha jabłoni w monitorowanych sadach według wskazań modelu MetApple *Venturia inaequalis*Table 2. Risk of apple scab infection in the monitored orchards according to MetApple *Venturia inaequalis* model

Rok Lokalizacja Year Location	Liczba dni z warunkami pogodowymi korzystnymi do pierwotnych i wtórnych infekcji jabłoni w monitorowanych lokalizacjach Number of days with weather conditions favorable for primary and secondary apple infections in monitored locations		
	infekcje pierwotne primary infections	infekcje wtórne secondary infections	cały sezon the whole season
Ostrowiec			
2011	10	36	46
2015	16	17	33
Olsza			
2012	21	26	47
Prusy			
2012	18	23	41

Tabela 3. Skuteczność programów ochrony jabłoni przed parchem z zastosowaniem fungicydu Sercadis® w sadzie produkcyjnym w Ostrowcu w 2011 roku

Table 3. Efficacy of apple scab control programs based on the Sercadis® at commercial orchard at Ostrowiec in 2011

Fungicyd Fungicide	Dawka na 1 ha Dose per 1 ha	Porażenie liści Infected leaves				Porażenie owoców Infected fruits			
		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment	
		30.05.2011		11.07.2011		14.06.2011		11.08.2011	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Kontrola – Control	–	7,9 b	–	20,8 b	–	3,6 b	–	35,3 b	–
Sercadis®	0,25 l	0,1 a	98,7	0,3 a	98,6	0 a	100	0,13 a	99,6
Delan 700 WG	0,5 kg	0,3 a	96,2	1,0 a	95,2	0 a	100	0 a	100
Sercadis® + Delan 700 WG	0,25 l + 0,5 kg	0 a	100	0,5 a	97,6	0 a	100	0,13 a	99,6

A – % porażonych liści – % of infected leaves

B – skuteczność w % – efficacy in %

(tab. 3). Podobną skuteczność uzyskano w przypadku programu z fungicydem Sercadis® w mieszaninie z fungicydem Delan 700 WG (0,5 kg/ha) oraz programu, w którym w tych samych terminach zastosowano ten preparat jako standard (tab. 3).

Warunki pogodowe w sezonie 2012 w sadach zlokalizowanych w Olszy i Prusach były bardziej sprzyjające rozwojowi parcha jabłoni niż w Ostrowcu w sezonie 2011. Mimo, że poziom źródła pierwotnych infekcji jabłoni był niski, pobranie prób liści do oceny rozwoju pseudotecjów i dojrzewania askospor *V. inaequalis* było możliwe na terenie obu sadów. W sadzie zlokalizowanym w Olszy wysiewom askospor grzyba *V. inaequalis* towarzyszyły opady (113,4 mm) i zwilżenie liści (19 490 min), występujące odpowiednio w czasie 31 i 43 dni. W sadzie zlokalizowanym w Prusach suma zarejestrowanych opadów podczas pierwotnych infekcji jabłoni wyniosła 120,2 mm (33 dni), a zwilżenie liści (18 780 min) występowało w czasie 40 dni. Model MetApple *Venturia inaequalis* sygnalizował

występowanie ryzyka pierwotnych infekcji jabłoni podczas 21 i 18 dni, odpowiednio dla sadów zlokalizowanych w Olszy i Prusach (tab. 2). Użyty model ułatwił wyznaczenie terminów zabiegów ochrony jabłoni w wykonanych programach ochrony jabłoni w obu sadach, przyczyniając się do wysokiej skuteczności stosowanych fungicydów. Wyniki badań prowadzonych na Litwie z udziałem tego modelu również wskazują na dobrą skuteczność ochrony, gwarantującą wysoką jakość owoców różnych odmian jabłoni (Raudonis i Valiuškaitė 2009; Valiuškaitė i wsp. 2017).

W Olszy na niechronionych drzewach podatnej odmiany Jonagored w drugiej dekadzie czerwca i na początku września zanotowano, odpowiednio 78,7% i 92,7% porażonych liści oraz 35,3% i 66,1% porażonych owoców, odpowiednio w drugiej dekadzie czerwca i na początku września. Skuteczność programu ochrony, w którym zastosowano Sercadis® solo była wysoka i wyniosła w ochronie liści 97,8% i 98,4% (I i II ocena) oraz 99,4% i 98,5%

(I i II ocena) w ochronie owoców (tab. 4). Skuteczność programu z preparatem standardowym Delan 700 WG (0,75 kg/ha) zastosowanym w tych samych terminach była niższa (I ocena liści) lub podobna do programu, w którym zastosowano Sercadis®. Podobnie program z fungicydem Captan 80 WG (1,9 kg/ha) wykazał niższą skuteczność w ochronie liści (I i II ocena) i owoców (II ocena) lub podobną (I ocena owoców) jak program, w którym zastosowano Sercadis® (tab. 4).

Badania w sadzie w Prusach, na podatnej odmianie Lobo, również były prowadzone w warunkach sprzyjających rozwojowi parcha jabłoni. Na niechronionych drzewach w pierwszych dekadach czerwca i lipca zanotowano, odpowiednio 68,9% i 70,5% porażonych liści oraz 8,5% i 9,2% porażonych owoców, odpowiednio w pierwszych dekadach lipca i września. Skuteczność programu ochrony z zastosowaniem fungicydu Sercadis® solo była wysoka i wyniosła w ochronie liści 92,5% i 88,8% (I i II ocena) oraz 100% i 97,8% w ochronie owoców (tab. 5). Badania prowadzone w USA również potwierdzają wysoką skuteczność

fungicydu zawierającego fluksapyroksad w zwalczaniu parcha jabłoni (Cooley i wsp. 2018; Ward Gauthier 2018). Warto podkreślić skuteczność programu z fungicydem Sercadis® w mieszaninie z preparatem Delan 700 WG (0,5 kg/ha), która również była wysoka i nie różniła się istotnie od programu, w którym fungicyd Sercadis® stosowano solo. Natomiast w przypadku programu, w którym w tych samych terminach zastosowano solo preparat standardowy Delan 700 WG w dawce 0,75 kg/ha, uzyskano niższą skuteczność w ochronie liści (I i II ocena) oraz niższą (I ocena) lub podobną (II ocena) w ochronie owoców w porównaniu do programów ze środkiem Sercadis® (tab. 5).

W sezonie 2015, podobnie jak w 2011, w sadzie zlokalizowanym w Ostrowcu zarejestrowano małe porażenie liści i owoców. Było to związane z bardzo małym źródłem pierwotnych infekcji jabłoni. Wysiewom askospor grzyba *V. inaequalis* towarzyszyły opady (100,2 mm) i zwilżenie liści (26 890 min), występujące odpowiednio w czasie 27 i 37 dni. Jednakże 46% czasu zwilżenia przypadało

Tabela 4. Skuteczność programu ochrony jabłoni przed parchem z zastosowaniem fungicydu Sercadis® w sadzie produkcyjnym w Olszy w 2012 roku

Table 4. Efficacy of apple scab control program based on the Sercadis® at commercial orchard at Olsza in 2012

Fungicyd Fungicide	Dawka na 1 ha Dose per 1 ha	Porażenie liści Infected leaves				Porażenie owoców Infected fruits			
		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment	
		19.06.2012		04.09.2012		19.06.2012		04.09.2012	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Kontrola – Control	–	78,7 c	–	92,7 c	–	35,3 b	–	66,1 c	–
Sercadis®	0,25 l	1,7 a	97,8	1,5 a	98,4	0,2 a	99,4	1,0 a	98,5
Delan 700 WG	0,75 kg	6,5 b	91,7	1,7 a	98,2	0,9 a	97,5	0,7 a	98,9
Captan 80 WG	1,9 kg	6,5 b	91,7	4,7 b	94,9	0,3 a	99,2	3,6 b	94,6

A – % porażonych liści – % of infected leaves

B – skuteczność w % – efficacy in %

Tabela 5. Skuteczność programów ochrony jabłoni przed parchem z zastosowaniem fungicydu Sercadis® w sadzie produkcyjnym w Prusach w 2012 roku

Table 5. Efficacy of apple scab control programs based on the Sercadis® at commercial orchard at Prusy in 2012

Fungicyd Fungicide	Dawka na 1 ha Dose per 1 ha	Porażenie liści Infected leaves				Porażenie owoców Infected fruits			
		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment	
		01.06.2012		06.07.2012		10.07.2012		05.09.2012	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Kontrola – Control	–	68,9 c	–	70,5 c	–	8,5 c	–	9,2 b	–
Sercadis®	0,25 l	5,2 a	92,5	7,9 a	88,8	0,0 a	100	0,2 a	97,8
Delan 70 WG	0,75 kg	29,6 b	57	26,2 b	62,8	2,0 b	76,5	2,4 a	73,9
Sercadis® + Delan 700 WG	0,25 l + 0,5 kg	11,1 a	83,9	12,9 a	81,7	0,1 a	98,8	0,2 a	97,8

A – % porażonych liści – % of infected leaves

B – skuteczność w % – efficacy in %



Tabela 6. Skuteczność programów ochrony jabłoni przed parchem z zastosowaniem fungicydu Sercadis® w sadzie produkcyjnym w Ostrowcu w 2015 roku

Table 6. Efficacy of apple scab control programs based on the Sercadis® at commercial orchard at Ostrowiec in 2015

Fungicyd Fungicide	Dawka na 1 ha Dose per 1 ha	Porażenie liści Infected leaves				Porażenie owoców Infected fruits			
		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment		I ocena 1st assessment		II ocena 2nd assessment	
		27.05.2015		17.07.2015		26.06.2015		17.09.2015	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Kontrola – Control	–	19,2 b	–	23,4 b	–	4,9 b	–	6,6 b	–
Delan 700 WG	0,5 kg	0,9 a	95,3	1,2 a	94,9	0,06 a	98,8	0,25 a	96,2
Captan 80 WG	1,9 kg	1,1 a	94,3	1,6 a	93,2	0,06 a	98,8	0,25 a	96,2
Sercadis® + Delan 700 WG	0,25 l + 0,5 kg	0,7 a	96,4	1,6 a	93,2	0,06 a	98,8	0,25 a	96,2
Sercadis® + Delan Pro	0,25 kg + 1,5 kg	0,6 a	96,9	1,7 a	92,7	0,06 a	98,8	0,25 a	96,2
Sercadis® + Captan 80 WG	0,25 kg + 1,9 kg	0,4 a	97,9	1,4 a	94	0,00 a	98,8	0,25 a	96,2

A – % porażonych liści – % of infected leaves

B – skuteczność w % – efficacy in %

na dni z niską temperaturą (średnia dobowa w zakresie od 1,8°C do 7,6°C), wymagającą do wystąpienia okresu krytycznego parcha jabłoni, co najmniej 15 godzin zwilżenia liści. Model MetApple *Venturia inaequalis* sygnalizował występowanie ryzyka pierwotnych infekcji jabłoni podczas 16 dni i wtórnych podczas 17 dni (tab. 2). W tym sadzie na niechronionych drzewach podatnej odmiany Idared w końcu maja i połowie lipca zanotowano, odpowiednio 19,2% i 23,4% porażonych liści, a dodatkowo pod koniec czerwca i w połowie września, odpowiednio 4,9% i 6,6% porażonych owoców. Skuteczność programu ochrony przed parchem jabłoni z zastosowaniem fungicydu Sercadis® w mieszaniu z fungicydem Delan 700 WG (0,5 kg/ha) była wysoka i wyniosła w ochronie liści 96,4% i 93,2% (I i II ocena) oraz 98,8% i 96,2% (I i II ocena) w ochronie owoców (tab. 6). Skuteczność tej mieszanki nie różniła się istotnie od programów z fungicydem Sercadis® w mieszaniach z fungicydem Delan Pro (1,5 l/ha) lub Captan 80 WG (1,9 kg/ha), których skuteczność wyniosła odpowiednio od 92,7% do 97,9% w ochronie liści oraz 98,8% i 96,2%

(I i II ocena) w ochronie owoców (tab. 6). Podobną skuteczność uzyskano w przypadku programów z fungicydami standardowymi Delan 700 WG (0,5 kg/ha) lub Captan 80 WG (1,9 kg/ha), która wyniosła w ochronie liści od 93,2% do 95,3% oraz 98,8% i 96,2% (I i II ocena) w ochronie owoców (tab. 6).

## Wnioski / Conclusions

1. Przedstawione w pracy pozytywne wyniki prognostyczne modeli A-scab i MetApple *Venturia inaequalis* przemawiają za ich upowszechnieniem w produkcji sadowniczej.
2. Fungicyd Sercadis® zawierający fluksapyroksad z grupy karboksamidów (SDHI), substancję dotychczas niestosowaną w sadownictwie, jest cennym uzupełnieniem asortymentu fungicydów polecanych do zwalczania parcha jabłoni.

## Literatura / References

- Borecki Z., Mrozowska T. 1961. Zwalczanie grzyba *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh. metodą chemiczną na odmianach jabłoni o różnym stopniu wrażliwości. Prace Instytutu Sadownictwa 5: 271–285.
- Cooley D.R., Autio W.R., Greene D., Clements J., Concklin M., Bradshaw T.L., Faubert H.H., Koehler G., Moran R., Hamilton G., Gardner R., Helms M., Landers A., Agnello A., Kain D., Cox K., Carroll J., Robinson T., Breth D., Curtis P., Cheng L., Bellinder R. 2018. 2015–2016 New England Tree Fruit Management Guide. <http://fruit.umext.umass.edu/tfruit/2015-16netfm/2015-2016NETFMG.pdf> [dostęp: 19.10.2018].
- Cox K.D., Russo N.L., Villani S.M., Parker D.M., Köller W. 2008. QoI qualitative resistance and *CYP51A1* upstream anomalies in NY populations of the apple scab pathogen *Venturia inaequalis*. (Abstr.). *Phytopathology* 98: S42.
- Denzer H. 2018a. Apple Scab Ascospore Formation and Discharge Model. <http://www.metos.at/tiki/tiki-index.php?page=Apple+Scab+Ascospore+Formation+and+Discharge+Model&structure=Disease+models> [dostęp: 24.10.2018].
- Denzer H. 2018b. Apple Scab Ascospore Infection. <http://www.metos.at/tiki/tiki-index.php?page=Apple+Scab+Ascospore+Infection&structure=Disease+models> [dostęp: 24.10.2018].

- Holb I.J. 2009. Fungal disease management in organic apple orchards: epidemiological aspects and management approaches. s. 163–177. W: Proceedings of the 9th International Congress. Plant Pathology in the 21st Century. Recent Developments in Management of Plant Diseases (U. Gisi, I. Chet, M.L. Gullino, red.). Springer, Dordrecht, Netherlands, 378 ss.
- MacHardy W.E. 1996. Apple Scab: Biology, Epidemiology and Management. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, 545 ss.
- MacHardy W.E., Gadoury D.M. 1985. Forecasting the seasonal maturation of ascospores of *Venturia inaequalis*. Phytopathology 75: 381–385.
- Masny S. 2015. Porównanie systemów prognozowania parcha jabłoni. W: Czynniki wpływające na plonowanie i jakość owoców roślin sadowniczych 20/2015 (K. Tomala, G. Lewandowski, red.). Plantpress, Kraków: 81–92.
- Meszka B., Broniarek-Niemiec A., Bielenin A. 2008. The status of dodine resistance of *Venturia inaequalis* populations in Poland. [Ocena występowania form grzyba *Venturia inaequalis* odpornych na dodynę]. Phytopathologica Polonica 47: 57–61.
- Meszka B., Masny S. 2006. Parch jabłoni. Plantpress, Kraków, 68 ss.
- Raudonis L., Valiuškaitė A. 2009. Integrated approach of apple scab management using iMETOS warning system. Sodininkystė ir Daržininkystė 28 (3): 181–191.
- Rossi V., Giosuè S., Bugiani R. 2003. A model simulating deposition of *Venturia inaequalis* ascospores on apple trees. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33 (3): 407–414. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2003.00665.x.
- Rossi V., Giosuè S., Bugiani R. 2007. A-scab (Apple-scab), a simulation model for estimating risk of *Venturia inaequalis* primary infections. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37 (2): 300–308. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2007.01125.x.
- Strathmann S., Walker S., Barnes J. 2011. Fluxapyroxad: A new broad-spectrum fungicide. Phytopathology 101: S172.
- Valiuškaitė A., Uselis N., Kviklys D., Lanauskas J., Rasiukevičiūtė N. 2017. The effect of sustainable plant protection and apple tree management on fruit quality and yield. Zemdirbyste-Agriculture 104 (4): 353–358. DOI: 10.13080/z-a.2017.104.045.