

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla <i>Phytophthora chrysanthemi</i>						
Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska						
Opis obszaru zagrożenia: cały kraj						
<p>Główne wnioski: <i>P. chrysanthemi</i> jest patogenem porażającym rośliny z rodzaju <i>Chrysanthemum</i> sp. Od pierwszego wykrycia, w 1998 roku, (Naher i wsp. 2011) do roku 2017, obecność <i>P. chrysanthemi</i> stwierdzono w kilku lokalizacjach na obszarze 4 krajów (Tomić i Ivić 2015, Götz i wsp. 2017). Patogen pojawił się w Niemczech, które obok Holandii są liderem w produkcji materiału roślinnego do dalszej uprawy i eksportu. Prawdopodobieństwo przeniknięcia na obszar Polski bez podjęcia środków fitosanitarnych jest zatem wysokie. Szczególnie zagrożone są uprawy szklarniowe, w których panuje podwyższona temperatura, odpowiadająca optymalnej dla rozwoju tego gatunku. Prawdopodobieństwo wystąpienia szkód w uprawach polowych jest niskie. Jednak zmiany klimatyczne mogą ułatwiać zasiedlenie <i>P. chrysanthemi</i> na obszarze PRA. Patogen może być mylony z innymi gatunkami rodzaju <i>Phytophthora</i>, które porażają chryzantemy i dają podobne symptomy chorobowe. <i>Prawdopodobieństwo wniknięcia: średnie</i> <i>Prawdopodobieństwo zasiedlenia: wysokie</i> w uprawach pod osłonami <i>Prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania: niskie</i>, jednak na skutek zmian klimatycznych patogen może pojawić się w uprawach polowych i ogrodach, wówczas jego rozprzestrzenianie wzrośnie Podstawowym środkiem fitosanitarnym jest kontrola materiału roślinnego z obszarów, gdzie patogen występuje.</p>						
Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru (indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)	Wysokie	<input type="checkbox"/>	Średnie	<input checked="" type="checkbox"/>	Niskie	<input type="checkbox"/>
Poziom niepewności oceny: (uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)	Wysoka	<input type="checkbox"/>	Średnia	<input checked="" type="checkbox"/>	Niska	<input type="checkbox"/>
Inne rekomendacje: Brak						

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Phytophthora chrysanthemi* Naher, Hid. Watan., Chikuo & Kageyama

Przygotowana przez: dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr Jakub Danielewicz, mgr Magdalena Gawlak, mgr Michał Czyż, lic. Agata Olejniczak, dr Tomasz Kałuski; Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, W. Węgorka 20, 60-318 Poznań, Polska

E-mail: k.sadowska@iorpib.poznan.pl

Data: 28.10.2017

Etap 1 Wstęp

Powód wykonania PRA: *Phytophthora chrysanthemi* jest nowym patogenem porażającym złoćenie (*Chrysanthemum* sp.). Do tej pory wykryto ją lokalnie na plantacjach, w szklarniach i uprawach hydroponicznych w Japonii, USA, Chorwacji a ostatnio w Niemczech. Transport porażonych sadzonek lub podłoża, jest najbardziej prawdopodobnym sposobem rozprzestrzenienia się agrofaga. Ze względu na podobieństwo warunków klimatycznych obszaru Polski i rejonów występowania patogenu oraz wykrycie agrofaga w UE (w kraju sąsiadującym) istnieje ryzyko pojawienia się *P. chrysanthemi* również na terenie Polski. Szczególnie zagrożone są uprawy szklarniowe, w których panuje podwyższona temperatura odpowiadająca optymalnej temperaturze rozwoju tego agrofaga.

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 chrysanthemi***

Nazwa powszechna: brak

2. Informacje ogólne o agrofagu

Informacje ogólne

Phytophthora chrysanthemi jest nowym, jeszcze słabo poznanym patogenem złoćieni (popularnie uprawiane odmiany nazywane są chryzantemami) (*Chrysanthemum* spp.; rodzina *Asteraceae*).

Po raz pierwszy gatunek ten wykryto na chryzantemach w japońskiej prefekturze Toyama w 1998 roku (Chikuo i wsp. 2007).

W roku 2003 podobne objawy gnicia korzeni i pędu zaobserwowano na chryzantemach w uprawie hydroponicznej w Gifu (Japonia) (Watanabe i wsp. 2007; Rahman i wsp. 2014). Izolaty z obu ognisk zapalnych były morfologicznie bardzo do siebie podobne, a jednocześnie inne od znanych gatunków rodzaju *Phytophthora*. Nowy gatunek powodujący więdnienie i gnicie korzeni chryzantem w Japonii zidentyfikowano i opisano jako *Phytophthora chrysanthemi* (Naheer i wsp. 2011).

W 2015 roku patogen ten pojawił się na plantacji w Chorwacji (Tomić i Ivić 2015; Jung i wsp. 2016) i w USA (NPAG Report 2016; Lin i wsp. 2017). W sierpniu 2015 r. w Niemczech na partii 200 sadzonek *Chrysanthemum indicum* (odmiana „Palisade”) uprawianych w szklarni zaobserwowano objawy więdnienia liści, zmniejszenia liczebności korzeni i ich gnicia oraz przebarwień u podstawy łodygi (Götz i wsp. 2017). Badania morfologiczne i molekularne potwierdziły obecność *P. chrysanthemi*. Inne gatunki roślin uprawiane w szklarni nie były porażone. Rok później w szklarni w Hessen zauważono takie same symptomy na chryzantemach. Obecnie trwają badania diagnostyczne nad potwierdzeniem przynależności gatunkowej patogenu. Ognisko chorobowe jest pod kontrolą, a porażone rośliny zostały zniszczone.

Do tej pory agrofag został wykryty zaledwie w kilku lokalizacjach, czterech krajów znacznie od siebie oddalonych.

Cykl życiowy

P. chrysanthemi jest lęgniowcem rozmnażającym się płciowo poprzez oogonia i bezpłciowo przez chlamydospory, sporangia, zoospory oraz strzępki (Naheer i wsp. 2011).

Prawdopodobnie patogen poraża rośliny w podobny sposób do innych gatunków tego rodzaju, wnikając do nich poprzez system korzeniowy. Najważniejszym czynnikiem w procesie infekcji może być woda, gdyż to w niej szybko rozprzestrzeniają się zoospory. W warunkach niekorzystnych zarówno oogonia jak i chlamydospory mogą przetrwać nawet do kilku lat (Erwin i Ribeiro 1996).

Symptomy

Typowymi objawami wywoływanymi przez ten patogen są czernienie a następnie gnicie (zgnilizna) pędu i korzeni oraz zahamowanie wzrostu rośliny. Można je obserwować u chryzantem uprawianych na polu jak i w szklarniach w warunkach hydroponicznych (Naheer i wsp. 2011). Lin i wsp. (2017) obserwowali dodatkowo czerwienienie żyłek liściowych, więdnienie oraz obumieranie fragmentów lub całych roślin. System korzeniowy porażonych chryzantem był całkowicie lub częściowo zniszczony.

Tomić i Ivić (2015) zaobserwowali, że chore rośliny były mniejsze od zdrowych i przebarwione na szaro-zielony kolor. Objawy chorobowe występowały na roślinach rosnących na polu, głównie w zagłębieniu, gdzie gromadziła się woda. Znacznie większe straty wystąpiły w uprawach szklarniowych.

Objawy występujące na chryzantemach mogą być mylone z podobnymi, wywoływanymi przez pozostałe gatunki rodzaju *Phytophthora* (*P. nicotianae*, *P. cryptogea* i *P. cactorum*) lub inne patogeny np. rodzaju *Fusarium*, *Pythium* czy *Rhizoctonia* (Erwin i Ribeiro 1996; Tomić i Ivić 2015). Często spotykanym agrofagiem chryzantem jest *Phytophthora cactorum* powodująca gnicie łodygi i obumieranie rośliny, jednak zwykle nie atakuje systemu korzeniowego. Oba gatunki różnią się optymalną temperaturą wzrostu wynoszącą 25°C dla *P. cactorum* i 30°C dla *P. chrysanthemi*. W Japonii pierwsze symptomy choroby wywołane przez *P. cactorum* obserwujemy w maju, czerwcu oraz we wrześniu i październiku. Natomiast *P. chrysanthemi* poraża w lipcu oraz sierpniu (Naheer i wsp. 2011). Podobne objawy (gnicie pędów i korzeni prowadzące do śmierci rośliny) wywoływane są także przez *P. nicotianae* i *P. cryptogea* (Erwin i Ribeiro 1996; Tomić i Ivić 2015). W celu potwierdzenia identyfikacji morfologicznej konieczne jest wykonanie analiz molekularnych. Dotyczą one przede wszystkim ekspresji genów oraz syntezy białek następujących w procesie zarodnikowania. Do identyfikacji gatunkowej i analiz filogenetycznych w obrębie *Oomycetes* wykorzystuje się startery oparte na znajomości sekwencji tzw. wewnętrznych przerywników transkrybowanych (ITS) (Ristaino i wsp. 1998, Cooke i wsp. 2000). Badania filogenetyczne

rodzaju *Phytophthora* opierają się także na analizach genów kodujących np.: dużą podjednostkę rRNA (nLSU), podjednostki I i II oksydazy cytochromowej (coxI i coxII), β - tubulinę czy czynnik elongacji i translacji białka ypt1 (Cooke i wsp. 2000; Naher i wsp. 2011; Martin i Tooley 2003; Kroon i wsp. 2004; Rahman i wsp. 2014; Lin i wsp. 2017).

Morfologia

Gatunek *P. chrysanthemi* zaliczono do V grupy taksonomicznej na podstawie właściwości morfologicznych (Waterhouse 1963). Na podłożu PDA (potato dextrose agar) kultury rosną promieniście ze strzępkami powietrznymi. Na podłożu V8 (pożywka wielowarzywna), kolonie są białe, zanurzone, rosną promieniście i tworzą mozaikowy wzór. Tempo wzrostu na V8 w temperaturze optymalnej (30°C) wynosi około 4,1 mm/dzień. Maksymalna temperatura wzrostu dla tego patogenu jest stosunkowo wysoka – 35°C. Minimalna temperatura wzrostu to powyżej 5°C (Naher i wsp. 2011; Yang i wsp. 2014). Gatunek ten zalicza się do 10 klastra rodzaju *Phytophthora* nazywanego „tolerancyjnym na wyższe temperatury” (Yang i wsp. 2014). Strzępki są sympodialnie (wielosiowo) rozgałęzione o szerokości około 7,3 μm . Na podłożu stałym i płynnym większość bocznych oraz interkalarnych strzępek tworzy zgrubienia (tzw. *hyphal swellings*) o kształtach kulistych, i długości sięgającej do 67 μm .

Sporangia (zarodnie) tworzą się terminalnie lub sympodialnie na sporangioforach, szczególnie obficie na podłożu płynnym, rzadko na stałych pożywkach. Zarodnie są elipsoidalne, jajowate lub gruszkowate, typu *nonpapillate* (pozbawione są szczytowego zgrubienia). Wymiary sporangium wynoszą 24-59 x 16-43 μm (średnio 42,2 x 27,9 μm). Stosunek długości do szerokości wynosi 1:4 (Naher i wsp. 2011). Zoospory powstające w liczbie od 3 do 8. Wydostają się na zewnątrz poprzez niewielki otwór o średnicy 6-14 μm .

W niekorzystnych dla rozwoju patogenu warunkach (susza, brak gospodarza) bezpośrednio na strzępkach powstają chlamydospory, które w podłożu mogą przetrwać wiele lat.

Po około 10–15 dniach hodowli na podłożu V8 na końcach strzępek (terminalnie) bądź na krótkich bocznych rozgałęzieniach (bocznie) tworzą się chlamydospory. Struktury te mają kształt okrągły, cienkie ściany (1–2 μm) i średnicę od 27 do 46 μm .

P. chrysanthemi należy do organizmów grzybopodobnych, homotalicznych (jednoplechowych). Oznacza to, że organy rozmnażania płciowego powstają na strzępkach tej samej kultury.

Oogonia (lęgnie) powstają licznie po 10 dniach na podłożu V8. Oogonium jest terminalne, często bocznie osadzone z gładką ścianą. Ich kształt jest kulisty lub prawie kulisty, czasami posiadają lejkowate łądźki. Osiągają wielkości 26-46 μm średnicy (przeciętnie 38,6 μm), z czasem przybierają barwę złoto-brązową. Powstają w nich ułożone niesymetrycznie (aplerotycznie) oospory. Są one kuliste, zwykle o średnicy 29,4 μm i cienkiej ścianie grubości 2-5 μm . Z wiekiem stają się złoto-brązowe. Mogą one stanowić dodatkowe źródło pierwotnego zakażenia roślin. Anteridia (plemnie) tego gatunku są przeważnie typu paragenicznego (przylęgniowe), położone blisko trzonka oogonium, rzadziej amfigenicznego (okołolęgniowe). Mają kształt beczułkowaty lub maczugowaty, o długości 12–24 i szerokości 7–19 μm .

Rośliny żywicielskie

Różne odmiany złocienia (*Chrysanthemum* spp.). Na obszarze PRA występuje złocien polny (*C. segetum*) będący chwastem upraw zbóż jarych i roślin okopowych. W razie przedostania się patogenu do środowiska może on powodować zmniejszenie zachwaszczenia złocieniem.

3. Czy agrofag jest wektorem?	Tak	Nie X
4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga potrzebny jest wektor?	Tak	Nie X

5. Status regulacji agrofaga

Podlega zwalczaniu w państwach, w których odnotowano jego pojawienie się.

6. Rozmieszczenie

Kontynent	Rozmieszczenie	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania	Źródła
Ameryka Północna			
	USA Ohio Hrabstwo Summit	Pojedyncza lokalizacja	Lin i wsp. 2017
Azja			
	Japonia Honsiu Gifu Toyama	Lokalnie	Chikuo i wsp. 2007; Watanabe i wsp. 2007; Naher i wsp. 2011; GBIF 2017
Europa (UE)			
	Chorwacja Ribnik (Karlovac), Jakovlje, Kloštar Ivanič, Stružec (Popovača) Pula	Występowanie odnotowane w pięciu lokalizacjach	Tomić i Ivić 2015
	Niemcy Hessen	Lokalnie	Götz i wsp. 2017

7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA.

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA	Komentarz	Źródła (dotyczy występowania agrofaga na roślinie)
<i>Chrysanthemum</i> spp. (Złocień)	Tak	Główny i jak na razie jedyny stwierdzony żywiciel agrofaga. Na obszarze PRA rośliny ozdobne uprawiane w ogrodach i parkach, oraz dziko rosnący antropofit i zawlekane efemerofity.	Naher i wsp. 2011; Tomić i Ivić 2015; Götz i wsp. 2017

8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: transport roślin przeznaczonych do sadzenia
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen zasiedla korzenie i łodygi roślin, może zostać przyniesiony z zainfekowanym materiałem.
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą	Brak przechwyceń tą drogą przenikania, jednakże jest

drogą przenikania?	to najbardziej prawdopodobna droga przenikania.		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki plechy na porażonych roślinach. Oospory i chlamydospory – struktury zdolne do przetrwania niekorzystnych warunków, jak niska temperatura, susza.		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Warunki temperaturowe panujące w polskich nowoczesnych szklarniach, w których uprawia się chryzantemy nie różnią się od tych panujących w Niemczech.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak Optymalna temperatura wzrostu dla <i>P. chrysanthemi</i> jest wysoka (30°C), jednak patogen może rosnąć w zakresie od 5–35°C. Gatunek ten wytwarza oospory i chlamydospory zdolne przetrwać niekorzystne warunki, dlatego istnieje prawdopodobieństwo pojawienia się agrofaga poza szklarniami.		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak Agrofag łatwo rozprzestrzenia się na krótkie dystanse poprzez wodę: deszcz, irygację, podlewanie (chlapanie).		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Jest to jedna z popularniejszych roślin ozdobnych. W latach 2011-2016 importowano do Polski od 157 do 1150 ton rocznie (Eurostat), co może sprzyjać wejściu agrofaga na obszar PRA.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak dokładnych danych na temat częstotliwości przemieszczania chryzantem, jednak jest to jedna z popularniejszych roślin ozdobnych, można więc przypuszczać, że rośliny są często przemieszczane zarówno pomiędzy krajami członkowskimi UE jak i poza UE.		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie	Wysokie X
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: transport podłoża (gleby, torfu, mchu)		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen zasiedla korzenie roślin i glebę, może zostać przyniesiony z zainfekowanym podłożem		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Tak (z krajów trzecich)		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki plechy, zoospory.		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Nie jest to potwierdzone dla tego gatunku, ale inne z rodzaju <i>Phytophthora</i> rozprzestrzeniają się w ten sposób.		
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?	Brak danych; W przypadku krajów trzecich droga jest zakazana, więc wielkość przemieszczania jest niewielka.		

	W przypadku krajów UE możliwe, że wielkość przemieszczania sprzyja wejściu agrofaga.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych; W przypadku krajów trzecich droga jest zakazana, więc częstotliwość przemieszczania jest niewielka. W przypadku krajów UE możliwe, że częstotliwość przemieszczania sprzyja wejściu agrofaga.		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie	Wysokie X
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

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

Klimat panujący w Polsce jest odpowiedni do rozwoju agrofaga (podobnie jak w dużej części Japonii, na obszarze PRA przeważa klimat umiarkowany ciepły, jednak z chłodniejszym niż w Japonii latem). Patogen jest w stanie rosnąć w szerokim zakresie temperatur (5–35°C), jednak optimum wzrostu – 30°C – rzadko występuje na terenie naszego kraju i ogranicza się wyłącznie do miesięcy letnich. Nie wiadomo jednak czy *P. chrysanthemi* jest w stanie przetrwać zimą, podczas której temperatury spadają poniżej 0°C. Możliwe jest również, że klimat w Polsce jest zbyt suchy, przez co wzrost patogenu (a co za tym idzie rozwój choroby) może być ograniczony. Biorąc pod uwagę, że na terenie PRA naturalnie występuje jedynie dwóch potencjalnych żywicieli, a ozdobne chryzantemy uprawiane są zazwyczaj pod osłonami, prawdopodobieństwo zasiedlenia nie należy oceniać na więcej niż średnie.

Ocena prawdopodobieństwa zdomowienia w warunkach zewnętrznych	Niskie	Średnie X	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

W związku z optymalnymi warunkami dla rozwoju *P. chrysanthemi* panującymi w uprawach chryzantem pod osłonami oraz doniesieniom o zasiedleniu takich w krajach ościennych należy uznać prawdopodobieństwo zasiedlenia za wysokie przy niskiej niepewności.

Należy tu zwrócić uwagę, że Niemcy, obok Holandii są głównym liderem w produkcji materiału sadzeniowego złocieni (w tym przeznaczonego na eksport).

W mniejszych polskich gospodarstwach ogrodniczych złocienie uprawiane są w nieogrzewanych tunelach foliowych, w których mogą panować temperatury nieoptymalne dla agrofaga, jednak pozwalające mu na przetrwanie. W nowoczesnych gospodarstwach uprawa złocieni prowadzona jest w szklarniach wyposażonych w urządzenia do sterowania temperaturą (zwykle utrzymywana jest na poziomie ok. 18°C) i nawadniania roślin, a produkcja odbywa się na stołach zalewowych. Takie warunki szczególnie sprzyjają rozwojowi patogenu.

Ocena prawdopodobieństwa zasiedlenia w uprawach chronionych	Niskie	Średnie	Wysokie X
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Prawdopodobieństwo i wielkość naturalnego rozprzestrzenienia *P. chrysanthemi* jest niskie. Rozprzestrzenienie z udziałem człowieka i lokalnie (w obrębie szklarni) oceniane jest jako wysokie.

naturalne rozprzestrzenianie: w przypadku przedostania się agrofaga na obszar PRA, może on rozprzestrzeniać się (poprzez zoospory) z kropelkami wody na niewielkie odległości, zwykle na skutek deszczu, irygacji czy chłapania podczas podlewania.

rozprzestrzenianie z udziałem człowieka: w razie przeniesienia patogenu na teren PRA, istnieje wysokie ryzyko rozprzestrzeniania się poprzez wodę używaną do podlewania. Wszelkie zastoiny wody sprzyjają namnażaniu się patogenu, stąd wysokie ryzyko występuje w uprawach hydroponicznych.

Izolaty *Phytophthora* spp. pochodzące z wody kolonizują tkanki roślin niezależnie od źródła i okresu detekcji.

Patogen rozprzestrzenia się poprzez transport porażonych sadzonek, gdyż zasiedla korzenie roślin i podłoże. Może być przenoszony wraz z drobnym sprzętem ogrodniczym, na którym są pozostałości ziemi ze strzępkami i zoosporami. Przy rozprzestrzenianiu *P. chrysanthemi* należy zwrócić uwagę na dezynfekcję pojemników/doniczek przeznaczonych do ponownego wykorzystania. Wiele resztek roślinnych podlega kompostowaniu, trudno ocenić czy późniejsze użycie kompostu może mieć wpływ na przeniesienie i rozprzestrzenienie patogenu. Cięte kwiaty (ze względu na brak korzeni i podłoża) stwarzają mniejsze ryzyko rozprzestrzenienia patogenu.

Ocena wielkości rozprzestrzenienia na obszarze PRA	Niska	Średnia X	Wysoka
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

P. chrysanthemi poraża rośliny rodzaju *Chrysanthemum* spp., powodując więdnienie liści, zmniejszenie liczebności korzeni, przebarwienia u podstawy łodygi, a następnie czernienie oraz gnicie pędu, korzeni oraz zahamowanie wzrostu roślin (Naher i wsp. 2011, Tomić i Ivic 2015, Götz i wsp. 2017). Dotychczas patogen pojawiał się lokalnie, głównie w uprawach szklarniowych. We wszystkich przypadkach rośliny obumierały, jednak straty ekonomiczne nie były wielkie ze względu na mały areal uprawy. Natomiast porażone i zamierające chryzantemy stanowią dużą stratę kulturową w Japonii.

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na obecnym obszarze zasięgu	Niska X	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka X

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę?	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	tak	Obniżenie jakości i ilości materiału rozmnożeniowego.	Naher i wsp. 2011; Tomić i Ivic 2015; Götz i wsp. 2017
Regulująca	nie	Niewielki wpływ na bioróżnorodność	Opinia ekspercka

Wspomagająca	nie		
Kulturowa	tak	Pogorszenie doznań estetycznych poprzez uszkodzenie i obumieranie roślin w parkach, ogrodach. W Azji chryzantema to symbol słońca, radości i długowieczności. W Japonii jest emblematem narodowym (herb narodowy rodziny cesarskiej i najwyższe odznaczenie państwowe).	Brak w tej kategorii

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na obecnym obszarze zasięgu	Niska	Średnia X	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Dotychczas patogen pojawił się lokalnie, w większości w uprawach szklarniowych. Rezultatem były nieduże straty ekonomiczne. Szacuje się jednak, że w USA łączny dochód ze sprzedaży chryzantem ogrodowych, doniczkowych i ciętych wynosił ok. 200 mln dolarów w latach 2013/2014 (NASS 2015).

Ocena wielkości wpływu socjoekonomicznego na obecnym obszarze zasięgu	Niska	Średnia X	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Na podstawie aktualnej wiedzy dotyczącej rodzaju *Phytophthora*, jak i agrofaga *P. chrysanthemi*, można stwierdzić, że wpływ tego patogenu na terenie PRA będzie nieznacznie mniejszy niż na obszarze jego obecnego występowania, ze względu na warunki klimatyczne oraz mniejszy areal upraw chryzantem. W Polsce zajmują one powierzchnię 1400–1600 ha, z tego ponad połowa prowadzona jest na otwartej przestrzeni i w okresie jesieni przykrywana nieogrzewanymi tunelami foliowymi (Marosz 2016). Szczególnie narażone są uprawy w nowoczesnych szklarniach, w których panuje podwyższona temperatura.

Należy zaznaczyć, że do tej pory *P. chrysanthemi* wykryto zaledwie w kilku niewielkich lokalizacjach, głównie w uprawach szklarniowych/hydroponicznych.

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Na terenie Polski w naturalnym środowisku występują 2 gatunki chryzantem: *C. segetum* i *C. marshallii*. Pierwszy z nich czasami zachwaszcza uprawy zbóż jarych i roślin okopowych, drugi jest efemerofitem. W związku z tym nie należy spodziewać się znaczącego wpływu na bioróżnorodność.

Jeśli Nie

Ocena	wielkości	Niska X	Średnia	Wysoka
-------	-----------	----------------	---------	--------

wpływu na bioróżnorodność na potencjalnym obszarze zasiedlenia			
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Pogorszenie doznań estetycznych klienta poprzez uszkodzenia i obumieranie roślin w parkach oraz ogrodach. Pogorszenie dobrostanu duchowego i przywiązania polskiego konsumenta do tradycji – chryzantemy są kwiatami najczęściej wykorzystywanymi do ozdabiania grobów.

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska X	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Porażenie przez *P. chrysanthemi* prowadzi do zamierania roślin ozdobnych rodzaju *Chrysanthemum* spp. Z przeprowadzonych badań wynika, że w Polsce sprzedaje się rocznie 11-13 mln szt. chryzantem doniczkowych. Wartość sprzedaży, przy średniej cenie detalicznej na poziomie 9,5 zł, wynosi 104,5 do 123,5 mln. zł (Marosz 2016).

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu socjoekonomiczny na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	Średnia X	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Patogen może pojawić się w Polsce na obszarach upraw chryzantem, które są rozproszone na terenie całego kraju. Najwięksi producenci tych kwiatów są z województw: wielkopolskiego, łódzkiego i mazowieckiego (Marosz 2016).

15. Zmiana klimatu

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

Scenariusz zmiany klimatu: RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5 (IPCC 2014)

W przypadku najbardziej optymistycznego, jednak mało prawdopodobnego scenariusza RCP 2.6, globalne zmiany temperatury nie będą uciążliwe – w Polsce wzrost w okresach 2036–2065, 2071–2100 będzie oscylował w okolicy 1,3°C, zarówno zimą jak i latem (w stosunku do okresu

referencyjnego 1986–2015). Sytuacja ta nie powinna znacząco wpłynąć na możliwość zadomowienia nowych żywicieli na obszarze PRA, a więc i zasiedlenia agrofaga w warunkach zewnętrznych.

W przypadku optymistycznego, ale możliwego do zrealizowania scenariusza RCP 4.5 prognozowany wzrost temperatury będzie nieco wyższy. W porównaniu z okresem 1986–2015, zimą i latem nastąpi ocieplenie o ok. 1,6/1,7°C - 2036–2065 i o ok. 2,3°C - 2071–2100. W przypadku takich zmian warunki klimatyczne będą trochę bardziej dogodne dla zasiedlenia agrofaga w warunkach zewnętrznych.

W przypadku prawdopodobnego scenariusza RCP 6.0 prognozowany wzrost temperatury będzie nieco wyższy. W porównaniu z okresem 1986–2015, zimą nastąpi ocieplenie o ok. 2 stopnie Celsjusza, a latem o ok. 1,7°C w okresie 2036–2065 i o ok. 2,7°C latem i zimą w przedziale 2071–2100. W przypadku realizacji tego scenariusza, szczególnie w okresie 2071–2100 należy się spodziewać polepszenia warunków dla zadomowienia *P. chrysanthemi* oraz jej potencjalnych żywicieli.

Najgorszy, a zarazem najbardziej prawdopodobny scenariusz – RCP 8.5 spowoduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 2,3°C w okresie 2036–2065 i o około 4,3°C - 2071–2100. W okresie letnim wzrost temperatury będzie podobny. Realizacja najbardziej pesymistycznego scenariusza emisji gazów cieplarnianych pozwoli na uprawę większej liczby gatunków żywicielskich agrofaga w warunkach zewnętrznych i zdecydowanie zwiększy możliwości jego rozwoju na obszarze PRA.

Zmiany opadów oszacowane na podstawie modeli dla powyższych scenariuszy będą oscylowały pomiędzy 0-10% (za wyjątkiem scenariusza RCP 8.5, gdzie w okresie zimowym w latach 2035–2065 nastąpi wzrost opadów o ok. 16%, patrz Załącznik 2 Tab. 3). Należy jednak zauważyć, że na okres zimowy składają się: jesień (wrzesień-listopad) oraz zima (grudzień-luty), na okres letni: wiosna (marzec-maj) i lato (czerwiec-sierpień), a pomiędzy tymi porami roku występują duże różnice w zmianach opadów. Największe wzrosty opadów prognozowane są w zimie, natomiast najmniejsze w lecie. Bez dokładnego poznania biologii patogenu trudno jest przewidzieć w jaki sposób cieplejsze i być może bardziej suche lato wpłynie na rozwój choroby.

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

Czy jest prawdopodobne, że drogi przenikania mogą się zmienić na skutek zmian klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Nie	Ocena ekspercka
Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Tak, w przypadku wszystkich scenariuszy nastąpi wzrost temperatury, który zwiększy prawdopodobieństwo zasiedlenia patogenu. Nie jest jasne jednak, w jaki sposób przewidywane zmiany w opadach będą miały wpływ na możliwość zasiedlenia. Prawdopodobieństwo: wysokie, niepewność: niska.	Ocena ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia włośńie wraz z lepszymi warunkami do hodowli różnych gatunków chryzantem w warunkach zewnętrznych. Jednak w tym przypadku niepewność należy ocenić na średnią, ze względu na to, że nie wiadomo, czy takie hodowle będą prowadzone.	Ocena ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła
W przypadku scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 zmiany klimatu, mimo że najprawdopodobniej ułatwią rozwój choroby to nie w takim stopniu, aby znacząco zmienił się wpływ. W przypadku scenariusza RCP 8.5 wzrost temperatury będzie na tyle duży, że wystąpią długie okresy optymalnych do rozwoju patogenu warunków przez co intensywność i wpływ choroby może się zwiększyć. Jednak w tym przypadku niepewność należy ocenić na średnią, ze względu na to, że nie wiadomo czy zwiększy się produkcja chryzantem.	Ocena ekspercka

16. Ogólna ocena ryzyka

P. chrysanthemi jest nowym patogenem porażającym rośliny z rodzaju *Chrysanthemum* sp. Szacuje się, że w naszym kraju sprzedawanych jest rocznie 11–13 mln sztuk chryzantem doniczkowych. Na obszarze PRA powierzchnia upraw złocieni jest rozproszona, łącznie zajmuje 1400-1600 ha, z czego ponad połowa prowadzona jest na otwartej przestrzeni. Uprawy te nakrywa się tunelami foliowymi od ok. połowy września, chroniąc w ten sposób przed przymrozkami (Marosz 2016). W Polsce stopniowo wzrasta popularność na chryzantemy ogrodowe, które coraz częściej sadzone są w parkach i skwerach. Ewentualne zmiany klimatyczne mogą mieć wpływ na łatwiejsze rozprzestrzenianie się patogenu, a wyższe temperatury będą dogodniejsze dla upraw złocieni w warunkach polowych. Obecnie szczególnie wysokie ryzyko występuje w przypadku upraw pod osłonami, prawdopodobieństwo wystąpienia szkód w uprawach polowych jest niewielkie. Ryzyko rozprzestrzeniania się zależy też będzie od arealu uprawy roślin żywicielskich.

Prawdopodobieństwo przeniknięcia na obszar PRA bez podjęcia środków fitosanitarnych jest wysokie. Tym bardziej, że patogen pojawił się w Niemczech, które obok Holandii są liderem w produkcji materiału do dalszej uprawy i eksportu. W przypadku sprowadzania materiału roślinnego zalecana jest zatem kontrola fitosanitarna. Porażony materiał powinien być wycofany i zniszczony, w celu zapobiegania rozprzestrzeniania się agrofaga.

Należy podkreślić, iż patogen ze względu na duże podobieństwo do innych gatunków tego rodzaju i nieliczne dane literaturowe dotyczące jego biologii, może zostać nierozpoznany lub błędnie zidentyfikowany.

Ze względu na zmieniające się warunki klimatyczne liczba roślin żywicielskich z czasem może się zwiększyć. Od pierwszego wykrycia w 1998 (Naher i wsp. 2011) do roku 2017 *P. chrysanthemi* pojawiła się w kilku lokalizacjach na niewielką skalę (Tomić i Ivić 2015, Götz i wsp. 2017).

Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

17. Środki fitosanitarne

17.01 Opisać potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania i ich oczekiwaną efektywność na zapobieganie wprowadzenia (wejście i zasiedlenie) oraz/lub na rozprzestrzenienie.

Opcje w miejscu produkcji

Poinformowanie producenta i zniszczenie materiału roślinnego. Dezynfekcja doniczek i sprzętu. Rośliny zdrowe, rosące w pobliżu ogniska zapalnego potraktować odpowiednimi fungicydami.

Opcje po zbiorach, przed odprawą lub w trakcie transportu

Zniszczenie roślin.

Opcje po wejściu przesyłek

Zniszczenie sadzonek/roślin i podłoża, w którym były porażone rośliny, w celu zahamowania rozprzestrzeniania się infekcji.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki	Oplacalność środków
rośliny	Kontrola importowanego materiału roślinnego	średnia
podłoże (gleba, torf, mech)	Kontrola importowanego materiału roślinnego transportowanego w doniczkach	średnia

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymaniem i kontrolą

W ograniczaniu rozprzestrzeniania się patogenu najważniejsze znaczenie ma kontrola materiału roślinnego z krajów, w których ten agrofag został wykryty. Porażony materiał powinien zostać zniszczony, a narzędzia i doniczki przeznaczone do ponownego wykorzystania należy zdezynfekować.

18. Niepewność

Trudno określić czy ewentualne zmiany w ilości opadów wpłyną na zadomowienie się tego gatunku w środowisku naturalnym na obszarze PRA. Ze względu na duże podobieństwo objawów, które mogą być mylone z tymi powodowanymi przez inne patogeny, np.: *P. nicotianae*, *P. cryptogea* i *P. cactorum* lub z rodzajów *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* (Erwin i Ribeiro 1996; Tomić i Ivić 2015), istnieje prawdopodobieństwo, że agrofag nie został zauważony na niektórych obszarach. *P. chrysanthemi* jest nowym patogenem, stąd ilość dostępnych danych literaturowych jest niewielka. Potrzebne są dalsze badania nad jego biologią.

19. Uwagi

Zalecany bieżący monitoring.

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

- Chikuo Y., Morikawa T., Kageyama K. 2007. Addition of the Pathogen of Phytophthora Root Rot of Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). *Ann. Phytopathol Soc Jpn* 73: 180.
- Cooke D.E.L., Drenth A., Duncan J.M., Wagels G., Brasier C.M. 2000. A molecular phylogeny of *Phytophthora* and related oomycetes. *Fungal Genet. Biol.* 30: 17-32.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. American Phytopathological Society. St Paul. Minnesota. 562 ss.
- GBIF 2017 https://demo.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=8310776 (dostęp 30.10.2017)
- Götz M., Ulrich R., Werres S. 2017. First detection of *Phytophthora chrysanthemi* on *Chrysanthemum indicum* in Germany. *New Dis. Rep.* 35: 6.
- IPCC 2014: Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, et al., (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32. https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf
- Jung, T., Orlikowski, L., Henricot, B., Abad Campos, P., Aday, A. G., Aguin Casal, O., ... & Corcobado, T. 2016. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology* 46(2): 134-163.
- Kroon L.P.N.M., Bakker F.T., Van Den Bosch G.B.M., Bonants P.J.M., Flier W.G. 2004. Phylogenetic analysis of *Phytophthora* species based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Fungal Gen. Biol.* 41:766-782.
- Lin S., Martin D. E., Taylor N. J., Gabriel C. K., Wayne C., Peduto Hand F. 2017. Occurrence of *Phytophthora chrysanthemi* Causing Root and Stem Rot on Garden Mums in the United States. *Plant Dis.* 101(6): 1060.
- Marosz A. 2016. Rynek krajowy i europejski w zakresie produkcji chryzantem kwiatów doniczkowych ozdobnych z liści i sadzonek do dalszej produkcji. Skierniewice. Inhort Instytut Ogrodnictwa.
- Martin F.N., Tooley P.W. 2003. Phylogenetic relationship among *Phytophthora* species inferred from sequence analysis of mitochondrially encoded cytochrome oxidase I and II genes. *Mycologia* 95: 269-284.
- Naher M., Motohash K., Watanabe H., Chikuo Y., Senda M., Suga H., Brasier C., Kageyama K. 2011. *Phytophthora chrysanthemi* sp. nov., a new species causing root rot of chrysanthemum in Japan. *Mycol. Prog.* 10: 21-31.
- NASS 2015. Floriculture Crops 2014 Summary (June 2015), USDA, National Agricultural Statistics Service.
- NPAG Report 2016. *Phytophthora chrysanthemi* Naher, Hi. Watan., Chikuo & Kageyama: Crown and root rot of chrysanthemum. New Pest Advisory Group, United States Department of Agriculture(USDA) <http://www.canr.org/newsletter/PhytophthorachrysanthemiNPAGReport20160401R.pdf> (dostęp 2.07.2017).
- Rahman M.Z., Uematsu S., Coffey M.D., Uzuhashi S., Kageyama K. 2014. Reevaluation of Japanese *Phytophthora* isolates based on molecular phylogenetic analyses. *Mycoscience.* 55: 314-327.
- Ristaino J.B., Madritch M., Trout C.L., Parra G. 1998. PCR amplification of ribosomal DNA for species identification in the plant pathogen genus *Phytophthora*. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 948-954.
- Tomić Z., Ivić D. 2015. *Phytophthora chrysanthemi* Naher, Motohash, Watanabe, Chikuo, Senda, Suga, Brasier & Kageyama - new cause of chrysanthemum disease in Croatia. *Glasilo Biljne Zaštite* 15: 291-300.

- Yang X., Gallegly M.E., Hong X. 2014. A high-temperature tolerant species in clade 9 of the genus *Phytophthora*: *P. hydrogena* sp nov. *Mycologia* 106 (1): 57-65.
- Watanabe H, Taguchi Y, Hyakumachi M, Kageyama K, 2007. *Pythium* and *Phytophthora* species associated with root and stem rots of kalanchoe. *J Gen Plant Pathol* 73: 81–88.
- Waterhouse G.M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycological Papers* 92: 1-22.



Fot. Chryzantema porażona *Phytophthora chrysanthemi* (fot. dr K. Kageyama, Źródło: <http://www.-phytophthoradb.org/img/phytophthora/chrysanthemi/Fig4.jpg>).

Załącznik 2

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 IX-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 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 IX-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 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

