

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla *Phytophthora capsici* Leonian**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska

Opis obszaru zagrożenia: W przypadku upraw polowych pomidora – obszar południowej i południowo-zachodniej Polski; papryki, bakłażana i cukinii – południe Mazowsza; dyni – Małopolska.

Natomiast uprawy szklarniowe – teren całego kraju.

Phytophthora capsici jest patogenem występującym na niemal wszystkich kontynentach, także w krajach UE, stąd istnieje ryzyko pojawienia się agrofaga na terenie Polski.

Patogen wywołuje zgorzel siewek, zgniliznę wierzchołków i korzeni w uprawach roślin z rodzin: *Solanaceae*, *Cucurbitaceae* oraz *Fabaceae*. Największe szkody powoduje w uprawach papryki, dyni i ogórków.

Patogen naturalnie rozprzestrzenia się powoli. Najbardziej prawdopodobnym sposobem wniknięcia jest transport porażonych sadzonek i owoców.

Szczególne zagrożone będą uprawy pod osłonami, w których panuje podwyższona temperatura, odpowiadająca optymalnej dla rozwoju tego gatunku.

Prawdopodobieństwo wniknięcia: **średnie**, w przypadku wniknięcia patogenu ma on odpowiednie rośliny żywicielskie do zasiedlenia i możliwość rozprzestrzenienia w kraju.

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: **średnie**, w uprawach pod osłonami prawdopodobieństwo zasiedlenia może być wysokie.

Prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania: **średnie**, bez podjęcia kontroli sanitarnych, sprzyjać temu będzie transport porażonych sadzonek. Na skutek zmian klimatycznych zwiększa się prawdopodobieństwo pojawienia się patogenu w uprawach polowych.

Podstawowym środkiem fitosanitarnym jest kontrola materiału roślinnego (rozmnożeniowego, hodowlanego, naukowego) z obszarów, gdzie patogen występuje, zapobiegająca rozprzestrzenianiu agrofaga na duże odległości.

Konieczna jest prawidłowa identyfikacja gatunku w ramach kontroli celnej i fitosanitarnej.

Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru
(indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)

Wysokie

Średnie

Niskie

Poziom niepewności oceny:

(uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)

Wysoka

Średnia

Niska

Inne rekomendacje:

- Brak

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Phytophthora capsici* Leonian

Przygotowana przez: dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr inż. Weronika Zenelt, mgr Jakub Danielewicz, mgr Magdalena Gawlak, mgr Daria Rzepecka, mgr Agata Pruciak, dr Tomasz Kałuski

Data: 16.03.2020

Raport został wykonany w ramach Programu Wieloletniego 2016–2020: „Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Etap 1 Wstęp

Powód wykonania PRA: *Phytophthora capsici* jest patogenem występującym na niemal wszystkich kontynentach (Stamps 1984). Wywołuje zgorzel siewek, zgniliznę wierzchołków i korzeni w uprawach roślin z rodzin: *Solanaceae*, *Cucurbitaceae* oraz *Fabaceae* (Satour i Butler, 1967). Najbardziej prawdopodobnym sposobem rozprzestrzeniania się agrofaga jest transport porażonych sadzonek lub owoców. Agrofag występuje już w krajach UE, stąd istnieje ryzyko pojawienia się *P. capsici* na terenie Polski.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo: *Chromista* - grzybopływki

Gromada: *Oomycota* - lęgniowce

Klasa: *Peronosporae*

Podklasa: *Pyrenosporidae*

Rząd: *Peronosporales* - wroślikowce

Rodzina: *Peronosporaceae*

Rodzaj: *Phytophthora*

Gatunek: *Phytophthora capsici* Leonian (1922)

Nazwa powszechna:

Blight of capsicum

Blight of pepper

Brown rot of watermelon

Fruit decay of squash

Fruit rot of capsicum

Leaf blight of cucumber
Rot rot of cucumber
Steam and fruit rot of capsicum
Wurzelbrand: Pfeffer (Niemcy)
Wurzelbrand: Tomate (Niemcy)
Pudrición de las hortalizas (Hiszpania)
Pudrición del pie del pimiento (Hiszpania)
Tristeza del chile (Hiszpania)

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Phytophthora capsici została po raz pierwszy wykryta w 1922 roku w Nowym Meksyku na pieprzowcu owocowym (*Capsicum frutescens*) (Leonian, 1922).

Obecnie agrofag rozpowszechniony jest na wszystkich kontynentach z wyjątkiem Australii i Antarktydy. Wywołuje największe szkody w Europie (Hiszpania, Bułgaria, Francja, Włochy, Grecja i Rosja), Azji (Chiny, Indie, Iran, Izrael, Japonia, Korea, Turcja, Arabia Saudyjska), Ameryce Północnej (Kanada, Stany Zjednoczone i Meksyk) oraz Ameryce Południowej (Stamps, 1984).

Gatunek posiada szeroki zakres żywicieli z rodzin: *Solanaceae*, *Cucurbitaceae* oraz *Fabaceae*, obejmujący między innymi takie rośliny uprawne jak: paprykę, kantalupę, ogórka, pomidora, dynie, arbuza czy fasole. Początkowo uważano, że różne odmiany fasoli są odporne na *P. capsici*, jednak w 2000 i 2001 roku patogen został wyizolowany z pięciu upraw fasoli w Delaware, Maryland i New Jersey, a później w północnych regionach Michigan (Lamour i Hausbeck, 2003).

W 1967 roku Satour i Butler opisali wiele gatunków roślin uprawnych i chwastów porażanych przez tego patogena. W warunkach laboratoryjnych i szklarniowych zakres żywicieli jest jeszcze szerszy niż w warunkach polowych i obejmuje ponad 72 gatunki z 27 różnych rodzin (Hu, 2018).

W latach 30-tych i 40-tych ubiegłego wieku wzrosło zainteresowanie patogenem, który zaczął porażać wiele gatunków warzyw w Kolorado i w Michigan. Zagrożone były plony o wartości 134 milionów dolarów. Od 1997 roku gatunek stał się ogromnym problemem w Stanach Zjednoczonych. Obecnie stanowi zagrożenie w Ameryce Północnej i Południowej, Europie i Azji, czyli niemal wszędzie tam, gdzie uprawiana jest papryka.

Badania Aragaki i Uchida (2001) pokazują, że izolaty uzyskane z gospodarzy nie należących do rodzaju *Capsicum*, takich jak *Macadamia* spp., *Theobroma cacao* i inne rośliny tropikalne należą do *P. tropicalis*. Jednak wyodrębnienie *P. tropicalis* jako odrębnego gatunku wymaga dalszych i dokładniejszych badań (Ristaino, 2012).

Symptomy

P. capsici powoduje zgorzel siewek oraz zgniliznę wierzchołków i korzeni w uprawach roślin psiankowatych i dyniowatych. Zainfekowane rośliny stają się mokre, przewracają się u podstawy i zamierają. Dojrzałe rośliny mogą być całkowicie porażone, z szeroką gamą objawów, w tym zgnilizną korzeni, korony, podstawy i zgnilizną owoców. Owoce dotykające ziemi lub znajdujące się w pobliżu gleby są najbardziej podatne na zakażenie i gnicie. Inokulum może utrzymywać się w glebie, więc infekcje zaczynają się od korzeni i postępują na wyższe partie rośliny. Pierwsze objawy na polu często występują w nisko położonych obszarach i zagłębieniach, w których gromadzi się nadmiar wody deszczowej. Występowaniu choroby sprzyja wysoka wilgotność podłoża i powietrza oraz wysoka temperatura, optimum to 24–29°C.

Objawy nadziemnych części roślin (więdnięcie i żółknięcie) wywołane przez *P. capsici*, mogą być mylone z innymi chorobami powodowanymi przez patogeny glebowe jak: *Phytophthora* spp. lub *Pythium* spp., a także z silnym niedoborem wody w glebie. Ponadto zgnilizna korzeni i podstawy pędu może wystąpić na skutek porażenia przez *Rhizoctonia solani* i *Fusarium solani*. W celu

ustalenia sprawcy symptomów chorobowych konieczne jest przeprowadzenie dalszych analiz mykologicznych.

Objawy różnią się w zależności od gospodarza.

Papryka (*Capsicum annuum*)

Patogen może porażać wszystkie części rośliny: liście, łodygi, owoce i korzenie. Największe straty powoduje atakując podstawy łodygi, co prowadzi do stopniowego zamierania roślin. Porażeniu przez *P. capsici* najszybciej ulegają sadzonki, występujące w nisko położonych obszarach pola gdzie gromadzi się woda. Na dojrzałych roślinach papryki patogen może powodować gnicie korzeni i podstawy łodygi, a także charakterystyczne czarne zmiany na łodydze. Patogen znajdujący się w glebie łatwo rozprzestrzenia się na liście i owoce poprzez rozpryskiwanie inokulum wraz z wodą w czasie deszczu czy podlewania.

Korzenie i podstawa łodygi:

Początkowo u podstawy pędu, tuż nad powierzchnią gleby, powstają ciemnozielone, wodniste plamy, które z czasem brązowieją i wysychają. Zgnilizna sięga około 5 cm w górę od powierzchni gleby i obejmuje stopniowo cały obwód pędu. Po wyjęciu roślin z podłoża obserwuje się silnie porażony i zredukowany system korzeniowy, łatwo rozpadający się nawet przy delikatnym pociągnięciu.

Liście:

Na liściach najpierw pojawiają się małe ciemnozielone plamy, które powiększają się i stają okrągłe lub nieregularne, szaro-brązowe i nasiąknięte wodą; z czasem występują w postaci suchych, szybko powiększających się nekroz. Podczas dłuższej deszczowej i ciepłej pogody na zainfekowanych liściach mogą pojawić się białe strzępki patogena, a nawet może dojść do utraty liści.

W przypadku tej jednostki chorobowej nie obserwuje się zbrązowienia wiązek przewodzących.

Owoce:

Owoce ulegają porażeniu przez rozszerzającą się infekcję na pędzie. Najpierw rozwijają się nekrotyczne, ciemnozielone, nasiąknięte wodą plamki, które szybko powiększają się tworząc gnilne plamy. Następnie w sprzyjających warunkach, tj. wysokiej wilgotności, pokrywają się delikatnym białym nalotem zarodnikującego patogena. Owoce marszczą się, kurczą, ciemnieją i ulegają mumifikacji (Gevens i wsp., 2008; Ptaszek i wsp., 2018).

Bakłażan (*Solanum melongena*)

Symptomy podobne do tych występujących na roślinach dyniowatych. Porażeniu może ulec cała roślina. Czarne zmiany na łodydze często rozwijają się w miejscach rozgałęzień pędu, w których gromadzi się woda, co powoduje powstanie ciemnych, opasujących gałęzie nekroz, a następnie więdnienie liści i owoców. Na liściach pojawiają się nieregularne ciemnozielone, wilgotne plamy, które z czasem ciemnieją i wysychają. Zgnilizna owoców jest pierwszym symptomem porażenia przez *P. capsici*. Występuje często, ponieważ owoce dotykają gleby i mają kontakt z wilgotnym podłożem. Zgnilizna objawia się występowaniem okrągłych, ciemnobrązowych plam w każdej części owoców i na każdym etapie ich dojrzwania. Początkowo plamy otoczone są jasnobrązową otoczką, później mogą być pokryte białymi sporangiami (wyglądają jak posypane cukrem pudrem) (Roberts i Kucharek, 1994; Gevens i wsp., 2008).

Kabaczek (*Cucurbita sp.*)

Typowym objawem jest więdnienie liści i szybko rozprzestrzeniająca się zgnilizna na owocach. Zarówno letnie jak i zimowe odmiany są podatne na infekcję, która prowadzi do więdnienia i obumierania całej rośliny. Biały nalot sporangiów jest także typowym objawem porażenia.

Pomidor (*Solanum lycopersicum*)

P. capsici wywołuje porażenie korony, plamy na liściach i zarazę. Młode rośliny ulegają najpierw więdnieniu, a później na skutek zgnilizny korony przewracają się. Na korzeniach starszych okazów rozwijają się raki. Zgnilizna owoców objawia się występowaniem nieregularnych, wilgotnych zmian z charakterystycznym wzorem koncentrycznie ułożonych pierścieni (ang. *Bull's-eye pattern*). Zgnilizna powiększa się bardzo szybko szczególnie w warunkach wyższej temperatury i może obejmować 50% lub więcej powierzchni owoców. Z czasem te miejsca przybierają kolor ciemnobrązowy lub czarny (Gevens i wsp., 2008; Ristaino, 2012).

Dyniowate (*Cucurbitaceae*)

Wszystkie rośliny z rodziny dyniowatych są podatne na porażenie patogenem. Najczęstszym objawem jest przedwschodowa (zamieranie kielków przed wydostaniem się na powierzchnię) lub powschodowa (siewki słabo rosną, żółkną, więdną, stopniowo obumierają) zgorzel siewek i zgnilizna podstawy łodygi. Pojawiają się ciemnozielone, wilgotne plamy otaczające łodygę u podstawy, powodując żółknięcie i zamieranie całej rośliny. Objawy na liściach występują rzadziej i manifestują się więdnieniem liści. Zgnilizna owoców objawia się powstawaniem wilgotnych plam z nalotem białych sporangiów. Tak zainfekowane owoce bardzo łatwo są atakowane przez wtórne patogeny bakteryjne i grzybowe (Roberts i Kucharek, 1994; Babadoost i wsp., 2002).

Fasola (*Fabace* sp.)

Na liściach i łodygach fasoli szparagowej, fasoli lima (półksieżycowatej) i soi pojawiają się nasiąknięte wodą plamy, a w późniejszym okresie martwice tkanek (Gevens i wsp., 2008; Lamour i Hausbeck, 2003).

Cykl rozwojowy:

Pierwsze symptomy choroby pojawiają się w nisko położonych obszarach pola, gdzie najłatwiej gromadzi się woda. Patogen najlepiej rozwija się i rozprzestrzenia w temperaturze około 27°C. Zarodniki roznoszone są przez wiatr, drenaż wodny i deszcz.

P. capsici jest organizmem heterotallicznym (jednoplechowym). W przyrodzie występują 2 typy kojarzeniowe A1 i A2, każdy z nich wytwarza hormony odpowiedzialne za różnicowanie gametangiów na przeciwstawne typy. Agrofag rozmnaża się płciowo wytwarzając na podłożu Lima bean agar lub na innych podłożach z naturalnymi składnikami gametangia zarówno męskie (anteridia), jak i żeńskie (oogonia). W wyniku kariogamii i plasmogamii pomiędzy dwoma typami gametangiów (typem płciowym A1 i typem A2) powstają oospory (zarodniki przetrwalnikowe). Oospory mogą dojrzewać bezpośrednio przez tworzenie strzępek oraz nie bezpośrednio tworząc sporangia, w których powstają ruchliwe, dwuniciowe zoospory.

P. capsici może porażać każdą część rośliny i rozprzestrzenia się poprzez różne mechanizmy. Bardzo często inokulum znajdujące się w glebie powoduje infekcje korzeni, która rozprzestrzenia się na pozostałe fragmenty rośliny oraz może przenosić się na sąsiednie rośliny poprzez kontakt między korzeniami. Inokulum przenosi się także wraz z kropelkami wody w czasie deszczu czy podlewania roślin lub z powiewem wiatru. W warunkach optymalnej temperatury (25–30°C) proces wytwarzania zoospor i przebiegu infekcji zachodzi najszybciej, pierwsze symptomy pojawiają się już po 3–4 dniach od infekcji (Roberts i Kucharek, 1994). Patogen poraża roślinę i produkuje sporangia na powierzchni porażonej tkanki. Sporangia mogą być roznoszone przez podmuchy wiatru i wraz z rozpryskującą się wodą. W środowisku wilgotnym ze sporangium tworzą się ruchliwe zoospory, które przemieszczają się same w środowisku wodnym i także porażają gospodarza, wytwarzając cienkie strzępki infekcyjne. Patogen może się także przenosić za pomocą strzępek w czasie transportu, wraz z zainfekowanym podłożem czy sprzętem. Patogen potrafi przetrwać w glebie na

szczątkach roślinnych, korzeniach, łodygach i zmumifikowanych owocach pozostawionych po zbiorach, które stanowią rezerwuuar patogena przez wiele miesięcy. *P. capsici* może przetrwać na nasionach i resztkach roślin w glebie w postaci oospor.

Badania French-Monar i współpracowników (2003 i 2006) z Florydy wykazały, że pewne gatunki chwastów jak: *Carolina geranium*, *Portulaca* sp. czy *Solanum americanum*, mogą być alternatywnymi gospodarzami *P. capsici* i jednocześnie jego rezerwuarem.

Zbiorniki wodne i woda z kanałów, także może być potencjalnym źródłem inokulum (Roberts i wsp., 2005).

Do zabiegów agrotechnicznych ograniczających nasilenie choroby należą:

- produkcja rozsady ze zdrowych zaprawionych nasion,
- uprawa roślin-gospodarzy na glebach wolnych od patogenów glebowych,
- regularne odchwaszczanie pola,
- wczesne usuwanie roślin wykazujących objawy więdnienia,
- dokładne usuwanie resztek po zakończeniu uprawy,
- unikanie uprawy roślin-gospodarzy w miejscach o zwiększonym ryzyku zastoisk wodnych,
- unikanie okresowego zalewania roślin przez ich deszczowanie,
- prowadzenie racjonalnego nawożenia.

Morfologia

Patogen rośnie na podłożach stałych w postaci puszystych, okrągłych kultur.

Kolonie wytwarzane na podłożu V8, PDA i MEA zazwyczaj nie tworzą wyraźnego wzoru charakterystycznego dla niektórych gatunków rodzaju *Phytophthora* lub wzrastają w delikatny wzór chryzantemy. Minimalna temperatura wzrostu wynosi 7–10°C, optymalna 25–30°C, a temperatura maksymalna 37°C (Roberts i Kucharek, 1994; Ristaino, 2012). Strzępki są dosyć szerokie o wymiarach 5–7 µm. Zgrubienia na strzępkach występują rzadko, są zwykle wytwarzane w kulturach wodnych.

Sporangiofory są wąskie, nieznacznie rozszerzone u podstawy sporangium i nierozgałęzione lub nieregularnie rozgałęzione. Sporangia są krótkotrwałe, często nieregularne, prawie okrągłe, szeroko jajowate i hyalinowe. Mogą być brodawkowate i duże, często zniekształcone, nawet z więcej niż jednym wierzchołkiem. Wymiary sporangium wynoszą około 57 x 32 µm, gdzie stosunek długości do szerokości stanowi około 1:8. Długość szypułki od krótkiej do bardzo długiej, o wymiarach od 3–10 do 100–138 µm. Sporangia dojrzewają wytwarzając ruchliwe zoospory, które łatwo przemieszczają się w wilgotnym środowisku infekując korzenie roślin lub nadziemne części rośliny (Leonian, 1922). Oogonia pojawiają się częściej w pojedynczych kulturach. Posiadają żółtobrazową ścianę, są kuliste i mogą się różnić wymiarami od 23 do 50 µm. Oospory są plerotyczne lub aplerotyczne o średnicy 19–32 µm, cienkościenne (2–6 µm) i prawie całkowicie wypełniają oogonium. Średnica oospor bywa różna zależnie od gospodarza, średnio wynosi ok. 23,7 x 34,9 µm (Ristaino, 1990; Gallegly i Hong, 2008; Ristaino, 2012). Anteridia (plemnie) są amfigeniczne (okołolęgniowe) o wymiarach 15x17 µm. Mejoza zachodzi w gametangiach.

Phytophthora capsici charakteryzuje się wytwarzaniem krótkich, średnich i długich zarodników szypułkowych, które są kuliste lub elipsoidalne; nie wytwarza chlamydospor (Leonian, 1922). W przeciwieństwie do często mylonego z nim agrofaga *Phytophthora tropicalis*, który wytwarza długie szypułki, wydłużone i zwężone sporangia ze zwężoną podstawą oraz chlamydospory.

| | | |
|-------------------------------|-----|--------------|
| 3. Czy agrofag jest wektorem? | Tak | <u>Nie X</u> |
|-------------------------------|-----|--------------|

| | | |
|--|-----|--------------|
| 4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga potrzebny jest wektor? | Tak | <u>Nie X</u> |
|--|-----|--------------|

5. Status regulacji agrofaga

Meksyk - od 2018 roku organizm kwarantannowy.

Królestwo Bahrajnu - od 2003 roku organizm znajduje się na liście EPPO A2.

IAPSC (Inter-African Phytosanitary Council) - od 1989 roku organizm znajduje się na liście EPPO A1.

6. Rozmieszczenie

| Kontynent | Rozmieszczenie (<i>lista krajów lub ogólne wskazanie – np. Zachodnia Afryka</i>) | Komentarz na temat statusu na obszarze występowania (<i>np. szeroko rozpowszechniony, natywny etc.</i>) | Źródła |
|-------------|--|---|--|
| Afryka | | | |
| | Botswana | obecny | Labuschagne i wsp., 2003 |
| | Egipt | obecny | Mosa i wsp., 2002 |
| | Maroko | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Nigeria | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Południowa Afryka | obecny | Thompson i wsp., 1994 |
| Ameryka Pd. | | | |
| | Argentyna | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Boliwia | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Brazylia | obecny, podlega kontroli | Blum i wsp., 2002; Luz i wsp., 2003; EPPO 2014; CAB International 2019 |

| | | | |
|-------------|-------------------|-----------------------------|--|
| | Chile | obecny lokalnie | Besoain i wsp., 1996; CAB International 2019 |
| | Kolumbia | obecny | EPPO 2014 |
| | Peru | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Wenezuela | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| Ameryka Pn. | | | |
| | Kanada | obecny, podlega kontroli | Anderson i Garton, 2000; EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Kostaryka | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Dominikana | obecny | Matsuda i wsp., 1994 |
| | Salwador | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Gwatemala | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Meksyk | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Panama | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Portoryko | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Trynidad i Tobago | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Stany Zjednoczone | obecny | Wasilwa i wsp., 1995; Davidson i wsp., 2002; Lamour i Hausbeck, 2003; LaMondia i wsp., 2010; CAB International 2019 |
| Azja | | | |
| | Chiny | obecny, podlega kontroli | Sun WenXiu i wsp., 2004; EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Indonezja | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Iran | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |

| | | | |
|--------|------------------|---|---|
| | Irak | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Izrael | przypuszczalnie nie występuje, mogą być błędne dane | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Japonia | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Liban | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Indie | obecny, podlega kontroli | Kumar i Kumar, 2004; EPPO 2014 |
| | Malezja | obecny, podlega kontroli | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Mongolia | obecny | Gui XiaoLan i wsp., 2009 |
| | Korea Północna | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Korea Południowa | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Pakistan | obecny | Chaudhry i wsp., 1995 |
| | Filipiny | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Arabia Saudyjska | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Tajwan | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Turcja | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Wietnam | obecny | Truong i wsp., 2008 |
| Europa | | | |
| | Rosja | obecny, podlega kontroli | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Norwegia | obecny | Herrero i wsp., 2008; EPPO 2004 |
| | Serbia | obecny | EPPO 2014 |
| | Czarnogóra | obecny | CAB International 2019 |
| UE | | | |
| | Bułgaria | obecny, szeroko rozpowszechniony | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Hiszpania | obecny | Gómez I wsp., 2013; EPPO 2014; CAB International 2019 |

| | | | |
|---------|------------|--------------------------|--|
| | Francja | obecny, podlega kontroli | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Grecja | obecny | EPPO 2014; CAB International 2019 |
| | Włochy | obecny | Garibaldi i wsp., 2012; CAB International 2019 |
| Oceania | | | |
| | Mikronezja | obecny | EPPO 2014 |
| | Palau | obecny | EPPO 2014 |

7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA

| Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna) | Występowanie na obszarze PRA (<i>Tak/Nie</i>) | Komentarz (np. główne/poboczne siedliska) | Źródła (dotyczy występowania agrofaga na roślinie) |
|--|---|---|--|
| <i>Abies fraseri</i> * (jodła Frasera) | Tak | Gatunek pochodzący z Ameryki Północnej, uprawiany na obszarze PRA, nasadzany w parkach, ogrodach, kolekcjach botanicznych. W Europie jedno z drzew wykorzystywanych jako „choinka bożonarodzeniowa”. | EPPO, 2020; Granke i wsp., 2012; Quesada-Ocampo i wsp., 2009 |
| <i>Capsicum annuum</i> (papryka roczna) | Tak | Na obszarze PRA <i>C. annuum</i> jest rośliną uprawianą. W cieplejszych rejonach kraju możliwa uprawa w gruncie, jednak częściej pod osłonami. Dostępne są odmiany ozdobne uprawiane w doniczkach w warunkach domowych. | Leonian, 1922; Roberts i Kucharek, 1994; EPPO 2020 |
| <i>Capsicum frutescens</i> (pieprzowiec owocowy) | Tak | Roślina uprawna – ostre papryki w wielu odmianach (chilli, cayenne, piri-piri). Możliwa uprawa amatorska w warunkach domowych. | EPPO 2020 |
| <i>Citrullus lanatus</i> (arbuz zwyczajny) | Tak | Roślina uprawna na obszarze PRA. Uprawy nie są rozpowszechnione przeważnie w tunelach foliowych lub warunkach szklarniowych. | Roberts i Kucharek, 1994; EPPO 2020 |

| | | | |
|---|------|---|---|
| <i>Cucumis melo</i> ; <i>Cucumis melo</i> var. <i>cantaloupensis</i> (ogórek melon, melon miodowy, kantalupa) | | Rośliny uprawiane na obszarze PRA w gruncie i pod osłonami. Owoce sprowadzane do celów spożywczych. | Gevens i wsp., 2008; Hu, 2018 |
| <i>Cucumis sativus</i> (ogórek siewny) | Tak | Roślina uprawiana w gruncie i pod osłonami na całym obszarze PRA. | EPPO 2020; Stevenson i wsp., 2000 |
| <i>Solanum lycopersicum</i> (pomidor zwyczajny) | Tak | Roślina uprawiana na obszarze PRA w gruncie i pod osłonami. Owoce sprowadzane do celów spożywczych. | Roberts i Kucharek, 1994; EPPO 2020 |
| <i>Piper nigrum</i> (pieprz czarny) | Tak | Roślina pochodząca z Indii, uprawiana na obszarach tropikalnych. W warunkach obszaru PRA uprawiana rzadko przez hobbystów tylko w warunkach domowych i szklarniowych. | Ristaino, 2012 |
| <i>Macadamia integrifolia</i> (makadamia całolistna) | Tak? | Na obszarze PRA gatunek prawdopodobnie uprawiany w warunkach domowych jako roślina doniczkowa. Niektóre portale internetowe umożliwiają zakup nasion do uprawy. Nasiona sprowadzane do celów spożywczych. | Ristaino, 2012 |
| <i>Theobroma cacao</i> (kakaowiec właściwy) | Tak | Na obszarze PRA gatunek uprawiany w palmiarniach oraz przez kolekcjonerów w warunkach domowych jako roślina doniczkowa. | Ristaino, 2012 |
| <i>Sechium edule</i> (kolczoch jadalny) | Tak | Roślina pochodząca z rejonów tropikalnych Ameryki. Na obszarze PRA gatunek uprawiany w warunkach domowych lub w okresie letnim w gruncie. Niektóre portale internetowe umożliwiają zakup nasion lub sadzonek do uprawy. | Ristaino, 2012 |
| <i>Spondia purpurea</i> (śliwiec purpurowy) | Nie | Drzewo rosnące na tropikalnych obszarach Ameryki Południowej. | Ristaino, 2012 |
| <i>Solanum melongena</i> (bakłażan, psianka podłużna, oberżyna) | Tak | Roślina uprawna na obszarze PRA tylko przy sprzyjających warunkach mikroklimatycznych lub pod osłonami. | Roberts i Kucharek, 1994; Hu, 2018 |

| | | | |
|---|-----|---|---|
| <i>Cucurbita pepo</i> (dynia zwyczajna) | Tak | Roślina uprawna na całym obszarze PRA. Są różne odmiany hodowlane tego warzywa: dynia, kabaczek (cukinia), patison oraz odmiany ozdobne zyskujące coraz większą popularność. | Roberts i Kucharek, 1994; Babadoost i Islam, 2001; Hu, 2018 |
| <i>Fabaceae</i> (bobowate) | Tak | Bardzo ważna gospodarczo rodzina do której zalicza się wiele gatunków uprawianych jako jadalne i ozdobne także na obszarze PRA m.wsp. różne gatunki fasoli (<i>Phaseolus</i>), ciecierzycza (<i>Cicer</i>), groch (<i>Pisum</i>), groszek (<i>Lathyrus</i>), kozieradka (<i>Trigonella</i>), lucerna (<i>Medicago</i>), soja (<i>Glycine</i>), soczewica (<i>Lens</i>). | Davidson i wsp., 2002; Gevens i wsp., 2008 |
| <i>Fragaria x ananasa</i> ** (truskawka, poziomka truskawka) | Tak | Gatunek uprawiany na całym obszarze PRA w gruncie i pod osłonami. W warunkach Europy Środkowej wyjątkowo i przejściowo dziczeje (efemerofit). | Barboza i wsp., 2017 |

* Badania dowodzą, że patogen może przetrwać na roślinach, które nie są typowymi gospodarzami. W ten sposób agrofag utrzymuje się podczas płodozmianów. W zachodnim Michigan zaczęto sadzić jodłę Frasera na polach, na których wcześniej był problem z *P. capsici* na uprawianych warzywach. Sadzonki jodły Frasera, które zostały posadzone na polu wcześniej porażonym przez tego agrofaga, po pewnym czasie miały objawy choroby, a z porażonych tkanek korzenia wyizolowano *P. capsici* (Quesada-Ocampo i wsp., 2009).

** Do tej pory pojawiło się jedno doniesienie dotyczące porażenia truskawek przez *P. capsici*.

8. Drogi przenikania

| | | | |
|--|---|-------------------------|---------|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: transport owoców | | |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Patogen poraża owoce gospodarza, może zostać przeniesiony z zainfekowanym materiałem. Międzynarodowy handel warzywami odbywa się na bardzo dużą skalę, możliwe jest zawleczenie agrofaga na obszar PRA. Konieczna jest dokładna selekcja warzyw, gdyż symptomy porażenia mogą być widoczne gołym okiem. | | |
| Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA? | Nie | | |
| Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania? | 2006 rok transport z Republiki Dominikańskiej <i>Solanum melongena</i> (<i>Phytophthora</i> sp.); 2008 rok transport z Ghany <i>Mangifera indica</i> (<i>Phytophthora</i> sp.) | | |
| Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania? | Strzępki plechy na porażonych owocach. Sporangia. | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | Podobne warunki temperaturowe, kraj pochodzenia | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak. Sporangia mogą wywołać infekcje na nowych roślinach gospodarza. | | |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | Niskie | <u>Średnie X</u> | Wysokie |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: transport porażonych roślin | | |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Patogen zasiedla liście, korzenie i inne części rośliny, objawy mogą być widoczne gołym okiem. Import roślin wraz z glebą lub resztkami podłoża na korzeniach może przyczynić się do zawleczenia patogenu. | | |
| Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA? | Nie | | |
| Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania? | Nie | | |

| | | | |
|--|--|-------------------------|-------------------------|
| Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania? | Strzępki plechy, sporangia, zoosporangia | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | Kraj pochodzenia, warunki temperaturowe | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak | | |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | Niskie | Średnie | <u>Wysokie X</u> |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

| | | | |
|--|---|--|--|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: woda, gleba i inne podłoże uprawowe | | |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Wszelkie zastoiny wody sprzyjają namnażaniu się patogenu. Znajdujące się w środowisku wodnym dwuniciowe ruchliwe zoospory mogą być źródłem porażenia. Fragmenty ziemi ze sporangiami mogą być roznoszone na kołach pojazdów, butach ludzi, przy udziale zwierząt czy znajdować się w brzdach korzeniowych roślin. | | |
| Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA? | Tak z państw trzecich (Rozp. KE 2019/2072, Zał. VI, poz. 19 i 20). | | |
| Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania? | Nie | | |
| Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania? | Zoospory, strzępki plechy | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | Warunki temperaturowe i kraj pochodzenia | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak | | |

| | | | |
|--|---|------------------|---------|
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Możliwe, że wielkość przemieszczania sprzyja wejściu agrofaga | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Prawdopodobnie tak | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | <u>Niskie X</u> | Średnie | Wysokie |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

| | | | |
|--|---|---------|-----------------|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: nasiona | | |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Istnieje prawdopodobieństwo, że patogen może zasiedlać zewnętrzną osłonkę nasion | | |
| Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA? | Nie | | |
| Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania? | Nie. Podobne przypadki odnotowano wobec innych gatunków <i>Phytophthora</i> : <i>P. sojae</i> <i>P. cinnamomi</i> (Durbin i wsp., 1957) | | |
| Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania? | strzępki plechy | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | Warunki temperaturowe i kraj pochodzenia | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak | | |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Wielkość przemieszczania sprzyja wejściu agrofaga, jednakże do tej pory nie odnotowano przypadku przechwycenia tego agrofaga na nasionach | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Prawdopodobnie tak | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | <u>Niskie X</u> | Średnie | Wysokie |
| Ocena niepewności | Niska | Średnia | <u>Wysoka X</u> |

9. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w warunkach zewnętrznych (środowisko naturalne i zarządzane oraz uprawy) na obszarze PRA

Patogen rozwija się w szerokim zakresie temperatur (7–37°C), temperaturowe optimum wzrostu (25–30°C), ogranicza się jedynie do miesięcy letnich. Trudno powiedzieć, czy patogen jest w stanie przetrwać zimą, w czasie której temperatury spadają poniżej 0°C. Agrofag nie wytwarza chlamydospor – form mogących przetrwać wiele miesięcy w niekorzystnych warunkach.

Biorąc pod uwagę, że patogen występuje w krajach sąsiadujących z podobnym klimatem, prawdopodobieństwo zasiedlenia należy ocenić na średnie. Na obszarze PRA popularne są uprawy kilku żywicieli *P. capsici* np.: ogórek, pomidor czy papryka.

| | | | |
|---|--------|------------------|-----------------|
| Ocena prawdopodobieństwa zdomowienia w warunkach zewnętrznych | Niskie | <u>Średnie X</u> | Wysokie |
| Ocena niepewności | Niska | Średnia | <u>Wysoka X</u> |

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

W szklarniach i tunelach panują optymalne warunki dla rozwoju *P. capsici*. Na obszarze PRA często uprawia się paprykę, pomidory czy ogórki pod osłonami. W szklarniach wyposażonych w stoły zalewowe i urządzenia do nawadniania i zraszania roślin prawdopodobieństwo zasiedlenia znacznie wzrasta.

| | | | |
|---|--------|------------------|------------------|
| Ocena prawdopodobieństwa zasiedlenia w uprawach chronionych | Niskie | Średnie | <u>Wysokie X</u> |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Naturalne rozprzestrzenianie *P. capsici*: w przypadku przedostania się agrofaga na obszar PRA, może on poprzez zoospory rozprzestrzeniać się w środowisku wodnym, np.: na skutek deszczu, rozchlapywania podczas podlewania, irygacji. Odległość na jaką się rozprzestrzenia jest niewielka.

Rozprzestrzenianie z udziałem człowieka: w przypadku przeniesienia *P. capsici* na teren PRA istnieje duże prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się poprzez wodę używaną do podlewania. Agrofag może być przenoszony na dalsze odległości poprzez transport porażonych sadzonek (zasiedla korzenie roślin żywicielskich i poraża niemal wszystkie jego części). Znajdujące się w glebie strzępki plechy i sporangia mogą być przenoszone na znaczne odległości wraz ze sprzętem ogrodniczym, na obuwiu czy przy transporcie owoców lub sadzonek.

| | | | |
|--|----------------|------------------|--------|
| Ocena wielkości rozprzestrzenienia na obszarze PRA | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |
| Ocena niepewności | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

P. capsici posiada szeroki wachlarz gospodarzy, atakuje przede wszystkim plantacje papryki, ogórków, dyni, pomidorów i cukinii wywołując zgniliznę. Po raz pierwszy została wykryta w Nowym Meksyku w 1922 roku i bardzo szybko rozprzestrzeniła się na większość pozostałych stanów Ameryki. Obecnie objawy epidemii wywołane przez tego agrofaga można spotkać niemalże na wszystkich kontynentach wszędzie tam, gdzie prowadzone są uprawy papryki i dyni oraz pozostałych roślin-gospodarzy (Leonian, 1922; Hwang i Kim, 1995; Erwin i Ribeiro, 1996; Tamietti i Valentino, 2001). Zgnilizna papryki jest obok antraknozy głównym problemem na plantacjach papryki na całym świecie (Ristaino i Johnston, 1999).

Choroba stanowi największe zagrożenie dla młodych roślin. W miejscach produkcji rozprzestrzenianie agrofaga może być ograniczone poprzez płodozmiany i opryski fungicydami.

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

| | | | |
|---|-------|-------------------------|------------------------|
| Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na obecnym obszarze zasięgu | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |
| Ocena niepewności | Niska | Średnia_ | <u>Wysoka X</u> |

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

| Usługa ekosystemowa | Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę? <i>Tak/nie</i> | Krótki opis wpływu | Źródła |
|---------------------|---|--|-------------------------|
| Zabezpieczająca | Tak | Straty w uprawach papryki, dyni, ogórków i innych roślin-gospodarzy | Kreutzer, 1937 |
| Regulująca | Nie | | |
| Wspomagająca | Nie | | |
| Kulturowa | Tak | Straty na plantacjach dyni, bardzo popularnych w okresie Halloween w Stanach Zjednoczonych | Babadoost i Islam, 2003 |

| | | | |
|---|--------|-------------------------|------------------------|
| Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na obecnym obszarze zasięgu | Niska_ | <u>Średnia X</u> | Wysoka |
| Ocena niepewności | Niska | Średnia | <u>Wysoka X</u> |

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Największy problem patogen stanowi na plantacjach papryki, dyni i ogórków. Duże straty notowane były w Stanach Zjednoczonych np. w stanie Illinois, który zapewnia 90% wszystkich upraw dyni w USA, straty na początku tego wieku sięgały 100% (Babadoost, 2000; Babadoost i Islam, 2003).

W Korei Południowej patogen powoduje duże straty w uprawach papryki, która jest tam często wykorzystywana jako przyprawa (do popularnego Kimchee) jak i spożywana na surowo. Szybkiemu rozprzestrzenianiu się patogena dodatkowo sprzyja ciepła i wilgotna pogoda (Ristaino, 1991; Ristaino i Johnston, 1999; Mo i wsp., 2014).

| | | | |
|---|-------|-------------------------|------------------------|
| Ocena wielkości wpływu socjoekonomicznego na obecnym obszarze zasięgu | Niska | Średnia | <u>Wysoka X</u> |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Na podstawie aktualnej wiedzy dotyczącej występowania i biologii agrofaga *P. capsici*, można stwierdzić, że wpływ tego patogenu na terenie PRA będzie nieznacznie mniejszy niż na obszarze jego obecnego występowania. Ze względu na warunki atmosferyczne i mniejszy areal upraw papryki oraz roślin dyniowatych niż np.: w Stanach Zjednoczonych.

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Rośliny żywicielskie *P. capsici* to gatunki uprawne takie jak papryka, pomidor, ogórek czy dynia, dlatego jego potencjalny wpływ na bioróżnorodność oraz ekosystem na obszarze PRA określa się jako niski.

Jeśli Nie

| | | | |
|--|----------------|------------------|--------|
| Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na potencjalnym obszarze zasiedlenia | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Jeśli Nie

| | | | |
|--|----------------|------------------|--------|
| Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na potencjalnym obszarze zasiedlenia | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Południowe Mazowsze często nazywane jest paprykowym zagłębieniem, gdyż jest największym producentem papryki w Europie Środkowo-Wschodniej.

Z rejonów Radomia - obejmujących gminy Przytyk, Potworów, Klwów, Radzanów i Stara Błotnica - pochodzi ok. 85% krajowej produkcji papryki.

Warzywo to uprawiane jest w ponad 2 tys. gospodarstw, w ponad 50 tys. tuneli foliowych i na powierzchni blisko 600 hektarów.

Tamtejszym uprawom sprzyja wyjątkowy mikroklimat, z wyższymi w stosunku do sąsiednich obszarów temperaturami, idealny dla uprawy warzyw ciepłolubnych.

Papryka, bakłażan czy cukinia – produkowane na południu Mazowsza – sprzedawane są nie tylko w kraju, lecz również są eksportowane. Trafiają praktycznie do wszystkich krajów Europy. Embargo rosyjskie zmusiło do zmiany kanałów dystrybucji i obecnie większość zbiorów tych warzyw trafia do krajów Europy Zachodniej i Północnej (www.agropolska.pl).

Jeśli Nie

| | | | |
|--|-------|------------------|--------|
| Ocena wielkości wpływu socjoekonomiczny na | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |
|--|-------|------------------|--------|

| | | | |
|-----------------------------------|-------|------------------|--------|
| potencjalnym obszarze zasiedlenia | | | |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Najbardziej zagrożone obszary w przypadku upraw polowych:

- pomidora – obszar południowej i południowo-zachodniej Polski;
- papryki, bakłażana i cukinii – południe Mazowsza;
- dyni – Małopolska.

Natomiast uprawy szklarniowe na terenie całego kraju.

15. Zmiana klimatu

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (Załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1986–2015. Najbardziej optymistyczny scenariusz RCP 2.6 prognozuje zmiany o około 1,3°C w perspektywie każdej pory roku. Według optymistycznego RCP 4.5 nastąpi ocieplenie o 1,6/1,7°C w przedziale 2036–2065 i o około 2,3°C dla lat 2071–2100 w okresach zimowym oraz letnim. Natomiast realny scenariusz RCP 6.0 zakłada wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,7°C dla 2036–2065 i 2,7°C dla 2071–2100. Pesymistyczna, ale prawdopodobna prognoza – RCP 8.5, spowoduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 2,3°C w latach 2036–2065 i o około 4,3°C dla 2071–2100. W porze letniej wzrost ten będzie zbliżony.

Największe wzrosty opadów prognozowane są w zimie (2036–2065 od 13,8% do 18,4%, 2071–2100 od 18% do 33,9%), natomiast najmniejsze w lecie (2036–2065 od -1,3% do 2,1%, 2071–2100 od -7,8% do 0,1%). Równie istotne są duże różnice pomiędzy 9 i 95 percentylem projekcji (w niektórych przypadkach sięgające nawet 100 mm), utrudniające oszacowanie zmian opadów w przyszłości.

Czynnikiem ograniczającym występowanie może być brak wystarczającej wilgotności w okresach letnich (w czasie infekcji).

15.01 Który scenariusz zmiany klimatu jest uwzględniony na lata 2050 do 2100*

Scenariusz zmiany klimatu: RCP 4.5, 6.0, 8.5 (patrz Załącznik 1) (IPPC 2014).

15.02 Rozważyc wpływ projektowanej zmiany klimatu na agrofaga. W szczególności rozważyc wpływ zmiany klimatu na wejście, zasiedlenie, rozprzestrzenienie oraz wpływ na obszarze PRA. W szczególności rozważyc poniższe aspekty:

| | |
|---|------------------|
| Czy jest prawdopodobne, że drogi przenikania mogą się zmienić na skutek zmian klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności) | Źródła |
| Drogi przenikania nie zmieniają się na skutek zmian klimatu, zależą głównie od regulacji prawnych. | Opinia ekspercka |
| Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności) | Źródła |

| | |
|---|------------------|
| W przypadku wszystkich scenariuszy nastąpi wzrost temperatury, co teoretycznie będzie sprzyjało zasiedleniu patogenu. Jednak dla prawidłowego rozwoju patogen potrzebuje wody (sprzyjają mu wilgotne i ciepłe miesiące), zmiany w opadach mogą mieć wpływ na możliwość zasiedlenia. | Opinia ekspercka |
| Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności) | Źródła |
| Prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania może wzrosnąć ze względu na pojawienie się lepszych warunków do uprawy roślin -gospodarzy w warunkach zewnętrznych. | Opinia ekspercka |
| Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności) | Źródła |
| W przypadku pesymistycznego scenariusza RCP 8.5 wzrost temperatury spowoduje długie okresy optymalnych dla rozwoju patogenu warunków. Niepewność stanowią okresy suszy, gdyż duża wilgotność sprzyja rozprzestrzenianiu się patogena. | Opinia ekspercka |

16. Ogólna ocena ryzyka

Agrofag jest już notowany na obszarze Unii Europejskiej. Ze względu na obecność gatunków żywicielskich (rośliny z rodziny *Solanaceae*, głównie pomidory i papryka, a także te z rodzaju *Cucurbitaceae* i *Fabaceae*, które są powszechnie uprawiane na obszarze PRA) oraz sprzyjających warunków klimatycznych, w przypadku zawleczenia gatunku możliwe jest rozprzestrzenianie patogenu na obszarze Polski.

Istnieją duże szanse, że agrofag mógłby rozwijać się w uprawach szklarniowych. Prawidłowa identyfikacja i skuteczny monitoring mają kluczowe znaczenie dla ograniczenia przemieszczania tego gatunku.

Prawdopodobieństwo wniknięcia: średnie (w przypadku wniknięcia patogenu, ma on odpowiednie rośliny żywicielskie do zasiedlenia i możliwość rozprzestrzenienia w kraju).

Najbardziej prawdopodobną drogą wejścia agrofaga jest transport porażonych sadzonek.

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: średnie, w uprawach pod osłonami prawdopodobieństwo zasiedlenia może być wysokie.

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: niskie, ze względu na kontrole fitosanitarne oraz stosowane procedury importowania materiału roślinnego (rozmnożeniowego, hodowlanego, naukowego) zapobiegające rozprzestrzenianiu agrofaga na duże odległości. Bez podjęcia kontroli sanitarnych można przypuszczać, że rozprzestrzenianie agrofaga będzie średnie, sprzyjać temu będzie transport porażonych sadzonek.

Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: średni do wysokiego, głównym powodem takiej sytuacji jest import sadzonek i warzyw z krajów, w których agrofag występuje.

Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

17. Środki fitosanitarne

17.01 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

| Etap oceny zagrożenia: | | | Przeniknięcie | Zadomowienie | Rozprzestrzenienie | Wpływ |
|------------------------|--|--|---------------|---|---|-------|
| Środki kontroli | | | | | | |
| 1.01 | Uprawa roślin w izolacji | Opis możliwych warunków wykluczających, które mogłyby zostać wdrożone w celu odizolowania uprawy od szkodników i, w stosownych przypadkach, odpowiednich wektorów. Np. specjalna konstrukcja, taka jak szklarnie szklane lub plastikowe. | | unikanie nasadzeń w nisko położonych obszarach pola | w uprawach szklarniowych rozprzestrzenianie patogena jest ograniczone | |
| 1.02 | Czas sadzenia i zbiorów | Celem jest wytworzenie fenologicznej niezgodności w interakcji szkodnik/uprawa poprzez oddziaływanie lub korzystanie z określonych czynników uprawowych, takich jak: odmiany, warunki klimatyczne, czas siewu lub sadzenia oraz poziom dojrzałości/wieku roślin, sezonowy czas sadzenia i zbioru. | | | | |
| 1.03 | Obróbka chemiczna upraw, w tym materiału rozmnożeniowego | | | | | |
| 1.04 | Obróbka chemiczna przesyłek lub podczas przetwarzania | Stosowanie związków chemicznych, które mogą być użyte do roślin lub produktów roślinnych po zbiorach, podczas przetwarzania lub pakowania i przechowywania. Środki, o których mowa, są następujące: a) fumigacja; b) pestycydy do opryskiwania/namaczania; c) środki do dezynfekcji powierzchni; d) dodatki do procesu; e) związki ochronne | | | | |

| | | | | | | |
|------|---|---|--|--|---|--|
| 1.05 | Czyszczenie i dezynfekcja urządzeń, narzędzi i maszyn | Fizyczne i chemiczne czyszczenie oraz dezynfekcja obiektów, narzędzi, maszyn, środków transportu, urządzeń i innych akcesoriów (np. skrzynek, garnków, palet, wsporników, narzędzi ręcznych). Środki mające tutaj zastosowanie to: mycie, zamiatanie i fumigacja. | mycie i dezynfekcja narzędzi i maszyn z resztek gleby znacznie ograniczy przenikanie patogena | | mycie i dezynfekcja narzędzi i maszyn z resztek gleby znacznie ograniczy rozprzestrzenianie patogena | |
| 1.06 | Zabiegi na glebę | Kontrola organizmów glebowych za pomocą wymienionych poniżej metod chemicznych i fizycznych: a) Fumigacja; b) Ogrzewanie; c) Solaryzacja; d) Zalewanie; e) Wałowanie/ugniatanie gleby; f) Biologiczna kontrola augmentacyjna; g) Biofumigacja | | | | |
| 1.07 | Korzystanie z niezanieczyszczonej wody | Chemiczne i fizyczne uzdatnianie wody w celu wyeliminowania mikroorganizmów przenoszonych przez wodę. Środki, o których to: obróbka chemiczna (np. chlor, dwutlenek chloru, ozon); obróbka fizyczna (np. filtry membranowe, promieniowanie ultrafioletowe, ciepło); obróbka ekologiczna (np. powolna filtracja piaskowa). | w wodzie mogą znajdować się zoospory patogena. Uzdatnianie wody, szczególnie fizyczne uzdatnianie (filtrowanie), zapobiega przeniknięciu agrofaga na nowe tereny | | w wodzie mogą znajdować się zoospory patogena. Uzdatnianie wody, szczególnie fizyczne uzdatnianie (filtrowanie), zapobiega rozprzestrzenianiu się | |
| 1.08 | Obróbka fizyczna przesyłek lub podczas przetwarzania | Dotyczy następujących kategorii obróbki fizycznej: napromieniowanie/jonizacja; czyszczenie mechaniczne (szczotkowanie, mycie); sortowanie i klasyfikowanie oraz usuwanie części roślin (np. korowanie drewna). Środki te nie obejmują: obróbki na ciepło i zimno (pkt. 1.14); szarpania i przycinania (pkt. 1.12). | | | | |
| 1.09 | Kontrolowana atmosfera | Obróbka roślin poprzez magazynowanie w atmosferze modyfikowanej (w tym modyfikowanej wilgotności, O ₂ , CO ₂ , temperatury, ciśnienia). | | | | |

| | | | | | | | |
|------|---|---|--|--|--|---|--|
| 1.10 | Gospodarka odpadami | Przetwarzanie odpadów (głębokie zakopywanie, kompostowanie, spalanie, rozdrabnianie, produkcja bioenergii ...) w autoryzowanych obiektach oraz urzędowe ograniczenie przemieszczania odpadów. | | | | porażone rośliny najlepiej spalić, to ograniczy rozprzestrzenianiu się patogena | |
| 1.11 | Stosowanie odpornych i tolerancyjnych gatunków/odmian roślin | Rośliny odporne stosuje się w celu ograniczenia wzrostu i rozwoju określonego szkodnika i/lub szkód, które powodują w porównaniu z odmianami roślin wrażliwych w podobnych warunkach środowiskowych i pod presją szkodników. Ważne jest, aby odróżnić rośliny odporne od tolerancyjnych gatunków/odmian. | | | | | stosowanie odmian odpornych może skutecznie ograniczać powodowane przez niego straty |
| 1.12 | Cięcie i Przycinanie | Cięcie definiuje się jako usuwanie porażonych roślin i/lub nie porażonych roślin żywicielskich na wyznaczonym obszarze, natomiast przycinanie definiuje się jako usuwanie tylko porażonych części roślin bez wpływu na żywotność rośliny. | | | | | |
| 1.13 | Płodozmian, łączenie i zagęszczenie upraw, zwalczanie chwastów/samosiewów | Płodozmian, łączenie i zagęszczenie upraw, zwalczanie chwastów/samosiewów są stosowane w celu zapobiegania problemom związanym ze szkodnikami i są zazwyczaj stosowane w różnych kombinacjach, aby uczynić siedlisko mniej korzystnym dla szkodników. Środki te dotyczą (1) przydziału upraw do pól (w czasie i przestrzeni) (uprawy wielogatunkowe, uprawy zróżnicowane) oraz (2) zwalczania chwastów i samosiewów jako żywicieli szkodników/wektorów. | | | | | stosowanie płodozmianu (minimum 3 lata), uprawa roślin nie będących gospodarzem |
| 1.14 | Obróbka cieplna i zimna | Zabiegi w kontrolowanej temperaturze mające na celu zabicie lub unieszkodliwienie szkodników bez powodowania jakiegokolwiek niedopuszczalnego uszczerbku dla samego poddanego obróbce materiału. Środki, o których mowa to: autoklawowanie; para wodna; gorąca woda; gorące powietrze; obróbka w niskiej temperaturze. | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------------------|---|---|---|--|---|--|
| 1.15 | Warunki transportu | Szczególne wymogi dotyczące sposobu i czasu transportu towarów w celu zapobieżenia ucieczce szkodników i/lub skażenia: a) fizyczna ochrona przesyłki, b) czas trwania transportu. | | | | |
| 1.16 | Kontrola biologiczna i manipulacje behawioralne | Inne techniki zwalczania szkodników nieobjęte w pkt 1.03 i 1.13: a) Kontrola biologiczna, b) Technika SIT (Sterile Insect Technique), c) Zakłócenie rozrodczości, d) Pułapki. | w Korei Południowej do biologicznej kontroli <i>P. capsici</i> wykorzystuje się organizmy antagonistyczne takie jak <i>Burkholderia cepacia</i> czy <i>Trichoderma harzianum</i> (CABI 2019). | | X* -w Korei Południowej do biologicznej kontroli <i>P. capsici</i> wykorzystuje się organizmy antagonistyczne takie jak <i>Burkholderia cepacia</i> czy <i>Trichoderma harzianum</i> (CABI 2019). | |
| 1.17 | Kwarantanna po wejściu i inne ograniczenia dotyczące przemieszczania się w kraju importującym | Obejmuje kwarantannę po wejściu (PEQ) odpowiednich towarów; ograniczenia czasowe, przestrzenne i dotyczące końcowego wykorzystania w państwie importującym odpowiednich towarów; zakaz przywozu odpowiednich towarów do państwa rodzimego. Odpowiednie towary to rośliny, części roślin i inne materiały, które mogą być nosicielami szkodników, w postaci zarażenia, porażenia lub zakażenia. | | | | |
| Środki pomocnicze | | | | | | |
| 2.01 | Kontrola i odławianie | Kontrolę definiuje się jako urzędowe wizualne badanie roślin, produktów roślinnych lub innych regulowanych artykułów w celu stwierdzenia obecności szkodników lub stwierdzenia zgodności z przepisami fitosanitarnymi (ISPM 5). Skuteczność pobierania próbek i późniejszej inspekcji w celu wykrycia szkodników może zostać zwiększona poprzez włączenie technik odłowu i wabienia. | monitorowanie upraw umożliwi wczesne wykrycie patogena | | monitorowanie upraw umożliwi wczesne wykrycie naturalnego rozprzestrzeniania się patogena | |

| | | | | | | |
|------|--|---|---|--|--|--|
| 2.02 | Testy laboratoryjne | Badanie, inne niż wizualne, w celu ustalenia, czy istnieją szkodniki, przy użyciu urzędowych protokołów diagnostycznych. Protokoły diagnostyczne opisują minimalne wymogi dotyczące wiarygodnej diagnozy organizmów szkodliwych podlegających regulacjom prawnym. | testowanie podłoża na obecność zoospor patogena | | | |
| 2.03 | Pobieranie próbek | Zgodnie z normą ISPM 31 kontrola całych przesyłek jest zazwyczaj niewykonalna, dlatego też kontrolę fitosanitarną przeprowadza się głównie na próbkach uzyskanych z danej przesyłki. Należy zauważyć, że koncepcje pobierania próbek przedstawione w tym standardzie mogą mieć zastosowanie również do innych procedur fitosanitarnych, zwłaszcza doboru jednostek do badań. Do celów kontroli, testowania i/lub nadzoru próbka może być pobierana zgodnie z statystycznymi lub niestatystycznymi metodologiami pobierania próbek. | | | | |
| 2.04 | Świadectwa fitosanitarne i paszport roślin | Oficjalny dokument papierowy lub jego elektroniczny odpowiednik, zgodny ze wzorem świadectwa IPPC, potwierdzający, że przesyłka spełnia fitosanitarne wymogi przywozowe (ISPM 5): a) świadectwo fitosanitarne (przywóz), b) paszport roślin (handel wewnętrzny UE). | | | | |

| | | | | | | |
|------|--|--|----------------------------------|--|---|--|
| 2.05 | Certyfikowane i zatwierdzone pomieszczenia | Obowiązkowa/dobrowolna certyfikacja/zatwierdzenie pomieszczeń jest procesem obejmującym zbiór procedur i działań wdrażanych przez producentów, podmioty zajmujące się kondycjonowaniem i handlowców przyczyniających się do zapewnienia zgodności fitosanitarnej przesyłek. Może być częścią większego systemu utrzymywanego przez NPPO w celu zagwarantowania spełnienia wymogów fitosanitarnych roślin i produktów roślinnych przeznaczonych do handlu. Kluczową właściwością certyfikowanych lub zatwierdzonych pomieszczeń jest możliwość śledzenia działań i zadań (oraz ich składników) związanych z realizowanym celem fitosanitarnym. Identyfikowalność ma na celu zapewnienie dostępu do wszystkich wiarygodnych informacji, które mogą pomóc w udowodnieniu zgodności przesyłek z wymogami fitosanitarnymi krajów importujących. | | | | |
| 2.06 | Certyfikacja materiału rozmnożeniowego (dobrowolna /oficjalna) | | Zapobiega przeniknięciu patogena | | | X certyfikowany materiał rozmnożeniowy ogranicza występowanie patogena |
| 2.07 | Wyznaczanie stref buforowych | Norma ISPM 5 definiuje strefę buforową jako "obszar otaczający lub przylegający do obszaru urzędowo wyznaczonego do celów fitosanitarnych, w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa rozprzestrzenienia się szkodnika docelowego na wyznaczony obszar lub z niego, oraz podlegający środkom fitosanitarnym lub innym środkom zwalczania, jeśli właściwe" (norma ISPM 5). Celem wytyczenia strefy buforowej może być zapobieganie rozprzestrzenianiu się z obszaru występowania szkodników oraz utrzymanie miejsca produkcji wolnego od szkodników (PFPP), miejsca (PFPS) lub obszaru (PFA). | | | | |
| 2.08 | Monitoring | | | | monitorowanie pól pod kątem choroby zapobiega rozprzestrzenianiu się patogena | |

X* - w Korei Południowej do biologicznej kontroli *P. capsici* wykorzystuje się organizmy antagonistyczne takie jak *Burkholderia cepacia* czy *Trichoderma harzianum* (CABI 2019).

Zalecane strategie zwalczania zarazy spowodowane przez *P. capsici* (Hausbeck i Lamour, 2004):

Przed wysiewem/sadzeniem roślin żywicielskich:

- stosowanie zapraw do nasion, która jest skuteczna przeciwko *Oomycetes*,
- stosowanie odpowiednich fungicydów,
- sadzenie roślin żywicielskich na dobrze przepuszczalnych polach oraz unikanie nasadzeń w nisko położonych obszarach pola,
- stosowanie odmian odpornych (na polskim rynku ograniczona jest dostępność odmian papryki odpornych na *P. capsici*. Wysoką lub częściową odpornością odznaczają się podkładowki np.: Brutus, Terrano, Rocal i Robusto (Sady i ogrody, 2018)),
- stosowanie płodozmianów (minimum 3 lata).

W trakcie wzrostu roślin żywicielskich:

- monitorowanie pól pod kątem choroby,
- stosowanie odpowiednich fungicydów,
- jeśli jest to możliwe, nie nawadnianie przed okresem zbiorów,
- usuwanie chorych owoców z pola.

Po zbiorach:

- szybkie zbieranie owoców, niepozostawianie ich zbyt długo na polu,
- szybkie zaorywanie resztek poźniwnych,
- przechowywanie zebranych owoców w suchym i chłodnym miejscu.

17.02 Wymienić potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania.

| Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej) | Możliwe środki |
|---|--|
| Transport owoców | 1.05, 1.10, 2.01, 2.02 2.06 |
| Transport porażonych roślin | 1.05, 1.10, 1.11, 1.13, 2.01, 2.02, 2.06, |
| Transport wody, gleby, podłoża uprawowego | 1.05, 1.13, |

Istnieje ryzyko rozwoju choroby z wyrzuconych zarażonych owoców, z roślin przeznaczonych do sadzenia czy z pozostawionych resztek zarażonej ziemi. Podstawowym działaniem zabezpieczającym jest kontrola roślin przywożonych z obszarów występowania choroby. Po stwierdzeniu obecności patogenu na istniejących plantacjach wymagana jest utylizacja porażonych roślin.

18. Niepewność

Trudno jest prognozować na ile ewentualne zmiany klimatyczne mogą mieć wpływ na zadomowienie się tego gatunku w środowisku naturalnym na obszarze PRA. Patogen może przetrwać na alternatywnych gospodarzach, jakimi są niektóre chwasty (*Carolina geranium*, *Portulaca* sp. czy *Solanum americanum*), które stanowią jednocześnie rezerwuar agrofaga.

19. Uwagi

Zalecany bieżący monitoring.

Kontrola materiału roślinnego i owoców z obszarów, gdzie agrofag występuje, może zapobiec wniknięciu patogenu.

20. Źródła

Aragaki M., Uchida J.Y. 2001. Morphological distinctions between *Phytophthora capsici* and *P. tropicalis* sp. nov. *Mycologia*. 93: 137-145.

Anderson T R, Garton R. 2000. First report of blight of field peppers caused by *Phytophthora capsici* in Ontario. *Plant Disease*. 84 (6), 705. DOI:10.1094/PDIS.2000.84.6.705B

Babadoost M. 2000. Outbreak of *Phytophthora* foliar blight and fruit rot in processing pumpkin fields in Illinois. *Plant Dis*. 84: 1345.

Babadoost M., Islam S.Z. 2001. Evaluation of fungicides for control of *Phytophthora* blight of processing pumpkwp. 2000. *Fungic. Nematicide Test* 56:V65.

Babadoost M., Islam S.Z. 2002. Phytophthora blight on pumpkwsp. Plant Management Network Available, <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/diagnosticguide/pumpkin/> (dostęp 26.03.2020)

Babadoost M., Islam S.Z. 2003. Fungicide seed treatment effects on seedling damping-off of pumpkin caused by *Phytophthora capsici*. Plant Dis. 87: 63-68.

Barboza E.A., Fonseca M.E., Boiteux L., Reis A. 2017. First worldwide report of a strawberry fruit rot disease caused by *Phytophthora capsici* isolates. Plant Dis. 101(1): 259. DOI:10.1094/PDIS-06-16-0864-PDN

Besoain X, Gonzáles M, Latorre B A, Wilcox W F, 1996. *Phytophthora capsici* associated with crown rot and blight of zucchini in Chile. (*Phytophthora capsici*, causante de tristeza en zapallo Italiano en Chile.). Fitopatología. 31 (2), 148-151.

Blum L E B, Kothe D M, Simmler A O, Prado G do, Amarante C V T do, 2002. Management of cucumber damping-off by chicken manure and pine bark as soil amendments. (Manejo do tombamento em pepino pela adição ao solo de cama de aviário e casca de pinus.). Revista de Ciências Agroveterinárias. 1 (1), 33-40. <http://www.cav.udesc.br>

CABI. 2019. Invasive species compendium. *Phytophthora capsici* (stem and fruit rot of *Capsicum*). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40959> (dostęp 26.03.2020).

Chaudhry M N A, Akhtar A S, Khan R A A, 1995. *Phytophthora* problem on chillies and its control. *Capsicum & Eggplant Newsletter*. 62-64.

Davidson C R, Carroll R B, Evans T A, Mulrooney R P, Kim S H, 2002. First report of *Phytophthora capsici* infecting lima bean (*Phaseolus lunatus*) in the Mid-Atlantic Region. Plant Disease. 86 (9), 1049. DOI:10.1094/PDIS.2002.86.9.1049A

EPPO, 2014. EPPO Global database (available online). Paris, France: EPPO. <https://gd.eppo.int/>

EPPO 2020. <https://gd.eppo.int/taxon/PHYTCP> [dostęp 16.03.2020].

Erwin D.C., Ribeiro O.K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. American Phytopathological Society. St. Paul. MN.

Gallegly M.E., Hong C. 2008. *Phytophthora*. Identifying species by morphology and DNA fingerprints. APS Press, St. Paul, Minnesota.

Garibaldi A, Gilardi G, Baudino M, Ortu G, Gullino M L, 2012. *Phytophthora capsici*: a soilborne pathogen dangerous on grafted tomato (*Solanum lycopersicum* × *S. hirsutum*) in Italy. Plant Disease. 96 (12), 1830-1831. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis> DOI:10.1094/PDIS-06-12-0522-PDN

Gevens A.J., Donahoo R.S., Lamour K.H., Hausbeck M.K. 2008. Characterization of *Phytophthora capsici* causing foliar and pod blight of snap bean in Michigan. Plant. Dis. 92:201-209.

Gómez J, Pérez A, Serrano Y, Aguilar M I, Gómez R, 2013. *Phytophthora* crown and root rot of zucchini squash in Almería, Spawsp. Plant Disease. 97 (9), 1249. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis> DOI:10.1094/PDIS-01-13-0081-PDN

Granke L.L., Quesada-Ocampo L., Lamour K., Hausbeck M.K. 2012. Advances in research on *Phytophthora capsici* on vegetable crops in The United States. *Plant Dis.* 95 (11): 1588-

Gui XiaoLan, Meng QingXiao, Bi Yang, Wu PengFei, Liu XiLi, 2009. Baseline sensitivity and laboratory mutants of *Phytophthora capsici* resistant to dimethomorph. *Acta Phytopathologica Sinica.* 39 (6), 630-637. <http://zwblxb.periodicals.net.cn/default.html>

Hausbeck M.K., Lamour K.H. 2004. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. *Plant Dis.* 88(12):1292-1301.

Herrero M L, Brurberg M B, Hermansen A, 2008. First report of crown and root rot caused by *Phytophthora capsici* on hydroponically grown cucumbers in Norway. *Plant Disease.* 92 (7), 1138-1139. [HTTP://www.apsnet.org](http://www.apsnet.org) DOI:10.1094/PDIS-92-7-1138C

Hu J. 2018. Vegetable diseases caused by *Phytophthora capsici* in Arizona. The University of Arizona College of Agriculture and Life Science, Tuscon, Arizona.

Hwang B.K., Kim C.H. 1995. *Phytophthora* blight of pepper and its control in Korea. *Plant Dis.* 79: 221-227.

French – Monar R.D., Jones J.B., Roberts P.D. 2006. Characterization of natural populations of *Phytophthora capsici* associated with local weed populations in Florida vegetable farms. *Plant Disease* 90: 34-350.

French – Monar R.D., Roberts P.D., Jones J.B. 2003. *Phytophthora capsici* associated with weeds in conventional vegetable farms of southeast Florida (Abstr.). *Phytopathology* 93: S27.

Kreutzer W.A. 1937. *Phytophthora* rot of cucumber fruit. *Phytopathology* 27: 955.

Kumar C P C, Kumar C S K, 2004. Epidemiological studies on *phytophthora* foot rot disease of betelvine. *Indian Journal of Plant Protection.* 32 (2), 100-101.

Labuschagne N, Thompson A H, Botha W J, 2003. First report of stem and root rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* in South Africa. *Plant Disease.* 87 (12), 1540. DOI:10.1094/PDIS.2003.87.12.1540A

LaMondia J A, Li D W, Vossbrinck C R, 2010. First report of blight of common bean caused by *Phytophthora capsici* in Connecticut. *Plant Disease.* 94 (1), 134. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis> DOI:10.1094/PDIS-94-1-0134B

Lamour K H, Hausbeck M K, 2003. Effect of crop rotation on the survival of *Phytophthora capsici* in Michigan. *Plant Disease.* 87 (7), 841-845. DOI:10.1094/PDIS.2003.87.7.841

Leonian L.H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici* sp. nov. *Phytopathology* 12: 401-408.

Luz E D M N, Cerqueira A O, Faleiro F G, Dantas Neto A, Matsuoka K, Marques J R B, 2003. Genetic diversity of *Phytophthora capsici* isolates from different hosts based on RAPD markers, pathogenicity and morphology. (Diversidade genética de isolados de *Phytophthora capsici* de diferentes hospedeiros com base em marcadores RAPD patogenicidade e morfologia.). *Fitopatologia Brasileira.* 28 (5), 559-564. <http://www.scielo.br/pdf/fb/v28n5/17674.pdf> DOI:10.1590/S0100-41582003000500017

Matsuda A, Hamada M, Gonzalez J L, 1994. Outbreak and control of foot rot on black peppers in Dominican Republic. *Agrochemicals Japan*. 23-26.

Mo H., Kim S., Wai K.P.P., Siddique M.I., Yoo H., Kim B-S. 2014. New sources of resistance to *Phytophthora capsici* in *Capsicum* spp. *Hort. Environ. Biotechnol.* 55(1): 50-55.

Mosa A A, Zaki K I, El-Sherbeiny S N, 2002. *Phytophthora* root and crown rot of pepper in Egypt. *Annals of Agricultural Science (Cairo)*. 47 (3), 975-991.

Quesada-Ocampo, L. M., Fulbright, D. W., Hausbeck, M. K. 2009. Susceptibility of Fraser fir to *Phytophthora capsici*. *Plant Dis.* 93:135-141.

Ptaszek M., Czajka A., Jarecka-Boncela A., Kałużna M., Komorowska B., Maciejewski B., Soika G., Stępowaska A. 2018. *Poradnik sygnalizatora ochrony papryki w gruncie*. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice. ISBN 978-83-69903-44-0.

Ristaino J.B. 1990. Intraspecific variation among isolates of *nh* from pepper and cucurbit fields in north Carolina. *Phytopathology* 80: 1253-1259.

Ristaino J.B. 1991. Influence of rainfall, drip irrigation and inoculum density on the development of *Phytophthora* root rot and crown rot epidemics and yield in bell pepper. *Phytopathology* 81:922-929.

Ristaino J., Johnston S. 1999. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight of bell pepper. *Plant Dis.* 83:1080-1089.

Ristaino J.B. 2012. A lucid key to the common species of *Phytophthora*. *Plant Dis.* 96: 897-903.

Roberts P.D., Kucharek T. A. 1994. Vegetable diseases caused by *Phytophthora capsici* in Florida. IFAS, Florida.

Roberts P.D., Urs R.R., French-Monar R.D., Hoffine M.S., Seijo T.E., McGovern R. J. 2005. Survival and recovery of and oomycetes in tailwater and soil from vegetable fields in Florida. *Annals of Applied Biology* 146: 351-359.

Sady i ogrody. 2018. *Phytophthora capsici* – narastający problem w uprawach pod osłonami. https://www.sadyogrody.pl/agrotechnika/103/phytophthora_capsici_narastajacy_problemy_w_uprawach_pod_oslonami,12448.html (dostęp 26.03.2020)

Satur M.M., Butler E.E. 1967. A root and crown rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* and *P. parasitica*. *Phytopathology* 57: 510-515.

Sun WenXiu, Jia YongJian, Qin NaiHua, Zhang XiuQuo, 2004. Isolation and quantification of soilborne *Phytophthora capsici* Leonian. *Journal of Fungal Research*. 2 (2), 22-25.

Stamps J. 1984. *Phytophthora capsica*. *CMI Descr. Pathog. Fungi Bact.* 836:1.

Stevenson W.R., James R.V., Rand R.E. 2000. Evaluation of selected fungicides to control *Phytophthora* blight and fruit rot of cucumber. *Fungic. Nematicide Tests* 56: V 16.

Tamietti G., Valentino D. 2001. Physiological characterization of a population of *Phytophthora capsica* Leon. From northern Italy. *J. Plnt Pathol.* 83: 1101.

Thompson A H, Botha W J, Uys M D R, 1994. *Phytophthora capsici* (Oomycota: Fungi), a first report from South Africa. *South African Journal of Botany*. 60 (5), 257-260.

Truong N V, Burgess L W, Liew E C Y, 2008. Prevalence and aetiology of *Phytophthora* foot rot of black pepper in Vietnam. *Australasian Plant Pathology*. 37 (5), 431-442. <http://www.publish.csiro.au/nid/39.htm> DOI:10.1071/AP08034

Wasilwa L A, Correll J C, Morelock T E, 1995. *Phytophthora* blight of squash caused by *Phytophthora capsici* in Arkansas. *Plant Disease*. 79 (11), 1188. DOI:10.1094/PD-79-1188A

https://www.sadyogrody.pl/agrotechnika/103/phytophthora_capsici_narastajacy_probleem_w_uprawach_pod_oslonami,12448.html (dostęp 26.03.2020)

<https://www.agropolska.pl/agrobiznes/polska-przoduje-w-produkcji-papryki-przybywa-nowych-odmian,1154.html> (dostęp 26.03.2020).

Załącznik 1

Tabela 1. Modele zmiany temperatury w okresie zimowym wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

| RCP 2.6 | 2036-2065 IX-XI | 2071-2100 IX-XI | 2036-2065 XII-II | 2071-2100 XII-II |
|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| CanESM2 | 9,85 | 9,80 | 0,54 | 0,65 |
| CNRM-CM5 | 9,69 | 9,82 | 1,03 | 0,93 |
| GISS-E2-H | 8,95 | 8,67 | 1,04 | 0,30 |
| GISS-E2-R | 8,71 | 8,54 | -0,26 | -0,88 |
| HadGEM2- AO | 10,28 | 10,01 | 0,92 | 0,54 |
| HadGEM2-ES | 10,58 | 10,49 | 0,58 | 1,06 |
| IPSL-CM5A- LR | 10,24 | 10,08 | 2,24 | 1,73 |
| IPSL-CM5A- MR | 9,99 | 9,71 | 0,52 | -0,08 |
| MIROC5 | 10,38 | 10,52 | 0,69 | 1,28 |
| MIROC-ESM | 10,58 | 10,83 | 1,39 | 1,76 |
| MPI-ESM-LR | 9,08 | 8,75 | -0,49 | -0,14 |
| MPI-ESM-MR | 8,89 | 9,12 | 0,37 | 0,43 |
| MRI-CGCM3 | 8,79 | 9,06 | -0,63 | 0,20 |
| NorESM1-M | 9,69 | 9,84 | 0,65 | 0,31 |
| NorESM1-ME | 9,75 | 10,10 | 0,24 | 0,62 |
| ŚREDNIA: | 9,70 | 9,69 | 0,59 | 0,58 |
| 5,00% | 8,77 | 8,63 | -0,53 | -0,36 |
| 95,00% | 10,58 | 10,61 | 1,65 | 1,74 |
| RCP4.5 | 2036-2065 IX-XI | 2071-2100 IX-XI | 2036-2065 XII-II | 2071-2100 XII-II |
| ACCESS1-0 | 10,11 | 11,01 | 0,08 | 1,43 |
| ACCESS1-3 | 10,52 | 11,14 | 1,31 | 1,79 |
| CanESM2 | 9,84 | 10,44 | 1,04 | 1,59 |
| CCSM4 | 9,65 | 10,20 | 0,17 | -0,15 |
| CMCC-CM | 10,79 | 11,92 | 3,07 | 4,43 |
| CMCC-CMS | 10,14 | 11,27 | 2,72 | 2,99 |
| CNRM-CM5 | 9,85 | 10,53 | 1,15 | 2,68 |
| GISS-E2-H | 9,38 | 10,22 | 1,31 | 2,70 |
| GISS-E2-H- CC | 9,41 | 9,64 | 0,73 | 0,79 |
| GISS-E2-R | 9,49 | 9,77 | 0,65 | 0,67 |
| GISS-E2-R- CC | 9,34 | 9,62 | 0,30 | 0,69 |
| HadGEM2- AO | 10,60 | 11,65 | 1,48 | 2,55 |
| HadGEM2-CC | 10,26 | 11,40 | 1,70 | 3,28 |
| HadGEM2-ES | 10,93 | 11,86 | 2,00 | 2,19 |
| inmcm4 | 8,64 | 9,00 | -0,12 | 1,07 |
| IPSL-CM5A- LR | 10,54 | 11,15 | 2,74 | 3,11 |
| IPSL-CM5A- MR | 10,38 | 11,10 | 1,25 | 1,91 |

| | | | | |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| IPSL-CM5B-LR | 10,29 | 10,47 | 0,55 | 2,74 |
| MIROC5 | 11,00 | 11,54 | 1,34 | 2,52 |
| MIROC-ESM | 10,89 | 11,44 | 1,58 | 2,24 |
| MPI-ESM-LR | 9,22 | 9,52 | -0,40 | 0,18 |
| MPI-ESM-MR | 9,52 | 9,56 | 1,12 | 1,04 |
| MRI-CGCM3 | 9,19 | 9,90 | -0,67 | 0,78 |
| NorESM1-M | 9,90 | 10,45 | 1,02 | 1,43 |
| NorESM1-ME | 9,61 | 10,21 | 0,43 | 1,52 |
| ŚREDNIA: | 9,98 | 10,60 | 1,06 | 1,85 |
| 5,00% | 9,20 | 9,53 | -0,34 | 0,28 |
| 95,00% | 10,92 | 11,82 | 2,74 | 3,25 |
| RCP6.0 | 2036-2065 | 2071-2100 | 2036-2065 | 2071-2100 |
| | IX-XI | IX-XI | XII-II | XII-II |
| CCSM4 | 9,65 | 10,27 | 0,28 | 0,57 |
| GISS-E2-H | 9,79 | 10,41 | 1,54 | 1,66 |
| GISS-E2-R | 9,48 | 9,87 | 0,99 | 0,96 |
| HadGEM2-AO | 10,13 | 11,52 | 0,99 | 1,54 |
| HadGEM2-ES | 10,40 | 12,95 | 1,66 | 2,32 |
| IPSL-CM5A-LR | 10,47 | 11,55 | 2,42 | 3,20 |
| IPSL-CM5A-MR | 10,29 | 11,83 | 0,55 | 1,94 |
| MIROC5 | 10,65 | 11,84 | 0,71 | 2,74 |
| MIROC-ESM | 10,76 | 12,26 | 1,55 | 2,80 |
| MRI-CGCM3 | 9,25 | 10,05 | -0,14 | 1,01 |
| NorESM1-M | 9,57 | 10,92 | 0,78 | 2,01 |
| NorESM1-ME | 9,59 | 11,22 | 0,12 | 1,88 |
| ŚREDNIA: | 10,00 | 11,22 | 0,95 | 1,89 |
| 5,00% | 9,38 | 9,97 | 0,00 | 0,78 |
| 95,00% | 10,70 | 12,57 | 2,00 | 2,98 |
| RCP 8.5 | 2036-2065 | 2071-2100 | 2036-2065 | 2071-2100 |
| | IX-XI | IX-XI | XII-II | XII-II |
| ACCESS1-0 | 10,38 | 13,39 | 1,93 | 4,04 |
| ACCESS1-3 | 10,85 | 13,19 | 1,61 | 3,66 |
| CanESM2 | 10,62 | 13,05 | 1,39 | 2,99 |
| CCSM4 | 9,91 | 11,83 | 0,40 | 1,96 |
| CMCC-CESM | 11,06 | 12,78 | 3,55 | 6,50 |
| CMCC-CM | 11,33 | 14,06 | 3,45 | 6,83 |
| CMCC-CMS | 10,82 | 13,73 | 2,69 | 5,96 |
| CNRM-CM5 | 10,58 | 11,79 | 2,21 | 4,41 |
| GISS-E2-H | 10,02 | 11,82 | 1,40 | 3,63 |
| GISS-E2-H-CC | 10,15 | 11,38 | 1,23 | 2,91 |
| GISS-E2-R | 9,80 | 11,33 | 1,32 | 3,17 |
| GISS-E2-R-CC | 10,27 | 11,23 | 1,90 | 2,42 |
| HadGEM2-AO | 10,92 | 13,59 | 1,87 | 4,34 |
| HadGEM2-CC | 11,51 | 14,29 | 3,76 | 5,87 |
| HadGEM2-ES | 11,89 | 14,48 | 2,13 | 4,54 |

| | | | | |
|--------------|-------|-------|------|------|
| inmcm4 | 9,00 | 10,12 | 0,70 | 2,19 |
| IPSL-CM5A-LR | 11,25 | 13,83 | 3,29 | 5,85 |
| IPSL-CM5A-MR | 11,25 | 13,12 | 1,13 | 3,52 |
| IPSL-CM5B-LR | 10,93 | 13,00 | 3,23 | 5,84 |
| MIROC5 | 11,47 | 13,48 | 1,99 | 4,46 |
| MIROC-ESM | 11,67 | 13,97 | 2,36 | 4,55 |
| MPI-ESM-LR | 9,99 | 11,95 | 0,33 | 2,47 |
| MPI-ESM-MR | 10,02 | 11,69 | 1,02 | 2,80 |
| MRI-CGCM3 | 10,12 | 11,28 | 0,48 | 2,34 |
| MRI-ESM1 | 9,85 | 11,61 | 0,63 | 2,83 |
| NorESM1-M | 10,40 | 12,00 | 1,11 | 2,63 |
| NorESM1-ME | 10,25 | 11,77 | 1,55 | 2,96 |
| ŚREDNIA: | 10,60 | 12,58 | 1,80 | 3,91 |
| 5,00% | 9,82 | 11,25 | 0,42 | 2,24 |
| 95,00% | 11,62 | 14,22 | 3,52 | 6,34 |

Tabela 2. Modele zmiany temperatury w okresie letnim wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

| RCP 2.6 | 2036-2065 III-V | 2071-2100 III-V | 2036-2065 VI- VIII | 2071-2100 VI- VIII |
|----------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| CanESM2 | 9,11 | 9,20 | 18,69 | 18,77 |
| CNRM-CM5 | 9,26 | 9,14 | 18,05 | 18,35 |
| GISS-E2-H | 9,12 | 8,08 | 18,12 | 17,88 |
| GISS-E2-R | 8,95 | 7,80 | 17,90 | 17,28 |
| HadGEM2-AO | 9,61 | 9,74 | 20,84 | 20,41 |
| HadGEM2-ES | 10,00 | 9,87 | 20,38 | 20,66 |
| IPSL-CM5A-LR | 10,00 | 9,51 | 19,34 | 19,17 |
| IPSL-CM5A-MR | 9,31 | 8,89 | 19,13 | 18,63 |
| MIROC5 | 10,91 | 11,14 | 19,71 | 19,53 |
| MIROC-ESM | 10,27 | 9,98 | 19,65 | 20,22 |
| MPI-ESM-LR | 8,52 | 8,61 | 17,82 | 17,99 |
| MPI-ESM-MR | 8,24 | 8,40 | 18,12 | 18,07 |
| MRI-CGCM3 | 8,25 | 8,91 | 17,65 | 17,57 |
| NorESM1-M | 9,63 | 9,81 | 18,85 | 18,97 |
| NorESM1-ME | 9,26 | 9,72 | 18,85 | 19,00 |
| ŚREDNIA: | 9,36 | 9,25 | 18,87 | 18,83 |
| 5,00% | 8,25 | 8,00 | 17,78 | 17,50 |
| 95,00% | 10,46 | 10,33 | 20,50 | 20,47 |
| RCP4.5 | 2036-2065 III-V | 2071-2100 III-V | 2036-2065 VI- VIII | 2071-2100 VI- VIII |
| ACCESS1-0 | 9,34 | 10,14 | 19,96 | 20,91 |
| ACCESS1-3 | 9,37 | 10,64 | 20,53 | 21,36 |
| CanESM2 | 9,44 | 9,75 | 19,30 | 19,68 |
| CCSM4 | 9,35 | 9,79 | 19,63 | 20,25 |
| CMCC-CM | 10,18 | 11,18 | 18,87 | 19,48 |

| | | | | |
|------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| CMCC-CMS | 9,42 | 9,89 | 18,99 | 19,68 |
| CNRM-CM5 | 9,36 | 10,48 | 18,24 | 19,43 |
| GISS-E2-H | 9,27 | 10,01 | 18,63 | 19,48 |
| GISS-E2-H- CC | 10,47 | 10,95 | 19,00 | 19,32 |
| GISS-E2-R | 8,81 | 9,38 | 18,29 | 18,52 |
| GISS-E2-R- CC | 9,09 | 9,43 | 18,45 | 18,46 |
| HadGEM2- AO | 9,85 | 10,50 | 21,97 | 22,00 |
| HadGEM2-CC | 9,84 | 10,73 | 20,26 | 20,64 |
| HadGEM2-ES | 10,58 | 10,97 | 21,20 | 21,93 |
| inmcm4 | 8,38 | 8,80 | 17,94 | 18,26 |
| IPSL-CM5A- LR | 9,96 | 10,85 | 19,56 | 20,00 |
| IPSL-CM5A- MR | 9,63 | 9,93 | 19,58 | 20,39 |
| IPSL-CM5B- LR | 9,77 | 10,19 | 19,03 | 19,97 |
| MIROC5 | 11,59 | 11,88 | 19,54 | 20,30 |
| MIROC-ESM | 10,50 | 10,66 | 20,23 | 21,24 |
| MPI-ESM-LR | 8,79 | 9,17 | 18,58 | 18,90 |
| MPI-ESM-MR | 9,09 | 9,33 | 18,88 | 19,17 |
| MRI-CGCM3 | 8,46 | 9,00 | 17,89 | 18,07 |
| NorESM1-M | 10,02 | 10,29 | 19,49 | 19,96 |
| NorESM1-ME | 9,43 | 10,46 | 18,79 | 19,89 |
| ŚREDNIA: | 9,60 | 10,18 | 19,31 | 19,89 |
| 5,00% | 8,53 | 9,03 | 18,00 | 18,30 |
| 95,00% | 10,56 | 11,14 | 21,07 | 21,82 |
| RCP6.0 | 2036-2065 III-V | 2071-2100 III-V | 2036-2065 VI- VIII | 2071-2100 VI- VIII |
| CCSM4 | 9,06 | 9,59 | 19,21 | 20,03 |
| GISS-E2-H | 9,41 | 10,07 | 18,84 | 19,61 |
| GISS-E2-R | 8,86 | 9,53 | 18,41 | 19,02 |
| HadGEM2- AO | 9,30 | 10,54 | 20,61 | 22,90 |
| HadGEM2-ES | 10,05 | 11,25 | 20,62 | 22,83 |
| IPSL-CM5A- LR | 10,11 | 11,10 | 19,41 | 20,46 |
| IPSL-CM5A- MR | 9,37 | 10,58 | 19,15 | 20,67 |
| MIROC5 | 10,99 | 12,75 | 19,58 | 20,42 |
| MIROC-ESM | 10,11 | 11,39 | 19,83 | 21,80 |
| MRI-CGCM3 | 8,57 | 8,96 | 17,64 | 18,49 |
| NorESM1-M | 9,43 | 10,78 | 18,80 | 20,31 |
| NorESM1-ME | 9,19 | 10,47 | 18,73 | 20,21 |
| ŚREDNIA: | 9,54 | 10,58 | 19,24 | 20,56 |
| 5,00% | 8,73 | 9,27 | 18,06 | 18,78 |
| 95,00% | 10,51 | 12,00 | 20,61 | 22,86 |
| RCP 8.5 | 2036-2065 III-V | 2071-2100 III-V | 2036-2065 VI- VIII | 2071-2100 VI- VIII |
| ACCESS1-0 | 10,25 | 12,42 | 21,62 | 24,39 |

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| ACCESS1-3 | 10,26 | 11,55 | 21,48 | 23,92 |
| CanESM2 | 9,43 | 11,26 | 20,12 | 23,17 |
| CCSM4 | 9,96 | 10,77 | 20,02 | 21,56 |
| CMCC-CESM | 10,34 | 11,89 | 18,76 | 20,17 |
| CMCC-CM | 10,24 | 13,20 | 18,89 | 21,40 |
| CMCC-CMS | 9,48 | 11,44 | 19,25 | 21,66 |
| CNRM-CM5 | 9,79 | 10,99 | 19,07 | 20,76 |
| GISS-E2-H | 9,63 | 11,51 | 19,30 | 20,88 |
| GISS-E2-H- CC | 10,62 | 12,43 | 19,27 | 21,05 |
| GISS-E2-R | 10,23 | 11,11 | 18,97 | 19,88 |
| GISS-E2-R- CC | 9,86 | 11,39 | 18,87 | 20,35 |
| HadGEM2- AO | 10,49 | 12,31 | 22,44 | 25,87 |
| HadGEM2-CC | 11,36 | 12,65 | 21,41 | 24,62 |
| HadGEM2-ES | 10,80 | 12,63 | 22,08 | 25,74 |
| inmcm4 | 8,52 | 9,71 | 18,23 | 19,96 |
| IPSL-CM5A- LR | 10,70 | 13,23 | 20,11 | 22,81 |
| IPSL-CM5A- MR | 9,97 | 11,78 | 20,10 | 22,71 |
| IPSL-CM5B- LR | 10,45 | 11,98 | 19,87 | 22,07 |
| MIROC5 | 11,76 | 14,07 | 20,43 | 22,37 |
| MIROC-ESM | 10,84 | 12,46 | 21,01 | 23,90 |
| MPI-ESM-LR | 9,32 | 10,66 | 18,86 | 20,85 |
| MPI-ESM-MR | 8,63 | 10,11 | 19,15 | 20,94 |
| MRI-CGCM3 | 9,09 | 10,20 | 18,49 | 19,77 |
| MRI-ESM1 | 8,53 | 10,39 | 18,47 | 20,39 |
| NorESM1-M | 9,97 | 11,62 | 19,65 | 22,23 |
| NorESM1-ME | 9,75 | 11,32 | 19,36 | 21,54 |
| ŚREDNIA: | 10,01 | 11,67 | 19,83 | 22,04 |
| 5,00% | 8,56 | 10,14 | 18,48 | 19,90 |
| 95,00% | 11,20 | 13,22 | 21,94 | 25,40 |

Tabela 3. Modele zmiany opadu w okresie zimowym wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

| RCP 2.6 | 2036-2065 IX- XI | 2071-2100 IX- XI | 2036-2065 XII-II | 2071-2100 XII-II |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| CNRM-CM5 | 149,2 | 142,3 | 116,2 | 112,6 |
| GISS-E2-H | 137,9 | 137,1 | 119,5 | 108,2 |
| GISS-E2-R | 149,5 | 140,8 | 110,6 | 98,0 |
| HadGEM2- AO | 122,7 | 121,7 | 101,7 | 89,7 |
| HadGEM2-ES | 133,7 | 123,3 | 107,1 | 98,9 |
| IPSL-CM5A- LR | 140,7 | 148,7 | 109,5 | 119,3 |
| IPSL-CM5A- MR | 128,2 | 143,3 | 105,0 | 116,2 |
| MIROC5 | 147,7 | 154,2 | 103,7 | 111,2 |

| | | | | |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| MIROC-ESM | 166,9 | 180,7 | 146,0 | 166,7 |
| MPI-ESM-LR | 128,3 | 142,1 | 101,9 | 100,3 |
| MPI-ESM-MR | 125,6 | 145,3 | 96,6 | 109,0 |
| MRI-CGCM3 | 111,4 | 122,3 | 90,8 | 107,4 |
| NorESM1-M | 144,4 | 139,6 | 110,7 | 109,1 |
| NorESM1-ME | 135,0 | 136,1 | 120,8 | 103,4 |
| ŚREDNIA: | 137,2 | 141,2 | 110,0 | 110,7 |
| ZMIANA (%): | 2,4 | 5,4 | 11,0 | 11,7 |
| 5,00% | 118,745 | 122,09 | 113,62 | 114,675 |
| 95,00% | 155,59 | 163,475 | 153,01 | 158,885 |
| RCP 4.5 | 2036-2065 IX- XI | 2071-2100 IX- XI | 2036-2065 XII-II | 2071-2100 XII-II |
| ACCESS1-0 | 140,9 | 127,2 | 111,3 | 119,0 |
| ACCESS1-3 | 137,9 | 135,9 | 116,3 | 122,9 |
| CCSM4 | 158,0 | 155,3 | 101,7 | 107,1 |
| CMCC-CM | 128,2 | 121,1 | 124,7 | 128,3 |
| CMCC-CMS | 131,5 | 152,1 | 119,0 | 127,5 |
| CNRM-CM5 | 157,2 | 157,1 | 110,5 | 121,3 |
| GISS-E2-H | 148,5 | 146,4 | 113,4 | 114,8 |
| GISS-E2-H- CC | 134,4 | 145,4 | 106,7 | 116,9 |
| GISS-E2-R | 138,8 | 142,9 | 107,2 | 95,4 |
| GISS-E2-R- CC | 143,3 | 140,2 | 110,7 | 99,8 |
| HadGEM2- AO | 120,3 | 117,4 | 103,2 | 113,3 |
| HadGEM2-CC | 129,8 | 125,0 | 130,1 | 129,4 |
| HadGEM2-ES | 119,1 | 138,2 | 115,4 | 116,4 |
| inmcm4 | 157,3 | 146,3 | 99,4 | 114,5 |
| IPSL-CM5A- LR | 133,5 | 152,0 | 107,6 | 111,6 |
| IPSL-CM5A- MR | 136,7 | 121,8 | 113,6 | 115,7 |
| IPSL-CM5B- LR | 153,2 | 159,1 | 108,4 | 118,1 |
| MIROC5 | 160,6 | 156,6 | 102,8 | 120,5 |
| MIROC-ESM | 165,4 | 175,6 | 159,6 | 174,0 |
| MPI-ESM-LR | 148,7 | 136,2 | 101,6 | 96,9 |
| MPI-ESM-MR | 146,7 | 153,7 | 102,1 | 101,3 |
| MRI-CGCM3 | 120,0 | 136,2 | 109,4 | 100,6 |
| NorESM1-M | 140,0 | 144,5 | 113,4 | 114,4 |
| NorESM1-ME | 144,5 | 140,6 | 119,0 | 125,3 |
| ŚREDNIA: | 141,4 | 142,8 | 112,8 | 116,9 |
| ZMIANA (%): | 5,5 | 6,6 | 13,8 | 18,0 |
| 5,00% | 120,045 | 121,205 | 101,615 | 97,335 |
| 95,00% | 160,21 | 158,8 | 129,29 | 129,235 |
| RCP 6.0 | 2036-2065 IX- XI | 2071-2100 IX- XI | 2036-2065 XII-II | 2071-2100 XII-II |
| CCSM4 | 145,2 | 151,7 | 106,2 | 110,2 |
| GISS-E2-H | 138,5 | 145,2 | 100,3 | 121,2 |
| GISS-E2-R | 161,1 | 147,1 | 116,7 | 102,5 |

| | | | | |
|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| HadGEM2-AO | 120,0 | 130,4 | 104,8 | 100,0 |
| HadGEM2-ES | 138,9 | 119,8 | 119,5 | 115,4 |
| IPSL-CM5A-LR | 141,3 | 135,4 | 113,6 | 123,3 |
| IPSL-CM5A-MR | 123,2 | 133,0 | 113,0 | 124,6 |
| MIROC5 | 160,6 | 181,9 | 109,0 | 119,4 |
| MIROC-ESM | 158,3 | 170,6 | 162,3 | 170,0 |
| MRI-CGCM3 | 126,8 | 131,7 | 113,7 | 113,4 |
| NorESM1-M | 135,6 | 129,3 | 113,9 | 131,4 |
| NorESM1-ME | 137,3 | 127,1 | 119,5 | 121,4 |
| ŚREDNIA: | 140,6 | 141,9 | 116,0 | 121,1 |
| ZMIANA (%): | 4,9 | 5,9 | 17,1 | 22,2 |
| 5,00% | 121,76 | 123,815 | 102,775 | 101,375 |
| 95,00% | 160,825 | 175,685 | 138,76 | 148,77 |
| RCP 8.5 | 2036-2065 IX-XI | 2071-2100 IX-XI | 2036-2065 XII-II | 2071-2100 XII-II |
| ACCESS1-0 | 132,2 | 125,1 | 111,9 | 129,5 |
| ACCESS1-3 | 139,5 | 137,1 | 129,6 | 142,1 |
| CCSM4 | 170,6 | 150,0 | 115,4 | 130,5 |
| CMCC-CESM | 145,8 | 185,1 | 148,7 | 185,7 |
| CMCC-CM | 133,9 | 133,6 | 123,2 | 136,4 |
| CMCC-CMS | 140,6 | 145,6 | 114,2 | 142,9 |
| CNRM-CM5 | 169,3 | 171,9 | 120,0 | 131,9 |
| GISS-E2-H | 154,4 | 158,5 | 99,6 | 119,0 |
| GISS-E2-H-CC | 133,8 | 144,9 | 107,8 | 112,2 |
| GISS-E2-R | 148,5 | 140,0 | 111,6 | 106,2 |
| GISS-E2-R-CC | 147,9 | 136,4 | 107,8 | 109,4 |
| HadGEM2-AO | 114,6 | 125,8 | 106,0 | 117,9 |
| HadGEM2-CC | 125,9 | 117,6 | 121,0 | 144,0 |
| HadGEM2-ES | 121,4 | 121,6 | 120,2 | 141,6 |
| inmcm4 | 146,0 | 153,5 | 99,6 | 130,9 |
| IPSL-CM5A-LR | 150,4 | 144,3 | 108,8 | 118,4 |
| IPSL-CM5A-MR | 119,4 | 145,3 | 130,7 | 134,5 |
| IPSL-CM5B-LR | 150,0 | 162,1 | 114,1 | 130,9 |
| MIROC5 | 157,1 | 173,5 | 119,5 | 129,7 |
| MIROC-ESM | 167,7 | 182,5 | 163,9 | 195,1 |
| MPI-ESM-LR | 129,8 | 123,4 | 107,0 | 118,0 |
| MPI-ESM-MR | 125,8 | 150,6 | 129,2 | 133,1 |
| MRI-CGCM3 | 133,9 | 128,8 | 102,7 | 135,0 |
| MRI-ESM1 | 142,7 | 146,8 | 97,0 | 111,7 |
| NorESM1-M | 140,5 | 151,3 | 114,8 | 128,9 |
| NorESM1-ME | 136,2 | 150,1 | 126,1 | 135,6 |
| ŚREDNIA: | 141,5 | 146,4 | 117,3 | 132,7 |
| ZMIANA (%): | 5,6 | 9,3 | 18,4 | 33,9 |

| | | | | |
|--------|-------|--------|-------|---------|
| 5,00% | 119,9 | 122,05 | 99,6 | 109,975 |
| 95,00% | 168,9 | 180,25 | 144,2 | 175,275 |

Tabela 4. Modele zmiany opadu w okresie letnim wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

| RCP 2.6 | 2036-2065 III- V | 2071-2100 III- V | 2036-2065 VI- VIII | 2071-2100 VI- VIII |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| CNRM-CM5 | 148,0 | 143,2 | 245,0 | 239,9 |
| GISS-E2-H | 111,5 | 102,8 | 219,1 | 224,3 |
| GISS-E2-R | 140,1 | 127,8 | 248,3 | 244,2 |
| HadGEM2-AO | 118,2 | 118,4 | 140,0 | 173,4 |
| HadGEM2-ES | 125,3 | 141,0 | 186,6 | 172,8 |
| IPSL-CM5A-LR | 129,3 | 126,9 | 238,0 | 243,0 |
| IPSL-CM5A-MR | 122,4 | 132,0 | 212,0 | 229,4 |
| MIROC5 | 135,8 | 134,1 | 218,7 | 216,9 |
| MIROC-ESM | 142,6 | 145,4 | 242,0 | 257,1 |
| MPI-ESM-LR | 144,3 | 141,4 | 201,4 | 191,9 |
| MPI-ESM-MR | 127,8 | 130,1 | 199,5 | 181,1 |
| MRI-CGCM3 | 112,4 | 117,4 | 214,6 | 227,8 |
| NorESM1-M | 118,8 | 120,2 | 214,0 | 227,7 |
| NorESM1-ME | 131,7 | 135,0 | 206,2 | 195,2 |
| ŚREDNIA: | 129,2 | 129,7 | 213,2 | 216,1 |
| ZMIANA (%): | 7,3 | 7,7 | 2,7 | 4,1 |
| 5,00% | 112,085 | 112,29 | 170,29 | 173,19 |
| 95,00% | 145,595 | 143,97 | 246,155 | 248,715 |
| RCP 4.5 | 2036-2065 III- V | 2071-2100 III- V | 2036-2065 VI- VIII | 2071-2100 VI- VIII |
| ACCESS1-0 | 146,2 | 152,3 | 186,7 | 159,9 |
| ACCESS1-3 | 154,0 | 157,1 | 172,1 | 174,4 |
| CCSM4 | 116,9 | 127,8 | 193,9 | 187,7 |
| CMCC-CM | 127,9 | 127,2 | 199,1 | 195,3 |
| CMCC-CMS | 135,7 | 159,2 | 214,3 | 216 |
| CNRM-CM5 | 141,7 | 160,1 | 239,4 | 235,2 |
| GISS-E2-H | 113,5 | 113,1 | 225,9 | 212,3 |
| GISS-E2-H-CC | 130,5 | 146,8 | 223,7 | 202,3 |
| GISS-E2-R | 141,2 | 134,1 | 234,1 | 222,2 |
| GISS-E2-R-CC | 125,7 | 132,3 | 209,3 | 241,1 |
| HadGEM2-AO | 122,9 | 135,2 | 141 | 140,5 |
| HadGEM2-CC | 159,1 | 147,0 | 158,3 | 173 |
| HadGEM2-ES | 135,9 | 146,2 | 160,9 | 162,6 |
| inmcm4 | 100,4 | 109,8 | 204 | 184,1 |
| IPSL-CM5A-LR | 129,9 | 131,9 | 247,4 | 237 |
| IPSL-CM5A-MR | 126,2 | 127,6 | 208,2 | 206,6 |
| IPSL-CM5B-LR | 114,3 | 129,0 | 232,5 | 226 |
| MIROC5 | 134,8 | 150,5 | 237,8 | 225,8 |
| MIROC-ESM | 147,4 | 154,1 | 256,5 | 236,9 |

| | | | | |
|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MPI-ESM-LR | 145,9 | 140,0 | 182,8 | 171,3 |
| MPI-ESM-MR | 120,8 | 128,4 | 172,8 | 181,1 |
| MRI-CGCM3 | 116,0 | 123,6 | 223,2 | 231,3 |
| NorESM1-M | 120,9 | 127,8 | 195,4 | 190,7 |
| NorESM1-ME | 140,1 | 135,2 | 208,7 | 188,4 |
| ŚREDNIA: | 131,2 | 137,3 | 205,3 | 200,1 |
| ZMIANA (%): | 9,0 | 14,0 | -1,1 | -3,6 |
| 5,00% | 113,62 | 114,675 | 158,69 | 160,305 |
| 95,00% | 153,01 | 158,885 | 246,2 | 236,985 |
| RCP 6.0 | 2036-2065 III-V | 2071-2100 III-V | 2036-2065 VI-VIII | 2071-2100 VI-VIII |
| CCSM4 | 135,1 | 126,9 | 199,1 | 210,6 |
| GISS-E2-H | 101,7 | 105,9 | 208,5 | 208,6 |
| GISS-E2-R | 136,1 | 143,2 | 212,3 | 224,0 |
| HadGEM2-AO | 134,6 | 124,3 | 158,1 | 124,0 |
| HadGEM2-ES | 132,3 | 135,7 | 177,9 | 159,7 |
| IPSL-CM5A-LR | 132,3 | 129,9 | 231,4 | 239,7 |
| IPSL-CM5A-MR | 120,2 | 116,9 | 230,0 | 191,5 |
| MIROC5 | 141,4 | 145,4 | 217,8 | 236,3 |
| MIROC-ESM | 154,5 | 159,9 | 264,9 | 265,0 |
| MRI-CGCM3 | 107,8 | 122,4 | 237,3 | 240,3 |
| NorESM1-M | 129,6 | 125,3 | 202,5 | 201,5 |
| NorESM1-ME | 128,7 | 126,1 | 204,4 | 193,4 |
| ŚREDNIA: | 129,5 | 130,2 | 212,0 | 207,9 |
| ZMIANA (%): | 7,6 | 8,1 | 2,1 | 0,1 |
| 5,00% | 105,055 | 111,95 | 168,99 | 143,635 |
| 95,00% | 147,295 | 151,925 | 249,72 | 251,415 |
| RCP 8.5 | 2036-2065 III-V | 2071-2100 III-V | 2036-2065 VI-VIII | 2071-2100 VI-VIII |
| ACCESS1-0 | 152,4 | 139,4 | 152,2 | 133,6 |
| ACCESS1-3 | 145,4 | 176,8 | 160,9 | 151,8 |
| CCSM4 | 123,2 | 133,4 | 197,0 | 176,6 |
| CMCC-CESM | 165,4 | 169,6 | 230,6 | 228,9 |
| CMCC-CM | 148,0 | 130,3 | 208,4 | 181,8 |
| CMCC-CMS | 150,3 | 161,7 | 211,2 | 188,4 |
| CNRM-CM5 | 158,5 | 171,7 | 241,1 | 246,8 |
| GISS-E2-H | 124,4 | 117,7 | 203,8 | 206,6 |
| GISS-E2-H-CC | 145,9 | 133,5 | 250,2 | 215,3 |
| GISS-E2-R | 146,0 | 138,4 | 253,7 | 220,3 |
| GISS-E2-R-CC | 128,6 | 132,0 | 226,1 | 216,9 |
| HadGEM2-AO | 122,0 | 128,3 | 134,0 | 93,9 |
| HadGEM2-CC | 144,6 | 175,4 | 158,0 | 133,5 |
| HadGEM2-ES | 137,4 | 142,3 | 156,1 | 132,4 |
| inmcm4 | 119,9 | 117,3 | 177,2 | 163,0 |
| IPSL-CM5A-LR | 121,4 | 120,4 | 233,1 | 213,0 |
| IPSL-CM5A-MR | 126,8 | 136,3 | 194,8 | 175,2 |
| IPSL-CM5B-LR | 130,3 | 142,0 | 220,0 | 220,0 |

| | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| MIROC5 | 154,4 | 145,0 | 214,3 | 232,2 |
| MIROC-ESM | 148,2 | 178,3 | 263,4 | 264,2 |
| MPI-ESM-LR | 139,0 | 147,4 | 182,5 | 152,4 |
| MPI-ESM-MR | 150,1 | 151,0 | 182,2 | 151,0 |
| MRI-CGCM3 | 125,9 | 152,5 | 229,5 | 246,9 |
| MRI-ESM1 | 140,5 | 160,7 | 224,5 | 235,6 |
| NorESM1-M | 127,6 | 129,7 | 205,6 | 192,8 |
| NorESM1-ME | 131,7 | 147,7 | 213,4 | 204,5 |
| ŚREDNIA: | 138,8 | 145,3 | 204,8 | 191,4 |
| ZMIANA (%): | 15,3 | 20,7 | -1,3 | -7,8 |
| 5,00% | 121,55 | 118,375 | 153,175 | 132,675 |
| 95,00% | 157,475 | 176,45 | 252,825 | 246,875 |

Tabela 5 Wartości referencyjne (okres 1986-2015) i zmiany w stosunku do przewidywanej wartości temperatury wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5

| | | IX-XI | XII-II | III-VI | VII-X |
|-------------|-----------|-------|--------|--------|-------|
| 1986-2015 à | | 8,5 | -0,7 | 8,1 | 17,6 |
| RCP 2.6 | 2036-2065 | 1,2 | 1,29 | 1,26 | 1,27 |
| | 2071-2100 | 1,19 | 1,28 | 1,15 | 1,23 |
| RCP 4.5 | 2036-2065 | 1,48 | 1,76 | 1,5 | 1,71 |
| | 2071-2100 | 2,1 | 2,55 | 2,08 | 2,29 |
| RCP 6.0 | 2036-2065 | 1,5 | 1,65 | 1,44 | 1,64 |
| | 2071-2100 | 2,72 | 2,59 | 2,48 | 2,96 |
| RCP 8.5 | 2036-2065 | 2,1 | 2,5 | 1,91 | 2,23 |
| | 2071-2100 | 4,08 | 4,61 | 3,57 | 4,44 |